

**T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TAKIM SPORU YAPAN KİŞİLERDE HEMİSFERİK
FARKLILIKLARIN UYARILMA POTANSİYELLERİ
İLE BELİRLENMESİ**

**Tezi Hazırlayan
Tuğba BÖRKLÜ**

**Tezi Yöneten
Prof. Dr. Nazan DOLU**

**Fizyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Ağustos 2008
KAYSERİ**

**T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TAKIM SPORU YAPAN KİŞİLERDE HEMİSFERİK
FARKLILIKLARIN UYARILMA POTANSİYELLERİ
İLE BELİRLENMESİ**

**Tezi Hazırlayan
Tuğba BÖRKLÜ**

**Tezi Yöneten
Prof. Dr. Nazan DOLU**

**Fizyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından EÜBAP-SBT-07-44 nolu
proje ile desteklenmiştir**

**Ağustos 2008
KAYSERİ**

II

Prof. Dr. Nazan DOLU danışmanlığında **Tuğba BÖRKLÜ** tarafından hazırlanan “**Takım Sporu Yapan Kişilerde Hemisferik Farklılıkların Uyarılma Potansiyelleri İle Belirlenmesi**” konulu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Fizyoloji** Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

.../.../2008

JÜRİ :

İmza

Başkan : Prof. Dr. Nazan DOLU

Üye : Prof. Dr. Cem SÜER

Üye : Yrd. Dç. Dr. Alpaslan YILMAZ

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulununtarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Meral AŞÇIOĞLU

TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında bilgi ve yardımlarıyla beni yönlendiren, sabır ve desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Nazan Dolu'ya,

Tezimin analiz aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Cem Süer' e Uyumlu bir çalışma ortamı sağlayarak destekde bulunan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Sami Aydoğan, Prof. Dr. Nurcan Dursun, Prof. Dr. Meral Aşçıoğlu ve Prof. Dr. Bekir Çoksevim'e

Çalışmamıza katılan sporcu deneklerin bize ulaşmasını sağlayan Sayın Alpaslan Yılmaz ve Hale Kula'ya,

Çalışmamın istatistik aşamasında yardımlarını esirgemeyen sevgili asistan arkadaşım Seda Artış'a,

Çalışmalarımnda maddi ve manevi desteğinden dolayı sevgili eşim Dr. Emin Börklü' ye

Ve hayatımın her aşamasında manevi destek, sabır ve yardımlarını esirgemeyen, her koşulda bana inanan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

TAKIM SPORU YAPAN KİŞİLERDE HEMİSFERİK FARKLILIKLARIN UYARILMA POTANSİYELLERİ İLE BELİRLENMESİ

ÖZET

Serebral lateralizasyon, beynin sağ ve sol hemisferleri arasındaki anatomik ve işlevsel farklılaşma olarak tarif edilmektedir. Hemisferlerin her birinin farklı görevleri vardır ve baskın olan hemisfer, diğerine göre kendi görevlerini daha iyi biçimde yerine getirmektedir. Uyarılma potansiyelleri ise ses, ışık vb. uyarandan sonra, beynin spontan aktivitesinde ortaya çıkan değişikliklerdir. Çalışmamızda, spor yapan kişilerde hangi hemisferin ve/veya hemisferlerin daha etkin olduğunun uyarılma potansiyelleri (UP) ile araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışma 21 (10 sağlak, 11 solak) sağlıklı sporcu, 22 (11 sağlak, 11 solak) sağlıklı kontrolde gerçekleştirildi. Sporcuların sağlak ya da solak olmaları Annet el tercihi anketi ve hemisferik dominantlık testi ile belirlenip uyarılma potansiyel kayıtları saçlı deriden Ag/AgCl elektrot aracılığı ile T3, P3, T4, P4 beyin bölgelerinden alınmıştır. Oddball paradigması ile standart ve hedef ses uyarıları uygulanıp elde edilen kayıtlarda N1, N2, P2, P3 dalgalarının latans ve genlikleri analiz edilmiştir.

Sporcu ve kontrol grubunun bölgelere göre alınan kayıtlarında genlik ve latans değerlerinin karşılaştırmalarında, sporcu grubunda standart uyarılarda T3 bölgesinde P3 dalgasının genliği istatistiksel olarak daha büyük ($p<0.05$), P4 bölgesinde N1 dalgasının latansı daha uzun ($p<0.05$) bulunmuştur. Hedef uyarılarda ise sporcu grubunda T3 bölgesinde N2 ve P3 dalgasının genliği, P3 ve T4 bölgesinde P3 dalgasının genliği istatistiksel olarak daha büyük ($p<0.05$) bulunmuştur.

Ambidekstralite (her iki ellilik) ve sol el kullanımı, bazı çevresel sebepler ile desteklenmekte, özellikle basketbol ve hentbol oynayanlarda, boks ve güreş yapanlarda, heykeltıraşlarda, cerrahlarda ve çalgı çalanlarda, bu tip bir dominans görülmekte ve önemli avantajlar sağladığı düşünülmektedir. Çalışmamızda, sporcularda her iki hemisferin kontrol grubuna göre daha aktif olduğu gösterilmiştir. Bu bağlamda, sporun kognitif fonksiyonları geliştirebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler : Sporcu, hareket, P300; serebral lateralizasyon

INVESTIGATION OF HEMISPHERIC ASYMMETRY WITH EVOKED POTENTIALS IN INDIVIDUAL AND TEAM SPORTSMAN

ABSTRACT

Cerebral laterization is defined as the anatomical and functional differentiation between the left and right of the brain. Each hemisphere has different functions and dominant hemisphere carries out its functions better than the other does. Moreover, the potential of stimulations (UP) are the differences that appear in the spontaneous activity of the brain following a sound, light etc. In this study it's aimed to research through their potential of stimulation (UP) which hemisphere is or/and hemispheres are more effective in people joining team sports.

This study is carried with 21 healthy sportsmen (10 right handed, 11 left handed), 22 healthy control (11 right handed, 11 left handed). Whether the sportsmen are left handed or right handed is determined by means of Annet questionnaire of hand preference and the records for the potential of stimulation are taken from haired skinned of T3, T4, P3, P4 brain areas by means of Ag/AgCl electrodes. With Oddball paradigm standard and target sound stimulations are applied and the resulting records the latense and amplitude of N1, N2, P2, P3 waves are analyzed.

In the sectional records of sportsmen and controls, it is found from the comparison of the amplitude and latense values that statistically, the amplitude of P3 wave in T3 area of the standard stimulations in sportsmen group is higher ($p < 0,05$), and in P4 section the latense of N1 wave is longer ($p < 0,05$). As for the target stimulations, the amplitude of N2 and P3 waves in T3 region and the amplitude of P3 waves in P3 and T4 areas are found to be higher ($p < 0,05$) statically in sportsmen group.

Ambidexterity (being both-handed) and using left hand are supported by some environmental reasons and such dominance is seen especially among the people playing basketball and handball, people wrestling and boxing, sculptors, surgeons and people playing an instrument and it is thought that this makes a significant advantage. In our study, it is shown that both hemispheres are more active in sportsmen group than in control group. In this respect, it is concluded that sports can improve cognitive functions.

Keywords: sportsmen, movement, P300, cerebral laterization

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇ KAPAK	I
KABUL VE ONAY SAYFASI	II
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. HEMİSFERİK FARKLILIK.....	3
2.1.1. Hemisferlerin Anatomisi.....	4
2.1.2. Sağ Hemisferin Özellikleri	6
2.1.3. Sol Hemisferin Özellikleri	7
2.1.4. Sağ ve Sol Hemisfer Ayrımı.....	7
2.1.5. Hemisferik Farklılık İnceleyen Diğer Çalışmalar	9
2.1.6. Hemisferik Farklılıklara Uygulanan Diğer Anket ve Testler	13
2.1.6.1. Edinburgh Oldfield Anketi.....	13
2.1.6.2. Mc Manus (Fırlatan El)Testleri	13
2.1.6.3. Çivi Takma Testi	13
2.1.6.4. Geschwind El Tercihini Belirleme Formu	14
2.2. UYARILMA POTANSİYELLERİ (UP), OLAY İLİŞKİLİ ENDOJEN POTANSİYELLER (OİP) VE P300.....	14
2.2.1. UP ve OİP Tanımı	14
2.2.2. UP ve OİP İçin Uyarıcı Modalitesi ve Uyarıcı Tipleri.....	15
2.2.3. Uyarılma Potansiyeli Tipleri.....	16
2.2.3.1. Somatosensoriyal Uyarılma Potansiyelleri (SEP)	16
2.2.3.2. İşitsel Uyarılma Potansiyelleri (AEP)	16
2.2.3.3. Görsel Uyarılma Potansiyelleri (VEP)	17
2.2.4. P300.....	17

	<u>Sayfa No</u>
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	20
3.1. DENEY GRUPLARI.....	21
3.2. ANNET TESTİ.....	21
3.3. HEMİSFERİK DOMİNANTLIK TESTİ.....	21
3.4. UP KAYIT SİSTEMİ VE VERİ ANALİZİ.....	21
3.4.1. Uyarın Modeli.....	23
3.4.2. Elektrot Yerleştirilmesi ve Kayda Hazırlama.....	23
3.4.3. UP Kayıt Sistemi.....	24
3.5. UYARILMA POTANSİYELLERİNİN KAYDI VE ANALİZİ.....	26
3.6. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME.....	27
4. BULGULAR.....	28
4.1. ANNET EL TERCİHİ ANKETİ.....	29
4.2. HEMİSFERİK DOMİNANTLIK TESTİ.....	30
4.3. UYARILMA POTANSİYEL KAYITLARI.....	30
4.3.1. UYARILMA POTANSİYEL KAYITLARININ GRUPLAR ARASI KARŞILAŞTIRILMASI.....	30
4.3.2. KONTROL VE DENEY GRUPLARINDA SAĞ-SOL HEMİSFER KARŞILAŞTIRMALARI.....	35
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	36
5.1. ANNET VE HEMİSFERİK DOMİNANTLIK TESTİ.....	36
5.2. UYARILMA POTANSİYEL KAYITLARI.....	38
5.3. SAĞ VE SOL HEMİSFER KARŞILAŞTIRILMASI.....	40
6. KAYNAKLAR.....	41
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLO, GRAFİK, ŞEKİL VE RESİM LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 4.1. Kontrol ve sporcu grubundaki subjelerin cinsiyete göre yüzdeleri	28
Tablo 4.2. Kontrol grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarandaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki genlik değişimleri	31
Tablo 4.3. Kontrol grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarandaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki latans değişimleri	31
Tablo 4.4. Sporcu grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarandaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki genlik değişimleri	32
Tablo 4.5. Sporcu grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarandaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki latans değişimleri	32
Grafik 4.1 Annet El Tercihi Testi sonuçları	29
Grafik 4.2 . Hemisferik Dominantlık Testi	30
Grafik 4.3. Standart uyaranda bölgelere göre N1 latansı karşılaştırılması	33
Grafik 4.4. Standart uyaralarda bölgelere göre P300 genliklerinin karşılaştırılması	34
Grafik 4.5. Kontrol ve sporcu grubunda hedef uyaralarda bölgelere göre N2 ve P3 genliklerinin karşılaştırılması	35
Şekil 2.1. Hemisferlerin anatomisi	6
Şekil 2.2. Sol ve sağ hemisferlerin özellikleri	7
Şekil 3.1. Elektrot bölgelerinin yerleşimi.....	24
Şekil 3.2. Analiz sonucunda elde edilen dalgaların görünümü.....	26
Resim 3.1. UP kaydı için kullanılan deney sistemi	22
Resim 3.2. UP kayıtlarının analizi	22
Resim 3.3. UP kaydı için deneklere elektrot yerleşimi	23
Resim 3.4. UP kayıt sistemi	25

KISALTMALAR

Ag/AgCl	: Gümüş/Gümüşklorür
N1	: 94-110 ms arasındaki maksimum negatiflik
N2	: 208-271 ms arasındaki maksimum negatiflik
P2	: 150-191 ms arasındaki maksimum pozitiflik
P3	: 279-338 ms arasındaki maksimum pozitiflik
EEG	: Elektroensefalografi, Elektroensefalogram
UP	: Uyarılma Potansiyeli
SAA	: Subaraknoid aralık
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
TMS	: Transkraniyal Manyetik Stimülasyon
ÇTZ	: Çivi Takma Zamanları
OİP	: Olay İlişkili Endojen Potansiyeller
EP	: Evoked Potential
SEP	: Somatosensoriyal Uyarılma Potansiyeller
AEP	: İşitsel Uyarılma Potansiyelleri
VEP	: Görsel Uyarılma Potansiyelleri
dB	: Desibel
Hz	: Hertz
Ms	: milisaniye
μ V	: mikrovolt
n	: Denek sayısı

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Spontan EEG kaydı sırasında deneğe fiziksel bir uyaran (işitsel, elektriksel, görsel) verildiğinde spontan aktivitede yaklaşık bir saniye süreyle meydana gelen değişikliklerin oluşturduğu cevaba “Uyarılma Potansiyelleri (UP)” adı verilir. UP'nin endojen ve eksojen komponentleri bulunmaktadır. Endojen potansiyellerin en iyi bilineni P300 (ya da P3)'dür. P300'ün incelenmesi yüksek beyin fonksiyonlarının değerlendirilmesine ileri objektif ve kantitatif bir yaklaşım getirir. P300, bilişsel işlevlere bağlı nöral olayların bir belirtici olduğundan yoğun olarak psikofizyolojik araştırmalara konu olmuştur. Çeşitli araştırmacılar, P300'ün karar vermenin bir belirtisi, belirsizliğin çözümü, görevin yerine getirilmesi gibi olaylar sonucu oluştuğunu bildirmişlerdir.

