



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELİT KARATE SPORCULARINDA DİNLENİM DURUMU  
FONKSİYONEL BEYİN SİNİR AĞLARINDAKİ  
FARKLILIK ANALİZİ**

TAYLAN HAYRİ BALCIOĞLU  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN  
Yrd. Doç. Dr. Adil Deniz Duru

İSTANBUL - 2017

## TEZ ONAYI

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Programın seviyesi : Yüksek Lisans  
Anabilim Dalı : Beden Eğitimi ve Spor ABD  
Tez Sahibi : Taylan Hayri BALCIOĞLU  
Tez Başlığı : Elit Karate Sporcularında Dinlenme Durumu Fonksiyonel Beyin Sinir Ağlarındaki Farklılık Analizi  
Sınav Yeri : Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Anadolu Hisarı Kampüsü  
Sınav Tarihi : 16.06.2017

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Danışman (Unvan, Adı, Soyadı)**

Yrd. Doç. Dr. Adil Deniz DURU

**Kurumu**

Marmara Üniversitesi

**İmza**

**Sınav Jüri Üyeleri (Unvan, Adı, Soyadı)**

Prof. Dr. Hasan Birol ÇOTUK

Marmara Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KOCATÜRK

Medipol Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 06.07.2017 tarih ve 04 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Göksel ŞENER  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü  
**Prof. Dr. Arzu Şener**  
**Vekâleten** **06.07.2017**

-Sınav evrakları 3 iş günü içinde ıslak imzalı tek kopya halinde Enstitüye teslim edilmelidir.

-Bu form bilgisayar ortamında doldurulacaktır.

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, çalışmanın tasarlanmasından yazımına kadar bütün basamaklarda etik çerçevede davrandığımı, bu tezde bulunan bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bilgilerin tamamına kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesinde belirttiğimi, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışım olmadığını beyan ederim.

Taylan Hayri BALCIOĞLU



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın tüm aşamalarında ve yüksek lisans eğitimim süresi boyunca bilgi, sezgi ve öngörülerıyla maddi, manevi destek olan, danışmanım Yrd. Doç. Dr. Adil Deniz DURU'ya, üniversite eğitimim süresince sağladıkları imkanlar ve yönlendirmeleriyle tez çalışmam kadar hayatıma da katkıda bulunan Prof. Dr. Hasan Birol ÇOTUK'a ve bu imkanların sağlanmasındaki katkılarının yanı sıra her zaman yanımda hissettiğim Yrd. Doç. Dr. Nuri TOPSAKAL'a, tecrübelerini her fırsatta paylaşarak, düşünce ve teşvikleriyle ilerlememi sağlayan Doç. Dr. Aytakin SOYKAN'a, akademik tartışmalarıyla ve destekleriyle katkıda bulunan tüm çalışma arkadaşlarıma, hayatım boyunca ve yüksek lisans tez çalışmalarım süresince her koşulda beni destekleyen annem Sevilay BALCIOĞLU'na, babam Mehmet Fatih BALCIOĞLU'na ve abim Tolga BALCIOĞLU'na içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Kalkınma Bakanlığı 2010K120330 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

<b>BEYAN</b> .....	i
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	ii
<b>KISALTMALAR</b> .....	v
<b>TABLolar</b> .....	vii
<b>ŞEKİLLER</b> .....	viii
<b>RESİMLER</b> .....	x
<b>TÜRKÇE ÖZET</b> .....	1
<b>İNGİLİZCE ÖZET</b> .....	2
<b>1. GİRİŞ ve AMAÇ</b> .....	3
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	8
2.1. Karate Do .....	8
2.2. Beyin Yapıları .....	11
2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme .....	13
2.4. Beyin Aktivitesinin Görüntülenmesi .....	15
<b>3. GEREÇ ve YÖNTEM</b> .....	17
3.1. Örneklem Grubu.....	17
3.2. Önışleme Tekniklerinin Uygulanması.....	18
3.2.1. Kesit Zamanlaması (Slice Timing) .....	18
3.2.2. Yeniden Hizalama (Realignment) .....	18
3.2.3. Çakıştırma (Coregistration) .....	19
3.2.4. Normalizasyon (Normalization) .....	20
3.2.5. Yumuşatma (Smoothing) .....	20
3.2.6. Bölütleme (Segmentation).....	22
3.3. Voksel Tabanlı Morfometri.....	23
3.4. Sinir Ağlarının Bağımsız Bileşen Analiziyle İncelenmesi.....	24
<b>4. BULGULAR</b> .....	26
4.1. Anatomik Yapıya Ait Farklılıklar .....	26
4.1.1. Toplam Hacimsel Farklılıklar .....	26
4.1.2. Bölgesel Hacimsel Farklılıklar .....	26
4.1.2.1. Hemisferler Arası Hacimsel Farklılıklar .....	26

4.1.2.2. Beyin Loblarındaki Hacimsel Farklılıklar .....	27
4.1.2.3. Brodmann Bölgelerindeki Gri Madde Farklılıkları .....	28
4.1.2.3.1. Frontal Lob .....	28
4.1.2.3.2. Temporal Lob .....	29
4.1.2.3.3. Pariyetal Lob .....	29
4.1.2.3.4. Oksipital Lob .....	30
4.1.2.3.5. Diğer Brodmann Alanları .....	30
4.1.3. Voksel Tabanlı Farklılıklar .....	31
4.1.3.1. Gri Maddedeki Voksel Tabanlı Farklılıklar .....	31
4.1.3.2. Beyaz Maddedeki Voksel Tabanlı Farklılıklar .....	34
4.2. Beyin Sinir Ağlarındaki Fonksiyonel Farklılıklar .....	40
4.2.1. Motor Ağdaki Fonksiyonel Farklılıklar .....	40
4.2.2. Varsayılan Kip Ağındaki Fonksiyonel Farklılıklar.....	41
4.2.3. Birincil Görsel Ağdaki Fonksiyonel Farklılıklar .....	42
4.2.4. Özseçim (Salience) Ağındaki Fonksiyonel Farklılıklar .....	42
4.2.5. Beyin Sapındaki Fonksiyonel Farklılıklar .....	43
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ</b> .....	44
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	56
<b>7. EKLER</b> .....	60

## KISALTMALAR

<b>2D</b>	: İki Boyutlu ( Two Dimensional )
<b>AFNI</b>	: Fonksiyonel Nörogörüntülerin Analizi ( Analysis of Functional Neuro Images )
<b>BA</b>	: Brodmann Alanı
<b>BM</b>	: Beyaz Madde
<b>BOLD</b>	: Kan Oksijenasyonu Bağımlılık Düzeyi ( Blood Oxygenated Level Dependence )
<b>BOS</b>	: Beyin Omurilik Sıvısı
<b>DMN</b>	: Varsayılan Kip Ağı ( Default Mode Network )
<b>DTI</b>	: Difüzyon Tensör Görüntüleme ( Diffusion Tensor Imaging )
<b>EEG</b>	: Elektroensefalogram
<b>EKU</b>	: Avrupa Karate Birliği ( European Karate Union )
<b>EPI</b>	: Ekoplanda Görüntüleme ( Echoplanar Imaging )
<b>FA</b>	: Fraksiyonel Anizotropi ( Fractional Anisotropy )
<b>FDR</b>	: Yanlış Keşif Oranı ( False Discover Rate )
<b>fMRG</b>	: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b>FWE</b>	: Grupsal Hata ( Family Wise Error )
<b>FWHM</b>	: Tepe Noktasının Yarısındaki Genişlik ( Full Width Half Maximum )
<b>GM</b>	: Gri Madde
<b>IAKF</b>	: Uluslararası Amatör Karate Federasyonu ( International Amateur Karate Federation )
<b>ICA</b>	: Bağımsız Bileşen Analizi ( Independent Component Analysis )
<b>IOC</b>	: Uluslararası Olimpiyat Komitesi ( International Olympic Comittee )

<b>JKA</b>	: Japon Karate Birliği ( Japan Karate Association )
<b>MEC</b>	: Medial Entorinal Korteks ( Medial Entorinal Cortex )
<b>MR</b>	: Manyetik Rezonans
<b>NM</b>	: Nöral Madde
<b>RF</b>	: Radio Frekans
<b>SPM</b>	: İstatistiksel Parametre Haritalama ( Statistical Parameter Mapping )
<b>SS</b>	: Standart Sapma
<b>TE</b>	: Eko Zamanı ( Time of Echo )
<b>TKF</b>	: Türkiye Karate Federasyonu
<b>TR</b>	: Tekrar Zamanı ( Time of Repetition )
<b>VBM</b>	: Voksel Tabanlı Morfometri ( Voxel Based Morphometry )
<b>WKF</b>	: Dünya Karate Federasyonu ( World Karate Federation )
<b>WUKO</b>	: Dünya Karate Birliği Organizasyonu ( World Union Karate Organization )



## TABLolar

**Tablo 1.** Toplam hacimsel farklılıklar

**Tablo 2.** Hemisferler arası hacimsel farklılıklar

**Tablo 3a.** Beyin loblarındaki GM ve BM hacimleri

**Tablo 3b.** Hemisferlere göre beyin loblarındaki GM hacimleri

**Tablo 4a.** Frontal lobdaki Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

**Tablo 4b.** Temporal lobdaki Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

**Tablo 4c.** Pariyetal lobdaki Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

**Tablo 4d.** Oksipital lobdaki Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

**Tablo 4e.** Diğer Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

**Tablo 5.** Gri maddedeki voksel tabanlı farklılıklar

**Tablo 6.** Beyaz maddedeki voksel tabanlı farklılıklar

**Tablo 7.** Motor ağdaki fonksiyonel farklılıklar

**Tablo 8.** Varsayılan kip ağdaki fonksiyonel farklılıklar

**Tablo 9.** Birincil görsel ağdaki fonksiyonel farklılıklar

**Tablo 10.** Özseçim (saliency) ağdaki fonksiyonel farklılıklar

**Tablo 11.** Beyin sapındaki fonksiyonel farklılıklar

## ŞEKİLLER

Şekil 1. Acemi düzeyden elit düzeye plastisite

Şekil 2. Korteks üzerinde motor bölgeleri temsil eden alanlar

Şekil 3. Yeniden hizalamada görülen yer değiştirme ve dönme miktarları

Şekil 4. Gaussian filtre çekirdeği

Şekil 5. Örnek bir birim hacim elamanın EPI sekansı fMRG güç spektrumu

Şekil 6. Sayısal koordinat – Gerçek dünya koordinatı dönüşümü

Şekil 7a. BA8 ve BA47 alanlarındaki voksel tabanlı farklılıklar

Şekil 7b. BA8 alanlarındaki voksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

Şekil 7c. BA47 alanlarındaki voksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

Şekil 8a. BA19, BA37 ve BA39 alanlarındaki voksel tabanlı farklılıklar

Şekil 8b. BA19, BA37 ve BA39 alanlarındaki voksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

Şekil 9a. Corpus Callosum bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar

Şekil 9b. Corpus Callosum bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

Şekil 10a. Hippocampus bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar

Şekil 10b. Hippocampus bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

Şekil 11a. Insula bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar

Şekil 11b. Insula bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

Şekil 12a. Oksipital Inferior bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar

Şekil 12b. Oksipital Inferior bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

Şekil 13a. Rolandic Operculum & Heschl bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar

Şekil 13b. Rolandic Operculum & Heschl bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

Şekil 14. BA6 (Sağ birincil duyuşsal alan) bölgesindeki voksel tabanlı farklılıklar

Şekil 15a. BA 10 (sağ medial prefrontal korteks) bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar

**Şekil 15b.** BA 39 (sağ medial prefrontal korteks) bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar

**Şekil 16.** BA 17 (sağ birincil görsel alan) bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar

**Şekil 17.** BA 8 (özseçim / salience) bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar

**Şekil 18.** Beyin sapı bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar

**Şekil 19.** Motor bölge fonksiyon haritası

**Şekil 20.** Varsayılan kip ağı fonksiyonel haritası

**Şekil 21.** Görsel ağ fonksiyon haritası

**Şekil 22.** Beyin sapı fonksiyon haritası



## RESİMLER

**Resim 1a.** Anatomik beyin görüntüleri ( coronal, sagital, axial )

**Resim 1b.** Fonksiyonel beyin görüntüleri ( coronal, sagital, axial )

**Resim 2a.** Dinlenme durumu motor sinir ağları a (sagital, coronal, axial )

**Resim 2b.** Dinlenme durumu motor sinir ağları b (sagital, coronal, axial )



# ELİT KARATE SPORCULARINDA DİNLENİM DURUMU FONKSİYONEL BEYİN SİNİRAĞLARINDAKİ FARKLILIK ANALİZİ

**Öğrencinin Adı:** Taylan Hayri BALCIOĞLU

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Adil Deniz DURU

**Anabilim Dalı:** Beden Eğitimi ve Spor Anabilimdalı

## ÖZET

**Amaç:** Bu tez çalışmasının amacı, manyetik rezonans (MR) görüntüleme ile beyinde yapısal ve fonksiyonel farklılıkları gözlemleyerek, karate sporunun gerektirdiği antrenmanların sonucunda oluşan nöral değişikliklerin ortaya konulmasıdır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmada yaş ortalaması  $22,38 \pm 4,65$  olan 13 karateci ile yaş ortalaması  $26,77 \pm 5,83$  olan 13 sedanter gönüllüden fMRG ile toplanan anatomik ve fonksiyonel beyin görüntüleri bölütlenerek GM, BM ve BOS hacimleri Matlab ortamında hesaplanmıştır. Grup içi ve gruplar arası hacimsel farklılıklar standart anatomik atlaslar temel alınarak karşılaştırılmıştır. SPM aracı ile GM ve BM yoğunluk farkları VBM yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Dinlenme durumu fonksiyonel beyin haritaları uzaysal bağımsız bileşen analiz yöntemi ile elde edilmiştir. Ulaşılan farklılıklar birim hacim elemanı tabanlı olacak şekilde (karateciler > sedanterler kontrastı yönünde) karşılaştırılmıştır.

**Bulgular:** Mann Whitney U testi ile yapılan sınamalarda; Grupların kendi bilateral beyin bölgeleri arasında yapılan ve karateciler ile sedanterler arasında yapılan karşılaştırmalarda global ve bölgesel beyin hacimlerinde ve yoğunluklarında farklılıklara ulaşılmıştır. Fonksiyonel analizlerde ise karatecilerin sedanterlerden farklılaşan beyin bölgeleri incelenmiş ve bu farklılıklar rapor edilmiştir.

**Sonuçlar:** Elit karatecilerin, bu sporun gerektirdiği antrenmanlar neticesinde anatomik olarak GM ve BM hacimlerinde ve yoğunluklarında, fonksiyonel olarak ise dinlenme durumunda, motor sinir ağı, varsayılan kip ağı, görsel ağ ve beyin sapı bölgelerinde nöral açıdan sedanterlerden farklılaştığı bilgisine ulaşılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Karate, fonksiyonel beyin bağlantısallığı, nöral plastisite, motor sinir ağı, voksel tabanlı morfometri

## **ANALYSIS OF DIFFERENCES IN RESTING STATE FUNCTIONAL BRAIN NETWORKS IN ELITE KARATE ATHLETES**

**Name:** Taylan Hayri BALCIOĞLU

**Advisor:** Assoc. Prof. Adil Deniz DURU

**Department:** Department of Physical Education and Sport

### **ABSTRACT**

**Aim:** The aim of this study is to reveal the neural changes that arise as a result of the training required by karate sports by observing the structural and functional differences magnetic resonance imaging (MRI) of the brain.

**Material and Method:** The anatomical and functional brain images collected by fMRI from thirteen sedentary volunteers with a mean age of  $22,38 \pm 4,65$  and a mean age of  $26,77 \pm 5,83$  from elite karate players, were segmented and GM, WM and CSF volumes were computed using Matlab. Volumetric differences within and between groups were compared based on standard anatomical atlases. GM and WM density differences were analyzed with the SPM tool based on the VBM method. The resting state brain networks were obtained by spatial independent component analysis method. The differences are compared for each voxel forming the brain volume using the contrast of elite > karate.

**Results:** Several Mann Whitney U tests were performed in order to deduces the differences between global and regional brain volumes and voxel densities between karate players and control group. The brain regions differentiated between the controls and the karate players were examined and these differences were reported.

**Conclusion:** To conclude, elite karate players differentiate from sedantaries in the motor neural network, in the default mode network and in the visual network and in the brain stem regions in terms of GM and WM volumes and densities as well as functional resting state network activities. These differences may become as a result of the long training period required for this karate sport.

**Keywords:** Karate, functional brain connectivity, neural plasticity, motor network, voxel based morphometry

## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Spor müsabakalarındaki performans farklılıklarının temelinde yatan nedenlerden biri de kişinin gerçekleştirilen spor ile ilgili tecrübe ve bilgi birikim seviyesi olarak gözlenmektedir. Fiziksel uygunlukları birbirine benzeyen müsabıkların performans farklarını açıklayabilecek bir etken olan bu faktör, beyinde yapısal ve fonksiyonel değişimler oluşturabilmektedir. Özellikle eğitim sonrası ve beceri öğrenimi sonrasında olduğu düşünülen beyin anatomi ve fonksiyon farklılıklarının görüntülenme çalışmaları günümüzde ivme kazanmıştır.

Beyin dokusunu oluşturan bölümlerin boyutları üzerinde yapılan çalışmalarda, elit sporcuların beyin hacimleri ile sportif performansları arasında bir ilinti gözlenmemiştir. Global hacimlerde farklılık araştırmalarının yanı sıra, lokal beyin bölgelerinin hacimleri üzerinde araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Piyano çalma konusunda elitleşen bir grup ile müzisyen olmayan grubun beyin hacimlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, sağ ve sol beyin hemisferini birleştiren korpus kallosum yapısında hacimsel artış olduğu gösterilmiştir (Schlaug ve ark., 1995). Yüksek eğitimle özellikle anterior'de CC beyaz madde hacminin doğru orantılı olduğu düşünülmektedir (Boecker ve ark., 2012).

Beyin dokusunu gri ve beyaz maddeye ayırarak inceleyen çalışmalardan birinde, fiziksel uygunluk seviyesinin medial temporal, anterior parietal ve inferior frontaldeki gri madde hacimleri ile ilintili olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmanın bulguları beyaz madde hacimleri ile fiziksel uygunluk seviyesi arasında korelasyonun olmadığı yönünde belirtilmiştir (Boecker ve ark., 2012).

Yapılan bir çalışmada, profesyonel hentbol oyuncularının el kontrolü ile ilintili beyin bölgelerinde gri madde hacminin arttığı gözlenirken, yine aynı çalışmada bale ile ilgilenen grupta ayak ile ilintili beyin bölgelerinde gri madde hacim artışı gösterilmiştir (Meier ve ark., 2016). Bu bulgular, uzun süre tekrar ile yapılan işlemler sonucunda beyinde ilişkili bölgelerin farklılaşabileceği kanısını oluşturmaktadır. Bu savı destekleyen çalışmalardan birinde, dans ile ilgilenen kişilerde, putamen ve premotor korteks farklılıkları rapor edilmiştir (Hanggi ve ark., 2010).

Hacim karşılaştırmaları çalışmalarının yanı sıra, dokuların bölgesel yoğunlukları üzerinden çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Jacini ve ark., 2009 tarafından gerçekleştirilen çalışmada, judo sporcuları ile sedanterler arasında yapılan yoğunluk karşılaştırmasında, motor hareketlerden sorumlu beyin bölgelerinde gri madde yoğunluğunun, judocular lehine yüksek olarak gösterilmiştir. Benzer çalışmalar beyaz madde yoğunluğu üzerinde de gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar motor beceri öğreniminin frontal ve pariyetal lobda beyaz madde yoğunluğunun farklılaştığını göstermektedir (Scholz ve ark., 2009; Taubert ve ark., 2010). Ayrıca, Brodmann 8 alanında gri madde yoğunluğunda bulunan farklılıklar elit sporcuların kompleks hareketleri icrasındaki başarısından kaynaklandığı veya elit sporcuların bu tür hareketleri hayal etmelerinden dolayı oluştuğu düşünülebilir (Meier ve ark., 2016).

Kortekste bulunan motor bölge üç yapıda incelenmektedir. Bu bölgeler, primer motor, premotor ve yardımcı motor bölgeler olarak isimlendirilmektedir. Bu bölgelere ek olarak, istemli göz hareketlerinden sorumlu frontal bölgede yer alan bir motor bölge daha mevcuttur.

Primer motor bölgenin uyarılması ile uyarılan bölgenin karşısına tekabül eden vücut tarafında basit motor hareketler gözlenir. Premotor bölge ve yardımcı motor bölgenin uyarılması daha karmaşık hareketlerin oluşmasını sağlar. Premotor uyarım sonucunda, kompleks kas hareketleri (birden fazla eklemde senkron hareket) oluşurken, yardımcı motor bölge uyarılması ile ses, yüz mimikleri ve koordine kas hareketleri oluşmaktadır.

Primer motor bölge, Brodmann 4 sahasında yer almaktadır ve bu bölgedeki ince motor beceriler fonksiyonel olarak diğer motor becerilere göre daha fazla yapısal alan kaplamaktadır (motor homonculus).

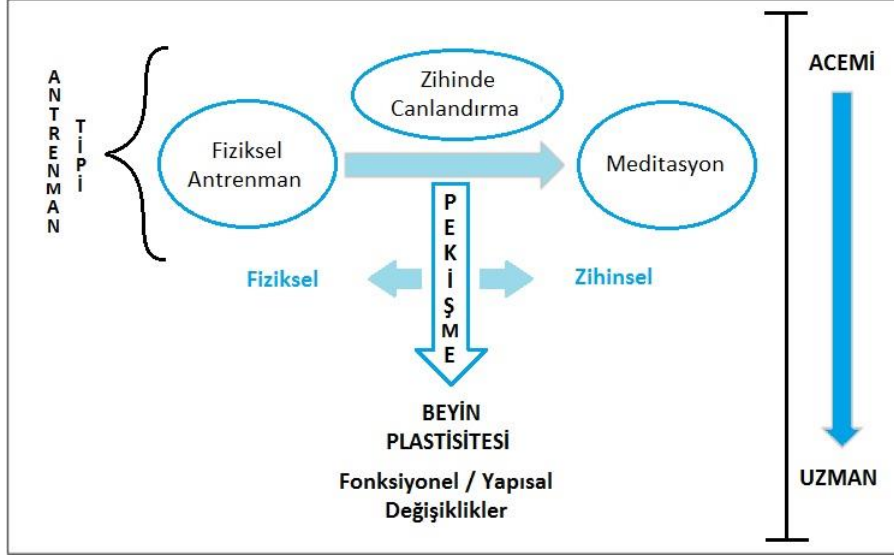
Beyindeki anatomik (yapısal) farklılıkların incelendiği voksel tabanlı morfometri (VBM) çalışmalarında dalgıçlarda talamus ve sol presantral girustaki gri madde yoğunluğunun artışında kontrol grubuna göre anlamlı farklılık bulunmuştur. Bahsedilen çalışmada 12 dalgıç yer almıştır (Wei ve ark., 2009).



2009 yılında gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, deney grubunu oluşturan 12 katılımcıda motor performanstan ziyade motor öğrenmenin, fronto-parietal dinlenme durumu sinir ağlarını değiştirdiği söylenmiştir (Albert ve ark., 2009). Motor beceri öğreniminin santral mekanizmalarını konu alan 2002 yılında yapılan çalışmada, motor beceri öğreniminin korteks – bazal ganglia’da ve korteks – serebellum’da birbirinden bağımsız olacak şekilde değişiklik meydana getirdiği ileri sürülmüştür (Hikosaka ve ark., 2002).

10 gönüllüye ardışık parmak hareketleri görevi bağlamında günlük olarak yaptırılan motor beceri öğrenimi antrenmanlarının, motor sistemde oluşturduğu dinlenme durumu fonksiyonel bağlantısallık değişimleri bir ay içinde eşit aralıklarla yapılan 3 fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) ölçümüyle incelenmiştir. Sağ postsantral girus ve bilateral supramarginal girus olarak adlandırılan 3 bölgenin antrenman süresi boyunca motor hareket performansı ile ilintili olduğu bulunmuştur (Ma ve ark., 2011).