Hemisferik farklılık (serebral lateralizasyon), serebral hemisferlerin bir takım spesifik nörolojik fonksiyonların kazanılması, uygulanması ve kontrolünde gösterdikleri farklı yeteneklerdir. İnsan beyninin sağ ve sol yarımküre şeklindeki ikili sınıflandırmasında beyinin sağ tarafının vücudun sol tarafındaki hareketleri, sol tarafının ise vücudun sağ tarafındaki hareketleri kontrol ve düzenleme rolünü üstlendiği bulunmuştur.

Literatürde hemisferik asimetri ile ilgili pek çok sayıda araştırmalar bulunmaktadır. Ancak spor yapan kişilerde yapılmış az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Araştırmalarda profesyonel sporcular arasında solaklık oranları hesaplanmış, başta hentbol, futbol ve beyzbol olmak üzere birçok spor dalında solakların oranının yüksek olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda, spor yapan kişilerde hangi hemisferin ve/veya hemisferlerin daha etkin olduğunun uyarılma potansiyelleri (UP) ile araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. HEMİSFERİK FARKLILIK

Hemisferik farklılık, serebral hemisferlerin bir takım spesifik nörolojik fonksiyonların kazanılması, uygulanması ve kontrolünde gösterdikleri farklı yeteneklerdir. Serebral lateralizasyon yüksek serebral fonksiyonlar ve bunların bozukluklarının anlaşılması için gerekli bilimsel yaklaşımın temelini oluşturur (1).

Serebral dominans bazı nörolojik fonksiyonların performansı ve kontrolünde beyin hemisferlerinin diğerine baskınlığını ifade eder. İnsanda verbal fonksiyonlar sol hemisferde uzaysal fonksiyonlar ise sağ hemisferde daha dominanttır (2).

Serebral lateralizasyon, beynin asimetric işlevlerinin oluşmasında rol alan organik mekanizmaları içeren bir kavramdır. Dax'ın, 1836'da ilk kez dil için sol hemisferin baskın olduğunu tanımlamasının ardından, 1860'da Broca'nın afazilerin beynin bir yarısındaki sınırlı bir lezyon sonucu olduğu yönündeki çalışması ile serebral lateralizasyon kavramı bilim dünyasındaki yerini almıştır. Broca bir hemisferin belirli bir işlevden ağırlıklı olarak sorumlu olduğunu ileri sürmüştür (3). Broca'nın afazik olgularının tümünde lezyon soldaydı. Bu nedenle o, insanlarda baskın olan sağ ellilik ile konuşmadaki baskınlık arasında bir ilişki kurdu. Sağlaklar için sol hemisferin, solaklar

içinde sağ hemisferin etkin olduğunu ileri sürdü. Bu düşünce karmaşık etkinliklerde sol hemisferin büyük bir rol oynadığına, sağ hemisferin ise sessiz bölüm olarak ancak küçük bir role sahip olduğuna işaret etmekteydi (4). 1860'lardan başlayarak anatomik, embriyolojik, patolojik, kimyasal, hormonal ve psikolojik çalışmalar sonucunda bugün beyin lateralizasyonu konusunda önemli gelişmeler kaydedilmiştir (5). Hemisferik asimetrinin, bazı nörolojik fonksiyonların performansı ve kontrolünde beyin hemisferlerinin gösterdikleri farklı yetenekler olduğu gösterilmiş (1) ve hemisferik asimetrinin sonucu olan davranışsal asimetri bir çoğu tanımlanmıştır. En belirgin asimetri el tercihidir. Lateralizasyonun belirlenmesinde, el tercihinin, böylelikle el tercihi açısından baskın olan beyin bölgesinin saptanması kullanılır(5).

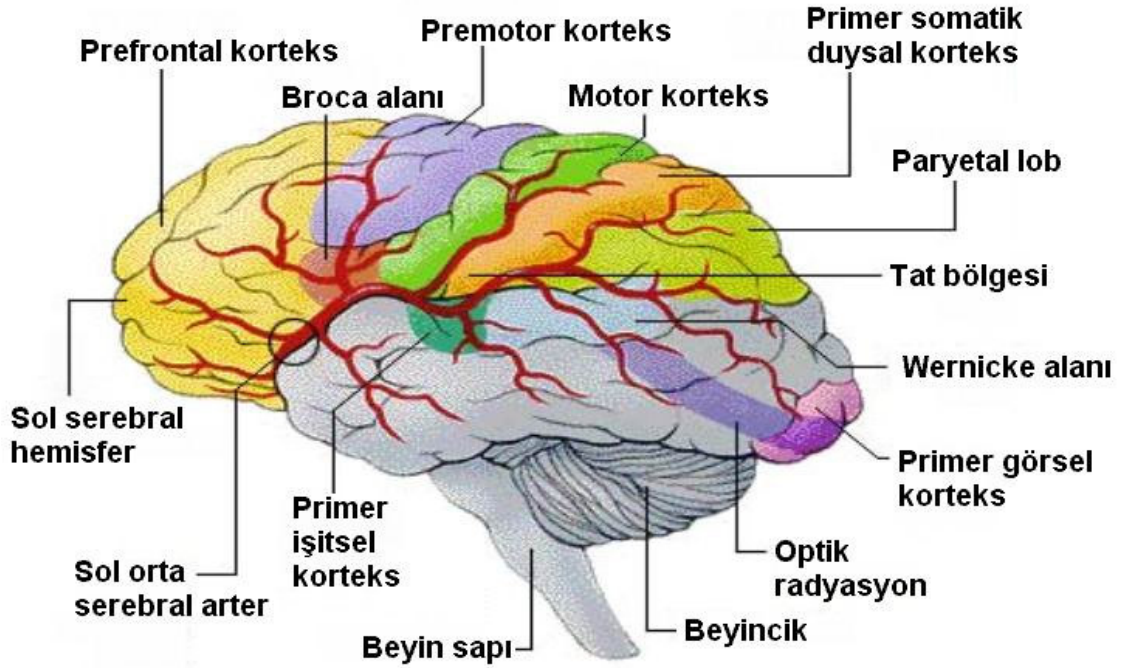
2.1.1. Hemisferlerin Anatomisi

Sinir sisteminin santral ve periferik olmak üzere iki bölümü vardır. Santral sinir sistemi de beyin ve medulla spinalis'ten oluşur. Embriyolojik dönemde nörol tübün kaudal parçasından medulla spinalis, rostral parçasından ise önden arkaya doğru prosencephalon (ön beyin), mesencephalon (orta beyin) ve rhombencephalon (arka beyin) gelişir. Ön beyin bölünmesi ile serebral hemisferler ve diensefalon yapıları ortaya çıkar. Arka beyinden pons, bulbus (medulla oblongata) ve serebellum gelişir. Santral sinir sisteminin mezensefalon, pons ve bulbustan oluşan parçasına beyin sapı adı verilir.

Merkezi sinir sistemi ile onu çevreleyen zarlar kemik ile örtülüdür. Beyin, yassı kemiklerden oluşan kafatası boşluğunda, medulla spinalis ise vertebral kanalda yerleşmiştir. Santral sinir sistemini çevreleyen üç zar (meninks) vardır. Bu zarlar, dıştan içe doğru giderek incelik ve sırayla dura mater, arachnoidea ve pia mater adını alır. Pia mater ile araknoid arasında, içinde beyin-omurilik sıvısının (liquor cerebrospinalis) dolaştığı boşluğa subaraknoid aralık (SAA) adı verilir. Kalın ve esnemeyen bir zar olan dura mater'in kafa boşluğuna doğru iki uzantısı vardır. Bunlardan tentorium cerebelli kafa boşluğunu üst ve alt olmak üzere ikiye böler. Supratentoryel bölgede serebral hemisferler, arka çukur adı da verilen infratentoryel bölgede ise beyin sapı ve serebellum yer alır. İki serebral hemisfer arasındaki duramater uzantısına falx cerebri adı verilir.

Serebral hemisferlerin dış yüzüne bakıldığında beyin yüzeyinin çok sayıda girinti (sulcus) ve çıkıntıdan (gyrus) oluştuğu görülür. Serebral hemisferler, ortasında falx cerebri'nin yer aldığı bir yarık (fissura longitudinalis cerebri) ile birbirinden ayrılır. Yarığın alt bölümünde iki hemisfer arasındaki bağlantıyı sağlayan yoğun lif demetlerinden oluşan corpus callosum yer alır. Corpus callosum, iki hemisfer korteksindeki benzer noktaları bir ayna imajı gibi birbirine bağlar.

Her bir hemisfer dört loba ayrılır. Bu loblar kendilerini örten kemiklerin adını alır. Frontal lob Rolando yarığının (sulcus centralis) önü ve Sylvius yarığının (sulcus lateralis) üstünde yer alır. Rolando yarığı ile fissura parieto-occipitalis arasındaki loba paryetal lob adı verilir. Sylvius yarığının altında temporal lob, temporal ve paryetal lobların arkasında ise oksipital lob yer alır. Serebral hemisferlerin herhangi bir bölgesinde yapılan çıplak gözle incelenmesinde en dıştaki ince bir kesiti bir tabakanın beyin iç kısımlarına göre daha kırmızı- kahverengi olduğu görülür. Bu tabaka, gri maddeden (substantia grisea) yapılmış olan beyin korteksidir. Korteksin kalınlığı 1.5-4.5 mm arasında değişir. Beyin korteksinde 10 milyardan fazla nöron olduğu hesaplanmıştır. Bazı bölgesel değişiklikler göstermekle birlikte, beyin korteksi altı tabakadan oluşur. Korteks altındaki beyaz madde (substantia alba) içinde bazı gri madde adacıkları bulunmaktadır. Nucleus caudatus, nucleus lentiformis gibi gri madde yapılarına bazal nüveler adı verilir (6).

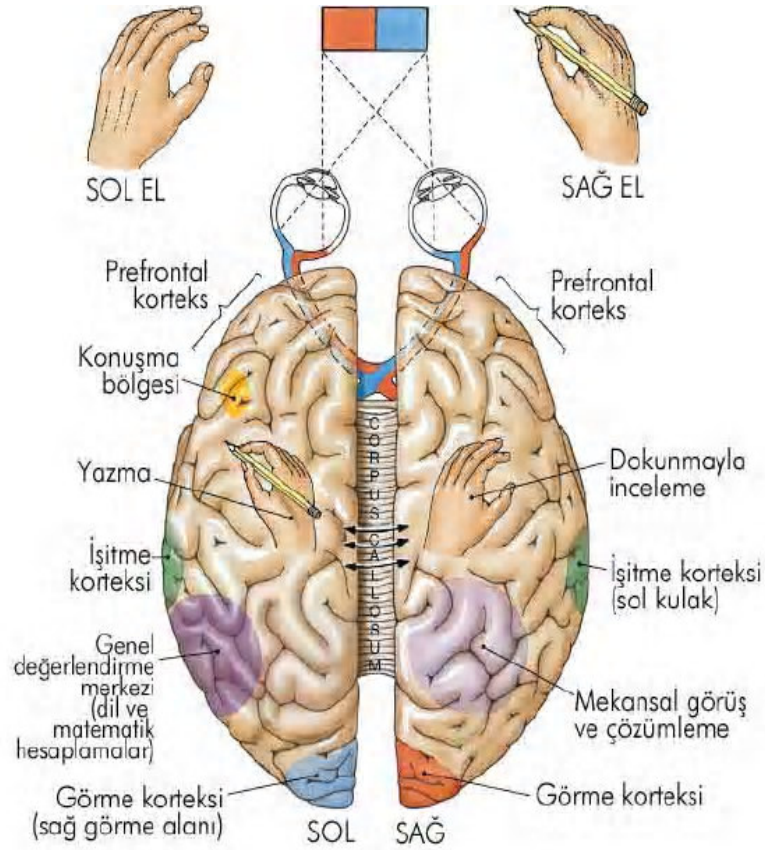


Şekil 2.1. Hemisferlerin anatomisi

2.1.2. Sağ Hemisferin Özellikleri

Evrendeki en karışık yapı insan beynidir. Bu karmaşık yapının işlevleri tam olarak aydınlatılamamıştır. Bu nöronal yapı kafatası boşluğu içinde bulunmaktadır ve iki hemisferden oluşmaktadır. Sağ ve sol hemisferler hem anatomik, hem de işlevsel olarak farklıdır. Baskın olan hemisfer, diğerine göre kendi görevlerini daha iyi biçimde yerine getirmektedir (7).