Profesyonel badminton oyuncularının gri madde yoğunluğunun VBM yöntemiyle, dinlenme durumu beyin fonksiyonlarının, düşük frekanslı osilasyonların genliğiyle ve tohum tabanlı fonksiyonel bağlantısallıkla ölçüldüğü çalışmada gösterilen sonuçlara göre sağ ve medial serebellar bölgelerdeki gri madde yoğunluğu ve düşük frekanslı osilasyonların genliğinin sporcularda kontrollerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda sol superior parietal lobulda düşük frekanslı osilasyonların genliğinin badmintoncularda daha düşük olduğu ve sol superior parietal ile frontal bölgelerde fonksiyonel bağlantısallığın değiştiği gösterilmiştir. Bu bulgular ışığında badminton uzmanlığı sadece serebellar gri madde yoğunluğu ile değil, frontoparietal bağlantısallıktaki fonksiyonel değişimlerle de ilintili olduğu anlaşılmaktadır. Bu ve benzeri yapısal ve fonksiyonel değişiklikler yüksek kapasiteli uzamsal görsel (Visio-spatial) veri işleme ve el göz koordinasyonuna ek olarak motor becerilerin özelleşmesini göstermektedir (Di ve ark., 2012).



**Şekil 1.** Acemi düzeyden elit düzeye plastisite ( Debamot ve ark., 2014 yılında yaptığı çalışmadan esinlenerek oluşturulmuştur ).

Literatürde beyin dinlenme durumu ağlarının elit sporcularla kontroller arasındaki karşılaştırması yakın dönemde başlamıştır. Bu çalışmalarda amaç iki grup arasındaki fonksiyonel bağlantısallık farklarının anlaşılması, yeni kuramların geliştirilmesi ve eksik bilgilerin tamamlanmasına odaklanmaktadır.

Ödev odaklı fMRG çalışmalarının sonuçları ödev icrasına bağlı aktivasyonları daha çok ortaya çıkardığından altta yatan farklılıkları gözlemlemek kolay olmamaktadır. Eğitim ve deneyime bağlı farklılıkları ortaya koymanın en güvenilir yolu dinlenme durumu beyin ağlarının tespitidir. Dinlenme durumu fMRG motor veya bilişsel bir işlev gerektirmediği için zamanla edinilmiş tecrübelerin görüntülenmesini mümkün kılmaktadır (Di ve ark., 2012).

Literatürde yapılan çalışmalar, spor performansında acemi düzeyden elit düzeye gelişmek için beyinde yapısal veya fonksiyonel plastisitenin gerekliliğini göstermektedir (Debamot ve ark., 2014).

Bilgilerimiz ışığında henüz karate sporunda elit düzeye ulaşmış sporcuların özellikle motor bölgelerine dair sedanter gruptan farklılıkların net olarak açıklanamadığı görülmektedir. Bahsi geçen bilgileri elde etmek, Karate özelinde sporcu beyinde oluşan farklılaşmaların ve nöroplastisitenin görüntülenmesi bağlamında önem taşımaktadır.

Yukarıda belirtilen bilgiler ışığında, bu tez çalışması kapsamında;

- i) Elit karate sporcuları ile sedanterler arasında beyinde morfometrik farklılıklar olduğu
- ii) Motor öğrenme sonucunda elit karate sporcularında, dinlenim durumu beyin sinir ağlarının fronto-pariyetal aktivitesinin sedanterlerden farklılaştığı
- iii) Elit karate sporcularının beyin motor sinir ağlarında (primer, pre ve yardımcı) sedanterlere göre farklılık gösterdiği hipotezleri araştırılmıştır.

Bu hipotezler temelinde, çalışmanın amacı, manyetik rezonans (MR) görüntüleme ile beyinde yapısal ve fonksiyonel farklılıkları gözlemleyerek, karate sporunun gerektirdiği antrenmanların sonucunda oluşan nöral değişikliklerin ortaya konulmasıdır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Karate Do

Karate (Boş-El) tarihi insanlığın başlangıcında insanın, elini bir alet olarak kullanmayı ve yumruğu ile de kendini savunabileceğini keşfetmesi ile başlamış ve bir savaş sanatı olarak gelişimini sürdürmüştür.

Okinawa'nın Ryu Kyu Adaları'nda Gichin Funakoshi tarafından modernize edilen Karate, Do (Yol) felsefesi ile birleşerek öldürücü tekniklerin uyarlanmasıyla savaş sanatı özelliğinin yanı sıra sportif özellikler kazandırılarak yaşam yolu şeklinde uygulanmış ve 1900'lü yılların başlarında Japonya'da okulların müfredatına girmiştir. Funakoshi'nin 1922 yılında ilk kitabının basılmasının ardından 1925 yılında "Rentan Goshin Karate Jitsu" adıyla yeniden yayınlanmıştır. Aynı zamanda 1925 yılında Dünya'nın ilk resmi Karate Kulübü olan "Keio Üniversitesi Karate Kulübü" kurulmuştur. 1936 yılında Funakoshi'nin öğrencileri tarafından Shotokan (Shoto'nun Okulu) kurulur ve Funakoshi'nin oluşturduğu sistemin adı Shotokan olarak literatürde yer alır. Bu dönemde yeni metodu yakından takip edenler günümüzde Shotokan stilinin de dahil olduğu Karate'yi oluşturan 4 ana stilden Wado Ryu, Goju Ryu, Shito Ryu stillerinin kurucularıdır. Karate'nin kurumsallaşması düşüncesi ile üniversitelerden idareciler ve Funakoshi'nin sistemini takip eden üst düzey öğrenciler bir araya gelmiş ve Japon Karate Birliği (Japan Karate Association - JKA) kurmuşlardır. 1940 yılına kadar ağırlıklı olarak, belirli tekniklerin art arda uygulanması ile oluşan hayali dövüş kalıplarını ifade eden "kata" çalışmalarına yer verilen Karate'de, JKA kurulduktan sonra Eğitim Komitesinin başındaki Hidetaka Nishiyama, çalışmaları sonucunda 16 maddelik kural yönetmeliğini ilan etmiştir. 1957 yılında bu yönetmeliğe göre "ellerin karşılaşması" anlamına gelen, karşılıklı mücadele ruhunu içeren ve savaş sanatı olma özelliğini sportif yönden de yansıtan ilk kurallı Kumite müsabakaları Tokyo'da yapılmıştır. Pasifik Savaşı'nın sona ermesinin ardından Japonya'dan Amerika'ya ve Avrupa'nın çeşitli ülkelerine giden Senseiler Karate'nin Dünya'daki popülaritesini artırmışlardır. Bu ünü, örgütlenerken Dünya çapında sistematize etmek isteyen Avrupa'lılar 1961 ve 1963 yılları arasında başta Fransa olmak üzere milli karate federasyonlarını kurmuşlardır.

Kıta Karate Birliği'ni oluşturmak amacıyla ilki 1963 yılında dzenlenen Avrupa Karate Kongresi'nin yine Fransa'da yapılan 21 Kasım 1965'te yapılan 3. organizasyonunda Avrupa Karate Birliği (EKU) kurularak 7 Mayıs 1966 tarihinde Paris'te ilk Avrupa Şampiyonası gerçekleştirilir. 1970 yılına kadar 5 kıtada federe olmasının ardından 16 Haziran 1970 tarihinde WUKO adıyla Dnya Karate Federasyonu kurulur. İlk Dnya Şampiyonası ise 10 Ekim 1970 tarihinde Karate'nin anavatanı Japonya'nın Tokyo kentinde gerçekleştirilir. Fransa'da 2 Nisan 1972 tarihinde gerçekleştirilen 2. Dnya Şampiyonası'ndaki işleyişten memnun olmayan Japonlar Karate'nin geleneksel yapısını mősabakalarda da sőrdőrmeđ amacıyla Uluslararası Amatör Karate Federasyonu'nu (IAKF) kurar. Yarış içinde olan IAKF ve WUKO kendilerini yenileyerek olimpiyat hedefine doğru ilerlemeye başlar ve değişimler gősterirler. Bu sőreteki değişimler esnasında WUKO olimpik anlayişıyla resmi olarak kabul gőrőr ve WKF (Dnya Karate Federasyonu) adıyla bugőnkő yeni yapısına kavuşur.

Japonya'da Karate eğitimi gören ve Karate'nin Dnya'ya yayılmasına öncölük eden Nakayama, Nishiyama, Kase, Enoeda gibi çeşitli Senseilerle alışan Sensei Hakkı Koşar 1969 yılında Tőrkiye'yi Karate ile tanıştırır (Okuş, 1997; Alpay, 2013). Tőrkiye o yıllardan itibaren Karate'ye bőyők ilgi göstererek bu alanda hızla gelişmiştir.

1989 yılında Tőrkiye Karate Federasyonu kurulmuş ve art arda başarılar olarak 2016 yılı resmi kayıtlarına göre WKF sıralamasında lider konuma gelmiş, birçok Avrupa ve Dnya Őampiyonu sporcu yetiştirmiştir. Ağustos 2016'da yapılan IOC toplantısında 2020 olimpiyatlarına dahil edilmesine karar verilen Karate branşında 2017 yılında da lider Őlkeler arasında yer alan Tőrkiye'nin hedefi TKF tarafından olimpik alanda da zirvede yer almak olarak resmen deklare edilmektedir.

Karate'de Kumite'nin en önemli özelliklerinden biri mősabakayı kazandıracak puanları almak için ataklarda hakimiyet gerekliliğidir. Bu gereklilik kurallarda 0 cm (ten teması) ile 5 cm arasındaki mesafeye diğer kriterlere uygun olarak ulaşan atakların puan niteliği taşıyacağı yönünde belirtilmiştir. Atakların bu kurallar dahilinde uygulanabileceği vőcut bōlgeleri yine kurallarla sınırlandırılmıştır.

Yukarıda sözü edilen kurallar WKF Kural Kitapçığı'nda;

- a) İyi duruş
- b) Sportif davranış
- c) Güçlü uygulama
- d) Farkındalık (Zanshin)
- e) İyi zamanlama
- f) Doğru mesafe şeklinde belirtilmiştir.

Bu kriterler ile sporcunun yaptığı atağın puan niteliği kazanması için, geleneksel Karate anlayışına uygun etkili bir duruşla, sportif davranışlar çerçevesinde, öz farkındalığa ve çevresel farkındalığa sahip, iyi bir zamanlamada güçlü uygulamayla gerçekleşmesi ve doğru mesafe aralığına ulaşması gerekmektedir.

Bu kriterlerden anlaşılacağı gibi puan değerindeki bir atak, hazırlık (başlangıç) ve kuvvet uygulama (rakibe ulaşması) aşamalarının yanı sıra salınım (çekiş) ve toparlanma aşamalarında da tam hakimiyet gerektirmektedir. Sporcuların puan alabilmek için bu içsel ve çevresel hakimiyeti sağlamakla birlikte rakibin dinamik olarak değişen durumuna da uyum sağlaması ve bu atakları kurallarla sınırlandırılan uygun vücut bölgelerine yapmaları gerekmektedir.

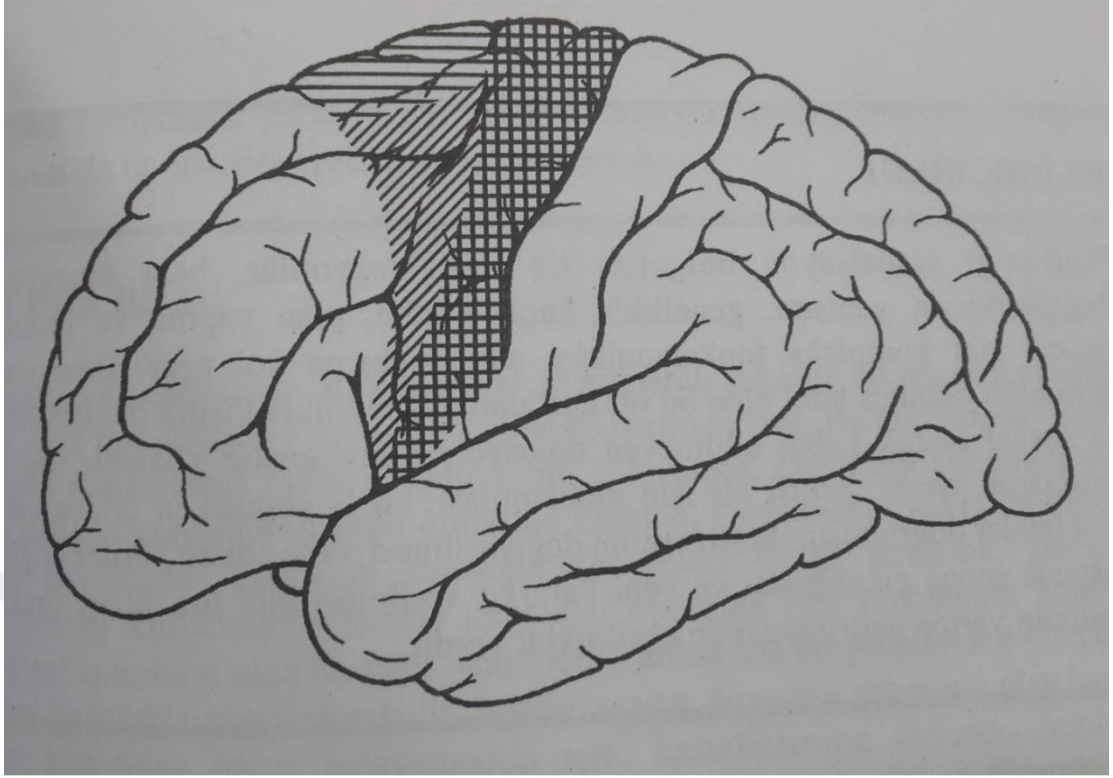
Sporcuların bu hakimiyete ulaşması ancak uzun süren antrenmanlar sonucunda olmaktadır. Sportif birçok branşta bu tür gereksinimleri olan elit seviyeye ulaşmak için yapılan egzersizlerin beyinde plastisiteye sebep olduğu literatür tarafından kabul görmektedir (Jacini ve ark., 2009).

İçsel hakimiyet gerektiren kriterler her bir atakta standart olarak uygulanabilse dahi iyi zamanlama ve doğru mesafe, rakibin dinamik durumuna göre ancak atağın gerçekleşmesi esnasında sezgisel olarak ve o ana özgü biçimde oluşabilmektedir. Bu nedenle Karate sporcuları teknikleri bahsedilen iyi zamanlama ve doğru mesafede gerçekleştirebilmek için farklı mesafelerde, sabit ve değişen zaman aralıkları içeren çeşitli ritimler içeren antrenmanlar yaparlar.

Karate sporunun gerektirdiği özelliklerden başlıcaları olan doğru mesafe, iyi zamanlama, iyi duruş, motor kontrol ile mümkün olup, merkezi sinir sistemi tarafından kontrol edilmektedir. Bu spor dalında eliteleşen kişilerde sinir sistemi yapısı ve fonksiyonu açısından sedanterlere farklılaşma olması kuvvetle muhtemeldir.

## **2.2. Beyin Yapıları**

Günümüzde kabul gören haritalama yaklaşımı, beyin yapılarının Brodmann numaralandırma sistemi ile adreslenmesine dayanmaktadır. Motor hareketlerin planlanmasında ve başlatılmasında görev yaptığı düşünölen premotor bölge, Brodmann 6 sahasında yer almaktadır. Yardımcı motor bölge ise Brodmann 6 sahasında yer almaktadır ve motor fonksiyonlara katkısı tam olarak gösterilememiştir. Çoklu duyunun birleştirildiği ve motor hareketlerin planlandığı asosiasyon bölgelerinden prefrontal asosiasyon bölgeleri, lobus frontalis'in Brodmann 6 sahasının rostralinde yer alan bölgeleri içerir ve bazı motor fonksiyonların planlanması ve duygusal davranışlar ile ilintili olduğu düşünölmektedir. Posterior parietal asosiasyon bölgeleri, Brodmann 5, 7, 39 ve 40 nolu bölümlerinde yer almakta ve çoklu duyu verisinin füzyonunu gerçekleştirmektedir (Taner ve ark., 2015).



**Şekil 2.** Korteks üzerinde motor bölgeleri temsil eden alanlar (1. Primer motor bölge - 2. Premotor bölge - 3. Yardımcı motor bölge). (Taner ve ark., 2015).

### Frontal Bölge

Frontal lob beynin ön bölgesinde bulunmaktadır. Santral sulkusun ön tarafında yer alan frontal lob, lateral sulkus ile temporal lobdan ayrılmaktadır. Motor planlama ve icra görevleri ile ilişkilendirilen bu bölge en büyük lob olarak bilinmektedir.

### Pariyetal Korteks

Santral sulkusun arka kısmında bulunan pariyetal lob oksipital lob ile birlikte yer alır. Pariyetal lobu oksipital lobdan ayıran belirgin bir sınır korteksin dış yüzeyinde bulunmamaktadır. Pariyetal korteks oksipital lob ile birlikte görsel assosiyatif görevlerden sorumludur.



## Temporal Korteks

Temporal lob ile pariyetal ve oksipital lobun sınırını lateral sulkus oluşturmaktadır. Bu lobda temporal girusun superiorundan transvers olarak anteromediale uzanan giruslar Heschl olarak isimlendirilmektedir. Temporal lobun hafıza, lisan, konuşma ve anlamlandırma gibi görevlerden sorumlu olduğu literatürde yer almaktadır.

## Oksipital Korteks

Oksipital lobu lateralde pariyetal ve temporal lobdan ayıran belirgin bir sınır bulunmamakta fakat medialde pariyetooksipital sulkus tarafından bu loblar birbirinden ayrılmaktadır. Oksipital lobun birincil olarak görme işlevlerinden sorumlu olduğu bilinmektedir.

## Derin Beyin Yapıları

Derin beyin yapılarından olan talamus, ağrı hissi, dikkat ve hafıza görevlerinden sorumludur. Bazal gangliayı oluşturan caudate, putamen ve globus pallidus ince motor hareketlerin koordinasyonunda görev almaktadır. Emosyon, öğrenme ve hafıza işlevleri limbik sistem temelinde gerçekleşir. Hipotalamus, cingulat girus, amygdala ve hippocampus bu bölgede yer almaktadır.

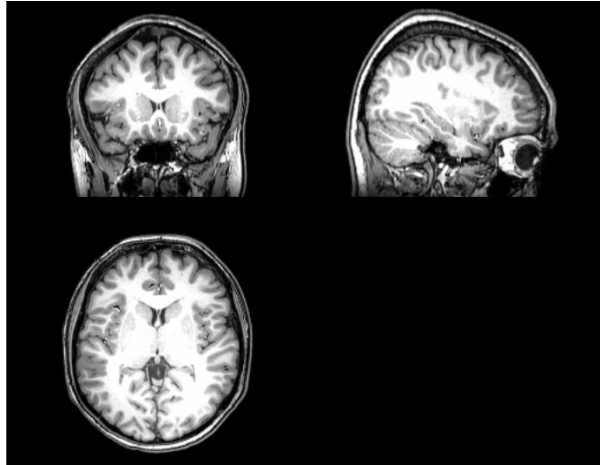
Serebrumun altında yer alan cerebellum kas hareketlerinin koordinasyonundan, denge ve postürün düzenlenmesinden sorumludur. Beyin sapı ise orta beyin, pons ve medullayı içerir. Serebrum ile cerebellumu omuriliğe bağlayan yapıdır. Nefes alma, kalp atışı, vücut sıcaklığı ve yutkunma gibi otonom işlevlerden sorumludur (Taner ve ark., 2015, Ramachandran, 2002).

## 2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Radyolojide standart beyin görüntüleme tekniği haline gelen MRG, dokuların birbirlerinden ayrıştırılması için yeterli kontrastı sağlamaktadır. Bu yöntem hidrojen atomunun çekirdeğinin küçük bir mıknatıs davranışında olmasını temel almaktadır. Nükleer manyetik rezonans fenomeni, çekirdeği bir sinyal üretici olarak kullanarak, bu sinyalden görüntü oluşturmayı amaçlar.

Kuvvetli bir manyetik alanın içinde bulunduğumuzda, vücudumuzdaki tüm hidrojen çekirdekleri, (büyük çoğunluğu su moleküllerinde), manyetik alana hizalanırlar. Belli radyo frekanslardaki manyetik darbe uygulanmasıyla, hidrojen çekirdekleri enerjiyi yutarak, MR sistemindeki RF koilleri (coil) ile tespit edilebilen bir MR sinyali üretirler. MR görüntüsü, MR sinyal dağılımının haritalanması ile elde edilir.

Yapısal MRG, beyin anatomisi hakkında önemli bilgiler içerir ve fMRG için tamamlayıcı bilgi üretilmiş olur. Beyin fonksiyonları bir taraftan altta yatan anatomi ile ilişkili olduğu düşünüldüğünde, beyin anatomisindeki değişmelerin fonksiyona nasıl etki ettiği hakkında bilgi sunabilir. Dahası, fMRG sonuçlarının gösterilmesi amacıyla bir referans imge oluşmasını sağlar. Çok sayıda, darbe sekansı anatomik görüntüleme için kullanılmaktadır. Bu sekanslardaki önemli parametreler, tekrar zamanı (TR, repetition time) ve eko zamanıdır (TE echo time). Anatomik imgeler, beyaz ve gri madde arasındaki kontrastı TR parametresine göre belirleyebilmektedir (T2 ağırlıklı imgeler, uzun TR ve TE parametreleri ile elde edilmektedir). Anatomik beyin görüntülerine dair bir örnek aşağıda resim edilmektedir.



**Resim 1a.** Anatomik beyin görüntüleri ( koronal, sagittal, aksiyal )

## 2.4. Beyin Aktivitesinin Görüntülenmesi

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme, girişimsel olmayan bir teknik olarak beyin fonksiyonlarını görüntülemenin güvenli yollarından biridir. Birçok çalışmada sağlıklı beynin nasıl çalıştığı hakkında fikir sahibi olmak amacıyla kullanılmış ve kullanılmaktadır. Ayrıca, hastalık durumlarında beyin fonksiyonlarında oluşan değişim incelenmesi amacıyla da başvurulan bir yöntemdir.

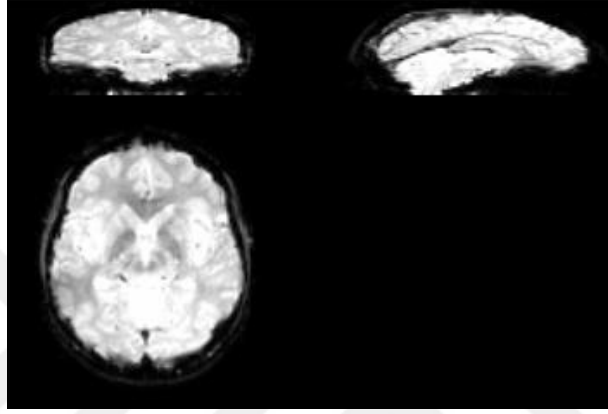
Beyin belli bir bölgesindeki nöral aktivite yükseldiğinde, MR sinyali küçük bir oranda yükselmektedir. Bu etki bazal durumdan %1 oranında farklılaşmaktadır. Kanda oksijeni bağlayan hemoglobin durumuna bağlı olarak kanın oksijence yüksek veya düşük olduğu durumlar söz konusudur. Her iki durum farklı manyetik özelliklere sahiptir. Bu durum, MR sinyalinde küçük değişikliklere neden olur. Eğer kan fazla oksijenlenmişse, MR sinyalindeki etki daha büyük olur.

Oksijen kırmızı kan hücreleri vasıtasıyla nöronlara taşınmaktadır. Nöronal aktivite arttıkça, oksijen talebinde artış oluşmaktadır ve yerel olarak nöronal aktivitenin olduğu bölgede kan akışında artış olmaktadır. Hemoglobin oksijenlendiğinde diamanyetik, deoksi olduğu durumda paramanyetik özelliktedir. Manyetik özelliklerdeki farklılıklar, MR sinyalindeki küçük değişiklikler şeklinde yansımaktadır. Kanın oksijenlenmesindeki değişiklik nöral aktivite seviyesini göstererek, beyin fonksiyonunu izlemeye olanak vermektedir. Bu, fonksiyonel Manyetik Rezonans olarak veya kanın oksijenlenme seviyesine bağlı (Blood Oxygenated Level Dependency - BOLD) görüntüleme olarak isimlendirilmektedir.

Beyinde nöral aktivite artışına bağlı olarak kan oksijenasyonunun yönü belirlenir. Nöral aktivitenin yükselmesinin hemen ardından hemodinamik yanıtta "initial dip" olarak bilinen kan oksijenasyonunda anlık düşüş görülmektedir. Bunu, yalnızca oksijen talebinin karşılandığı kadar kan akışı değil, artan talepten daha fazla kan akışının gerçekleştiği bir süreç izlemektedir. Bu durum kan oksijenasyonunun aslında nöral aktivite artışını izlediği anlamına gelmektedir.