Sağ hemisfer vücudun sol tarafının kontrolü, sol elin kullanımı, durumun farkında olma, dokunma hissi, yüz ifadelerinin yorumlanması, duygusal ve melodik konuşma, şarkı söyleme, şiir okuma müzik içeriği, duygu, vücut dili ve çevresel seslerin algılanması, görsel, duygusal, yaratıcı, mistik düşünce kavrama yeteneği; uzağın görülmesi, resimlerde ayrıntıları görebilme görsel uzaysal süreç; dans etmek, topu fırlatmak ya da tutmak, üç boyutlu düşünebilmek, görsel simgelerin düşünmesi, manipulasyon yeteneği, cinselliğin yönetimi gibi işlevlerden sorumlu tutulmuştur (8).



Şekil 2.2. Sol ve sağ hemisferlerin özellikleri

2.1.3. Sol Hemisferin Özellikleri

Sol hemisferde tıpkı sağ taraf gibi anatomik ve işlevsel açıdan farklılık göstermektedir. Vücudun sağ tarafının kontrolü, sağ elin kullanımı, dilin bilinçli kullanımı, konuşma, heceleme, okuma, yazma, konuşmanın içeriğini oluşturma, sözel düşünme, sözel zeka, sözel bellek, ritim, ardışık bilgi süreçleri, futbolda gol atma, yürüyüş (asker yürüyüşü gibi tempolu), matematik, daktilo yazmak, dil bilgisi kurallarının öğrenilmesi ve kullanılması, ayrıntıların algılanması gibi işlevlerden sorumludur (8).

2.1.4. Sağ ve Sol Hemisfer Ayrımı

İnsan beyninde gözlenen asimetri, makroskopik yollarla ilgili sitoarşitektonik asimetriyledir (9-12). Neanderthal insanının fosil kafatasları üzerinde silvian fissürlerin izlerine bakıldığında, soldakinin uzun ve gergin oluşu ayrıca, sol oksipital ve sağ frontal lobların daha uzun olmaları bu asimetriyi destekleyen bulgulardan biridir. Broca, sol hemisferin, primer fissürlerinin, embriyolojik yaşam aşamasından itibaren, sağ

hemisferdekilere kıyasla, daha erken geliştiğini belirtmiş ayrıca silvian fissür'ün ve insula'nın sol hemisferdeki ortalama uzunluğunun ve planum temporale'nin genişliğinin, sağ hemisferdeki bölümlere kıyasla daha fazla olduğunu göstermiştir. Serebral kortekste nöronal alanlar içinde hücre yapılanmasının yoğunluğunu karşılaştırma çalışmalarında sol ve sağ hemisferlerin homolog alanları arasında da asimetrisi olduğunu göstermektedir. Sol hemisfer içinde üç ayrı alanda sitoarşitektonik yapı sağdakine oranla daha yoğun bir yapılanma göstermektedir. Her üç alanın da lisan fonksiyonlarının organize olduğu alanlar olduğu dikkat çekicidir. Yollarla ilgili asimetrisinin içinde, özellikle traktus kortikospinalis'le ilgili sol - sağ asimetrisinin varlığı gösterilmiştir.

Sol traktus kortikospinalis'in çapraz alan lif sayısının fazlalığı ve piramis'in sol bölümünün sağa oranla daha geniş olduğu ortaya konmuştur. Bu asimetrisinin varlığı sağ beden yarısının insanların büyük bir bölümünde sola oranla daha becerikli olmasının bir alt yapısı olarak yorumlanmaktadır (10-15).

Günümüzde ileri görüntüleme yöntemleri ile sağ elini baskın olarak kullanan kişilerin büyük bir kısmında, sol oksipital ve sağ frontal lobların, homolog loblara kıyasla daha geniş oldukları ortaya konmuştur. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) çalışmalarında, sağ ve sol ellerini baskın olarak kullanan olguların büyük bir bölümünde sol hemisferde frontal, parietal ve oksipital lobların genişlikleri sağ hemisfere kıyasla daha büyük bulunurken, frontal lobun sağda, oksipital lobun ise solda, ön-arka uzunluklarının daha fazla oldukları belirlenmiştir (10-12, 15).

Motor sistem asimetrisi, fizyolojik yöntemler kullanılarak da gösterilmiştir. Transkranyal manyetik stimülasyon (TMS) ile kortikal motor nöronların uyarıldığı çalışmalarda, aktivasyon eşiğinde lateralize farklılık gözlenmiştir; sağ elini kullananlarda aktivasyon eşiği, sol elin aktivasyonu için gereken eşikten daha düşük bulunmuştur (12, 16, 17). Maymunlarda, intrakortikal mikrostimülasyon çalışmalarında, mahâret gerektiren işlerde el tercihinin kontrateral kortikal motor reprezentasyonun daha büyük olduğu gösterilmiştir. TMS kullanarak, sağ ve sol ellilerde kortikal motor reprezentasyonun haritası çıkarıldığında da benzer asimetri gözlenmiştir. Ayrıca TMS ile patolojik sol ellilerde, sağlam hemisferde ipsilateral motor fonksiyonun reorganizasyonunun varlığı gösterilmiştir (12,18-21).

2.1.5. Hemisferik Farklılık İnceleyen Diğer Çalışmalar

İnsan dışında diğer canlılarda da asimetrilerin var olduğu gösterilmiştir. Beyin bölümleriyle ilgili asimetriler evrim basamağı yükseldikçe daha da belirginleşmektedir. Gelişimsel ve anatomik asimetrilere ek olarak insan ve diğer canlıların beyinlerinde kimyasal ve farmakolojik asimetrilerin varlığından da söz edilmektedir. Erkek ve dişi bireyler doğumlarından sonra kastre edildiklerinde, her iki cinsten de kortikal kalınlık asimetrilerinin ortadan kalktığı görülmüştür. Testosteron reseptörlerinin her iki hemisfer korteksindeki dağılımlarının incelendiği çalışmalarda, sol hemisfer korteksinde sağa oranla daha fazla sayıda reseptörün varlığı saptanmış ve testosteron reseptör yoğunluğunun serebral dominansın ortaya çıkmasına yol açan etkenlerden biri olduğu kanısına varılmıştır. Erkeklerde sağ el ve sol hemisfer lateralizasyonlarının kadınlara oranla daha belirgin olduğunu ispatlayan nöropsikolojik çalışmalar, serebral korteksin seks hormonları özellikle de testosteron beraberliğinde şekillendiği kanısını desteklemektedir (10, 11, 20)

Kolb ve arkadaşları, erişkin sıçanların sağ hemisferlerinin sol hemisferlerinden daha ağır olduğunu; sağ hemisferin soldan daha uzun, yüksek ve geniş olduğunu; kedi ve tavşan sağ hemisferlerinin soldan daha geniş ve yüksek olduğunu fakat uzunluk yönünden farklı olmadığını buldular (21). Crichton – Browne, insanların çoğunda sağ hemisferin soldan ağır olduğunu gösterdi (22).

Primatlarda beyin asimetrisi ile ilgili ilk rapor 1892 yılında Cunningham tarafından hazırlandı. Bu çalışma insana ait anatomik asimetrieride tanımlamaktadır. Cunningham şempanze, orangutan ve babun beyinlerinde silvian fissürde asimetriler bulunduğunu gösterdi. Bunlardaki asimetriler insan beyinindeki gibi benziyordu. Fissürlerden biri daha kısa, yanlara doğru eğimli diğeri ise daha uzun ve düzdü (23). 1921’de Fisher 24 şempanze beyni ile yaptığı çalışmada hayvanların % 50 sinde sol, %17 sinde sağ silvian fissürün daha uzun ve daha düz olduğunu gördü (24). (Benzer oranlar Komshian ve Benson, LeMay ve Geschwind tarafından bulundu). Tan ve Çalışkan köpeklerde sol silvian fissürün sağ silvian fissürden uzun olduğunu gösterdiler (25). Sherman ve Galaburda, sıçanlarda neokorteksin sağa doğru daha geniş olduğunu, buna karşılık motor korteksin simetrik olduğunu gösterdiler (26).

İnsandaki el asimetrisine paralel olarak beyinde de yapısal asimetriler bulunur. Bunun en basit örneği insan beyininin sağ hemisferinin soldan daha ağır olmasıdır. Bu

bakımdan insan beyni tek ve eşsiz olarak kabul edilir (22). Tan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada pençe tercihi belirlenen köpeklerde sağ beynin sol beyinden daha ağır olduğunu istatistiksel olarak gösterdiler. Ağırlık bulgusuna ek olarak köpeklerde insanda olduğu gibi sağ beyin uzunluk ve yüksekliğinin soldan fazla olduğunu belirledi. Köpeklerde olduğu gibi kedi, sıçan, fare ve tavşanlarda da böyle asimetrisi vardır (25).

Yakovlev ve arkadaşları, sağ elle ilgili alfa motor nöronlara gelen piramidal lif sayısının sol elle ilgili alfa motor nöronlara gelen piramidal lif sayısından daha fazla olduğunu belirlediler (27).

Galaburda ve arkadaşları, bilgisayarlı beyin tomografisi ile yaptıkları çalışmalarda sağlıklı insanların çoğunda frontal lobun sağ tarafının sola göre daha geniş, oksipital lobun sol tarafının ise sağa göre daha geniş olduğunu tespit ettiler (28).

Hormonların beyni nasıl etkiledikleri henüz bilinmemektedir. Geschwind ve Behan, oksipital sulkus ve gyrusların sağ hemisferde soldan daha erken belirlediğini saptadılar. Geschwind'e göre testesteron hormonu sol hemisfer üzerine depresan etkiye sahiptir. Bu hormon fetal hayatta sol hemisfer büyümesini geciktirmekte ve dominansın sağ hemisfere kaymasına sebep olmaktadır (29). Başka bir hipoteze göre testesteron beyni iki mekanizma ile etkilemektedir. Beyinde testesterona karşı duyarlılığın ve aktivasyon duyarlılığının artışı muhtemelen doğumdan önceki beyin gelişmesi esnasında meydana gelmekte ve bebek beyni belli bir yönde kalıtsal yapıya uygun olarak programlanmaktadır. Ergenlik dönemindeki hormonlar ise testesterona duyarlılığı artmış olan beyni aktive ederek davranışları etkilemektedir. Eğer kalıtsal faktörler yoksa kanda bulunan testesteron beyindeki testesteron reseptörleri ile etkileşemez. Buna karşın erkek ya da dişi beyininin doğumdan önce testesterona karşı duyarlılığı artar. Ergenlik döneminde verilen testesteron motor asimetriyi etkiler (30). Başka bir hipotez olarak doğumdan önceki testesteron düzeyi ergenlik dönemindeki testesteron düzeyi ile yakın ilişki gösterir. Buna uygun olarak genç erkeklerde ölçülen testesteron seviyelerinin verbal zeka ile birlikte arttığı bulundu. Ayrıca ergenlik dönemine geç giren erkek ve kızlarda konuşma merkezleri ergenlik dönemine erken giren erkek ve kızlara göre daha asimetric olarak gelişmekte ve buna bağlı olarak nonverbal zeka daha üstün olmaktadır. Doğumdan önce testesteron verilen sıçanlarda yeni doğan dişilerde kuyruk duruşu sağa kaymakta, erkeklerde bu görülmemektedir. O halde sadece dişi beyni testesteron etkilerine karşı daha duyarlıdır. Bu çalışmanın sonuçları testesteronun

sağlamlığın derecesinin belirlenmesi yönünden önemli bir hormon olduğunu; bu etkinin ise kalıtsal olarak programlanmış olan, özellikle dişi yada dişisel beyinde kendini gösterdiği açık olarak anlaşılmaktadır (31-33).

Kadın beyni konuşma fonksiyonları yönünden erkek beynine göre daha simetrik olduğu; bugün artık araştırmacılarının büyük çoğunluğunun kabul ettiği kanıtlamış bir gerçektir (34) . Previc, insanda serebral lateralizasyonun fetusun intrauterin hayattaki pozisyonu ile ilgili; kulak ve vestibulumun asimetrik gelişmesine bağlı olarak ortaya çıktığını savunmaktadır (35). Pfeifer, Heschl'in gyrusu ile silviyan fossanın posterior kenarı arasındaki kortikal bölge olan planum temporaledeki asimetrisini tanımladı. Geschwind ve Levitsky, 100 adet yetişkin beyinde bu bölge ile ilgili bir çalışmada; çıplak gözle görerek planumdaki asimetrisinin varlığını teyit etti. Planumun; beyinlerin % 65'inde sol taraftakinden daha büyük, % 24'ünde eşit, % 11'inde sağ taraftakinden daha büyük olduğunu buldu. Wada, planum asimetrisinin fetusta ve yeni doğanda var olduğunu gösteren ilk bilim adamıdır. Chidooling ve Gilles gebeliğin üçüncü haftasında bile gözlenebileceğini gösterdiler. Kertesz ve Geschwind, piramidlerin decussation yapılarında asimetrisini buldu. Sol piramidin decussationu sağ piramiddekine göre daha yüksekti. Her iki piramidde de kesişen lifler genellikle spinal korddaki kol ve el bölgelerine gittiklerinden bireyin el tercihi ile decussation yapısı arasında bir bağlantı kurmaya çalışıldı (28).

İnsanda spinal motor asimetri araştırmaları olarak, supraspinal merkezlerin etkisinin dışında ayrıca bir spinal motor asimetrisi bulunduğu ilk olarak Tan tarafından gösterildi. Gastrocnemiussoleus sinirinin, sağ ve sol tarafta uyarılması ile elde edilen Hoffmann refleksine ait toparlanma eğrileri ile yapılan çalışmalarda; sağlamlarda, sol toparlanma eğrisinin sağa, solaklarda, sağ toparlanma eğrisinin sola göre daha yüksekte seyrettiği, ambidekster grupta ise her iki taraftaki spinalizasyondan sonra ilk iki grupta dominansın değişmediği, son grupta ise sağ veya sol dominansın oluştuğu gösterildi (36).

Gur, sağ hemisferin hafifçe soldan daha uzun ve ağır olduğunu, buna karşılık solda gri cevherin beyaz cevhere oranının daha fazla olduğunu belirledi (37).

Kolb ve arkadaşları, frontal operkulumun sağda ve solda farklı bir şekilde organize olduğunu, beyinin yüzeyinde görülebilir alan, sağda 1/3 kadar daha büyükken, bu bölgede sulkusun derinliklerine gömülü alan solda daha geniş olduğunu buldular. Bu

asimetri frontal operkulumun işlevsel asimetrisini yansıtır. Muhtemelen sol taraf dilde gramer üretimine katılırken, sağ taraf sesin tonunu etkilemektedir. Yine Kolb ve arkadaşları sağ hemisferin daha fazla öne doğru uzandığını, sol hemisferin ise daha fazla arkaya doğru uzandığını buldular. Lateral ventriküllerin oksipital bölgede lateral boynuzlarının 5 kat daha uzun olduğunu gördüler (38).

Yapılan histolojik çalışmalar Broca alanındaki hücrelerin diğer alanlardakilere göre daha fazla dallandığını göstermektedir. Dallenmanın derecesi veya şekli önemlidir, çünkü dentritik ağaçta her dal, bölgesel olarak dereceli potansiyellerin yükseltilmesi veya baskılanmasını sağlar. Daha fazla dentritik dal, hücrenin son aktivitesiyle ilişkili olarak daha fazla gelişmeye izin verdiğini gösterir. Scheibel, Broca alanındaki dentritik ağacın doğumdan sonraki birkaç yıl içinde şekillendiğini ve sağ tarafın daha erken olgunlaştığını bildirdi (38).

Juhn Wada, 1960'ta beyin ile ilgili operasyon öncesi verbal işlevlerin hangi hemisfere lateralize olduğunu belirlemeye yönelik geliştirdiği teknikde hastaya karotid arterinden sodyum amobarbital adı verilen kısa süreli anestezi madde enjekte ederek bir hemisfer birkaç dakika için anestezi altına alınmıştır. Bu esnada hastanın karşı taraftaki kolu kucağına düşer ve eğer o hemisfer verbal işlevlerden sorumlu ise, hasta kısa bir süre konuşma yeteneğini kayıplar. Daha sonra aynı işlem karşı hemisfer için tekrarlanır. Yapılan testlerde sağlamlarda %90 gibi yüksek oranda verbal işlevlerin sol hemisfere lateralize olduğu; sağlak olmayanlarda ise, yine sol hemisferin sağ hemisfere göre daha yüksek oranda verbal işlevlerden sorumlu olduğu, her iki hemisferin veya sağ hemisferin sorumlu olma oranının sağlamlarda belirgin şekilde arttığı görüldü. Böylece, Bolca'nın solaklarda verbal işlevlerin lateralizasyonunun sağlamlardakinin aynı hayali olduğu tezi çürütülmüş oldu (38).

WADA testi ile yapılan bir çalışma sol beyinde erken dönem beyin hasarı olan solaklarda sağ beyin konuşması varken, lezyon olmayanlarda sol beyin konuşmasının hakim olduğunu göstermiştir (28). Mishkin ve Forgays, sağ eli bireylerde İngilizce kelimelerin sağ görme alanına sunulduğunda, sol görme alanına sunulmasına göre daha iyi tanıdığını söylediler. Bu çıkarım sağ ve sol hemisferler tarafından yürütülen işlemler arasındaki farklılıkların, iki hemisferin algısal işlemlerdeki farklılığına dayanması nedeni ile çok önemlidir. Kelimeler ve harfler için sağ görme alanı avantajı bulunurken, yüz ve diğer görsel-uzaysal uyarılar için sol görme alanının avantajlı

olduğu bulundu. Konuşmanın üretimi ve tetkiki kısa aralıklarla analiz gerektirir. Bu fikrin gelişmesi, uyarın özel olsun veya olmasın sol hemisferin zaman boyutunda ayırım kapasitesine sahip olduğu fikrini destekler. Buna karşılık sağ hemisferin daha büyük ayırımlar için özelleştiği ileri sürüldü. Sergent, sağ hemisferin yüz tanımada daha uzun olduğunu, çünkü uyarın olarak büyük özelliklerinin tanınmasında daha önemli olduğunu bildirdi (38).

2.1.6. Hemisferik Farklılıklara Uygulanan Diğer Anket Ve Testler

2.1.6.1. Edinburgh Oldfield Anketi

Geschwind ve Behan (29) tarafından modifiye edilen Oldfield (39) el tercihi anketinde on soru yer almaktadır (40). Bu ankette, yazı yazma, resim yapma, top veya taş fırlatma, makas tutma, diş fırçalama (fırçayı tutan el), bıçak tutma (ekmek keserken), çatal tutma (bıçaksız), çekiç tutan el (çivi çakarken), kibrit çakarken kibrit çöpünü tutan el, şişe açarken kapağı tutan el sorularak bu fonksiyonları yerine getirirken hangi elin tercih edildiği saptanır. El tercihi ile ilgili olarak “sol el”, “her iki el”, “sağ el” cevaplarına sırasıyla -10, 0, +10 puan verilir. Sonuç olarak ortaya çıkan toplam puan Tan tarafından önerilen Geschwind skoruna göre değerlendirilir (29, 41, 42). Geschwind skoru puanları +100 ile -100 arasında değişmektedir. Skorunun negatif olması solaklık, pozitif olması sağlaklık lehindedir. Bu puanlamaya göre, +40 ile +100 arasında olanlar sağlak, -30 ile +30 arasındakiler iki elli, -100 ile -40 arasında bulunanlar solak olarak değerlendirilir (41, 42).

2.1.6.2. Mc Manus (Fırlatan El) Testleri

Mc Manus testinde yapılan işleme göre laboratuvar ortamında öğrenciler tek tek deneye alınır. Göz hizasında, gözden 2 m uzaklıkta duvarda asılı duran dart tahtasına isabetli atış yapması istenir. Fırlatma işleminde kullanılan el, tercih edilen el olarak saptanır (43).

2.1.6.3. Çivi Takma Testi

İlk olarak Annet (44) tarafından kullanılan ve Tan (45) tarafından modifiye edilen çivi takma testinde deney tahtasının üzerinde, 10 cm aralıklı, birbirine paralel iki çizgi üzerinde çivilerin rahatlıkla takılabileceği 25'er yuva vardır. Deneklerden sağdaki sıraya yerleştirilmiş yirmi beş çiviye sağ elle, sırayla ve oldukça hızlı şekilde soldaki deliklere takmaları istenir. Süre kronometre ile ölçülür. Sol el için aynı işlem tekrarlanır. Her bir

el için yapılan 10 denemede elde edilen değerlerden sağ ve sol el ortalama çivi takma zamanları (ÇTZ) ve sol ve sağ el ÇTZ arasındaki fark hesaplanır (46).

2.1.6.4. Geschwind El Tercihini Belirleme Formu

Geshwind El Tercihini Belirleme Formu'nda deneğe el tercihinin belirlenmesi amacıyla yazı yazma, bir şeyi fırlatır gibi yapma ya da fırlatma, makas, diş fırçası, kaşık, bıçak, kibrit, tarak, çekiç, bardak kullanma olmak üzere 10 ayrı davranışı yerine getirirken hangi elini tercih ettiği sorulmaktadır. Denekten her bir soruya verdiği cevabı beş dereceli (her zaman sağ el, genellikle sağ el, her zaman sol el, genellikle sol el, her iki el birden) ölçek üzerinde işaretlemesi istenmektedir. Her zaman sağ el 10, genellikle sağ el 5, her iki el birden 0, genellikle sol el -5, her zaman sol el ise -10 puan olarak değerlendirilmektedir. Toplam puanı 80 ile 100 arasında olanlar sağ el tercihli, -80 ile -100 arasında olanlar sol el tercihli, -80 ile 80 arasında olanlar ise her iki elini birden kullanan şekilde sınıflandırılmaktadır (47).

2.2. UYARILMA POTANSİYELLERİ (UP), OLAY İLİŞKİLİ ENDOJEN POTANSİYELLER (OİP) VE P300

2.2.1. UP ve OİP Tanımı

EEG'si ölçülen bir kimseye veya deney hayvanına fiziksel bir uyarın (işitsel, elektriksel, ve ışık) uygulandığında, spontan aktivitede yaklaşık bir saniye süreli değişiklikler meydana gelir (48). Genellikle spontan aktivitenin genliğı büyür ve değişik titreşimler gösterdikten sonra başlangıç durumuna geri döner. Bu şekilde; ses, ışık, elektrik vb bir uyardan sonra, beynin spontan elektriksel aktivitesinde, ortaya çıkan değişiklikler UP (evoked potential=EP) olarak isimlendirilir (49).

UP'lerin genlikleri çok küçük olup, mikrovolt düzeyindedir. Bu küçük genlikli yanıtlar, yaklaşık 10 kat daha büyük genlikli olarak büyük süregiden EEG dalgaları arasında kaybolurlar. UP'lerin analizi için, bu aktivitenin uyarın ile ilgili olmayan daha büyük genlikli EEG aktivitesi içinden çıkarılması gerekir. Dawson (50) 1950'li yıllarda uyarın ile zamansal olarak kilitli, belirli sayıdaki yanıtları fotografik olarak superpoze ederek bu problemi çözmeye çalışmıştır. Sayısal bilgisayarların gelişmesi ile tekrarlayan uyardanlara karşılık elde edilen EEG dilimlerinin sayısal örnekleme ve bu verilerin

uyaran anı ile kilitli olarak ortalamalarının alınması mümkün olmuştur (51). Böylece; beyinde uyarılan elektriksel yanıt, uyarın sonrası sabit bir gecikme süresi ile oluştuğu için üst üste binerek ortalama yanıtta belirginleşirken, arka plandaki olaydan bağımsız spontan EEG'ye ait dalga bileşenleri rastlantısal bir nitelik taşıdığından birbirleriyle iç içe girilerek ortalama yanıtta silinirler (52, 53).

UP'lerin genlik ve latansları verilen uyarının fiziksel karakterine bağlıdır (54). Latans uyarandan sonra oluşan negatif ve pozitif piklere kadar geçen süredir (55). Buna göre uyarandan 70 ms sonra ve daha geç oluşan cevaplar uzun latanslı, 10- 70 ms arasındaki cevaplar orta latanslı, 10 ms ve daha erken oluşan cevaplar kısa latanslı cevaplar olarak sınıflandırılır veya uzun latanslı cevaplar geç bileşenler, kısa latanslı cevaplar erken bileşenler olarak tanımlanırlar (54).