Uyaran sonrasında veya aktivasyon başlangıcı sonrası, kan akışı 6 saniye sonra pik değerine ulaşır ve daha sonra genellikle “post-stimulus undershoot” eşliğinde bazal duruma döner (Suetens., 2002).

Fonksiyonel beyin görüntülerine dair bir örnek aşağıda resim edilmektedir.



**Resim 1b.** Fonksiyonel beyin görüntüleri ( koronal, sagittal, aksiyal )

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

#### 3.1. Örneklem Grubu

Bu tez çalışmasının örneklem grubunu, 18 – 37 yaş aralığında, Karate Branşı'nda en az 10 yıl tecrübesi bulunan, 1.DAN veya üstü (siyah kuşak) seviyesinde, haftada en az 15 saat antrenman uygulaması ile aktif spora devam ettiğini beyan eden, Avrupa veya Dünya Şampiyonası'na katılmış ve uluslararası müsabakalarda 3'den fazla derece almış elit gönüllü sporcular oluşturmaktadır. Bu tanıma uyan 7 erkek 6 kadın olmak üzere toplam 13 sporcu rastgele seçilerek fonksiyonel MR ölçümlerine davet edilmiştir.

Seçilen karatecilerle eşleşen yaş grubu ve cinsiyette, aktif spor ve egzersiz yapmadığını beyan eden aynı eğitim seviyesine sahip 13 gönüllü sedanter birey çalışmanın kontrol grubunu teşkil etmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında deney grubunu oluşturan 13 karateci ile kontrol grubunu oluşturan 13 sedanter katılımcıya yer verilmiştir.

Yukarıdaki özellikleri taşıyan, Ek 5'te belirtilen HUBAL Form 1 ve Ek 6'da belirtilen HUBAL Form 2'deki şartları sağlayan gönüllüler çalışmaya davet edilmiştir.

Belirtilen formlardaki şartların sağlanmaması katılımcıların çalışma dışında tutulma kriterlerini oluşturmaktadır.

Ek 3'te belirtilen etik kurul 15.07.2016 tarih ve 09.2016.414 nolu onayı ile gerçekleştirilen bu çalışmada, yaş ortalaması  $22,38 \pm 4,65$  olan karateciler ile yaş ortalaması  $26,77 \pm 5,83$  olan sedanterler yer almıştır.

MR çekimleri İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi Hulusi Behçet Yaşam Bilimleri Araştırma Laboratuvarı Nörobilim Birimi bünyesindeki MR görüntüleme merkezinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ait izin yazısı Ek 8'de belirtilmiştir.

## **3.2. Önifleme Tekniklerinin Uygulanması**

Nörogörüntüleme ölçümleri ile elde edilen ham verilerde sistematik veya rastlantısal olarak çeşitli gürültüler gözlenmektedir. Bu gürültülerinden arındırılması için çeşitli önifleme adımları ham veri üzerine uygulanmaktadır.

### **3.2.1. Kesit Zamanlaması (Slice Timing)**

Gerek dinlenim durumu, gerekse de olaya ilişkin fMRG imgelerinin uzaysal önifleme adımları benzerdir. MR görüntülerinin oluşumunda 2D (2 boyutlu) imgelerin kullanılması ve MR cihazının 2D imgeler ile anlık veri alması, sıralı çekim esnasında kesitler arasında zaman kayması oluşmasına neden olmaktadır.

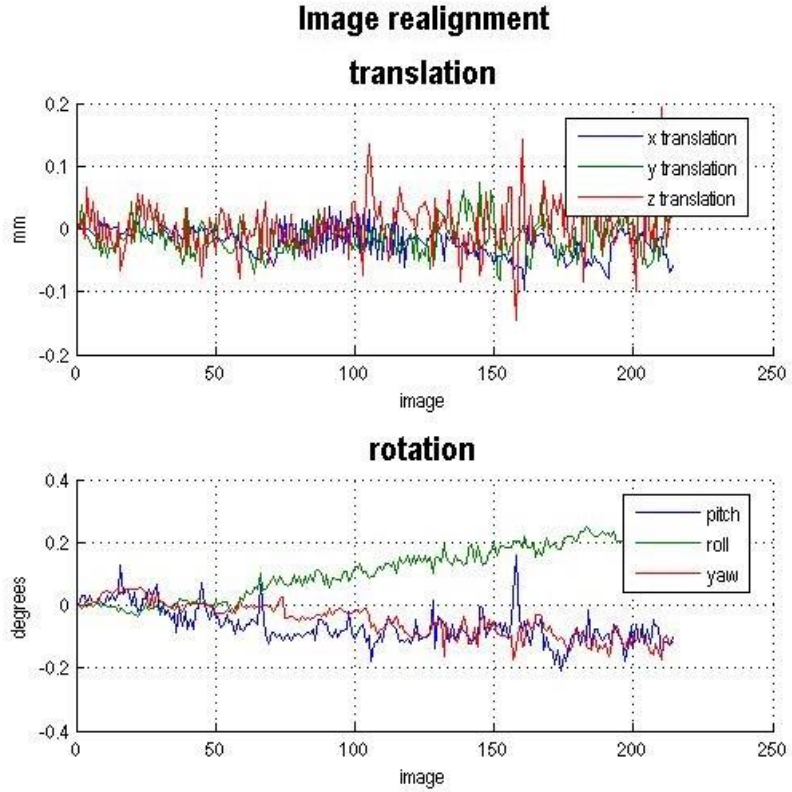
Fonksiyonel görüntüler için önemli olan bu zaman ötelemesi, anatomik görüntüler için yok sayılabilir. Fonksiyonel görüntülerde, hacmi oluşturan her kesitin aynı zamanı temsil etmeleri için “slice timing” (kesit zamanlaması) adı verilen kesit zaman düzenlemesi gerçekleştirilmektedir. Son 20 yılda yapılan kesit zaman düzenlemesi gereksinimi hakkındaki tartışmalar sürmektedir (Sladky ve ark., 2011).

### **3.2.2. Yeniden Hizalama (Realignment)**

Denekler MR görüntüleme sırasında kafalarını hareket ettirmek durumunda kalabilmektedir. İstenmeyen yer değiştirmelerden kaynaklı sinyallerin fMRG zaman serisinden ayıklanmasına ve ölçülen veriyi oluşturan hacim elemanlarının tekrar sıralanması işlemine “realignment” (yeniden hizalama) adı verilmektedir. Matlab ortamında çalışan Statistical Parameter Mapping (SPM) araç kutusu kullanılarak önifleme aşamaları gerçekleştirilmiştir. SPM arayüzüne verilen girdiler, DICOM formatından Nifti formatına çevrilen anatomik ve fonksiyonel imgeler olmuştur.

Yeniden hizalama işlemi yapıldığında yukarıda belirtilen istenmeyen kafa hareketleri yer değiştirme (translation) ve dönme (rotation) miktarları her bir hacim

için grafik halinde elde edilmektedir (Şekil 3). Bu tez kapsamında yer değiştirme için 3mm, dönme için 1,5 derece'lik tepe değerler kabul edilmiştir (Fauvel ve ark., 2014). Bu değerlerin üzerinde oluşabilecek hata durumlarında, katılımcının verisinin kullanılmamasına karar verilmiştir.



**Şekil 3.** Yeniden hizalamada görülen yer değiştirme ve dönme miktarları ( Image realignment = Yeniden hizalama görüntüsü, translation = yer değiştirme, rotation = dönme, pitch = x dönme, roll = y dönme, yaw = z dönme )

### 3.2.3. Çakıştırma (Coregistration)

Anatomik ve fonksiyonel imgelerin üst üste gelmesi için, çakıştırma “Coregistration” işlemi gerçekleştirilmektedir.

Yüksek uzaysal çözünürlüklü anatomik imgeler fonksiyonel haritalardan elde edilecek aktivasyon izgelerinin hangi anatomik bölgelere tekabül ettiğinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Fonksiyonel imgelerin zamansal değişimlerinin arasındaki farklılıklar bu aşamada en aza indirgenmiştir.

#### **3.2.4. Normalizasyon (Normalization)**

Grup çalışmalarında, deneklerden elde edilen görüntülerin hacim elemanı bazında karşılaştırılabilmesi için her deneğin aynı hacim elemanı aynı anatomik bölgeyi işaret etmelidir. Bu şekilde, hacim elemanı temelinde gruplar ve denekler arası karşılaştırmalar mümkün olmaktadır. Ayrıca, uluslararası literatürde genel kabul görmüş, kafa modellerinin şablon olarak kullanılması, elde edilen sonuçların önceki çalışmaların sonuçları ile karşılaştırmaya da olanak vermektedir. Bu sebeple, anatomik ve fonksiyonel imgelerin normalizasyonu “normalisation” sıklıkla başvurulan bir ön işleme adımıdır (Friston ve ark., 1995).

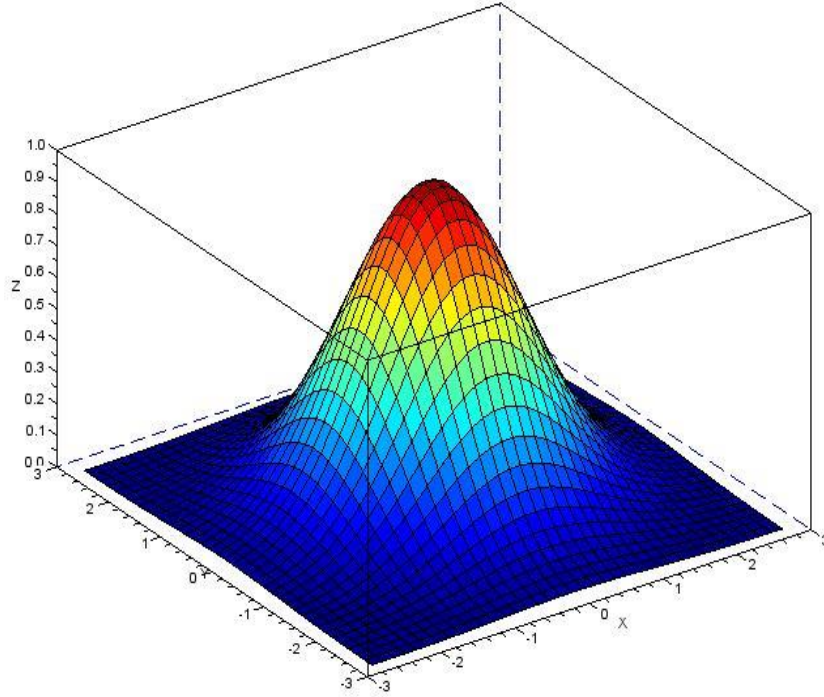
#### **3.2.5. Yumuşatma (Smoothing)**

Fonksiyonel MR imgelerinde görülen gürültünün azaltılması, elde edilecek sonuçları olumlu yönde etkileyeceği açıktır. Uzaysal yumuşatma “smoothing“ işlemi sinyal gürültü oranını artırırken elde edilen imge çözünürlüğünü düşürmektedir. Üç boyutlu uzayda her ekseninde 6 mm lik FWHM değeri uygulanmıştır. Bu değer ham veriden elde edilen birim hacim elemanı boyutunun 3 katı olarak alınmıştır.

Uzaysal yumuşatma işlemi, hacim elemanı aktivasyonlarının uzaysal olarak yakınlık oranında komşuların aktivasyon değerlerini değiştirmek olarak tanımlanabilir. Tipik olarak voksel elemanın boyutunun 3 katı FWHM (Tepe noktasının yarısındaki genişlik) seçilecek şekilde Gaussian filtre çekirdeği kullanılmaktadır.

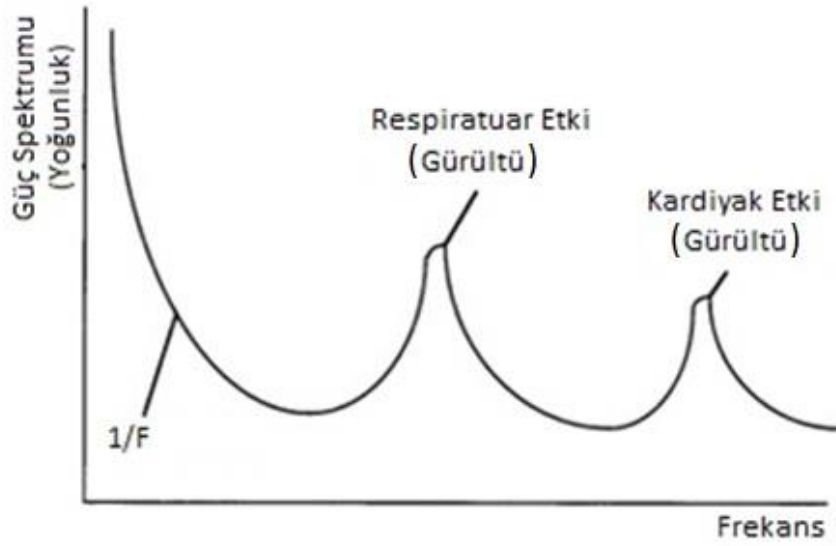


Gaussian süzgeç çekirdeği, 3 boyutlu yapıya sahip olup, her boyutta merkezden uzaklaştıkça azalan bir görünüme sahiptir. Örnek Gaussian filtre çekirdeği Şekil 4'te görülmektedir. x ve y eksenlerindeki birim hacim elemanı sayısı olarak gösterilmiştir.



**Şekil 4.** Gaussian filtre çekirdeği

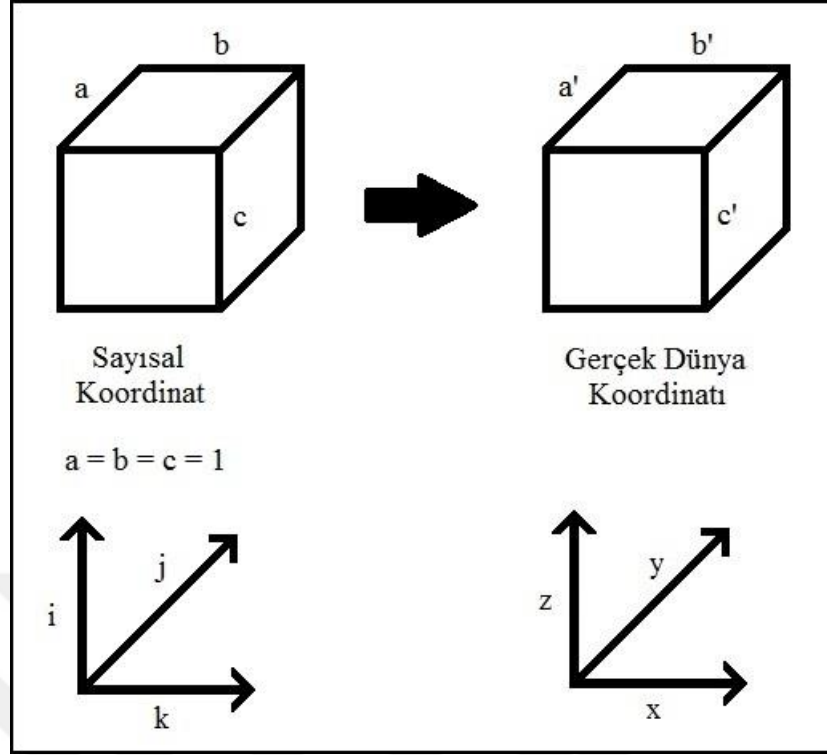
Dinlenim durumu fMRG verisinde, her voksele ait zaman serisinin ortalaması çıkarılır. Şekil 5'te görülen, kalp ritmi (yaklaşık 1 Hz) ve nefes alıp verme (yaklaşık 0.25 Hz) kaynaklı yüksek frekanslı gürültü bileşenlerinden ölçülen verinin arındırılması amacıyla, 0.009 Hz ve 0.08 Hz bant geçiren filtre ile düşük frekanslı değişimler süzgeçlenir (Turner ve ark., 1998).



**Şekil 5.** Örnek bir birim hacim elemanın EPI sekansı fMRG güç spektrumu - F frekansı temsil etmektedir (Turner ve ark. 1998).

### 3.2.6. Bölütleme (Segmentation)

Beyin dokularındaki yapısal farklılıkları incelemek amacıyla dokular gri/beyaz ve beyin omurilik sıvısı (BOS) olarak üç sınıfa ayrılmıştır. Olasılıksal bölütleme işlemi ile her birim hacim elemanın o dokuya ait olma olasılığı hesaplanmıştır. Böylece, bir hacim elemanı için gri madde, beyaz madde ve BOS olasılıkları elde edilmiştir. Bu olasılıkların toplamı 1 olmaktadır. Herhangi bir hacim elemanın gri madde olmasına karar vermek için, gri madde olasılık değerinin %33'ten büyük olması, beyaz madde ve BOS olasılıklarının ise gri madde olasılığından küçük olması şartı aranmıştır. Benzer şekilde birim hacim elemanın beyaz madde olarak belirlenebilmesi için olasılık değeri %33'ten büyük ve beyaz madde olasılığı gri madde ve BOS olma olasılıklarından büyük olması şartı aranmaktadır. Gri madde ve beyaz madde için yapılan uygulama BOS için tekrarlanmıştır. Elde edilen eşiklenmiş birim hacim eleman sayıları, gri madde, beyaz madde ve BOS hacim elemanı sayıları olarak belirlenmiştir. Sonrasında, her bir hacim elemanın kenar uzunlukları belirlenerek, birim elemanın (voksel) hacim verisi hesaplanmıştır.



**Şekil 6.** Sayısal koordinat – Gerçek dünya koordinatı dönüşümü

Bu işlem sonrasında, anatomik olarak bölütlenmiş dokuların hacimleri hesaplanmıştır. Beyin dokusu Broadmann haritasına çakıştırılıp (Şekil 6), her Broadmann alanına tekabül eden toplam gri, beyaz ve BOS dokusu hesabı gerçekleştirildi. Sonrasında, çeşitli Brodmann alanları gruplandırılarak, frontal, temporal, pariyetal ve oksipital loblara karşılık gelen toplam hacimlere ulaşıldı. Elde edilen hacimsel verilerden yola çıkarak, elit ve sedanter grup arasındaki farklılıklar SPSS ortamında bağımsız örneklem t - testi ile araştırıldı.

### 3.3. Voksel Tabanlı Morfometri

Hacim hesaplamaları sonrasında, birim hacim elemanlarının gri madde, beyaz madde olma olasılıklarından yola çıkılarak, yoğunluk karşılaştırma işlemi gerçekleştirildi. Bu amaçla, Matlab ortamında çalışan Voxel Based Morphometry (Voksel tabanlı Morfometri, VBM) işlemi SPM araç kutusu kullanılarak gerçekleştirildi.

Ön işleme adımları sonrasında, bölütlenmiş gri madde imgelerine VBM uygulanması ile voksellerin olasılık değerlerinin gruplar arasında farkları istatistiksel olarak incelendi. Denek grubu elit ve sedanter olarak iki gruba ayrıldı. Dizayn matrisinde, elitlik durumu, 1, sedanter grubu ise 2 değeri ile temsil edildi. Dizayn matrisine eklenen diğer regresörler ise, kafa içi hacmi (Intracranial volume, ICV), yaş ve cinsiyet olarak belirlendi. Uzaysal istatistik haritaları için, kontrast olarak elit>sedanter durumu araştırıldı.

### **3.4. Sinir Ağlarının Bağımsız Bileşen Analiziyle İncelenmesi**

Anatomik farklılıkların araştırılmasının akabinde, dinlenme durumu bağlantısallık ağları kestirimi işlemi gerçekleştirildi. Bu amaçla, ön işleme adımlarından geçirilmiş (çakıştırılmış, hizalanmış, normalize edilmiş ve yumuşatılmış) fMRG hacim zaman serileri incelenmiştir.

Her katılımcıdan, fonksiyonel MR görüntüleri, MR içerisinde gözler kapalı uyumadan dinlenme durumunda olmak üzere, 7 dakika 8 saniye boyunca toplanmıştır. Bu süre zarfında her iki saniyede bir kafa fonksiyonel görüntüsü kayıt edilmiştir. Bu kayıtlama sonucunda 214 adet üç boyutlu BOLD verisine ulaşılmıştır. Bu veriye BOLD zaman serisi adı verilmektedir. Bir hacim elemanın uzaysal çözünürlüğü 2x2x2 mm olarak belirlendiğinden, yaklaşık 589 824 birim hacim elemanı ile kafa hacmi temsil edilmiştir. Böylece her katılımcı için yaklaşık 589 824 x 214 boyutunda veri matrisine ulaşılmıştır. Bu veri matrisinde zamansal olarak ilintili, uzaysal bölgelerin tespit edilebilmesi için bağımsız bileşen analizi uygulanmıştır. İşlem sonucunda, zamansal olarak birbirinden istatistiki bağımsız, uzaysal olarak ise örtüşebilen alt aktivasyon haritalarına ulaşılmıştır.

Elde edilen alt aktivasyon haritaları, aktivasyonun uzaysal lokasyonuna bağlı olarak adlandırılmıştır. Literatürde, ondan fazla dinlenme durumu içsel beyin ağlarının tanımlaması yapılmıştır. Literatüre uyumlu olarak BOLD haritaları isimlendirilerek, incelenmesi hedeflenen motor sinir ağları (network) ayrıştırılmıştır.

Motor sinir ağlarını oluşturan hacim elemanı sayısı binler mertebesinde olduğundan, katılımcılarda motor sinir ağlarının ortak aktivasyon haritasında da sayısı binler mertebesinde hacim elemanı bulunmaktadır.

Karateçiler ve sedanterlerin her biri için hesaplanan motor ağları, her bir hacim elemanı özelinde ikinci seviye genel doğrusal model kurgusunda, yaş, cinsiyet ve ICV regresörleri kullanılarak elit > sedanter kontrastı özelinde incelenmiştir.

Özetle, önişleme için Matlab yazılımı tabanlı Statistical Parameter Mapping (SPM8) aracı, grup verisi bağımsız bileşen analizi ve istatistik karşılaştırmaları için Group ICA (GIFT) aracı kullanılmıştır (Friston ve ark., 2002). GIFT paketinde bağımsız bileşen analizi uygulaması için; Infomax, Fastica, Erica, Simbec, Evd, Jade Opac, Amuse, SDD ICA, Semi blind Infomax, Constrained ICA, Radical ICA, Combi, ICA-EBM ve FBSS olmak üzere ondört farklı algoritma bulunmaktadır. Tez çalışması kapsamında Infomax algoritması kullanılması öngörölmüştür (Calhoun ve ark., 2008).

Matlab ortamında çalışan GIFT paketi kullanılarak elde edilen dinlenim durumu fonksiyonel beyin sinir ağları karateçi ve sedanter grup arasında birim hacim elemanı tabanlı olacak şekilde karşılaştırılmıştır. Bağımsız örneklem t-testi, denek grupları arasında zamansal örüntülerin anlamlılığını test ederek, hangi hacim elemanları arasında farklılık olduğunu belirlemek için kullanılmıştır. Her alt aktivasyon haritası binlerce bağımsız birim hacim elemanı içerdiiğinden, çok sayıda t-testi gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, Matlab ortamında çalışan SPM (Statistical Parametric Mapping) aracı kullanılmıştır. Bu araçlar çoklu karşılaştırma (Multiple Comparison) düzeltmesini Bonferoni, FWE (Family Wise Error) ve FDR (False Discover Rate) yöntemleriyle gerçekleştirmektedir.

Elde edilen istatistik anlamlılık sahibi beyin haritaları nöroanatomik şablonlarla keşiştirilerek sedanter ve elitler arasındaki farklılıkların lokasyonları adlandırılmıştır. Yukarıda açıklanan ve çalışma kapsamında uygulanacak istatistiksel nörogörüntüleme işlemlerinin benzeri, anatomik imgeler için gerçekleştirilmifitir (Duru ve ark., 2016).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Anatomik Yapıya Ait Farklılıklar

Anatomik yapıya ait farklılıkların hesaplanmasının ardından Mann-Whitney U testi ile istatistiksel anlamlılık sınanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir. Anatomik yapıya ait hacim birimleri tablolarda cm<sup>3</sup> olarak yer almaktadır.