UP, eksojen ve endojen bileşenlerden oluşur. Eksojen bileşenler, beyinin uyarana zorunlu yanıtları olup, öncelikle uyarının fiziksel özelliklerinden etkilenirler (55).

Endojen bileşenler ise daha çok bilişsel fonksiyonlar (tahmin etme, ayırt etme, karar verme, bellekte tutma vs)'a cevap olarak ortaya çıkar ve kişinin selektif olarak uyarana dikkat etmesini gerektirirler (56, 58). Endojen ya da OİP'ler, duysal, bilişsel ya da motor bir faaliyete ait bir bilginin merkezi sinir sistemi tarafından işlenmesiyle, spontan EEG'de ortaya çıkan zamanla sınırlı potansiyel değişiklikleri olarak tanımlanabilir. Bu değişiklikler ortalama tekniği ile temel EEG dalgalarından ayrıştırılmış bir dizi negatif ve pozitif dalgardan oluşur. OİP'lerin genliği; spontan EEG dalgalarınınkine göre çok küçük olup 2 ile 20 μ V arasında değişmektedir (59, 60).

2.2.2.UP ve OİP için Uyarın Modalitesi ve Uyarın Tipleri

Başarılı bir elektrofizyolojik kayıt için uygun uyarın modalitesi ve uyarın parametrelerinin seçimi oldukça önemlidir. Modalite; farklı duysal reseptörler tarafından algılanan farklı uyarın tiplerinin (ses, ışık, elektrik vb) belirli dizilerini ve parametre; bu modalitedeki uyarının fiziksel karakteristiklerini ifade eder (61).

Tüm UP veya OİP kayıtlarında her uyarın için EEG sinyallerinin örneklendiği bir dönem vardır ve bu dönem, süpürüm veya "sweep" olarak bilinir. Analiz sırasında bu süpürümler, uyarın verilme anına göre ortalır.

UP ve OİP'ler için uyarın modelleri iki grupta toplanır. Bunlar; tek uyarın modelleri ve farklı uyarın tipleri ile oluşturulan modeller'dir.

Tek uyarım modeli; uygun modalitedeki bir uyarının kısa zaman aralıkları ile tekrarlanması şeklindedir. Farklı uyarı tipleri oluşturulan modellerde ise, uyarım işlemi sırasında deneğe görev verilmesi şeklinde uygulanırlar. Yapılmak istenen, verilen görev ile deneğe “hedef” (target) haline getirilen uyarana karşı oluşturulan yanıtlar ile, görev verilmeyen dolayısıyla denek için “standart” olan uyarılara karşı oluşan yanıtları karşılaştırmaktadır. Böyle bir karşılaştırma standart uyarana verilen yanıtta oluşmayan, hedef uyarana verilen yanıtta oluşan ve “olay ilişkili potansiyel” ya da “endojen potansiyel” olarak tanımlanan bileşeni ortaya çıkarır. Bu amaçla kullanılan modellerin başlıcaları “ODDBALL” Uyarım Modeli ve Atlanan Uyarı “OMITTED” Modelidir.

“ODDBALL” Uyarım Modeli’nde sık tekrarlanan bir uyarım dizisi içinde nadiren gelen bir başka uyarım sunulur ve denekten nadir uyarımı duyduğunda bir iş yapması istenir. Böyle bir model, hedef uyarım duyulduktan yaklaşık 300 ms sonra, yavaş bir pozitif dalga oluşmasına yol açar ve bu dalga P300 veya P3 olarak adlandırılır. Hedef uyarım, standart uyarım dizisi içinde düzenli aralarla (örneğin her beşinci uyarım olacak şekilde) verilebileceği gibi, rastlantısal olarak da sunulabilir.

Atlama Uyarım (Omitted) Modeli ise temel olarak, oddball modeline çok benzer. Tek fark temel uyarımın verilmesi gereken yerde verilmeyip, “atlanmasıdır”. Eğer deneğin görevi bu atlamaları saymak veya atlama olduğunda tuşa basmak olursa, P300 dalgası elde edilir. Bu modellerden başka Uyumsuzluk Negativitesi (Mismatch Negativity), Beklentisel Negatif Değişim (Contingent Negative Variation) Modeli, Sözel Olaya İlişkin Potansiyel Metodu gibi modellerden de bahsedilebilir.

2.2.3. Uyarılma Potansiyeli Tipleri

2.2.3.1. Somatosensoriyal Uyarılma Potansiyelleri (SEP)

Bu tip uyarılma potansiyelleri; periferik duyu sinirlerinin fizyolojik mekanizmaları (gerilme ve dokunma) veya elektriksel olarak uyarılmasını takiben medulla spinalis ve kafa derisi üzerinden kaydedilirler (62).

2.2.3.2. İşitsel Uyarılma Potansiyelleri (AEP)

İşitsel Uyarılma Potansiyelleri, işitme sisteminde yer alan hücrelerin uyarılması ile oluşurlar. Erken AEP’ler kölelemeden kaynaklanmakla beraber, geç cevaplar korteksten kaynaklanabilir (63).

AEP'ler cevap latanslarına göre hızlı, orta ve yavaş latanslı potansiyeller olarak sınıflandırılırlar. Hızlı AEP'ler, beyin sapı orijinli, geç AEP'ler ise kortikal orijinlidirler (63).

AEP'ler ekzojen ve endojen olarak da sınıflandırılırlar. Ekzojen potansiyeller, uyarının fiziksel karakteri tarafından belirlenirken endojen potansiyeller, kişinin dikkat düzeyinden, özel uyarandan ve kişinin motor cevabından etkilenirler (55, 63).

UP bileşenleri tipik olarak polaritelerine ve latanslarına göre isimlendirilirler. Latans uyarıdan sonra oluşan negatif ve pozitif piklere kadar geçen süredir. Bazen dalga sırasına göre (N1, P1, N2, P3 gibi) bazende milisaniye olarak latansa göre (N100, P100, N200, P300 gibi) isimlendirme yapılır (64).

2.2.3.3. Görsel Uyarılma Potansiyelleri (VEP)

Görsel uyarı verilerek oluşturulan elektriksel potansiyeldir. Görsel uyarın olarak; koyu ve açık karelerden oluşan satranç tahtası, tekrarlanan flaş veya parlak bir zemin üzerinde oluşan ve kaybolan şekiller kullanılır.

VEP'te gözlenen dalga formları, negatif, pozitif olmalarına ve latanslarına göre belirlenir. Pozitif dalgalar, pik latanslarının gösterdiği milisaniyedeki rakamlara göre P harfi ile gösterilir (P60 ve P100), negatif dalgalarda yine pik latanslarının gösterdiği rakamlar takip edilerek, N Harfi ile gösterilir. Görsel uyarınların tipi, oluşan cevapların şekline etki eder (65).

2.2.4. P300

Endojen potansiyellerin en iyi bilineni 1965 yılında Sutton ve arkadaşları (66) tarafında tanımlanan P300 (ya da P3)'dür. Saçlı deri üzerinden yapılan kayıtlarda santral ve parietal alanlarda orta hat üzerinde en yüksek genliğe ulaşın bu dalga, uyarandan 300 milisaniye kadar sonra pozitif bir pik verdiği için bu ismi almıştır (67). Genellikle Oddball Paradigması kullanılarak P300 dalgası elde edilir (59, 60, 67-70). Bu paradigma sık tekrarlanan (standart uyarın) başka bir uyarından oluşur. Deneğin hedef uyarına konsantre olması istenir. P300 elde edilmesinde değişik uyarın modaliteleri (işitsel, görsel ve somatosensorial, semantik, kompleks vs) kullanılabilir (60, 67).

P300 dalgası deneğin zihinsel aktivitesini gösterir. P300'ün incelenmesi yüksek beyin fonksiyonlarının değerlendirilmesine ileri, objektif ve kantitatif bir yaklaşım getirir (71). P300 bilişsel işlemlere bağılı nöral olayların bir belirteci olduğundan yoğun

psikofizyolojik araştırmalara konu olmuştur. Çeşitli araştırcılar, P300'ün karar vermenin bir belirtisi (68), belirsizliğin çözümü (72), görevin yerine getirilmesi (73) gibi olaylar sonucu oluştuğunu bildirmişlerdir.

P300'ü etkileyen Faktörler: P300 aktivitesi bir arada var olan birçok metabolik ve fizyolojik durumdan etkilenebilir. Bunlar hipoglisemi, alkolizm, psikotik bir hastalık olabilir (67, 74, 75). Yaş, dikkat, kognitif fonksiyon, görevin göreceli zorluğu, merkezi sinir sisteminin morfolojik ve fonksiyonel bütünlüğu gibi kişisel faktörler, uyarana ait faktörler; kullanılan frekans filtreleri, analiz zamanı, elektrot yerleşimi, kayıt zamanı gibi teknik faktörler de P300 latans ve genliğini değişik derecelerde etkiler (67).

Yaş: P300 latansı ve yaş arasındaki ilişki tartişmalıdır. Bunun nedeni, farklı deneysel işlemlerin kullanımı ve ölçüm yöntemlerinin yarattığı zorluklardır. Deneysel yaklaşımdaki bu zorluklara rağmen, işitsel hedef uyaran tarafından oluşturulan P300 latansının, 20 yaşından 80 yaşına doğru senede 1-1,5 msn oranında yaşla birlikte artması yayınlar arasındaki ortak görüştür (76, 77). P300 latansı erken çocuklukta uzundur. Artan yaşla bu latans düşer, 10'lu yaşların sonunda veya 20'li yaşların başlarında erişkin seviyesine ulaşır. Artan yaş ile P300 amplitüdünde düşme görülür (78). Yaş ile P300 dalgasının skalp dağılımı da değişmektedir. Artan yaş ile P300 dalgası daha frontale kaymaktadır. Picton ve arkadaşları, gençlerde P300 amplitüdünün frontal-paryetal bölgelere oranla santral bölgelerde en yüksek olduğunu, yaşlılarda ise bütün bu bölgelerde eşit amplitütte bulunduğunu belirtmişlerdir. Yaşla birlikte verteksteki P300 amplitüdünde azalma olduğunu ifade etmişlerdir (76).

Cinsiyet: Picton ve Arkadaşları (76) yaptıkları çalışmada, kadın deneklerle karşılaştırıldığında, erkek deneklerde P300 amplitüdünün daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Bu durumun cinsler arasındaki herhangi bir farklılıktan çok baş çevresi kafa kemiğinin kalınlığı gibi fiziksel farklılıklardan dolayı olduğu düşünülebilir. Polish ise amplitüt ve latans açısından cinsler arasında önemli bir fark bulamamıştır (79).

İlaçlar: Antipsikotik ve antidepresan ilaçlar P300 latans ve amplitüdünü etkileyebilir. Yüksek ve düşük doz fenotiyazinlerle tedavi edilen şizofrenik hastalarda P300 latansı ve amplitüdü açısından fark olmadığı saptanmıştır. Antikolinejik ilaçların P300 latansında uzamaya ve P300 amplitüdünde ise azalmaya neden oldukları bildirilmiştir (78). Meador ve arkadaşları (80), karbamazepin, fenobarbital veya fenitoin alan hastalarda P300 latansında ve amplitüdünde değişiklik saptamamışlardır.

Diğer etkenler: Geisler ve Polish (81, 82) tokluk, günün değişik zamanı, vücut ısısı, sabah-akşam aktivitesi gibi durumlarda P300'ün nasıl etkilendiği üzerine yaptıkları çalışmalarda, P300'ün vücut durumu ile ilişkili kişisel farklılıklardan köken alan fizyolojik ve psikolojik değişikliklere duyarlı olduğu sonucuna vardılar. Bütün bunların kişinin uyanıklık ve dikkatlilik durumunu etkileyerek rol aldıkları düşünülmektedir. Fleck ve arkadaşları (83) ise yaptıkları çalışmada, menstrüel siklus ve oral kontraseptif kullanımının P300 üzerine etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Uyarana Ait Faktörler: Hedef uyaranı standart uyarandan ayırt etmek güçleştikçe P300 dalgasının amplitüdü düşer. Bununla birlikte ayırma işlemi eğer çok kolaysa kişinin aklı başka konulara gideceğinden P300 amplitüdü yine azalır (60). Kişi seyrek uyarının ne zaman geleceğini fark ederse de P300 amplitüdü azalır. Bu nedenle rastlantısal bir yöntemin kullanılması önemlidir. Kişinin beklemediği sürpriz seyrek uyarılar verildiğinde P300 amplitüdü artar. Uykulu olma ve dikkatsizlik amplitüdü azaltır veya dalgayı yok eder (69, 84).

P300 latansının seyrek uyarıyı ayırmak için gereken süreyi yansıttığı düşünülmektedir (85, 86). Aranan hedefin zorluğu arttıkça P300 latansı uzar (85). Düşük frekanslı uyarılar yüksek frekanslı uyarılara oranla daha yüksek amplitütlü ve daha kısa latanslı P300'e neden olur. Düşük şiddetli uyarılarla oluşan P300'lerin amplitütleri yüksek şiddetli uyarılarla oluşanlara göre daha düşük, latansları daha uzundur (87). Hedef uyarının süresinin uzunluğu arttıkça P300 latansında kısalma gözlenmiştir (64). Standart ve hedef uyarı arasındaki frekans farklılığı arttıkça P300 latansının kısaldığı belirtilmiştir (87).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. DENEY GRUPLARI

Çalışma Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu'ndan 21 (10 sağlak, 11 solak) sağlıklı sporcu ve çeşitli bölümlerde okuyan 22 (11 sağlak, 11 solak) sağlıklı kontrolde gerçekleştirildi. Katılımcıların yaşları 18 ile 23 yaş arasında dağılmaktadır. Spor yapan kişiler yaklaşık 5 yıldır spor yapmaktadırlar. Bu sporcular futbol (n=6), voleybol (n=9), basketbol (n=6), gibi spor dallarında uğraşmaktadırlar.

Sporcuların sağlak ya da solak olmaları ekte sunulan Annet el tercihi anketi (Ek 1) ile ve hemisferik dominantlık testi (Ek 2) ile belirlenmiştir ve son olarak uyarılma potansiyel kayıtları alınmıştır. Çalışmamız Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu Başkanlığının 01/284 nolu kararı ile onaylanmıştır. Deney planında çalışmaya katılan gruplar;

1. Spor yapan sağlak,
2. Spor yapan solak,
3. Kontrol grubu sağlak ve
4. Kontrol grubu solak olmak üzere dört gruba ayrılmıştır.

Tüm çalışmaya katılanlar çalışma gününün belli saatlerinde tek tek laboratuara alınarak öncelikle çalışmamızın amacı ve yapılış şekli hakkında bilgilendirilmiş. Kişilere onam formu imzalatılmış ve takip formu doldurulmuştur (Ek.1). Daha sonra Annet El Tercihi Anketi (Ek.2) ve Hemisferik Dominantlık Testi (Ek.3) uygulanmıştır.

3.2. ANNET TESTİ

Ek 1’de annet testi sunulmuştur. Bu anket Chapman’dan (1987) değiştirilerek Türkçe’ye çevrilen 13 soruluk bir ankettir. Anket, yazı yazarken, çizirken, bir şey fırlatırken, çekiç kullanırken, diş fırçalarken, silgi ile silerken, makas kullanırken, kibrit çakarken, bir teneke boya karıştırırken, kaşık kullanırken, tornavida kullanırken, kavanoz kapağı açarken, bıçak kullanırken deneklerin hangi eli öncelikle tercih ettiğini araştırmaktadır. Sağ el 1, sol el 3, “her ikisini de” yanıtı 2 puan almış, böylece el tercihi 13 ile 39 puan arasında sürekli bir değer olarak skorlanmıştır. Sol, sağ ve her iki el için toplam puanlar ve daha sonrada genel toplam puan hesaplanmıştır. Ankete göre 13-17 puan arası sağlak, 18-32 puan arası iki elli ve 33-39 puan arası solak olarak belirlenmiştir (44).

3.3. HEMİSFERİK DOMİNANTLIK TESTİ

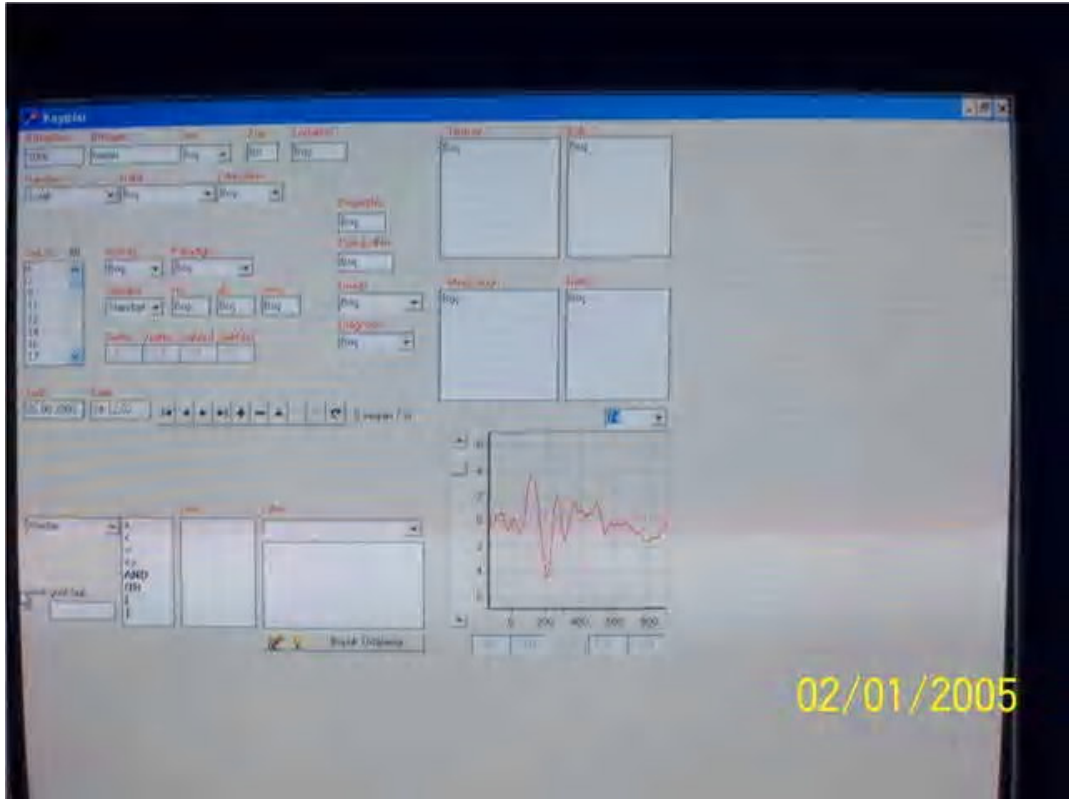
Ek 2’de sunulmuştur. Bu test 20 sorudan oluşmuştur. Her sorunun 2 şıkkı bulunmaktadır. Bu şıklar cevap anahtarında sağ ya da sol olarak ifade edilmektedir. Sol yada sağ tercihinin sayısı bireylerin hemisferik lateralizasyon durumunu belirlemektedir.

3.4. UP KAYIT SİSTEMİ VE VERİ ANALİZİ

UP’lerin kaydı Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Beyin Dinamiği Ünitesi’nde gerçekleştirilmiş ve analizleri MP 150 sistemi ile gerçekleştirilmiştir.



Resim 3.1. UP kaydı için kullanılan deney sistemi



Resim 3.2. UP kayıtlarının analizi

3.4.1. Uyarın Modeli

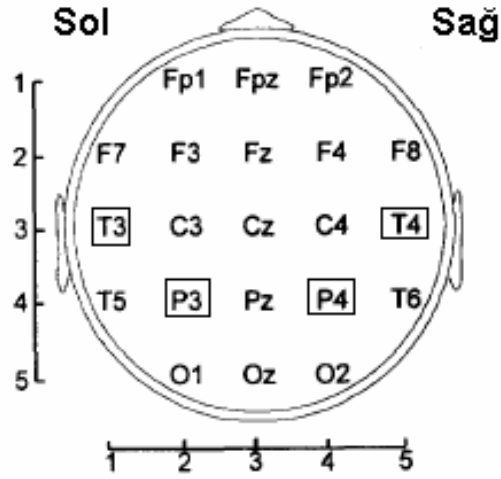
Uyarın modeli olarak klasik Oddball paradigması kullanılmıştır. Uyarın modeli, 1500 ms aralıkla, 1000 ms süreli toplam 120 işitsel uyarın şeklinde bilgisayar ortamında uygulanmıştır. Bu paradigma %80 sıklıkta standart (2000Hz, 70 Db, 1000 ms süreli işitsel) ve %20 sıklıkta hedef (1000 Hz, 70 Db, 1000 ms süreli işitsel) uyarıdan oluşturulmuştur. Veri Kazanım İstasyonu'nun uyarı kontrol biriminde oluşturulan işitsel uyarınlar (10 sağlak, 11 solak sağlıklı sporcu, 11 sağlak, 11 solak sağlıklı kontrolün) kulaklıklarına verilmiştir. Elde edilen sinyaller daha sonra 1000 Hz oranında dijitalize edilmiştir. Uyarıdan önceki 1024 ms süre boyunca toplam 2048 ms süreyle UP kaydı alınıp analiz için bilgisayar ortamında saklanmıştır.

3.4.2. Elektrot Yerleştirilmesi ve Kayda Hazırlama

Kayıt için sporcular sessiz bir odaya alınarak elektrotlar UP kayıtları için 10-20 sistemine göre temporal ve parietal bölgelerin sağ ve sol taraflarına ayrıca referans ve topraklama için sağ ve sol kulak lobuna yerleştirilmiştir (şekil 3.1).



Resim 3.3. UP kaydı için deneklere elektrot yerleşimi



Şekil 3.1. Elektrot bölgelerinin yerleşimi

3.4.3. UP Kayıt Sistemi

Kayıt için saçlı derinin temporal ve parietal sağ ve sol bölgelerine yerleştirilen elektrotların diğer uçları EEG girdi kutusuna (Nihon Kohden JB 682 G) bağlanmıştır. Bu kutunun çıkışından alınan sinyaller biyoelektrik amplifikatöre (Nihon Kohden AB 621 G) iletilmiştir. Amplifikatör filtreleri 0,3 Hz ve 100 Hz'e ayarlanmıştır. Amplifikatörden gelen sinyaller veri kazanım istasyonunun analog dijital kartına bağlanmıştır. Bu sinyaller 2000 Hz örnekleme hızı ile örneklenerek bilgisayar ortamında saklanmıştır.

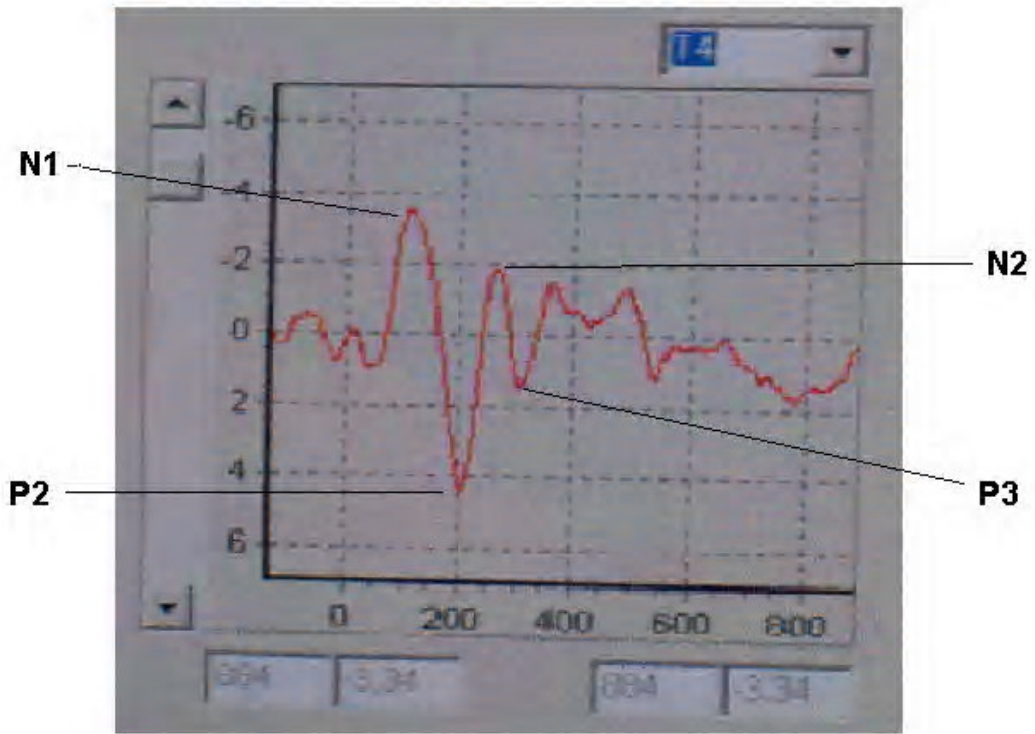


Resim 3.4. UP kayıt sistemi

3.5. UYARILMA POTANSİYELLERİNİN KAYDI VE ANALİZİ

Sporcular ve kontroller birer birer sessiz bir odaya alınarak yapılacak testlerin içerikleri ve cevaplama yöntemleri hakkında bilgi verildi. Daha sonra onam formu doldurularak imzalatıldı (Ek 3). Annet ve hemisferik dominantlık testleri yapıldı. Hemen ardından işitsel uyarılma potansiyel kayıtları alınmak üzere bir sandalyeye oturtuldu. Kayıt sırasında yapmaları ya da yapmamaları gereken şeyler anlatıldı. Önce saçlı derinin elektrot yerleştirilecek bölgeleri %100 saf alkol ile bir gazlı bez yardımıyla temizlendi. Çalışmada direnci 10 kohm'dan az olan Ag/AgCl yüzeysel elektrotlar kullanıldı. Elektrotlara jel sürülerek katılımcıların başlarının temporal ve parietal sağ ve sol bölgelerine ayrıca referans ve topraklama için sağ ve sol kulak lobuna yerleştirildi. Son olarak katılımcılara bir kulaklık takılarak bu kulaklıktan gelen %80 oranında, 70 Db 2000 Hz'lik standart uyarılar arasında 1/5 oranında olacak şekilde daha seyrek gelen 1000 Hz'lik hedef uyarıları saymaları istendi.