#### 4.1.1. Toplam Hacimsel Farklılıklar

**Tablo 1.** Toplam hacimsel farklılıklar

	Sedanter (n=13)				Elit (n=13)				P
	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	SS	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	SS	
GM	630,77	809,75	708,78	58,92	628,99	843,61	737,02	62,79	0,249
BM	425,28	551,04	487,71	41,44	424,86	602,38	514,74	51,42	0,191
BOS	248,91	364,24	296,97	34,69	236,85	347,73	291,80	31,47	0,939
Toplam	1333,58	1675,74	1493,46	127,47	1337,98	1737,47	1543,56	131,49	0,293
GM %	45,60	48,78	47,48	1,01	46,58	49,31	47,76	1,02	0,739
BM %	31,44	34,10	32,67	0,78	31,75	34,84	33,32	0,89	0,069
BOS %	17,57	22,06	19,86	1,12	16,61	21,24	18,93	1,61	0,174
GM/NM	57,22	60,49	59,24	0,86	57,25	59,69	58,91	0,63	0,228
BM/NM	39,51	42,78	40,76	0,86	40,31	42,75	41,09	0,63	0,228
NM/Toplam	77,94	82,43	80,14	1,12	78,76	83,39	81,07	1,61	0,174

#### 4.1.2. Bölgesel Hacimsel Farklılıklar

##### 4.1.2.1 Hemisferler Arası Hacimsel Farklılıklar

**Tablo 2.** Hemisferler arası hacimsel farklılıklar

		Sağ Hemisfer				Sol Hemisfer				P
		En Düşük	En Yüksek	Ortalama	SS	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	SS	
S (n=13)	GM	321,62	371,57	349,24	14,43	352,90	391,65	374,33	13,55	0,001
	BM	121,40	156,67	141,00	10,83	127,11	161,55	148,50	11,21	0,077
E (n=13)	GM	297,34	368,57	350,24	18,39	330,13	393,10	376,84	16,34	0,000
	BM	113,18	155,19	139,65	12,35	118,26	162,14	145,93	13,05	0,119

Mann-Whitney U testi ile sedanterlerin ve karatecilerin sağ ve sol hemisferleri kendi grupları içinde karşılaştırıldığında;

Sedanterlerde sağ ve sol hemisferler arasındaki gri madde hacimleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmektedir ( $p = 0,001$ ).

Elit karatecilerin de sağ ve sol hemisferlerindeki gri madde hacimleri arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ( $p = 0,0001$ ).

#### 4.1.2.2. Beyin Loblarındaki Hacimsel Farklılıklar

**Tablo 3a.** Beyin loblarındaki GM ve BM hacimleri

	Beyin Lobları	Sedanter (n=13)				Elit (n=13)				p
		En Düşük	En Yüksek	Ortalama	SS	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	SS	
Gri Madde	Frontal	153,58	208,62	187,91	14,13	143,12	209,44	190,85	17,70	0,415
	Temporal	174,59	208,35	198,18	7,95	170,27	204,10	196,85	8,86	0,514
	Pariyetal	45,21	66,66	56,97	6,64	34,10	67,04	57,62	8,50	0,514
	Oksipital	88,72	116,06	106,38	7,43	99,18	115,04	107,05	4,01	1,000
Beyaz Madde	Frontal	59,78	82,96	73,49	7,06	52,84	81,42	71,15	9,53	0,586
	Temporal	43,26	55,13	51,30	4,11	40,54	59,03	51,40	5,34	0,828
	Pariyetal	14,76	23,96	17,97	2,26	11,18	22,75	17,44	3,13	0,870
	Oksipital	30,85	47,03	37,57	4,84	32,70	44,91	38,37	3,91	0,514

**Tablo 3b.** Hemisferlere göre beyin loblarındaki GM hacimleri

Loblardaki Gri Madde Hacmi		Sağ Hemisfer				Sol Hemisfer				p
		En Düşük	En Yüksek	Ortalama	SS	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	SS	
S (n=13)	Frontal	71,00	100,00	89,23	7,15	82,00	108,00	97,54	7,17	0,006
	Temporal	81,00	100,00	95,23	4,66	93,00	107,00	102,08	3,43	0,000
	Pariyetal	20,00	32,00	27,31	3,45	22,00	34,00	28,62	3,55	0,535
	Oksipital	41,00	54,00	49,38	4,17	47,00	61,00	55,92	4,25	0,001
E (n=13)	Frontal	67,00	98,00	90,33	8,47	75,00	110,00	99,50	9,19	0,004
	Temporal	78,00	99,00	94,42	5,33	92,00	106,00	101,33	3,58	0,001
	Pariyetal	15,00	34,00	27,67	4,66	18,00	35,00	29,08	4,21	0,256
	Oksipital	46,00	55,00	50,00	2,22	51,00	59,00	56,25	2,22	0,000

Sedanterlerin ve karatecilerin beyin lobları arasında sağ ve sol hemisferlerdeki gri madde hacimleri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırıldığında, Sedanterlerde;

Sol hemisfer gri madde hacminde frontal lob için  $p = 0,006$  , Temporal lob için  $p = 0,0005$  , Oksipital lob için  $0,001$  düzeylerinde anlamlı farklılık bulunurken, Elit Karatecilerde ise;

Sol hemisfer gri madde hacminde frontal lob için  $p = 0,004$  , Temporal lob için  $p = 0,001$  , Oksipital lob için  $p = 0,0005$  düzeylerinde anlamlı farklılığa ulaşılmıştır (Tablo 3b).

### 4.1.2.3. Brodmann Bölgelerindeki Gri Madde Farklılıkları

Elit karateciler ve sedanterler arasında tablolarda belirtilen Brodmann alanlarında olasılıksal anlamda gri madde olarak belirlenen voksellerin toplam hacimleri karşılaştırıldığında bazı Brodmann alanlarında anlamlı farklılığa rastlanmıştır. Mann-Whitney U testi ile ulaşılan bu farklılıklar bulunduğu beyin loblarına göre her iki hemisfer için aşağıda belirtilmiştir.

#### 4.1.2.3.1. Frontal lob

**Tablo 4a.** Frontal loba ait Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

FRONTAL LOB	Sedanter (n=13)		Elit (n=13)		p
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
R_Br_4	2,72	1,00	3,01	0,93	0,446
R_Br_6	16,22	2,91	16,85	2,51	0,446
R_Br_8	<b>6,79</b>	<b>0,77</b>	<b>7,16</b>	<b>1,34</b>	<b>0,050</b>
R_Br_9	8,52	1,06	8,51	1,07	0,978
R_Br_10	9,49	0,78	9,20	1,22	0,786
R_Br_11	17,83	1,02	17,77	1,22	0,828
R_Br_44	4,38	0,54	4,48	0,32	0,683
R_Br_45	6,01	0,81	6,12	0,64	0,957
R_Br_46	8,17	0,41	8,06	0,63	0,957
R_Br_47	9,69	0,46	9,63	0,53	0,663
L_Br_4	2,97	0,84	3,62	1,16	0,142
L_Br_6	15,92	3,51	17,69	3,18	0,128
L_Br_8	6,94	1,03	7,38	1,43	0,211
L_Br_9	10,02	1,14	10,28	1,65	0,277
L_Br_10	10,75	0,98	10,65	1,67	0,703
L_Br_11	19,20	1,02	18,86	1,26	0,446
L_Br_44	5,17	0,47	5,20	0,52	0,870
L_Br_45	7,99	0,89	8,26	0,58	0,430
L_Br_46	<b>9,76</b>	<b>0,52</b>	<b>9,24</b>	<b>0,68</b>	<b>0,013</b>
L_Br_47	9,36	0,56	8,87	0,67	0,057

Frontal loba ait farklılıklar sağ hemisferde Brodmann 8 alanında ( $p = 0,05$ ) ve sol hemisferde ise, Brodmann 46 alanında ( $p = 0,013$ ) görülmüştür.



Bunlara ek olarak Brodmann 47 alanı için p değeri 0,057 olarak hesaplanmıştır.

#### 4.1.2.3.1. Temporal lob

Temporal lobda elit ve kontroller arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Tablo 4b).

**Tablo 4b.** Temporal lobdaki Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

TEMPORAL LOB	Sedanter (n=13)		Elit (n=13)		p
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
R_Br_20	25,31	2,10	25,22	2,18	0,957
R_Br_21	13,49	1,30	13,25	1,69	0,663
R_Br_22	7,41	0,50	7,42	0,80	0,142
R_Br_37	27,56	0,53	27,44	0,71	0,744
R_Br_38	8,18	1,00	8,31	1,17	0,870
R_Br_39	9,90	0,75	9,58	0,66	0,355
R_Br_42	2,85	0,28	2,90	0,15	0,870
L_Br_20	26,06	1,16	26,05	1,71	0,586
L_Br_21	15,70	1,23	15,86	0,80	0,765
L_Br_22	9,53	0,71	9,30	0,77	0,314
L_Br_37	28,59	0,70	28,07	0,90	0,192
L_Br_38	10,25	0,78	10,88	1,17	0,157
L_Br_39	9,31	0,73	8,75	0,59	0,103
L_Br_42	2,90	0,32	2,87	0,30	0,870

#### 4.1.2.3.3. Pariyetal lob

Pariyetal lobda elit ve kontroller arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Tablo 4c).

**Tablo 4c.** Pariyetal lobdaki Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

PARIYETAL LOB	Sedanter (n=13)		Elit (n=13)		p
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
R_Br_2	3,17	0,61	3,20	0,86	0,663
R_Br_3	2,44	0,75	2,66	0,90	0,514
R_Br_7	12,53	2,04	12,72	2,04	0,913
R_Br_40	9,68	0,83	9,41	1,48	0,957
L_Br_2	3,45	0,54	3,58	0,53	0,355
L_Br_3	2,98	0,80	3,32	1,07	0,277
L_Br_7	12,22	2,00	12,46	1,85	0,724
L_Br_40	10,19	1,04	9,89	1,38	0,849

#### 4.1.2.3.4. Oksipital lob

Oksipital lobda elit ve kontroller arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Tablo 4c).

**Tablo 4d.** Oksipital lobdaki Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

OKSİPİTAL LOB	Sedanter (n=13)		Elit (n=13)		p
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
R_Br_17	6,61	0,48	6,59	0,40	0,870
R_Br_18	19,61	1,91	19,69	1,20	0,446
R_Br_19	23,60	2,10	24,15	1,24	0,663
L_Br_17	9,03	0,89	9,14	0,42	0,744
L_Br_18	22,88	2,11	22,92	1,37	0,786
L_Br_19	24,63	1,65	24,57	0,80	0,913

#### 4.1.2.3.5. Diğer Brodmann Alanları

**Tablo 4e.** Diğer Brodmann bölgelerine ait GM hacimleri

DİĞER ALANLAR	Sedanter (n=13)		Elit (n=13)		p
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
R_Br_24	4,41	0,22	4,50	0,27	0,514
R_Br_28	1,75	0,09	1,82	0,13	0,064
R_Br_30	7,41	0,30	7,39	0,24	0,913
L_Br_24	<b>4,84</b>	<b>0,11</b>	<b>4,98</b>	<b>0,10</b>	<b>0,004</b>
L_Br_28	1,66	0,12	1,77	0,17	0,135
L_Br_30	<b>6,96</b>	<b>0,30</b>	<b>7,42</b>	<b>0,45</b>	<b>0,017</b>

Sol hemisferdeki farklılıklar Brodmann 24 alanında ( $p = 0,004$ ) ve Brodmann 30 alanında ( $p = 0,017$ ) görülmüştür.

Bunlara ek olarak sağ hemisferde Brodmann 28 alanında p değeri 0,064 olarak bulunmuştur.

### 4.1.3. Voksel Tabanlı Farklılıklar

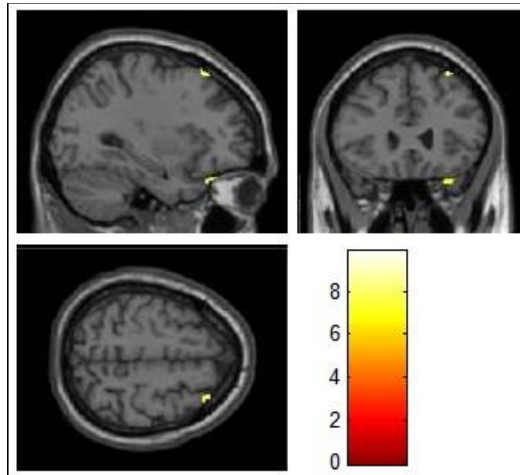
#### 4.1.3.1. Gri Maddedeki Voksel Tabanlı Farklılıklar

Birim hacim elemanlarının Montreal Neurologic Institute (MNI) koordinat sistemine göre adreslerinin belirtildiği, voksel tabanlı analiz sonuçlarına göre, ikinci seviye genel doğrusal modelde gri madde yoğunluğu farklılıklarına ulaşılmıştır.

**Tablo 5.** Gri maddedeki voksel tabanlı farklılıklar

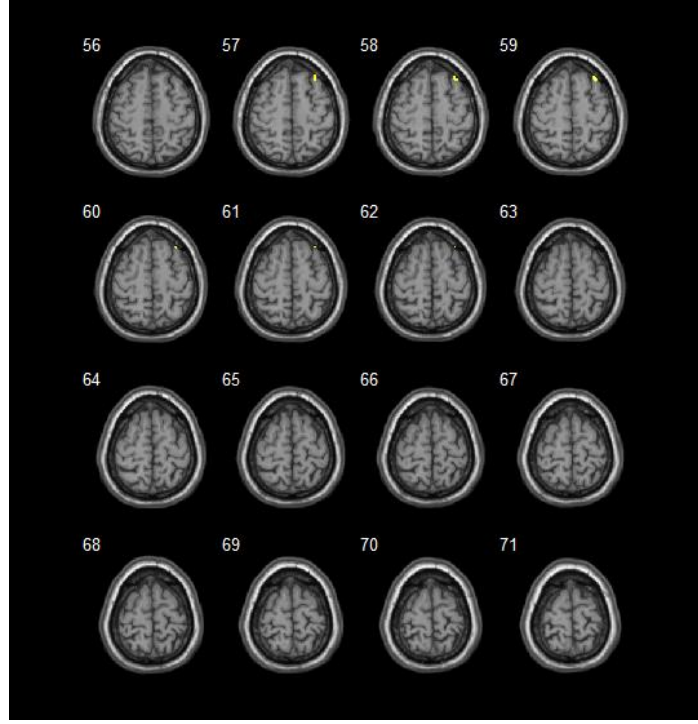
Küme			Tepe Değer					Koordinatlar		
p(FWE-corr)	Eşdeğer k	p(unc)	p(FWE-corr)	p(FDR-corr)	T	Eşdeğer Z	p(unc)	x	y	z
2,944020	241	0,000574	4.73E-05	7.64E-05	10,72	6,20	2.84E-10	58,50	-52,50	-27,00
			0,033557	0,000936	6,57	4,79	8.3E-07	55,50	-48,00	-40,50
4,025870	226	0,000785	0,001245	0,000207	8,53	5,55	1.44E-08	33,00	31,50	-27,00
			0,001532	0,000240	8,40	5,50	1.85E-08	34,50	39,00	-24,00
			0,003003	0,000314	7,99	5,36	4.2E-08	15,00	18,00	-33,00
0,003494	52	0,068240	0,002274	0,000274	8,16	5,42	2.99E-08	46,50	-85,50	15,00
0,014975	16	0,294165	0,004117	0,000335	7,80	5,29	6.17E-08	28,50	27,00	60,00
0,013561	18	0,266183	0,006735	0,000397	7,51	5,18	1.13E-07	46,50	-43,50	3,00
0,018507	12	0,364193	0,016628	0,000658	6,98	4,96	3.44E-07	27,00	-31,50	-33,00
0,020752	10	0,408825	0,017603	0,000671	6,94	4,95	3.7E-07	-52,50	-79,50	16,50
0,022035	9	0,434397	0,019242	0,000693	6,89	4,93	4.13E-07	-66,00	-58,50	-3,00
0,028775	5	0,569225	0,024641	0,000767	6,75	4,87	5.63E-07	-3,00	28,50	1,50
0,037071	2	0,736457	0,034133	0,000944	6,56	4,79	8.48E-07	-67,50	-55,50	-3,00
0,037071	2	0,736457	0,041851	0,001040	6,44	4,73	1.1E-06	-15,00	-16,50	48,00
0,041420	1	0,824723	0,047520	0,001153	6,37	4,70	1.29E-06	-18,00	13,50	45,00
0,041420	1	0,824723	0,049122	0,001180	6,35	4,69	1.35E-06	-1,50	42,00	54,00

Elit karateciler ve sedanterler arasında gri maddedeki voksel tabanlı farklılıklar, buldukları brodmann alanlarına göre aşağıdaki şekillerde sarı renk ile belirtilmiştir.

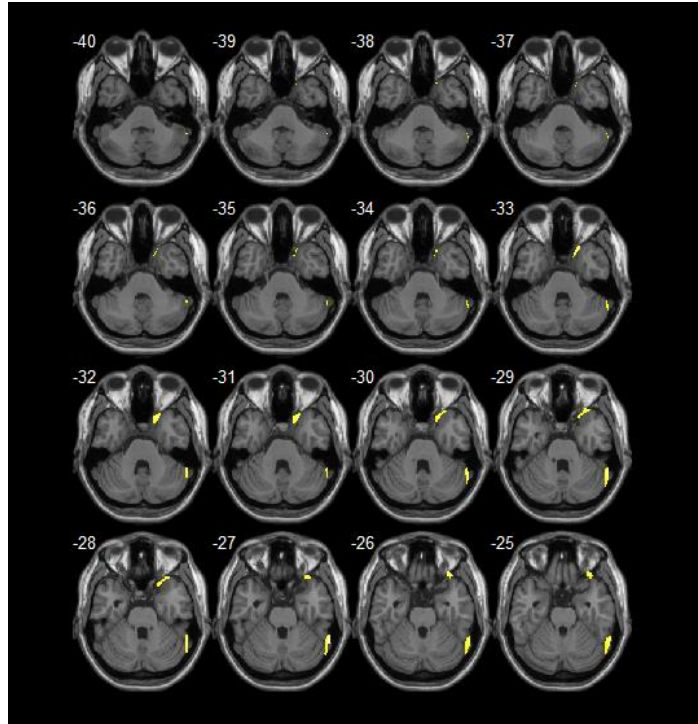


**Şekil 7a.** BA8 ve BA47 alanlarındaki voksel tabanlı farklılıklar

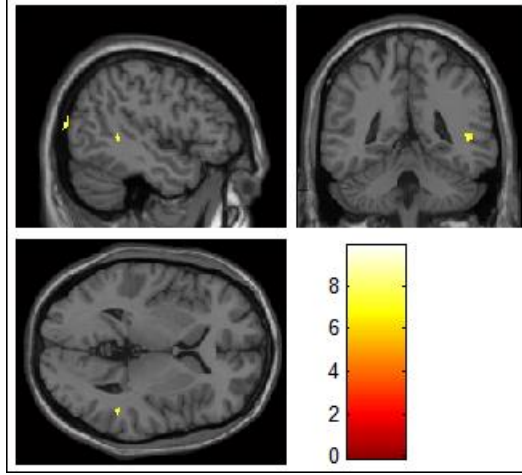
Brodmann 8 (sağ 28,50 \_ 27,00 \_ 60,00) ve Brodmann 47 (sağ 33,00 \_ 31,50 \_ -27,00 / 34,50 \_ 39,00 \_ -24,00 / 15,00 \_ 18,00 \_ -33,00) alanlarındaki vokal tabanlı farklılıklar Şekil 7a'da gösterilmiştir.



Şekil 7b. BA8 alanlarındaki vokal tabanlı farklılıklar (aksiyal)

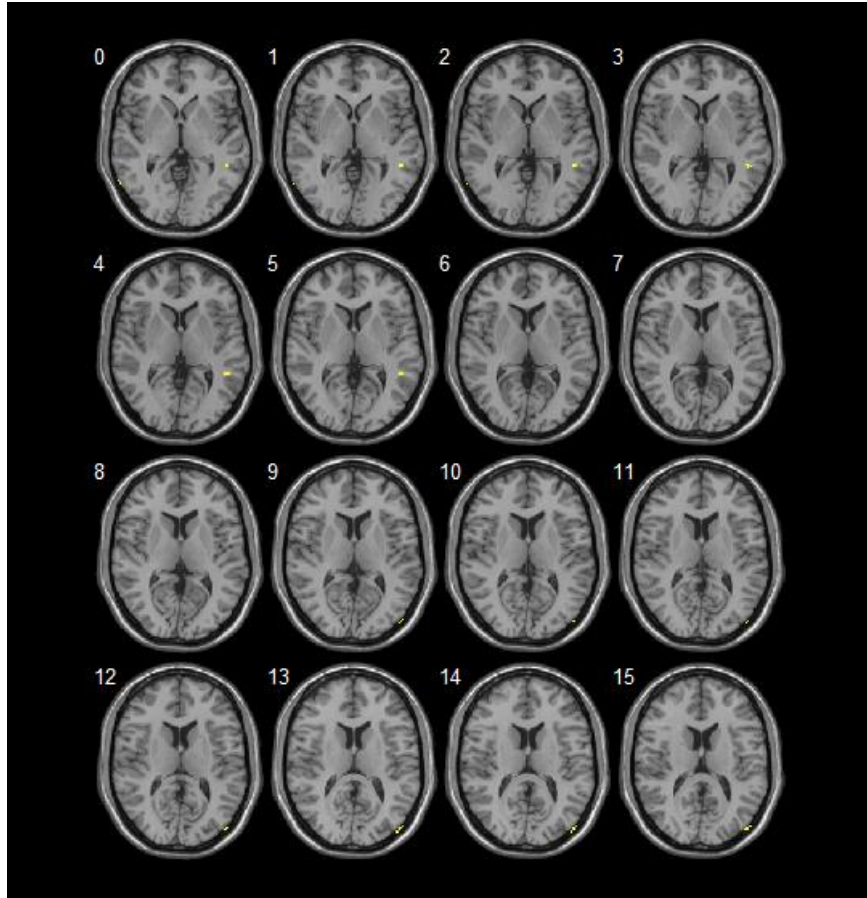


Şekil 7c. BA47 alanlarındaki vöksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)



Şekil 8a. BA19, BA37 ve BA39 alanlarındaki vöksel tabanlı farklılıklar

Brodmann 19 (sağ 46,50\_-85,50\_15,00), Brodmann 37 (Right Fusiform (temporal occipital girus) 58,50 \_ -52,50 \_ -27,00 / 55,50 \_ -48,00 \_ -40,50) ve Brodmann 39 (-52,50\_-79,50\_16,50) alanlarındaki vöksel tabanlı farklılıklar Şekil 8a'da gösterilmiştir.



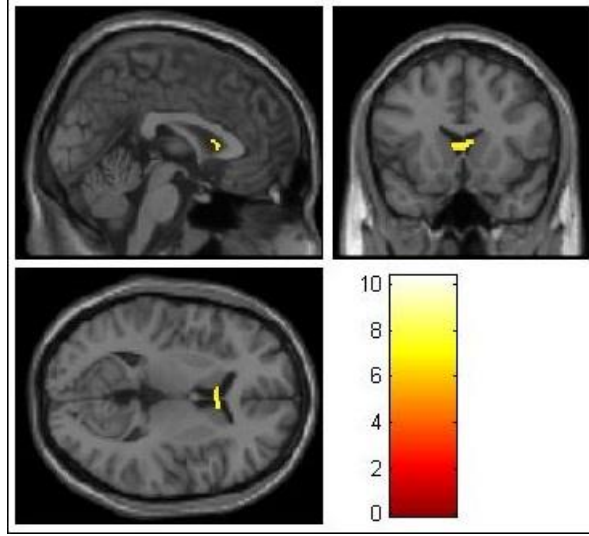
Şekil 8b. BA19, BA37 ve BA39 alanlarındaki voksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

#### 4.1.3.2. Beyaz Maddedeki Voksel Tabanlı Farklılıklar

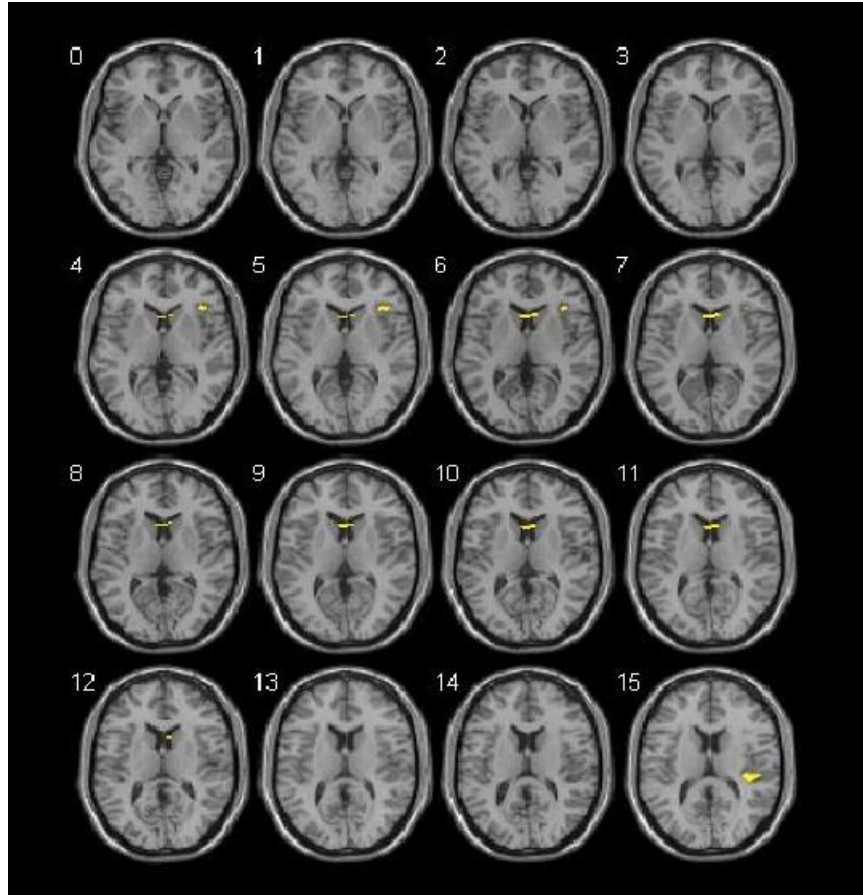
Tablo 6. Beyaz maddedeki voksel tabanlı farklılıklar

Küme			Tepe Değer					Koordinatlar		
p(FWE-corr)	Eşdeğer k	p(unc)	p(FWE-corr)	p(FDR-corr)	T	Eşdeğer Z	p(unc)	x	y	z
0,000272	163	0,005306	0,000091	0,000115	9,93	5,98	1,08856E-09	-9	-7,5	-19,5
0,000933	109	0,018203	0,000227	0,000115	9,33	5,80	3,23867E-09	39	-28,5	16,5
0,002136	77	0,041683	0,001427	0,000186	8,17	5,42	2,96221E-08	10,5	-4,5	-16,5
0,001056	104	0,020595	0,001908	0,000208	7,99	5,36	4,21563E-08	6	16,5	7,5
			0,006580	0,000391	7,25	5,08	1,90905E-07	-4,5	16,5	7,5
0,016683	16	0,327985	0,003253	0,000269	7,67	5,24	8,0652E-08	45	-79,5	-4,5
0,013389	21	0,262799	0,008557	0,000450	7,10	5,02	2,63731E-07	37,5	25,5	4,5

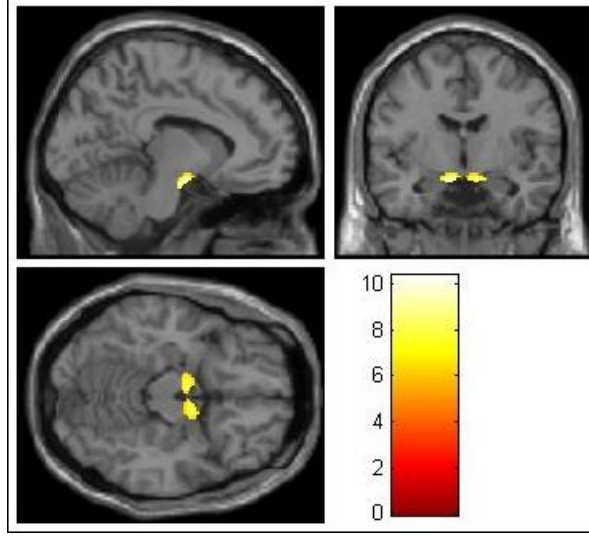
Elit karateciler ve sedanterler arasında beyaz maddedeki voksel tabanlı farklılıklar, buldukları bölgelere göre aşağıdaki şekillerde belirtilmiştir.



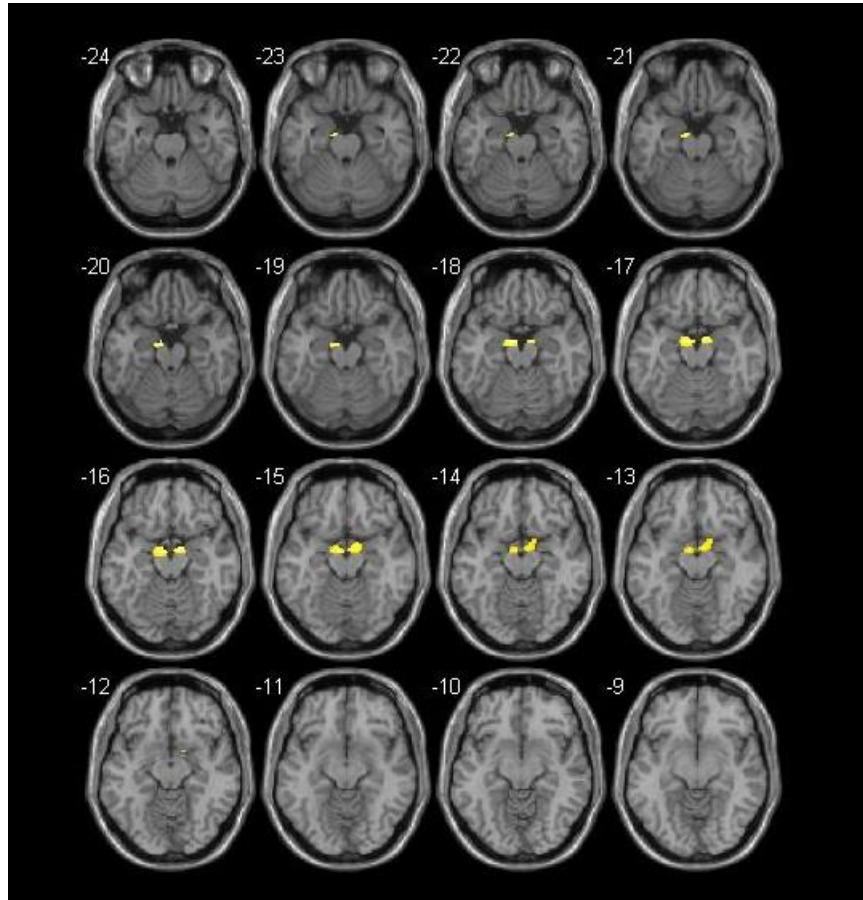
Şekil 9a. Corpus Callosum bölgesindeki vöksel tabanlı farklılıklar



Şekil 9b. Corpus Callosum bölgesindeki vöksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

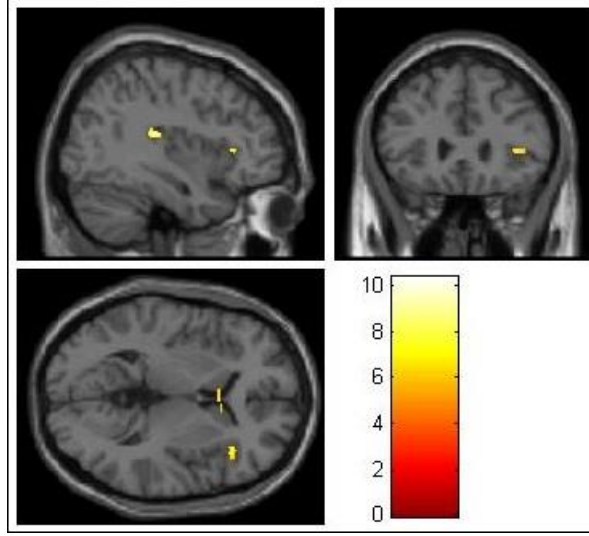


Şekil 10a. Hippocampus bölgesindeki vksel tabanlı farklılıklar

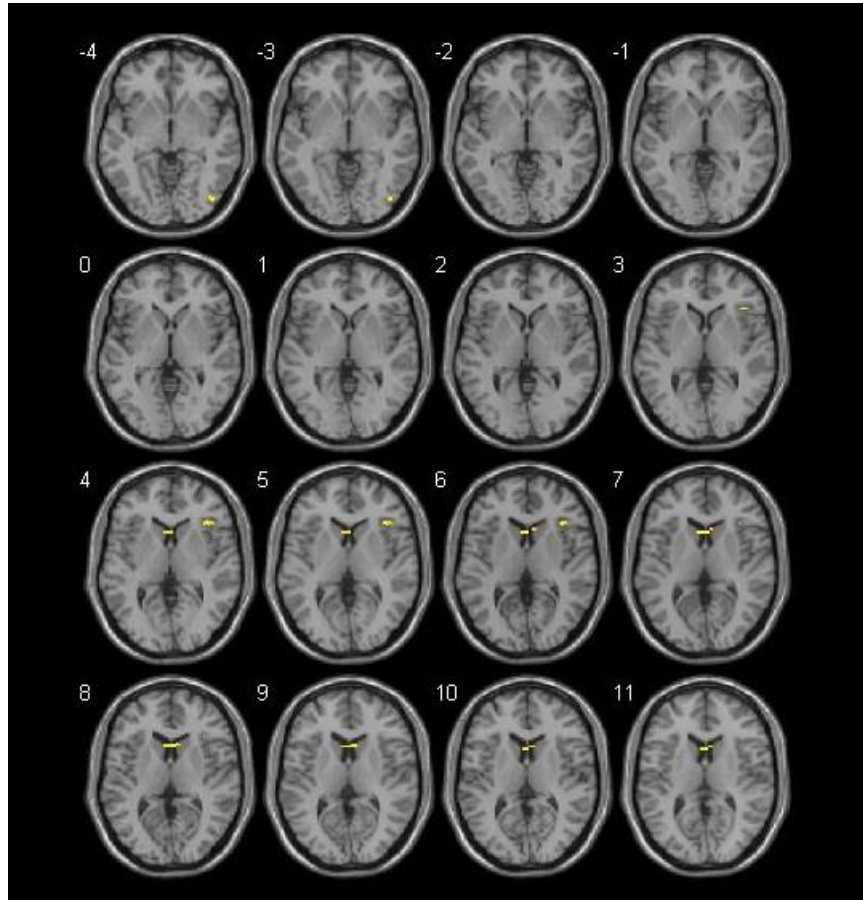


Şekil 10b. Hippocampus bölgesindeki vksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)

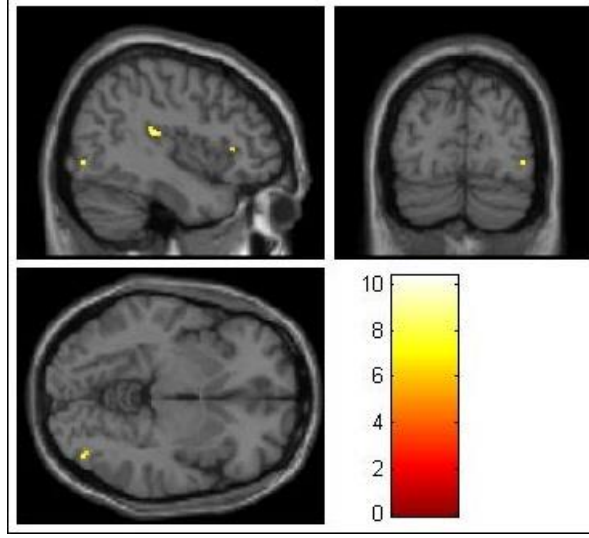




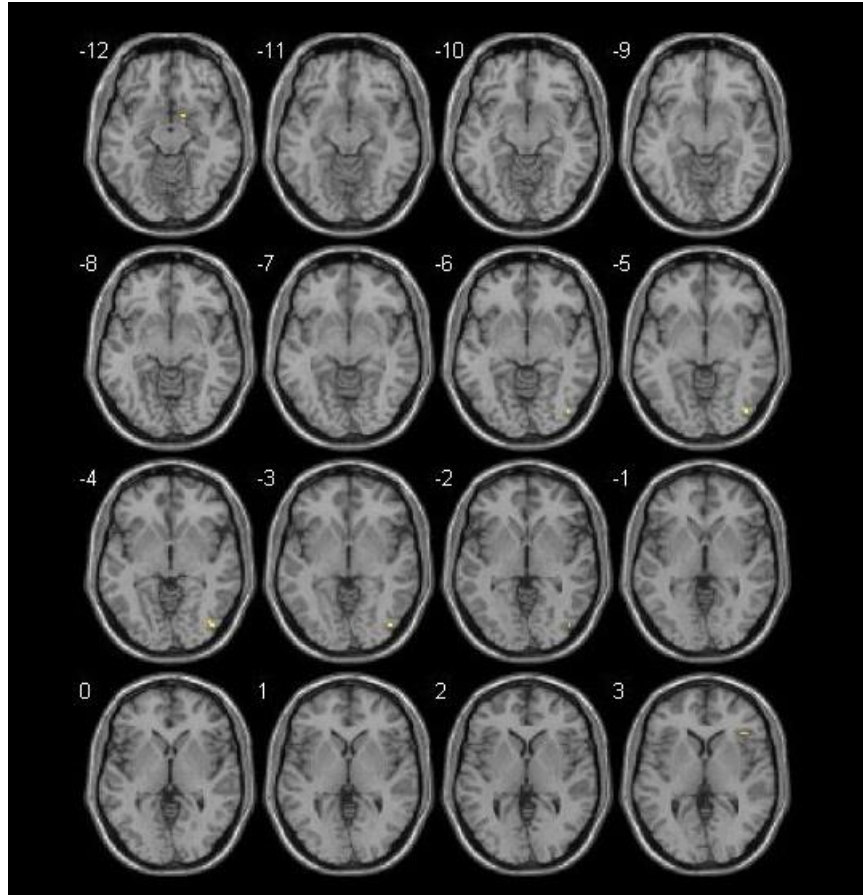
Şekil 11a. Insula bölgesindeki vöksel tabanlı farklılıklar



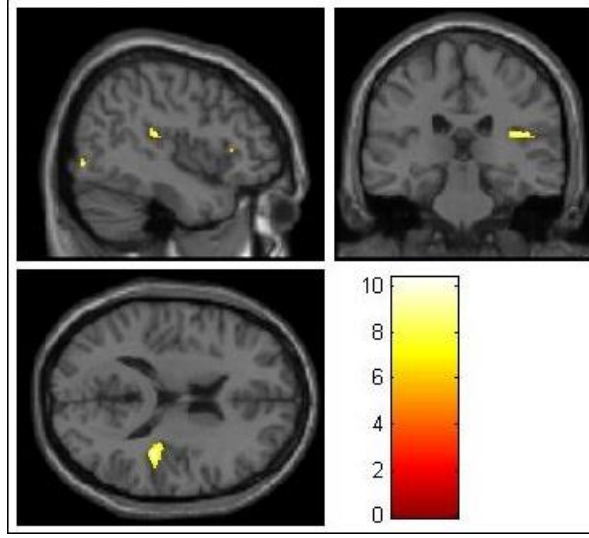
Şekil 11b. Insula bölgesindeki vöksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)



Şekil 12a. Oksipital Inferior bölgesindeki vöksel tabanlı farklılıklar

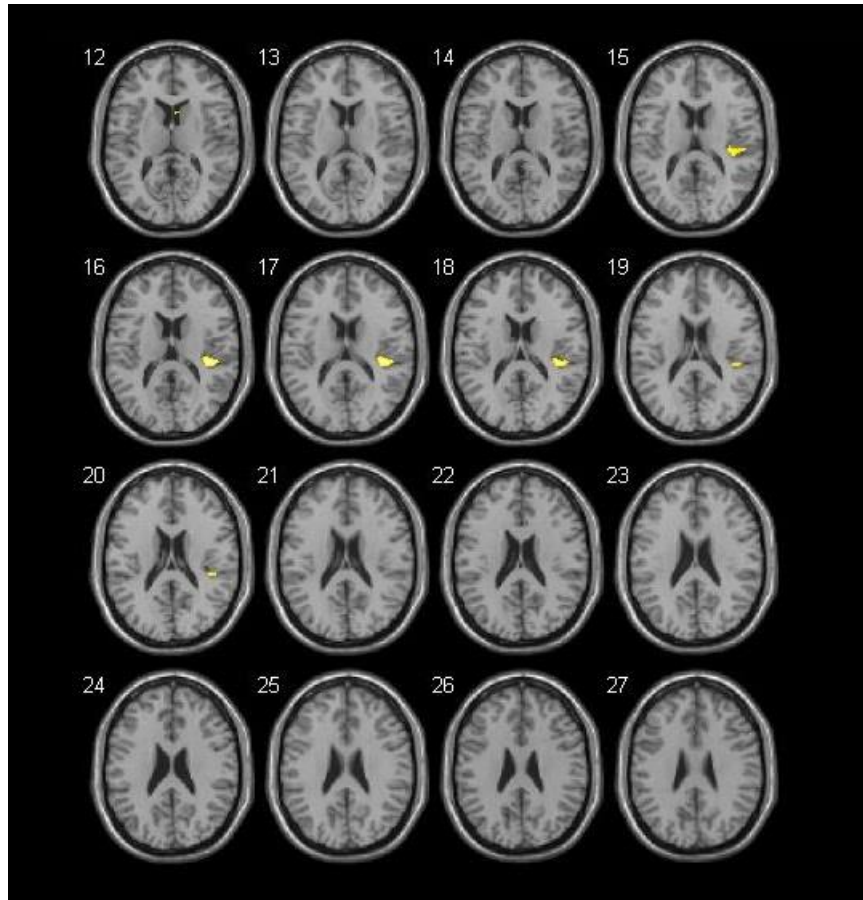


Şekil 12b. Oksipital Inferior bölgesindeki vöksel tabanlı farklılıklar (aksiyal)



Şekil 13a. Rolandic Operculum & Heschl bölgesindeki vokal tabanlı

farklılıklar



Şekil 13b. Rolandic Operculum & Heschl bölgesindeki vokal tabanlı farklılıklar

(aksiyal)

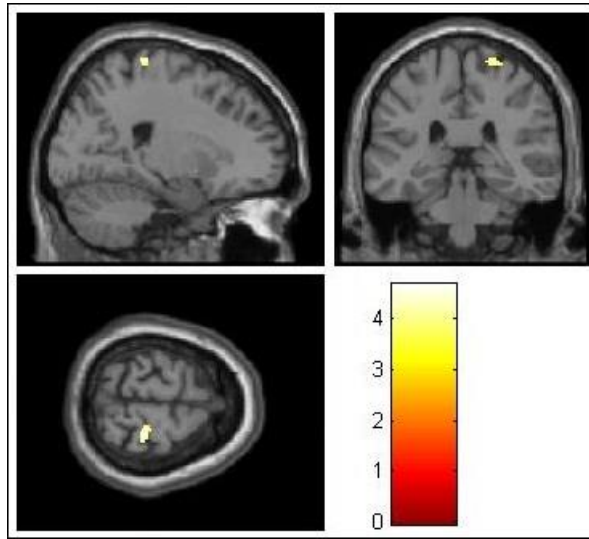
## 4.2. Beyin Sinir Ağlarındaki Fonksiyonel Farklılıklar

### 4.2.1. Motor Ağdaki Fonksiyonel Farklılıklar

Elit karateciler ile sedanterlerin motor ağlarındaki fonksiyonel farklılıklar, buldukları koordinatlara göre aşağıdaki Tablo 7 ve Şekil 14’te belirtilmiştir.

**Tablo 7.** Motor ağdaki fonksiyonel farklılıklar

Küme		Tepe Değer			Koordinatlar		
Eşdeğer k	p(unc)	T	Eşdeğer Z	p(unc)	x	y	z
38	0,029473	4,66	3,82	6,71227E-05	24	-34	72
4	0,455802	3,74	3,24	0,000601	44	-34	58
1	0,732125	3,60	3,14	0,000850	22	-4	66



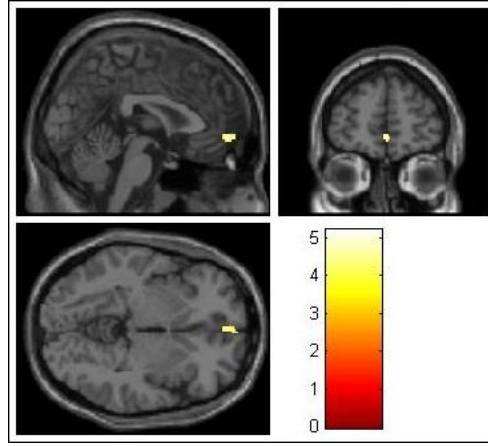
**Şekil 14.** BA6 (Sağ birincil duyuşsal alan) bölgesindeki vöksel tabanlı farklılıklar

#### 4.2.2. Varsayılan Kip Ağındaki (DMN) Fonksiyonel Farklılıklar

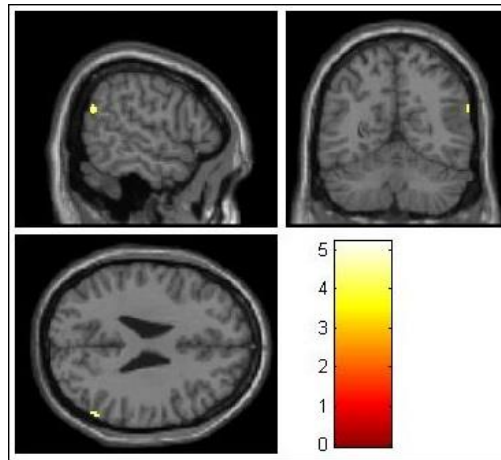
Elit karateciler ile sedanterlerin varsayılan kip ağları arasındaki fonksiyonel farklılıklar, buldukları koordinatlara göre aşağıdaki Tablo 8 ile Şekil 15a ve 15b’de belirtilmiştir.

**Tablo 8.** Varsayılan kip ağındaki fonksiyonel farklılıklar

Küme		Tepe Değer			Koordinatlar		
Eşdeğer k	p(unc)	T	Eşdeğer Z	p(unc)	x	y	z
37	0,032807	5,21	4,13	1,83914E-05	2	56	-6
14	0,167357	5,00	4,01	3,01684E-05	60	-60	26



**Şekil 15a.** BA 10 (sağ medial prefrontal korteks) bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar



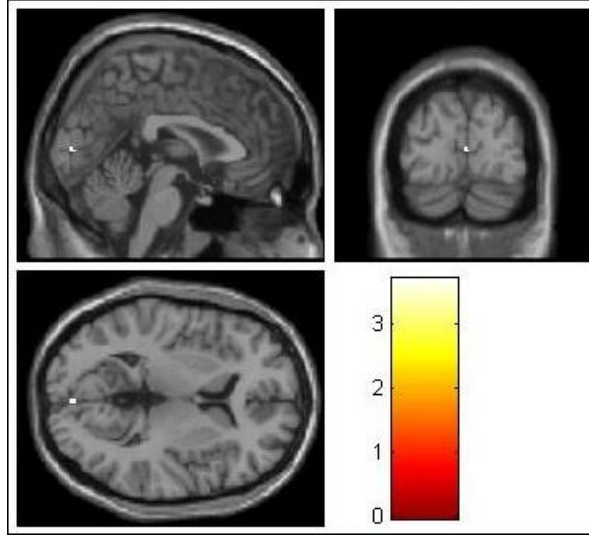
**Şekil 15b.** BA 39 (sağ ikincil görme alanı) bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar

### 4.2.3. Birincil Görsel Ağdaki Fonksiyonel Farklılıklar

Elit karateciler ile sedanterlerin birincil görsel ağları arasındaki fonksiyonel farklılıklar, buldukları koordinatlara göre aşağıdaki Tablo 9 ve Şekil 16'da belirtilmiştir.