Tüm kayıtlama işlemi bittikten sonra analiz işlemine geçilmiştir. Bu işlem veri kazanım istasyonunun analiz programında yapılmıştır. 0,3-70 Hz arasında filtreleme gerçekleştirilmiş ve hedef uyarana verilen Up yanıtları içinden ($50 \mu\text{V}$ üzeri olanlar artefakt olarak kabul edilmiştir) artefaktsız olanların ortalaması alınmıştır. Uyarandan sonraki, 94-110 ms arasındaki olan maximum negatiflik N1 dalgası, 150-191 ms arasındaki maximum pozitiflik P2 dalgası, 208-271 ms arasındaki maximum negatiflik N2 dalgası ve 279-338 milisaniye arasındaki belirgin pozitif dalga P300 dalgası olarak kabul edilmiştir. Bilgisayar ortamında elde edilen N1, P2, N2 ve P3 dalgalarının latans (milisaniye-ms-cinsinden) ve genlik ortalamaları kursor yardımıyla tespit edilerek kaydedilmiştir.



Şekil 3.2. Analiz sonucunda elde edilen dalgaların görünümü

3.6. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

İstatistiksel değerlendirmede cinsiyet, Annet ve Hemisferik Dominantlık testleri %'de olarak ifade edilmiştir.

Latans ve genlik ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılmalarında, bağımsız iki örneklem T testi kullanılmıştır.

Çalışmada yapılan istatistik, SPSS 10.0 yazılımı kullanılarak parametrik testlerle yapılmıştır. Sonuçlar ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak seçilmiştir.

4. BULGULAR

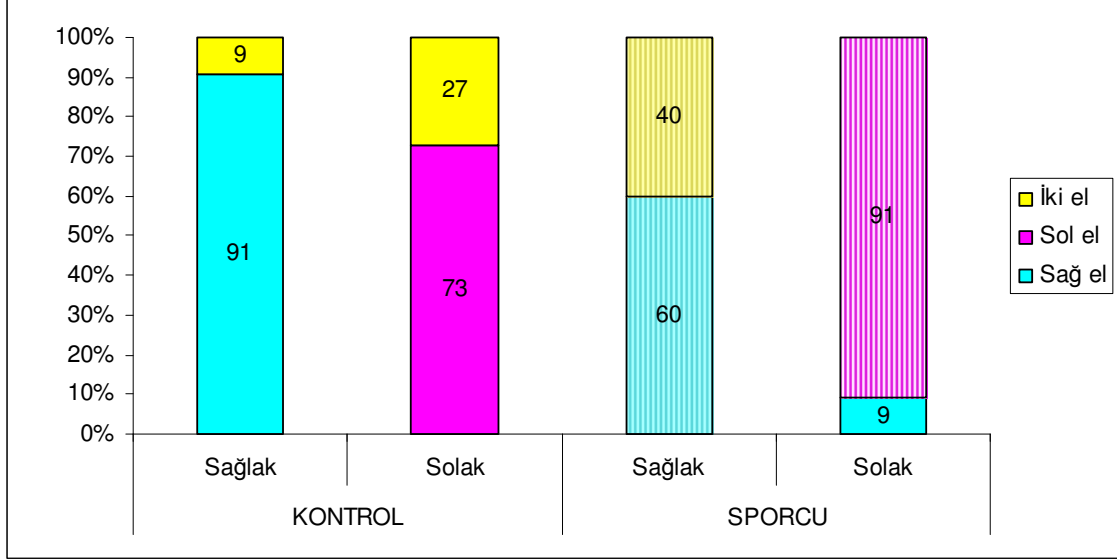
Deneye alınan kontrol ve sporcu grubundaki subjelerin cinsiyete göre yüzdeleri Tablo 4.1’de sunulmuştur. Gruplar arası cinsiyet dağılımı istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.1 Kontrol ve sporcu grubundaki subjelerin cinsiyete göre yüzdeleri

	Kontrol		Sporcu	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
n (subje sayısı)	11	11	10	11
%	25,58	25,58	23.25	25,58

4.1. ANNET EL TERCİHİ ANKETİ

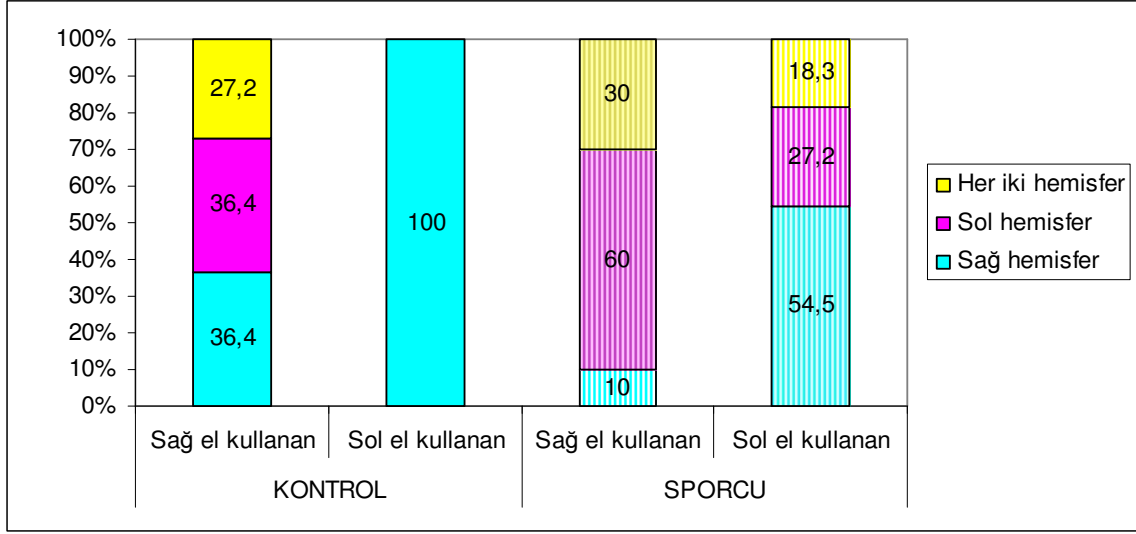
Bu test, kişiler kendi kullandıklarını ifade ettikleri el tercihlerine göre gruplandırıldıktan sonra objektif olarak hangi ellerini baskın olarak kullandıklarını tespit etmek amacıyla yapılmıştır.



Grafik 4.1 Annet El Tercihi Testi sonuçları.

Yapılan bu test sonuçlarına göre kontrol grubunda kendilerini sağlak olarak ifade edenlerden %91'i sağlak, %9'u her iki elini kullanan ve kendilerini solak ifade edenlerden %73'ü solak, %27'si her iki elini kullanan olarak, sporcu grubundan ise kendilerini sağlak olarak ifade edenlerden %60'ı sağlak, %40'ı her iki elini kullanan ve kendilerini solak olarak ifade edenlerden %91'i solak, %9'u sağ elini kullanan olarak tespit edilmiştir. Böylece kontrol grubunda her iki elini kullananlar toplam %36, sporcu grubunda ise %40 bulunmuştur. Sporun her iki el kullanımını geliştirdiği gözlenmektedir.

4.2. HEMİSFERİK DOMİNANTLIK TESTİ



Grafik 4.2 . Hemisferik Dominantlık Testi Sonuçları

Yapılan bu test sonuçlarına göre kontrol grubunda kendilerini sağlak olarak ifade edenlerden %36,4'ünün sağ hemisferinin, %36,4'ünün sol hemisferinin ve %27,2'sinin her iki hemisferinin, kendilerini solak ifade edenlerden %100'ünün sağ hemisferinin, sporcu grubundan ise kendilerini sağlak olarak ifade edenlerden %10'unun sağ hemisferinin, %60'ının sol hemisferinin ve %30'unun her iki hemisferinin, kendilerini solak olarak ifade edenlerden ise %27,2'sinin sol hemisferinin, %54,5'inin sağ hemisferinin ve %18,3'ünün her iki hemisferinin aktif olarak çalıştığı tespit edilmiştir. Annet testinde olduğu gibi sporcu grubunda toplam iki eli kullanma oranının (%48,3), kontrol grubundan yüksek olduğu bulunmuştur (%27,2).

4.3. UYARILMA POTANSİYEL KAYITLARI

4.3.1. Uyarılma Potansiyel Kayıtlarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Kontrol grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarılmalardaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki genlik değişimleri Tablo 4.2'de latans değişimleri, Tablo 4.3'de sporcu grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarılmalardaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki genlik değişimleri Tablo 4.4'de, latans değişimleri ise Tablo 4.5'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Kontrol grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarılardaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki genlik değişimleri

Genlik (μ V)	P3	P4	T3	T4
N1 Standart	2.03 \pm 0.26	2.87 \pm 0.48	2,81 \pm 0,28	3,30 \pm 0,33
Hedef	3,28 \pm 0,47	3,95 \pm 0,51	3,82 \pm 0,41	4,64 \pm 0,46
N2 Standart	0,97 \pm 0,20	1,85 \pm 0,32	1,64 \pm 0,26	1,62 \pm 0,25
Hedef	2,46 \pm 0,32	3,27 \pm 0,46	2,64 \pm 0,37	4,06 \pm 0,97
P2 Standart	1,37 \pm 0,25	1,49 \pm 0,26	1,10 \pm 0,18	1,50 \pm 0,25
Hedef	1,67 \pm 0,35	1,71 \pm 0,36	1,50 \pm 0,21	1,73 \pm 0,33
P3 Standart	1,78 \pm 0,22	1,72 \pm 0,17	1,28 \pm 0,19	1,39 \pm 0,16
Hedef	5,39 \pm 0,73	5,27 \pm 0,56	3,69 \pm 0,61	3,78 \pm 0,51

Değerler ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

Tablo 4.3. Kontrol grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarılardaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki latans değişimleri

Latans (ms)	P3	P4	T3	T4
N1 Standart	110,50 \pm 3,26	104,00 \pm 3,19	108,36 \pm 2,32	106,77 \pm 2,37
Hedef	104,90 \pm 3,42	106,77 \pm 3,20	107,00 \pm 4,97	107,31 \pm 6,07
N2 Standart	249,59 \pm 3,07	244,18 \pm 2,59	254,27 \pm 3,03	243,27 \pm 4,94
Hedef	225,13 \pm 11,10	231,36 \pm 5,76	229,31 \pm 5,66	230,36 \pm 6,91
P2 Standart	179,18 \pm 3,93	183,59 \pm 4,50	180,72 \pm 4,77	186,68 \pm 4,40
Hedef	172,77 \pm 5,28	177,59 \pm 5,42	176,50 \pm 5,90	185,95 \pm 5,22
P3 Standart	304,40 \pm 3,35	302,45 \pm 5,13	306,95 \pm 3,13	304,90 \pm 5,55
Hedef	307,31 \pm 4,90	312,45 \pm 3,84	310,81 \pm 3,30	307,18 \pm 5,36

Değerler ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

Tablo 4.4. Sporcu grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarılardaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki genlik değişimleri

Genlik (μV)		P3	P4	T3	T4
N1	Standart	5,57 \pm 3,63	3,13 \pm 0,70	3,58 \pm 0,63	3,57 \pm 0,82
	Hedef	3,99 \pm 0,87	3,98 \pm 1,03	5,08 \pm 1,06	6,59 \pm 1,29
N2	Standart	2,02 \pm 0,32	2,03 \pm 0,38	6,66 \pm 4,29	3,25 \pm 0,97
	Hedef	7,17 \pm 3,11	3,93 \pm 0,73	4,59 \pm 0,90	6,16 \pm 1,92
P2	Standart	3,32 \pm 1,37	1,73 \pm 0,38	1,65 \pm 0,36	2,23 \pm 0,67
	Hedef	2,88 \pm 0,89	1,79 \pm 0,26	2,63 \pm 1,05	2,89 \pm 1,00
P3	Standart	2,08 \pm 0,35	3,23 \pm 0,91	3,22 \pm 0,87	5,74 \pm 3,42
	Hedef	9,26 \pm 1,77	6,82 \pm 1,50	7,88 \pm 1,53	6,56 \pm 1,24