**Tablo 9.** Birincil görsel ağdaki fonksiyonel farklılıklar

Küme		Tepe Değer			Koordinatlar		
Eşdeğer k	p(unc)	T	Eşdeğer Z	p(unc)	x	y	z
7	0,321551	3,72	3,22	0,000641	4	-88	6



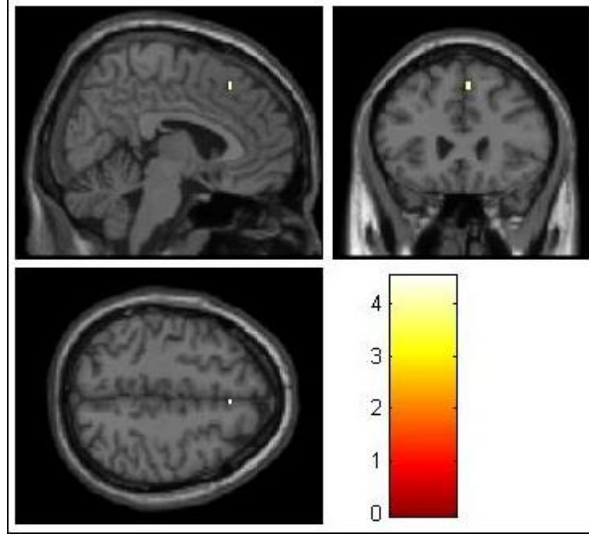
**Şekil 16.** BA 17 (sağ birincil görsel alan) bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar

### 4.2.4. Özseçim Ağındaki Fonksiyonel Farklılıklar

Elit karateciler ile sedanterlerin Özseçim ağları arasındaki fonksiyonel farklılıklar, buldukları koordinatlara göre aşağıdaki Tablo 10 ve Şekil 17'de belirtilmiştir.

**Tablo 10.** Özseçim ağındaki fonksiyonel farklılıklar

Küme		Tepe Değer			Koordinatlar		
Eşdeğer k	p(unc)	T	Eşdeğer Z	p(unc)	x	y	z
6	0,354003	4,51	3,73	9,51399E-05	4	26	50
4	0,452718	4,22	3,55	0,000190	-42	32	-2



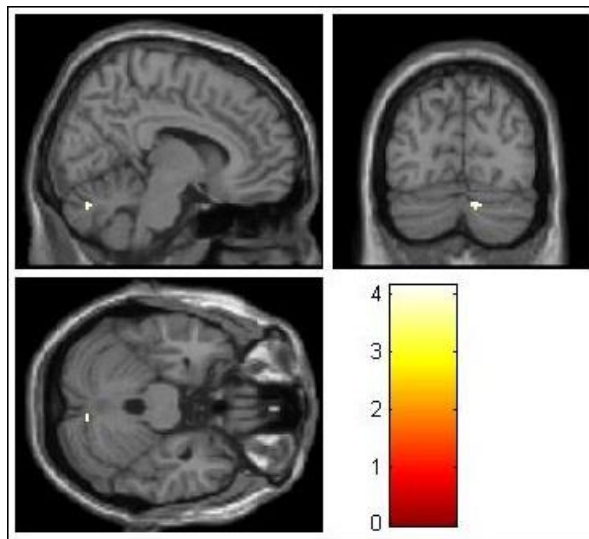
Şekil 17. BA 8 (Özseçim) bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar

#### 4.2.5. Beyin Sapındaki Fonksiyonel Farklılıklar

Elit karateciler ile sedanterler arasında beyin sapındaki fonksiyonel farklılıklar, buldukları koordinatlara göre aşağıdaki Tablo 11 ve Şekil 18’de belirtilmiştir.

**Tablo 11.** Beyin sapındaki fonksiyonel farklılıklar

Küme		Tepe Değer			Koordinatlar		
Eşdeğer k	p(unc)	T	Eşdeğer Z	p(unc)	x	y	z
12	0,206075	4,15	3,49	0,000246	10	-76	-28



Şekil 18. Beyin sapı bölgesindeki fonksiyonel farklılıklar

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Doğum öncesi embriyo gelişiminde ve ergenlikte nörogenesis yaşanırken doğumdan sonra 1 yaşa kadar ve ergenlik döneminde programlanmış hücre ölümü devam eder. Doğum öncesi başlayan miyelinizasyon beynin anatomik yapısının değişmesine neden olmaktadır. Bu değişimin, plastisite tanımına uygun şekilde yaşam boyu devam ettiği söylenebilir.

Beynin yapısal simetrisini etkileyen faktörlerden biri de sağlaklık ve solaklık bilgisidir. Bu nedenle bu tez çalışması kapsamında sağ elini dominant olarak kullandığını beyan eden katılımcılara yer verilmiştir. Boy ve vücut ağırlığının da toplam beyin hacmini doğrudan etkilemediği düşünülmektedir. Otopsi çalışmalarından ve görüntüleme çalışmalarından bilindiği üzere yakın yaş gruplarında erkek beyninin hacmi kadın beyninin hacminden yaklaşık % 10 fazladır. Bu durumun fonksiyonel açıdan avantaj veya dezavantaj yarattığı yönünde bir bulguya rastlanmamaktadır. Çok sayıda sağlıklı erkek ve kadının beyin hacimleri ölçüldüğünde hacim değişkenliğinin fazla olduğu gösterilmiştir. (Ramachandran, 2002).

Bu tez çalışması kapsamında ölçüme alınan katılımcıların gri madde hacimleri incelendiğinde, gri madde ortalaması  $722,90 \pm 60,85 \text{ cm}^3$  iken, en düşük gri madde hacmi  $628,99 \text{ cm}^3$ , en yüksek gri madde hacmi ise  $809,75 \text{ cm}^3$  olarak bulunmuştur.

Beyaz madde hacimlerinde bakıldığında ortalama  $501,22 \pm 46,43 \text{ cm}^3$  iken, en düşük beyaz madde hacminin  $424,86 \text{ cm}^3$ , en yüksek beyaz madde hacminin ise  $602,38 \text{ cm}^3$  olduğu görülmüştür.

Katılımcıların beyin omurilik sıvılarının hacimleri incelendiğinde ortalama  $294,38 \pm 33,08 \text{ cm}^3$  değerine ulaşılırken, en düşük beyin omurilik sıvısı hacmi için  $236,85 \text{ cm}^3$  ve en yüksek beyin omurilik sıvısı hacmi için  $364,24 \text{ cm}^3$  değerlerine ulaşılmıştır.



Yapılan hesaplamalarda sedanterlerin ve karatecilerin gri madde ve beyaz madde hacimleri ortalamaları ve standart sapmalarına bakılacak olursa;

Sedanterlere ait GM hacmi  $708,78 \pm 58,92 \text{ cm}^3$ , elitlere ait GM hacmi  $737,02 \pm 62,79 \text{ cm}^3$ , sedanterlere ait BM hacmi  $487,71 \pm 41,44 \text{ cm}^3$ , elitlere ait BM hacmi  $514,74 \pm 51,42 \text{ cm}^3$  bulunmuştur. Bununla beraber aradaki farklılık anlamlılık derecesine ulaşmamaktadır (sırasıyla  $p = 0,249$ ,  $p = 0,191$ ).

Beyin morfolojilerinin ve beyin fonksiyonlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada basketbol oyuncularının gri madde hacimlerinin acemilerden yüksek olduğu bulunmuştur (Tan ve ark. 2016).

Bugüne kadar yapılmış çalışmalarda herhangi bir spor alanında özelleşmiş yüksek performansa sahip sporcularda GM ve BM hacimlerinin performansla ilişkili olduğu gösterilmemiştir (Schlaug ve ark., 1995).

Literatürdeki çalışmalar, sıklıkla yapılan antrenmanlar ve kazanılan uzmanlığın fonksiyonel ve yapısal nöroadaptasyonlarla ilişkili olduğunu göstermektedir. Profesyonel hentbol oyuncuları ve bale ile uğraşan sporcuların beyin bağlantısallığının karşılaştırıldığı bir çalışmada tahmin edileceği üzere hentbol oyuncularının el ile ilişkili olan beyin bölgelerinde gri madde hacminde artış gözlenmişken bale ile uğraşan sporcularda ise ayak ile ilişkili olan beyin bölgelerindeki gri madde hacminde artış görülmüştür. Bu çalışma yapısal adaptasyonun, sporun gerektirdiği özelliklere ilişkin beyin bölgelerinde oluştuğunu göstermektedir (Meier., 2016).

Bulgularımız ışığında elit karatecilerde frontal lobda sağ hemisferde Brodmann 8 alanındaki GM hacmi kontrol grubundan  $p = 0,05$  düzeyinde anlamlı derecede farklılık göstermiştir. Bu farklılık elit sporcularda karate branşına özgü sol ekstremitenin de sıklıkla kullanımı ve kompleks motor hareketlerin gerçekleştirilmesinden kaynaklı olduğu öne sürülebilir. Bu fark deneyime bağlı plastisitenin sonucu olarak açıklanabilir ( sağ BA 8 GM hacmi = Elit  $6,79 \pm 0,77 \text{ cm}^3$  - Sedanter  $7,16 \pm 1,34 \text{ cm}^3$ ).

Kanıtlar gösterir ki motor eğitim, duyuşsal eğitim ve bilişsel eğitim belli beyin bölgelerinde modülasyona neden olur. Putamen ve premotor korteksin dans ile ilgilenen kişilerde dansla ilgili olarak beyinde önemli yapılar olduğu nörogörüntüleme çalışmalarında gösterilmiştir.

Bulgularımızın aksine dansçıların ve dansçı olmayanların karşılaştırıldığı bir başka çalışmada premotor korteks, putamen, ve sensorimotor alanda superior frontal girus bölgelerinde dansçıların dansçı olmayanlara göre gri madde hacminde azalma gösterilmiştir (Hanggi ve ark., 2010). Bu çalışmanın bulgularındaki sensorimotor bölgedeki gri madde hacmindeki azalma ile bu tez çalışmasında BA 8 alanında görülen bulgular benzerlik göstermemektedir.

Serebral kortekste, primer motor bölge uyarıldığında basit motor hareketler oluşurken, çok eklemlili ve kas koordinasyonu gerektiren karmaşık hareketlerin icrası için premotor bölgenin, ses çıkarma, yüz mimikleri ve kas koordinasyonu gerektiren simetrik hareketler için yardımcı motor bölgenin uyarılması gerekmektedir.

Motor fonksiyon icrasında görevli primer motor, premotor ve yardımcı motor bölgelerin yanısıra BA 8 alanını oluşturan frontal göz sahası bulunmaktadır.

BA 8, frontal korteksin bir parçası olup premotor korteksin anterior'ünde yer almaktadır. Bu alanın, cisimlerin görüntüsünü istemli olarak odaklamak için gözlerin birlikte hareket etmesinden sorumlu olduğu görüşü benimsenmektedir (Goble ve ark., 2010).

Buna ek olarak ikincil görme ve asosiasyon görme alanları olarak adlandırılan BA 19 ve BA 39 bölgeleri, birincil görme alanından alınan iletileri değerlendirerek şekil, hareketli cisimlerin takibi ve renk tonu gibi anlamlandırma görevlerini üstlenirler (Taner ve ark., 2015). Bu tez çalışması kapsamında Brodmann 19 (sağ 46,50\_-85,50\_15,00) ve Brodmann 39 (-52,50\_-79,50\_16,50) alanlarında elitler yönünde gri madde yoğunluğu yüksek bulunmuştur.

PET tekniğı ile yapılan beyin aktivitesi ölçümlerinde basit hareketlerde primer motor korteksin ve primer duyuşsal korteksin ters hemisferde aktive olduğu gösterilmiştir. Kompleks hareketlerde ise bilateral yardımcı motor alan, primer duyuşsal korteks ve primer motor korteks aktivitesine eşlik etmektedir.

Kompleks hareketlerin hayal edilmesi sürecinde ise yardımcı motor alan aktivasyonu gözlenmektedir.

Brodmann 8 alanında GM yoğunluğunda bulunan bu anlamlı farklılık elit sporcuların kompleks hareketleri icrasındaki başarısından kaynaklandığı ya da elit sporcuların bu tür hareketleri zihinde canlandırmalarından dolayı ortaya çıktığı düşünülebilir (Meier ve ark., 2016). Bu çalışma kapsamında bulunan sonuçlar BA 8 (10\_ -76 \_ -28) (özseçim) alanında elit karatecilerin gri madde yoğunluğu sedanterlerden yüksek bulunmuştur.

Judo sporcuları ile sağlıklı kontrollerin bölgesel gri madde yoğunluklarının VBM tekniği ile karşılaştırıldığı bir çalışmada frontal, temporal ve oksipital loblarda gri madde yoğunluklarında artışın motor planlama, ve icra ile ilişkili olduğu öne sürülerek kompleks hareketlerin planlaması ve kontrolünde bölgesel gri madde yoğunlukları artışının sorumlu olduğu düşünülmektedir (Jacini ve ark., 2009).

Motor planlama ve icrası ile ilgili olarak frontal lobda yüksek gri madde yoğunluğu gözlenen başka bir çalışmada, işler bellek ve kognitif işlerle ilgili prefrontal kortekste de yüksek gri madde yoğunluğu bulunmuştur. Motor öğrenme ve hafıza ile ilişkilendirilen orta ve inferior temporal girusta gri madde yoğunluğunda bulunan artışla birlikte, görsel asosiyatif işlerle ilgili olan pariyetal ve oksipital loblarda da benzer artışlar görülmüştür (Jacini ve ark., 2009).

BA37'yi içeren fusiform girus fonksiyonel olarak tanıdık yüzlerin belirlenmesinde görev almaktadır. Özellikle de fonksiyonel nörogörüntüleme çalışmaları kapsamındaki elektrofizyolojik yaklaşımların içerdiği olaya ilişkin potansiyellerde N170 olarak bilinen bileşeni şeklinde gözlenmektedir (Eryılmaz ve ark., 2007).

Bu sonuçlara ek olarak yapılan bir fMRG araştırmasında yüzler ve yüzleri olmayan vücutlar uyarıcı olarak gösterildiğinde orta fusiform girusun aktivasyonunun kafa içermeyen insan vücudu formlarını seçici olarak ayırt etmesinden sorumlu olduğu gösterilmiştir (Peelen ve Downing, 2005).

Bu çalışmadaki bulgulara göre Brodmann 37 (Right Fusiform (temporal oksipital girus) 58,50 \_ -52,50 \_ -27,00 / 55,50 \_ -48,00 \_ -40,50) alanında elitlerin gri madde yoğunluğunun yüksek olduğu bulunmuştur.

Beyaz madde farklılıklarını ortaya koyan çalışmalar DTI görüntüleriyle elde edilen FA haritalarıyla ve VBM metotlarına dayanmaktadır. Her iki metod beyaz maddenin yoğunluk farklılıklarını lokalize şekilde gösterebilmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında varılan BM farklılıkları;

Bu tez çalışması kapsamında voksel tabanlı morformetri yöntemi ile analiz edilen beyaz madde yoğunluklarında karatecilerin hipokampus bölgesindeki beyaz madde yoğunluğunun sedanterlerden farklılaştığı literatürdeki çalışmalara uyumlu şekilde görülmüştür.

Hipokampus ve bağlantılı olduğu bölgeler hafıza işlevlerinin yanısıra vücudun navigasyonu ile ilişkilidirler. Hipokampüste yer alan “place cells” anterior talamik nükleusta yer alan “head direction cells”, “border cells”, “ boundary vector cells ve “grid cells” medial entorhinal korteks (MEC), stratejik navigasyon ve kendi kendine pozisyon kontrolü için önemli bölgelerdir (Hafting ve ark., 2005).

Hipokampus’ün gerçek fiziksel dünyada, hayal uzayında ve zihinsel antrenman görevi olarak motor hayal etmede vücudun navigasyonundan sorumlu olduğu düşünülmektedir. Spor performansında, nörolojik rehabilitasyonda ve koruma egzersizlerinde de bu bölgenin navigasyon görevi olduğu belirtilmektedir (de Lange ve ark., 2008; Cevallos ve ark., 2015).

Karate branşındaki sıfır – beş cm kuralı mesafe kontrolünü zorunlu hale getirmektedir. Kurallarda belirtilen beş cm’nin uzağında kalan ataklara puan verilmemekte, temasın ötesine geçerek rakibe zarar verecek şiddette yapılan ataklarda ise atağı yapan sporcuya ceza özelliğinde uyarı verilmektedir (WKF, 2017). Elit karatecilerin bir özelliği de bu mesafe kontrolünü başarılı şekilde gerçekleştirmektir.

Mesafenin değerlendirilmesine dair alışmalar “Mesafe”nin günlük hayattaki tanımını açıklamakta başarılı olmasına rağmen, elit karatecilerde mesafe değişiminin kontrolünü açıklamak konusunda az sayıda bilimsel bulgu vardır (Masciotra ve ark., 2001).

Karate’de “farkındalık” (vücut pozisyonu ve çevreyi içeren algı) puan kriterlerinden birisi olarak kurallarda yer almaktadır (WKF, 2017). Bu kapsamda karatecilerin hipokampüs bölgesindeki beyaz madde yoğunluğunun, vücut navigasyonundaki hakimiyetini ve propriosepsiyondaki başarısını işaret ettiği söylenbilir.

Literatürde yapılan çalışmalar motor beceri öğreniminin frontal ve pariyetal lobda beyaz madde yoğunluğunun farklılaştığını göstermektedir (Scholz ve ark., 2009; Taubert ve ark., 2010).

Insula, içsel ve dış dünyadan gelen duyuşal girdileri birleştirir. Anterior insula limbik alanları lingual girus gibi yüksek seviyeli görsel alanlar ve koku ile sorumlu alanları birbirine bağlar. Insular korteksin anterioru farkındalık (kişisel farkındalık) ve duyuşal uyarıların değerlendirilmesinden sorumludur.

Bu bölgelerin kompleks durumlardaki değerlendirmenin sezgisel olarak gerçekleştirilmesinden sorumlu olduğu dşnlmektedir (Allman ve ark., 2005).

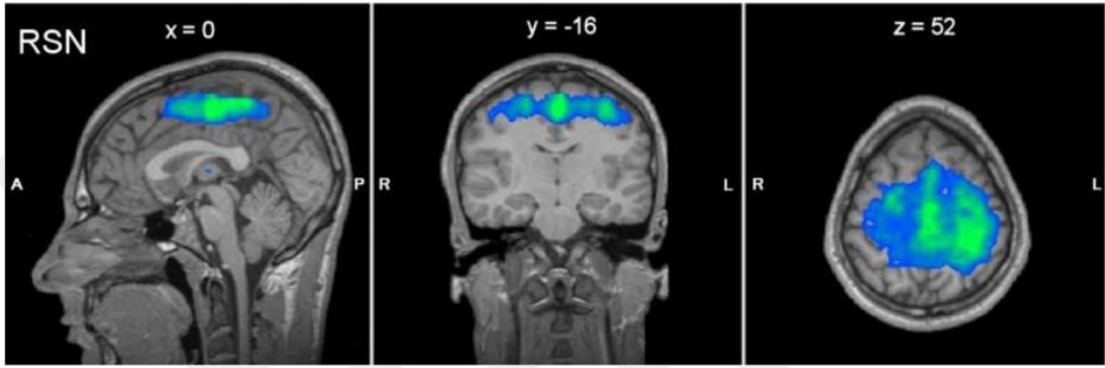
Bu tez çalışmasında elit karatecilerin insula bölgesindeki beyaz madde yoğunluğu yüksek bulunmuştur.

Basketbol oyuncularını ve acemiler üzerinde yapılan çalışmada basketbolcuların insula bölgesindeki dinlenme durumu fonksiyonel bağlantısallığını acemilerden yüksek bulunmuştur (Tan ve ark., 2016).

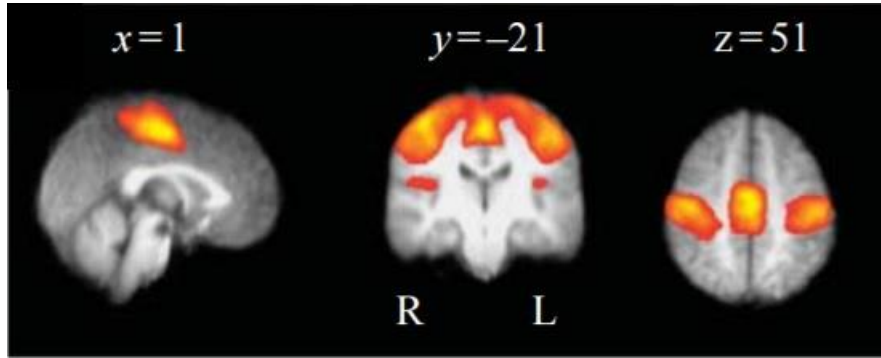
Insula’daki hasarlar vücut farkındalığını, duyuşal fonksiyonlarda ve dil görevlerinde değişiklikler oluşturduğu gösterilmiştir (Shura ve ark., 2014).

Nöral etkinlik hipotezi, bir görevin icrası esnasında daha az kaynak kullanılması olarak tanımlanabilir (Dunst ve ark., 2014). Bu hipotez uzmanlar ve elit atletler için genişletilmiştir (Del Percio ve ark., 2009, 2010, 2011).

Koşmak prefrontal korteksteki nöronal plastisiteyle ilişkili olduğundan, bilişsel performansı etkileyebilmektedir (Brockett ve ark., 2015).



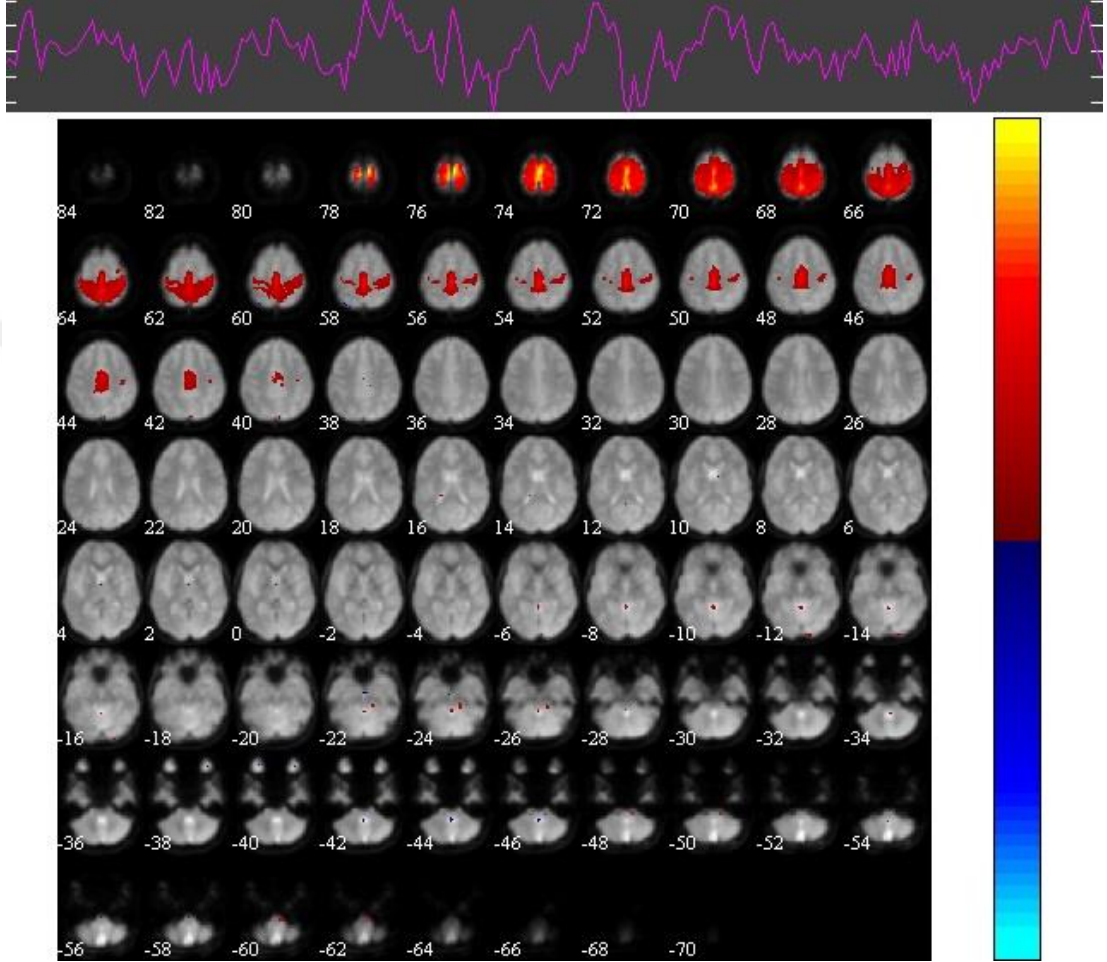
**Resim 2a.** Dinlenme durumu motor sinir ağları a (sagittal, koronal, aksiyal ) (Mantini ve ark., 2007).



**Resim 2b.** Dinlenme durumu motor sinir ağları b (sagittal, koronal, aksiyal ) (Beckmann ve ark., 2005).

Beckmann ve ark. (2005) çalışmasında sylvian fisür'ün superior'undan başlayıp precentral gyrus ve postcentral gyrus boyunca uzanan ve interhemisferik fisür'ün medial duvarını da kapsayan bölgede motor aktivasyon gösterilmiştir.

Biswal ve ark. (1995) çalışmasında fMRG görevi bağlamındaki bilateral sağ ve sol parmak hareketlerinde motor bölgede oluşan yanıtları pozitif ve negatif korelasyon ile benzer şekilde rapor etmiştir.



**Şekil 19.** Motor bölge fonksiyon haritası

Belirtilen çalışmalarda görülen motor fonksiyon bağlamındaki kortikal aktivasyonlara literatürde sıklıkla rastlanmakta ve bu bağlamdaki bulgular kabul görmektedir.

Dayanıklılık sporcuları ve sağlıklı kontrollerin karşılaştırıldığı bir çalışmada sporcular ile kontrollerin dinlenme durumu fonksiyonel bağlantısallıkları arasında belirgin fark olduğu rapor edilmiştir (Raichlen ve ark., 2016).

DTI yöntemi ile beyin yollarının incelendiği bir çalışmada, elit cimnastikçilerin sporcu olmayanlara göre duyuşal motor, dikkat ve varsayılan kip ağı bölgelerinde bağlantı miktarı daha yüksek bulunmuştur (Wang B ve ark., 2013).

Varsayılan kip ağı, kişinin kendi kendine kaldığı zaman otobiyografik hafızanın çalışmasında, gelecek hakkında planlama yaptığı esnada aktivasyon gözlemlenmiştir. DMN'nin medial temporal alt sistemi tecrübelerden bilgi sağlamakla görevlidir.

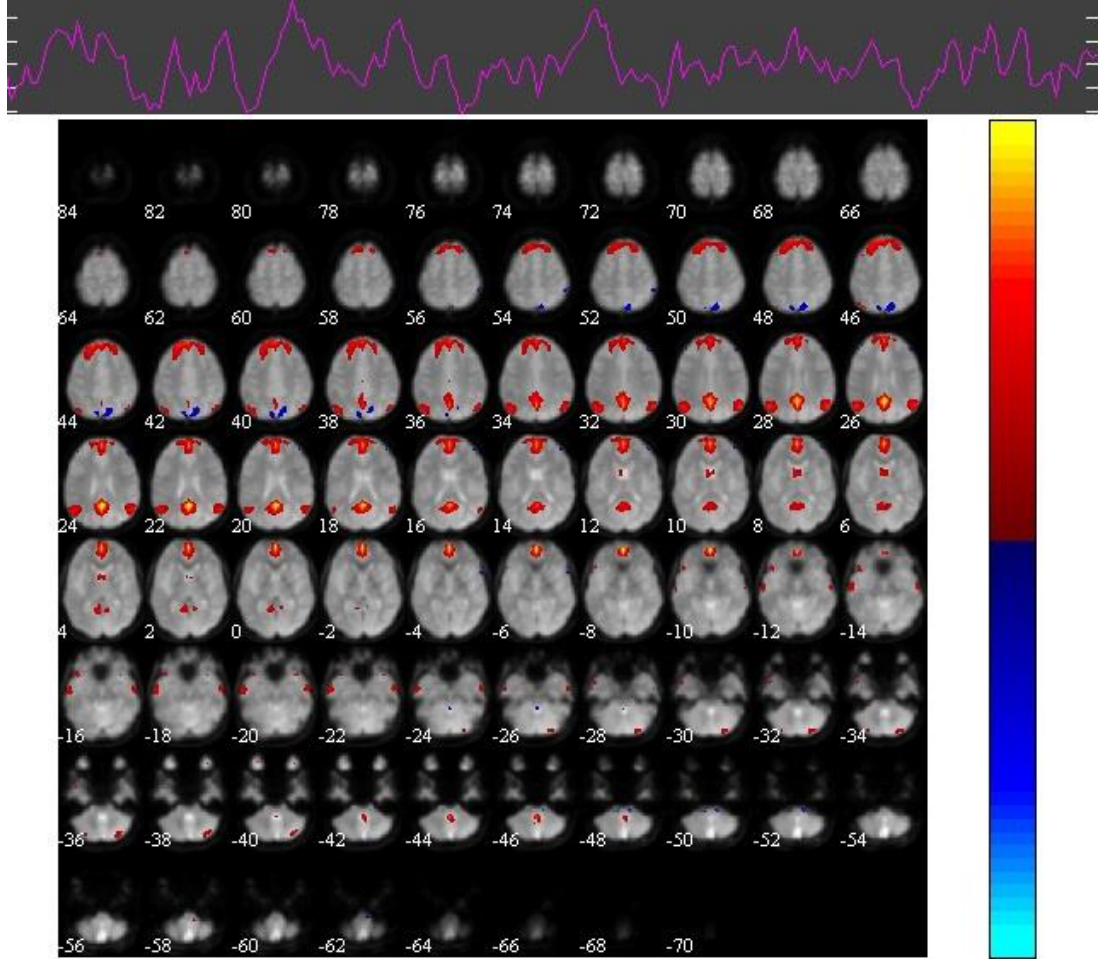
Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular ışığında DMN'nin medial prefrontal bölgesinde farklılık görülmüştür.

Varsayılan kip ağının bir parçası olan medial prefrontal korteksin öz-referans işleme (self-referential processing) fonksiyonunun icrası ile ilişkili olduğu da yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Buckner ve ark., 2008).

Karate branşında, rakibin hareketi ve buna verilen reaksiyonun sıralı değil, eş zamanlı gerçekleştirilmesi epistemik hareket olarak ifade edilmektedir.

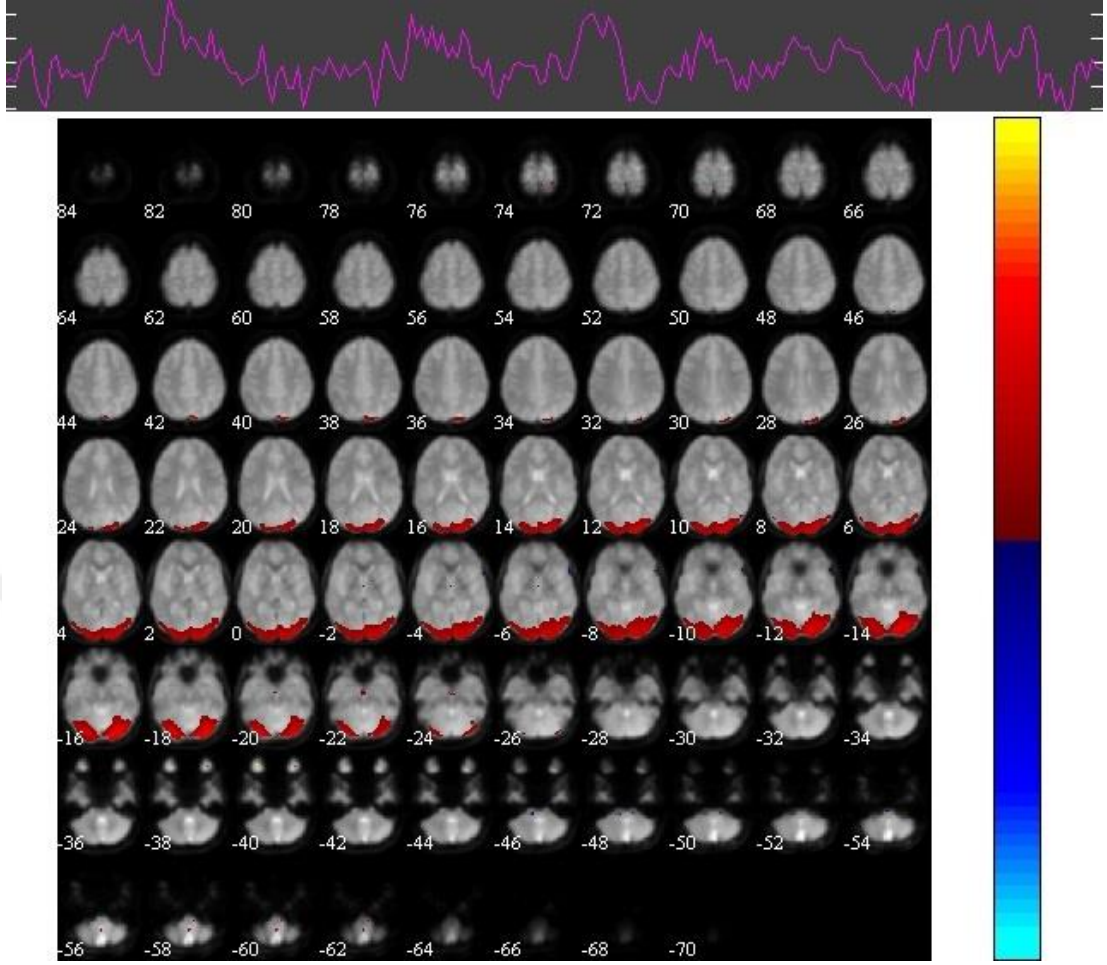
Bu aynı zamanda karate branşındaki dehai tanımını da oluşturmaktadır. Karate'de sporcular rakibin başlıcaları duruş, mesafe, ritim olan çeşitli bilgileri sentezleyerek en uygun atak zamanını örtük olarak belirler ve atağı gerçekleştirir (Masciotra ve ark., 2001). Bu öncelleme davranışı medial prefrontal korteksteeki öz-referans işleme sürecini aktive ettiği ve çalışmada görülen farklılığın bu durumdan kaynaklanmış olabileceği öne sürülebilir.



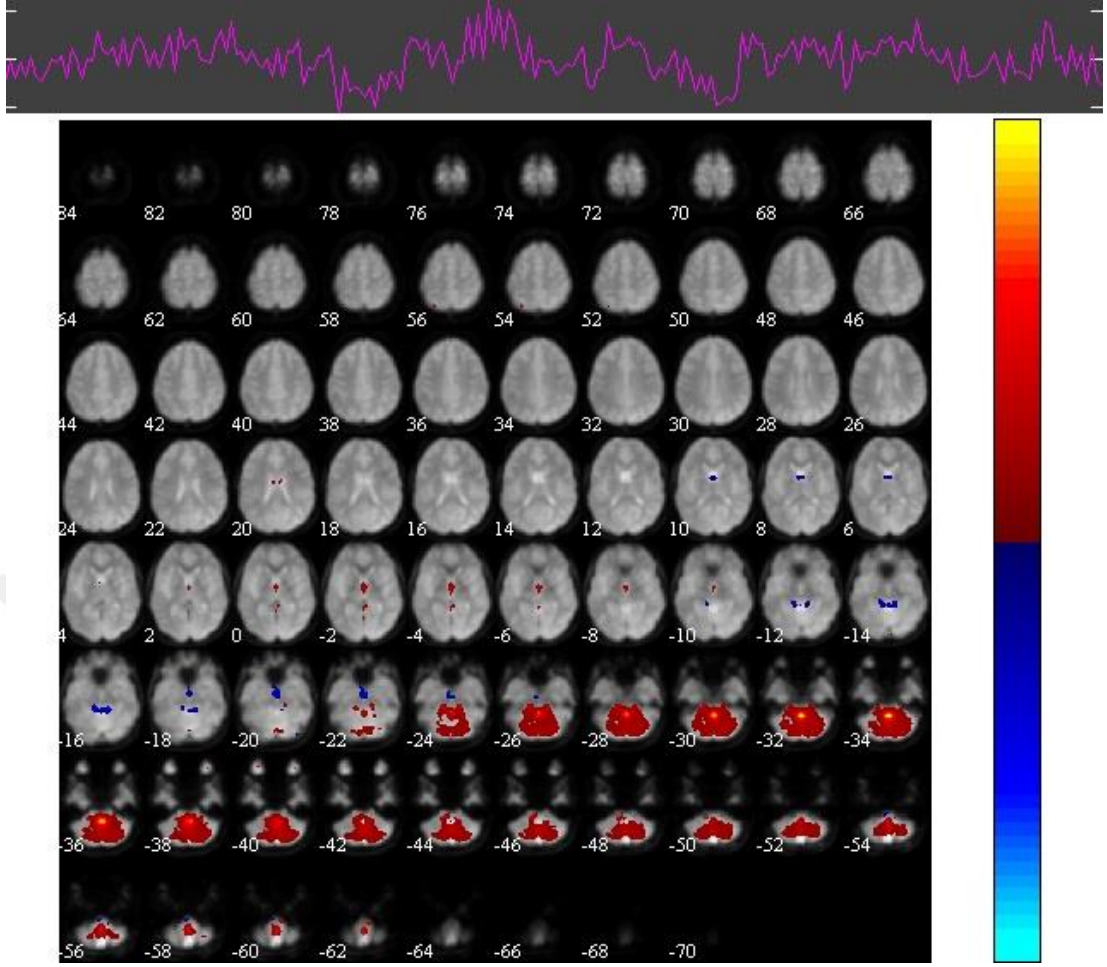


**Şekil 20.** Varsayılan kip ağı fonksiyonel haritası

2010 yılında karateciler ile yapılan bir EEG çalışmasında görsel işlevlerden sorumlu oksipital bölgeden alınan sinyallerde farklılık görülmemesi kata uygulamalarının nesne tanıma işlevi gerektirmediği şeklinde açıklanmıştır (Babiloni ve ark., 2010).



Şekil 21. Görsel ağ fonksiyon haritası



Şekil 22. Beyin sapı fonksiyon haritası

Bu tez çalışması kapsamında elit karate sporcuları ve sedanterler arasındaki nöroanatomik ve nörofonksiyonel farklılıklar incelenmiş, nöral madde hacimleri ve yoğunlukları, ilgili beyin bölgelerine göre belirtilerek, fonksiyonel bulgular gösterilmiştir. Böylece karate sporunda ustalaşma sonucunda beyin bölgelerindeki farklılıklar ortaya konmuştur.

## 6. KAYNAKLAR

Albert NB, Robertson EM, Miall RC. The Resting Human Brain and Motor Learning. *Current Biology*. 2009;19:1023-1027.

Allman JM, Watson KK, Tetreault NA, Hakeem AY. Intuitive and autism: a possible role for Von Economo neurons. *Trends in Cognitive Sciences*. 2005;9(8):367-373.

Alpay H. Karate-Do El Kitabı. Ankara: Türkiye Karate Federasyonu Eğitim Kitapları Serisi 2; 2013.

Babiloni C, Marzano N, Infarinato F, Iacoboni M, Rizza G, Aschieri P, Cibelli G, Soricelli A, Eusebi F, Del Percio C. “neural efficiency” of experts’ brain during judgement of actions: A high-resolution EEG study in elite and amateur karate athletes. *Behavioural Brain Research*. 2010;207(2):466-475.

Beckmann CF, DeLuca M, Devlin JT, Smith SM. Investigations into resting-state connectivity using independent component analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 2005;360:1001-1013.

Biswal B, Yetkin FZ, Haughton VM, Hyde JS. Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar mri. *Magnetic Resonance in Medicine*. 1995;34(4):537-541.

Boecker H, Hillman CH, Scheef L, Strüder HK. *Functional Neuroimaging in Exercise and Sport Sciences*. New York: Springer Science + Business Media; 2012, s: 404-513.

Buckner RL, Andrews-Hanna JR, Schacter DL. The Brain’s Default Network – Anatomy, Function, and Relevance to Disease. *New York Academy of Sciences*. 2008;1124:1-38.

Brockett AT, LaMarca EA, Gould E. Physical Exercise Enhances Cognitive Flexibility as Well as Astrocytic and Synaptic Markers in the Medial Prefrontal Cortex. *Plos One*. 2015;10(5):1-11.

Calhoun VD, Liu J, Adalı T, A review of group ICA for fMRI data and ICA for joint inference of imaging, genetic, and ERP data. *NeuroImage*. 2009;45:163-172.

Cevallos C, Zarka D, Hoellinger T, Leroy A, Dan B, Cheron G. Oscillations in the human brain during walking execution, imagination and observation. *Neuropsychologia*. 2015;79(B):223-232.

De Lange FP, Roelofs K, Toni I. Motor imagery: A window into the mechanism and alterations of the motor system. *Cortex*. 2008;44(5):494-506.

Debamot U, Sperduti M, Di Rienzo F, Guillot A. Expert Bodies, Expert Minds: How physical and mental training shape the brain. *Human Neuroscience*. 2014;8:280.

Del Percio C, Babiloni C, Marzano N, Iacoboni M, Infarinato F, Vecchio F, Lizio R, Aschieri P, Fiore A, Toran G, Gallamini M, Baratto M, Eusebi F. "Neural efficiency" of athletes' brain for upright standing: A high-resolution EEG study. *Brain Research Bulletin*. 2009;79(3-4):193-200.

Del Percio C, Infarinato F, Iacoboni M, Marzano N, Soricelli A, Aschieri P, Eusebi F, Babiloni C. Movement-related desynchronization of alpha rhythms is lower in athletes than non-athletes: A high-resolution EEG study. *Clinical Neurophysiology*. 2010;121(4):482-491.

Del Percio C, Infarinato F, Marzano N, Iacoboni M, Aschieri P, Lizio R, Soricelli A, Limatola C, Rossini PM, Babiloni C. Reactivity of alpha rhythms to eyes opening is lower in athletes than non-athletes: A high-resolution EEG study. *International Journal of Psychophysiology*. 2011;82(3):240-247.

Di X, Zhu S, Jin H, Wang P, Ye Z, Zhou K, Zhuo Y, Rao H. Altered Resting Brain Function and Structure in Professional Badminton Players. *Brain Connect*. 2012;2:225-233.

Dunst B, Benedek M, Jauk E, Bergner S, Koschutnig K, Sommer M, Ischebeck A, Spinath B, Arendasy M, Freudenthaler H, Neubauer AC. Neural efficiency as a function of task demands. *Intelligence*. 2014;42:22-30.

Duru AD, Duru DG, Yumerhodzha S, Bebek N. Analysis of correlation between white matter changes and functional responses in thalamic stroke: a DTI & EEG study, *Brain Imaging and Behavior*. 2016;10:424.

Eryilmaz HH, Duru AD, Parlak B, Ademoğlu A, Demiralp T. Neuroimaging of Event Related Brain Potentials (ERP) using fMRI and Dipole Source Reconstruction. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. 2007;3384:7.

Fauvel B, Groussard M, Chetelat G, Fouquet M, Landeau B, Eustache F, Desgranges B, Platel H. Morphological brain plasticity induced by musical expertise is accompanied by modulation of functional connectivity at rest. *Neuroimage*. 2014;90:179-188.

Friston KJ, Ashburner J, Frith CD, Poline J-B, Heather JD, Frackowiak RSJ. Spatial registration and normalization of images. *Human Brain Mapping*. 1995;3:165-189.

Goble DJ, Coxon JP, Van Impe A, De Vos J, Wenderoth N, Swinnen SP. The neural control of bimanual movements in the elderly: Brain regions exhibiting age-related

increases in activity, frequency induced neural modulation, and task-specific compensatory recruitment. *Human Brain Mapping*. 2010;31(8):1281-1295.

Hafting T, Fyhn M, Molden S, Moser MB, Moser EI. Microstructure of a Spatial Map in the Entorhinal Cortex. *Nature*. 2005;436:801-806.

Hanggi J, Koenke S, Bezzola L, Jancke L. Structural neuroplasticity in the sensorymotor network of professional female ballet dancers. *Human Brain Mapping*. 2010;31(8):1196-1206.

Hikosaka O, Nakamura K, Sakai K, Nakahara H. Central mechanism of motor skill learning. *Neurobiology*. 2002;12:217-222.

Jacini FSW, Cannonieri GC, Fernandes PT, Bonilha L, Cendes F, Li LM. Can exercise shape your brain? Cortical differences associated with judo practice. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009;12(6):688-690.

Ma L, Narayana S, Robin DA, Fox PT, Xiong J. Changes occur in resting state network of motor system during 4 weeks of motor skill learning. *NeuroImage*. 2011;58:226-233.

Mantini D, Perrucci MG, Del Gratta C, Romani GL, Corbetta M. Electrophysiological signatures of resting state networks in the human brain. *PNAS*. 2007;32:170-175

Masciotra D, Ackermann E, Roth WM. “Maai” : The Art of Distancing in Karate – Do Mutual Attunement in Close Encounters. *Journal of Adult Development*. 2001;8(2):119-132.

Meier J, Topka MS, Hanggi J. Differences in Cortical Representation and Structural Connectivity of Hands and Feet between Professional Handball Players and Ballet Dancers. *Neural Plasticity*. 2016;2016:1-17.

Okuş H. *Olimpik Karate*. Ankara: Kartepe Yayınları;1997.

Peelen MV, ve Downing PE. Selectivity for the Human Body in the Fusiform Gyrus. *Journal of Neurophysiology*. 2005;93(1):603-608.

Raichlen DA, Bharadwaj PK, Fitzhugh MC, Haws KA, Torre GA, Trouard TP, Alexander GE. Differences in resting state functional connectivity between young adult endurance athletes and healthy controls. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016;10:610.

Ramachandran VS. *Brain Encyclopedia*. Boston: Academic Press; 2002, 404-512.

Schlaug G, Jancke L, Huang Y, Staiger JF, Steinmetz H. Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*. 1995;33(8):1047-1055.

Scholz J, Klein MC, Behrens TEJ, Berg HJ. Training Induces Changes in White Matter Architecture. 2009;12(11):1370-1371

Shura RD, Hurley RA, Taber KH. Insular Cortex: Structural and Functional Neuroanatomy. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*. 2014;26(4):276-282.

Sladky R, Friston KJ, Tröstl J, Cunnington R, Moser E, Windischberger C. Slice-timing effects and their correction in functional MRI. *NeuroImage*. 2011;58:588-594.

Suetens P. Fundamentals of Medical Imaging. Fonksiyonel Nöroanatomi. 1. Baskı Cambridge UK: Cambridge University Press; 2012.

Tan XY, Pi YL, Wang J, Li XP, Zhang LL, Dai W, Zhu H, Ni Z, Zhang J, Wu Y. Morphological and functional differences between athletes and novices in cortical neuronal networks. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016;10:660

Taner D, Sancak B, Akşit D, Cumhuri M, İlgi S, Kural E, Başar R, Önderoğlu S, Hayran M, Çelik HH, Sargon MF, Sürücü HS, Taşcıoğlu B, Yener N, Atasever A, Durgun B, Özkul E. Motor bölgeler: Taner D. ed. Fonksiyonel Nöroanatomi. 15. Baskı Ankara: ODTÜ Yayıncılık; 2015, s: 265-281.

Taubert M, Draganski B, Anwander A, Müller K, Horstmann A, Villringer A, Ragert P. Dynamic Properties of Human Brain Structure: Learning –Related Changes in Cortical Areas and Associated Fiber Connections. 2010;30(35):11670-11677.

Turner R, Howseman A, Rees GE, Josephs O, Friston K. Functional magnetic resonance imaging of the human brain: data acquisition and analysis. *Experimental Brain Research*. 1998;123:5-12.

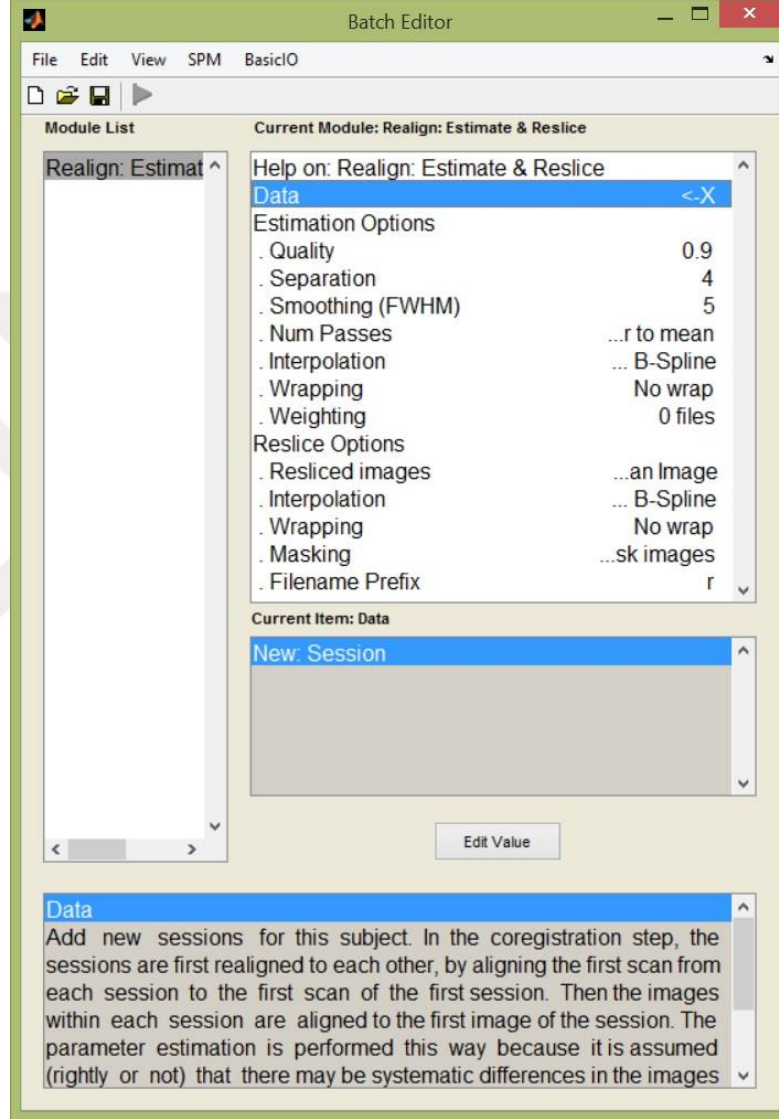
Wang B, Fan Y, Lu M, Li S, Song Z, Peng X, Zhang R, Lin Q, He Y, Wang J, Huang R. Brain anatomical networks in World class gymnasts: a DTI tractography study. *Neuroimage*. 2013;15(65):476-487.

Wei G, Luo J, Li Y. Brain structure in diving players on MR imaging studied with voxel-based morphometry. *Natural Science*. 2009;19:1397-1402.

World Karate Federation. Kata and Kumite Competition Rules. 2017.

## Ek 1

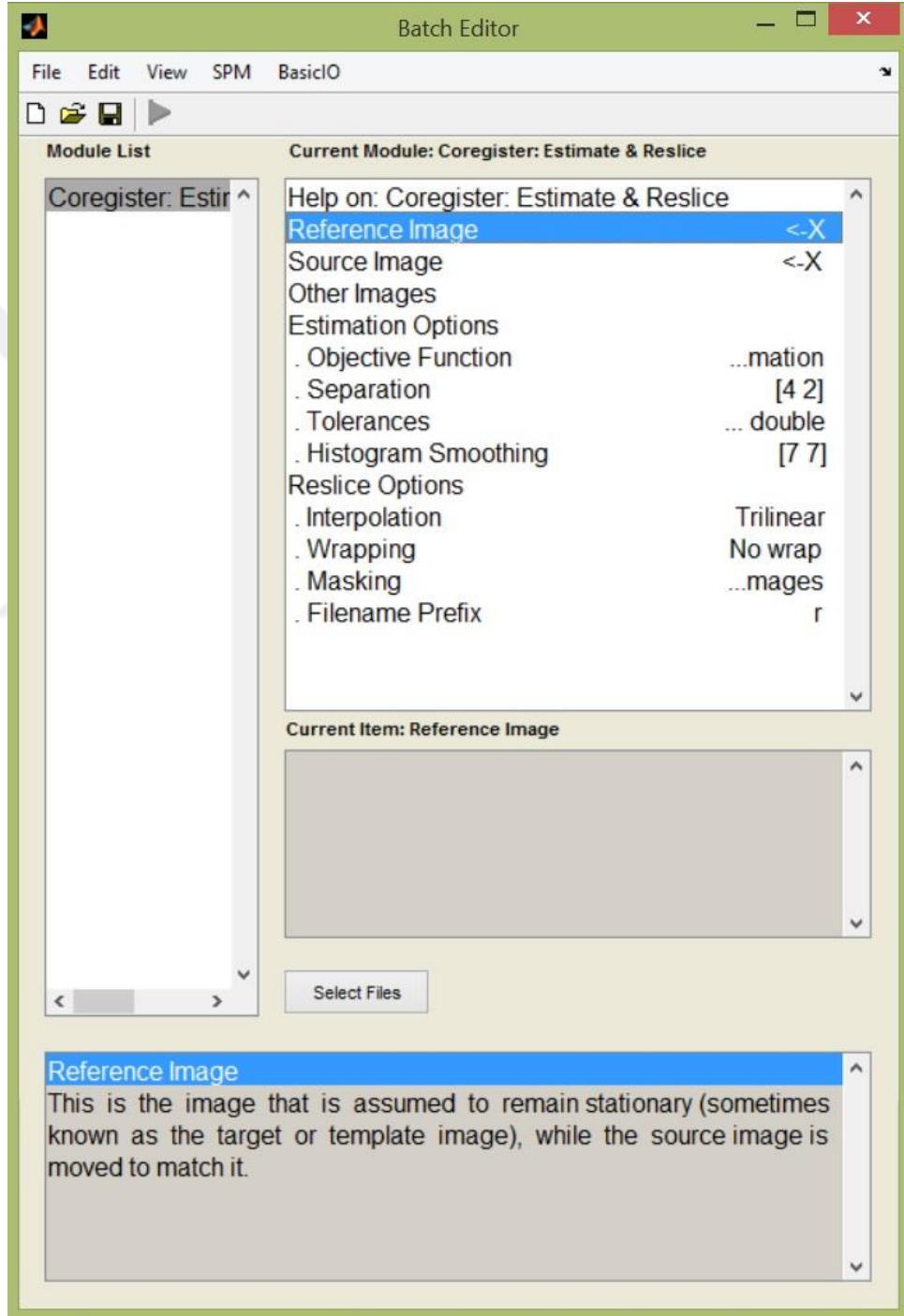
### Yeniden Hizalama İşlemi Pencere Görüntüsü





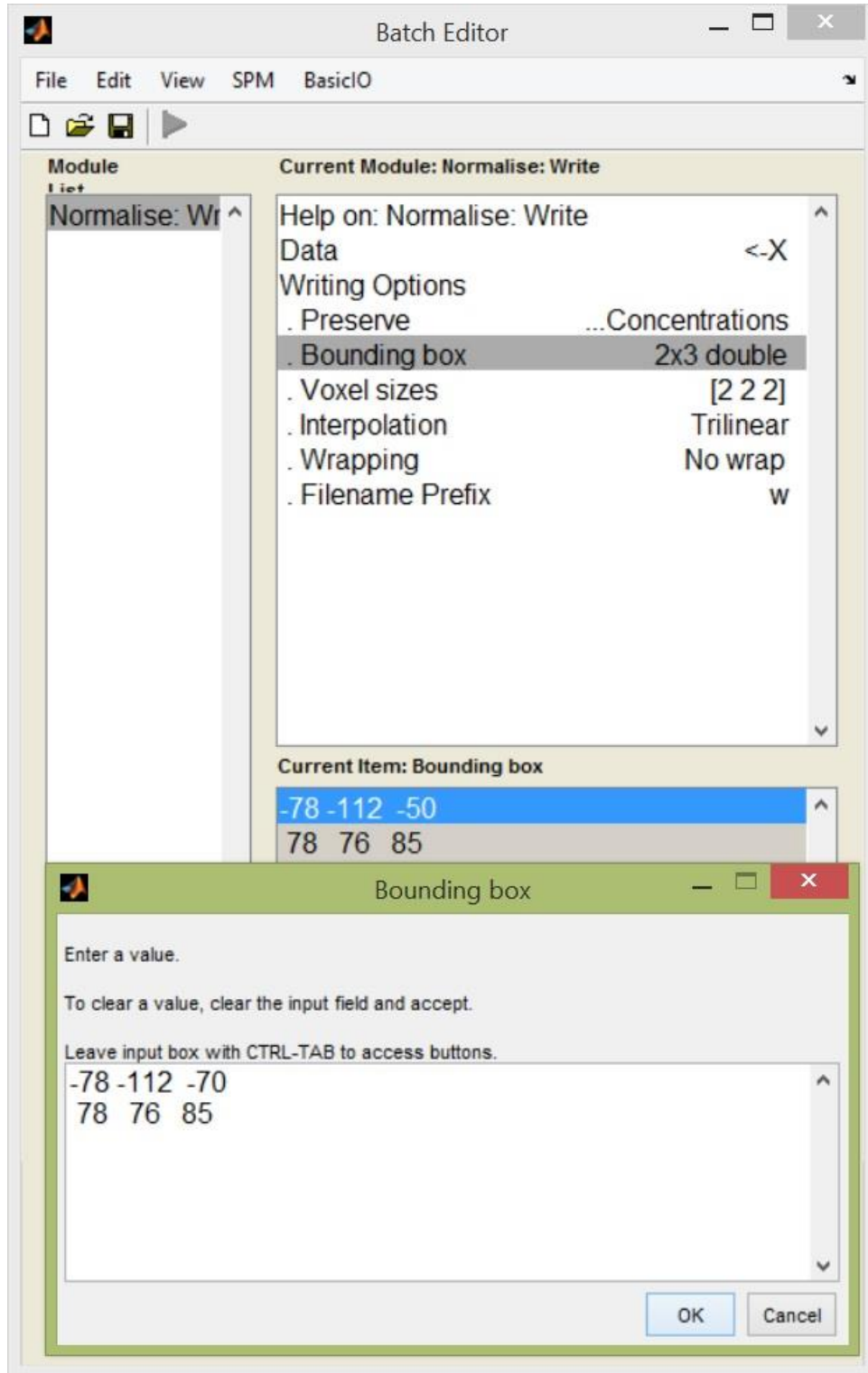
## Ek 2

### Çakıştırma İşlemi Pencere Görüntüsü



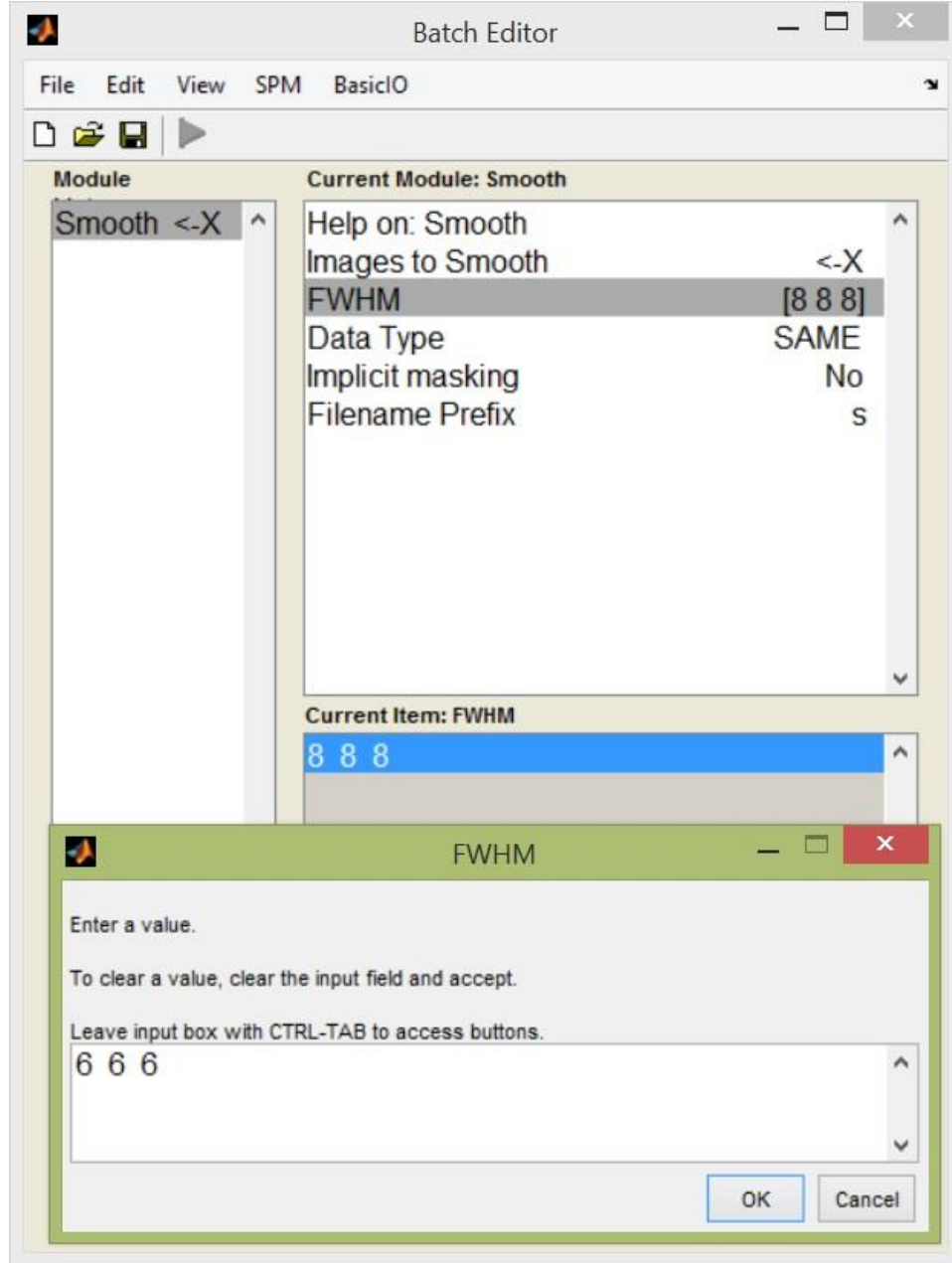
### Ek 3

#### Normalizasyon İşlemi Pencere Görüntüsü



## Ek 4

### Yumuşatma İşlemi Pencere Görüntüsü



## HUBAL Form 1

Hulusi Behçet Yaşam Bilimleri Araştırma  
Laboratuvarı

PROTOKOL NO :  
ETİK KURUL NO :  
DOĞUM TARİHİ :  
HASTA ADI SOYADI :  
YER :  
TARİH :

## MRG İNCELEMESİ

MRG incelemesi öncesinde size birtakım sorular sorulacaktır. MRG cihazındaki kuvvetli manyetik alan, vücudunuzun içindeki veya üzerindeki herhangi bir metalde yanmaya, yerinden oynamaya ya da elektrik akımına neden olabilir. **UYARI: Vücudunuzun içinde ya da üzerinde metal bir obje varsa bu sizin için ÇOK TEHLİKELİ olabilir!** Lütfen bu formu dikkatlice ve doğru bir biçimde doldurunuz. Lütfen size uygun olan yanıtı (Evet veya Hayır) yuvarlak içine alınız.

1. Vücudunuzda metal ya da metal içermesi olası objeler var mı? Varsa aşağıdaki kutucukları işaretleyin ve ayrıntısını verin.

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Anevrizma klipsi  | <input type="checkbox"/> Radyasyon tohumları ya da implantları                  |
| <input type="checkbox"/> Kardiyak pacemaker (kalp pili)                                    | <input type="checkbox"/> Medikasyon yamaları (patch)                            |
| <input type="checkbox"/> Implante kardiyoverter defibrilatör (şok cihazı)                  | <input type="checkbox"/> Herhangi bir metalik parça ya da yabancı cisim         |
| <input type="checkbox"/> Elektronik implant ya da cihaz                                    | <input type="checkbox"/> Meme dokusu ekspanderi (balon, genişletici)            |
| <input type="checkbox"/> Manyetik stent, filtre ya da bobin                                | <input type="checkbox"/> Cerrahi zmbalar, klipsler                              |
| <input type="checkbox"/> Nörostimülator, derin beyin stimülatorü                           | <input type="checkbox"/> Kemik ya da eklemlerde pim, vida, çivi, tel, plak      |
| <input type="checkbox"/> Omur ilik stimülatorü   | <input type="checkbox"/> Rahim içi cihaz, vajinal diyafram ya da vajinal pesari |
| <input type="checkbox"/> İnternal elektrod ya da teller                                    | <input type="checkbox"/> Takma dişler, kısmi damak ya da diş teli               |
| <input type="checkbox"/> Kemik büyüme /kemik füzyon stimülatorü                            | <input type="checkbox"/> Kalıcı makyaj ya da göz kalemi (eyeliner)              |
| <input type="checkbox"/> Koklear, otolojik ya da diğer kulak implantları                   | <input type="checkbox"/> Vücut piercing takısı                                  |
| <input type="checkbox"/> İnsülin ya da diğer infüzyon pompaları                            | <input type="checkbox"/> Göz kapağı yayı ya da teli                             |
| <input type="checkbox"/> Implante ilaç infüzyon cihazı                                     | <input type="checkbox"/> Sıcaklık probu   |
| <input type="checkbox"/> Herhangi bir çeşit protez (göz, penil, vb.)                       | <input type="checkbox"/> Işıtmeye cihazı (girişten önce çıkartınız)             |
| <input type="checkbox"/> Kalp kapakçığı protezleri   |   |
| <input type="checkbox"/> Yapay ya da proteetik uzuv  |   |
| <input type="checkbox"/> Programlanabilir / <input type="checkbox"/> programlanamayan şant |   |
| <input type="checkbox"/> Civa uçlu beslenme sondası  |   |

Evet

Hayır

Evet

Evet

Hayır

Hayır

2. Daha önce gözünüzden metal bir obje ya da parçayla yaralandınız mı?

3. Metal bir obje ya da yabancı bir cisimle yaralandığınız oldu mu (örneğin; saçma, mermi, şarapnel)

4. Daha önce herhangi bir ameliyat olduysanız aşağıya yazınız.

Boy \_\_\_\_\_ Kilo \_\_\_\_\_ Tarihi \_\_\_\_\_

KADINLAR İÇİN: Gebe olma olasılığınız var mı? \_\_\_\_\_  
Emzirme döneminde misiniz? \_\_\_\_\_

Evet

Hayır

Evet

Hayır

Evet

Hayır

MRG taraması ile ilgili sıkça sorulan sorular formunu okuyup anladığınızı onaylıyorsanız lütfen aşağıya imzanızı atınız. Herhangi başka bir sorunuz olursa hekimimize danışabilirsiniz.

Formu dolduran kişinin adı soyadı, imzası \_\_\_\_\_ :

Hastanın/ebeveynin/vekilinin imzası \_\_\_\_\_ :

MRG çekimini yapan kişinin adı soyadı, imzası \_\_\_\_\_ :

Araştırmacının adı soyadı, imzası \_\_\_\_\_ :

Tarih ve Saat : \_\_\_\_\_

DUR

Sorumlu kişi ile görüş

DEVAM

Protokole göre devam et

## HUBAL Form 2

Hulusi Behçet Yaşam Bilimleri Araştırma Laboratuvarı

### HASTALAR İÇİN AÇIKLAMALAR

MR çekim odasına girmeden önce yapmanız gerekenler aşağıda sıralanmıştır. Söylenenleri yapmamanız oda içindeki kuvvetli manyetik alan nedeniyle çekim yapacak kişi ve sizin için **ÇOK TEHLİKELİ** sonuçlara neden olabilir!

1. Varsa takılarınızı (örneğin; kolye, künye, küpe, bileklik, yüzük) **MUTLAKA çıkartınız!**
2. Vücudunuzdaki piercingleri **MUTLAKA çıkartınız!**
3. Her türlü saç tokası (tel toka, firkete, metal tokalar, çıtçıtlı toka vb.) ve aksesuarlarını (taç, peruk, kaynak saç, postiş vb.) **MUTLAKA çıkartınız!**
4. Varsa protez diş, takma diş ve yapay damaklarınızı **MUTLAKA çıkartınız!**
5. Varsa işitme cihazlarınızı **MUTLAKA çıkartınız!**
6. Varsa gözlüğünüzü **MUTLAKA çıkartınız!**
7. Saat, çağrı cihazı, cep telefonu, kredi ve banka kartları ile manyetik şeritli diğer tüm kartları **MUTLAKA çıkartınız!**
8. Metal kopçalı, metal askılı ya da fermuarlı kıyafet ve iç çamaşırlarınızı **MUTLAKA çıkartınız!**
9. Üzerinizde toplu iğne, çengelli iğne, cımbız, tırnak makası, bozuk para, kalem vb. **metaller** varsa **MUTLAKA çıkartınız!**
10. MRG çekimi sırasında, bazı hastalar gürültüyü rahatsız edici bulabilirler veya bu gürültü işitmelerini etkileyebilir. Dolayısıyla isterseniz kulak tıkacı ya da kulaklık kullanabilirsiniz.

*Bu formu okudum, tüm içeriğini anladım ve gerekenleri yaptım. Bu formdaki bilgilerle ilgili olarak soru sorma fırsatım oldu.*

Katılımcının/Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_

İmzası: \_\_\_\_\_

Araştırmacının Adı Soyadı: \_\_\_\_\_

İmzası: \_\_\_\_\_

Tarih: \_\_\_\_\_

## Etik Kurul Onayı



Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	09.2016.414
	PROJE ADI	Elit Karate Sporcularında Dinlenim Durumu Fonksiyonel Beyin Sinir Ağlarındaki Farklılık Analizi
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI/ADI	Yrd. Doç. Dr. Deniz DURU

KARAR BİLGİLERİ	Tarih	15.07.2016
	Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve gerçekleştirilmesinde sakınca bulunmadığı için Kurulumuzca onaylanmasına ay birliği ile karar verilmiştir. Onay sonrasında yapılacak her türlü proje değişiklikleri (katılımcılar, başlık vb.) veya protokol değişikliklerinin Etik Kurulu bildirilerek projeye onayın yenilenmesi gerekmektedir.	

ÜYELER						
Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu / EK Üyeligi	Onaylanan Proje ile İlişkisi		Toplantıya katılım	İmza
Prof.Dr. Haner DİRESKENELİ	Romatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/ Başkan	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Tülin ERGUN	Dermatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Başkan Yrd.	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Handan KAYA	Patoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. M.Bahadır GÜLLÜOĞLU	Genel Cerrahi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Atilla KARAALP	Farmakoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Semra SARDAŞ	Eczacı	M.Ü Eczacılık Fak.Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Başak DOĞAN	Diş Hekimi	M.Ü Diş Hekimliği Fak./Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Doç.Dr. Talay GÜRAN	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Doç.Dr. Beste Melek ATASOY	Radyasyon Onkolojisi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Doç.Dr. Meltem KORAY	Diş Hekimi	İstanbul Üniv. Diş Hekimliği Fak./Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Doç.Dr. Tolga GÜVEN	Tıp Tarihi ve Etik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Doç. Dr. Gürkan SERT	Hukukçu	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Yrd.Doç.Dr. Figen DEMİR	Halk Sağlığı	Achadem Üniv. Tıp Fak.	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Yrd.Doç.Dr. Pınar Mega TİBER	Biyofizik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	
Gülden Aynur MİRZA	Sağlık Memuru olmayan kişi	Serbest	Var	Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır	

## Ek 8

### Çalışma Onayı

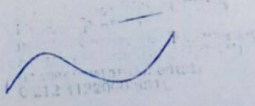
**T.C.**  
**İstanbul Üniversitesi**  
**Hulusi Behçet Yaşam Bilimleri Laboratuvarı**

14.04.2016

**MARMARA ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
Etik Kurulu

Yürütücülüğünü Yrd. Doç. Dr. Adil Deniz Duru'nun yaptığı "Elit Karate Sporcularında Dinlenme Durumu Fonksiyonel Beyin Sınır Ağlarındaki Farklılık Analizi" başlıklı araştırma projesinin fMRI analizleri laboratuvarımız tarafından gerçekleştirilecek olup, çalışmanın yapılması uygundur.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

  
Prof. Dr. Uğur Özbek  
Laboratuvar Sorumlusu

## ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2009 yılında Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda Antrenörlük Eğitimi lisans programına başladı. 2013 yılında lisans eğitimini tamamlayarak aynı kurumda Hareket ve Antrenman Bilimleri yüksek lisans programında eğitimine devam etmektedir. Çeşitli spor branşlarında performans geliştirmeye yönelik çalışmış olup Karate Do branşına yönelik antrenörlük sürecinde ulusal ve uluslararası başarılar elde etmiştir.

**Adı Soyadı:** Taylan Hayri BALCIOĞLU

**Doğum Tarihi:** 03.10.1989

### **Derece - Alan - Üniversite - Yıl**

**Lisans:** Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi (2009 – 2013)

**Yüksek Lisans:** Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Hareket ve Antrenman Bilimleri (2013 - )