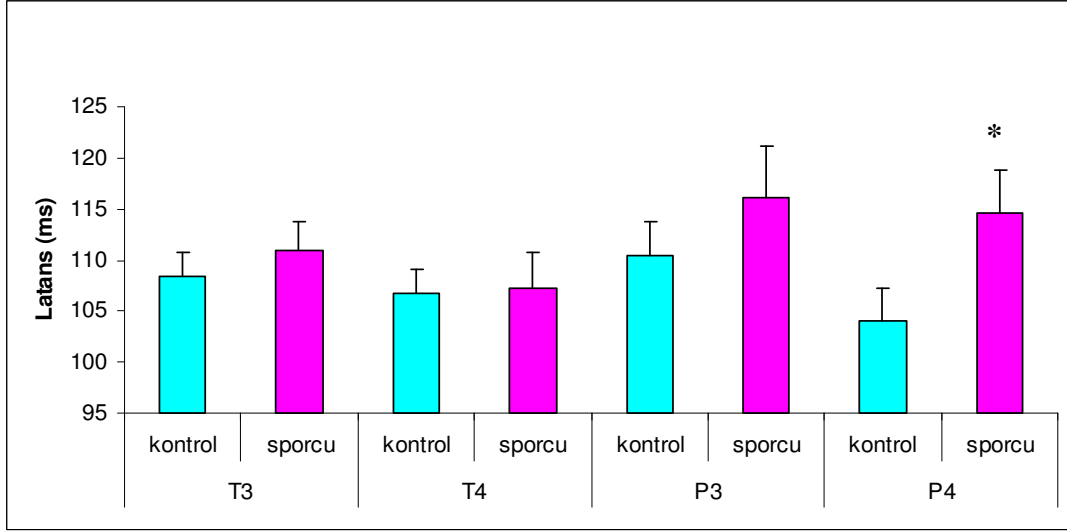
Değerler ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

Tablo 4.5. Sporcu grubunda bölgelere göre standart ve hedef uyarılardaki N1, N2, P2, P3 dalgalarındaki latans değişimleri

Latans (ms)		P3	P4	T3	T4
N1	Standart	116,14 \pm 4,96	114,66 \pm 4,06	110,90 \pm 2,81	107,23 \pm 3,56
	Hedef	107,23 \pm 6,04	109,23 \pm 3,11	109,19 \pm 4,28	108,28 \pm 4,80
N2	Standart	246,04 \pm 3,69	251,33 \pm 3,42	247,19 \pm 3,40	250,85 \pm 3,61
	Hedef	234,76 \pm 5,73	227,14 \pm 6,75	221,76 \pm 5,85	233,95 \pm 4,29
P2	Standart	184,71 \pm 4,28	184,42 \pm 4,00	182,90 \pm 3,04	182,66 \pm 2,95
	Hedef	181,14 \pm 5,00	168,00 \pm 6,03	173,66 \pm 5,44	184,66 \pm 3,30
P3	Standart	299,71 \pm 3,17	306,38 \pm 3,18	304,33 \pm 3,49	302,57 \pm 3,32
	Hedef	305,85 \pm 4,99	308,47 \pm 5,01	315,42 \pm 4,41	315,47 \pm 3,76

Değerler ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

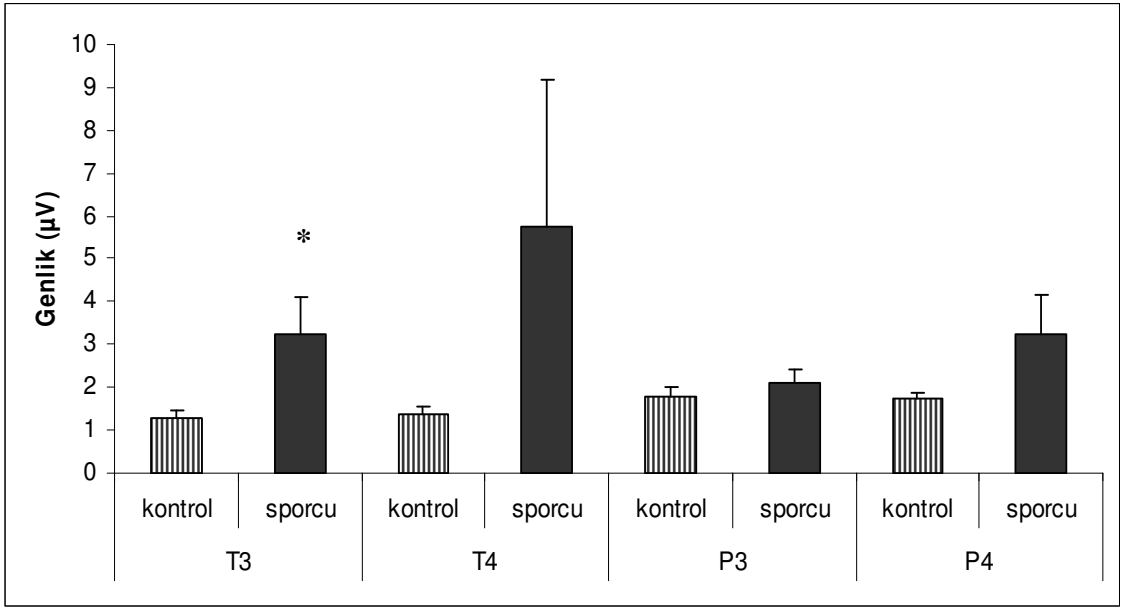
Standart uyarılarda bölgelere göre N1 latansı karşılaştırılması Grafik 4.3'de sunulmuştur. Sporcu grubunda standart uyarılarda P4 bölgesinde N1 dalgasının latansı daha uzun bulunmuştur ($t = -2.074$, $p=0.04$).



Grafik 4.3. Standart uyarılarda bölgelere göre N1 latansı karşılaştırılması
(Değerler ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir).

Standart uyarılarda bölgelere göre P300 genliklerinin karşılaştırılması Grafik 4.4'de sunulmuştur.

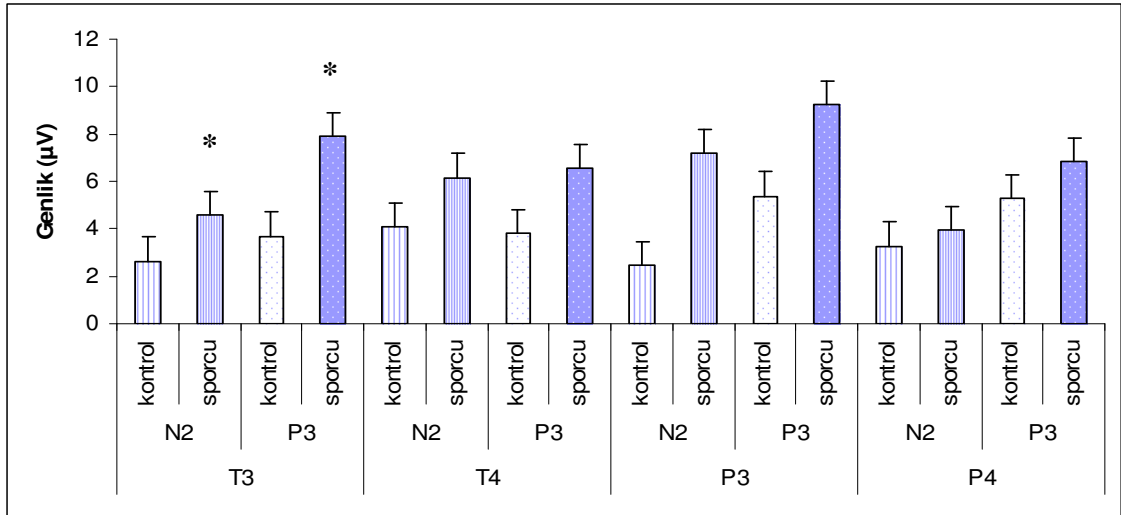
Sporcu grubunda standart uyarılarda T3 bölgesinde P300 dalgasının genliği istatistiksel olarak daha büyük bulunmuştur ($t = -2.205$, $p=0.03$)



Grafik 4.4. Standart uyarılarda bölgelere göre P300 genliklerinin karşılaştırılması
Değerler ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

Yukarıdaki belirtilen standart ve hedef uyarılarda kontrol ve sporcu grubu uyarılma potansiyel N1, N2, P2, P3 genlik ve latans karşılaştırmaları dışındaki bulgular anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Kontrol ve sporcu grubundaki hedef uyarılara karşılık N2, P3 dalgalarının genliklerinin karşılaştırılması Grafik 4.5’de sunulmuştur. Sporcu grubunda hedef uyarılarda T3 bölgesinde N2 ($t = - 2.030$, $p=0.04$) ve P3 ($t = - 2.208$, $p=0.03$) dalgasının genliği istatistiksel olarak anlamlı olarak daha büyük bulunmuştur.



Grafik 4.5. Kontrol ve sporcu grubunda hedef uyarılarda bölgelere göre N2 ve P3 genliklerinin karşılaştırılması

Değerler ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

4.3.2. KONTROL VE DENEY GRUPLARINDA SAĞ-SOL HEMİSFER KARŞILAŞTIRMALARI

Kontrol grubu sağ –sol hemisfer (T3-T4 ve P3-P4) karşılaştırılmasında standart uyarıların P3 ve P4 bölgelerindeki N2 latans ve genliklerin karşılaştırılmasında, P3 bölgesinde N2 latansının istatistiksel olarak daha uzun ($t=2,13$, $p=0,04$), P4 bölgesinde N2 genliğinin ise daha yüksek olduğu bulunmuştur ($t=-2,74$, $p=0,01$). Hedef uyarılarda P3ve P4 bölgelerinin karşılaştırılmasında N2 genlikleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ($t=-2,97$, $p=0,007$). Buna göre P4 bölgesinde N2 genliği P3'e göre daha büyük bulunmuştur. Kontrol grubunda standart ve hedef uyarılarda, P4 bölgesinde N2 genliğinin yüksek olması sağ hemisferin daha aktif olduğunu göstermektedir.

Deney gruplarında ise sadece hedef uyarılarıyla P3 ve P4 bölgesi P2 latanslarında ($t=2,50$, $p=0,02$) fark gözlenmiştir. P4 bölgesinde P2 latansı anlamlı olarak uzun bulunmuştur.

Bölgelere göre N1, N2, P2, P3 dalgalarının ortalama latans ve genlikleri kontrol grubu için Tablo 4.2 ve 4.3'de, sporcu grubu için ise Tablo 4.4 ve 4.5'de sunulmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda, spor yapan kişilerde hangi hemisferin ve/veya hemisferlerin daha etkin olduğu işitsel uyarılma potansiyelleri (UP) ile incelenmiştir.

Hemisferik asimetri ile ilgili günümüzde yapılan çalışmalarda, serebral lateralizasyon ile ilgili çalışmalara dayanak oluşturabilmek için bireylerin el tercihi, ayak tercihi ve göz tercihinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda el tercihi, ayak tercihi ve göz tercihinin beyin lateralizasyonunun değerlendirilmesinde önemli rol oynadığı saptanmıştır (88). Bu nedenle bizim çalışmamızda da Annet testi, Hemisferik Dominantlık Testi ve Uyarılma potansiyelleri kullanılarak hemisferik lateralizasyon incelenmiştir.

5.1. ANNET VE HEMİSFERİK DOMİNANTLIK TESTİ

Yapılan karşılaştırmalarda Annet el tercihi anketi sonuçlarının kontrol grubu ve takım sporu yapan kişilerde aynı olduğu bulunmuştur. Yapılan bu test sonuçlarına göre kontrol ve sporcu grubunda kendilerini sağlak olarak ifade edenlerden gerçektende büyük bir çoğunluğunun sağlak, kendilerini solak ifade edenlerden de yine büyük çoğunluğunun solak olduğu tespit edilmiştir.

Hemisferik dominantlık testi sonuçlarında ise kontrol grubunda kendilerini sağlak olarak ifade edenlerin bir kısmının sağ, bir kısmının sol, bir kısmının ise her iki hemisferinin de aktif olduğu, kendilerini solak ifade edenlerden ise tamamının sağ hemisferinin aktif olduğu ortaya çıkmıştır. Sporcu grubunda ise ters hemisfer baskınlığının olduğu yani kendilerini solak olarak ifade edenlerin sağ hemisferinin daha aktif kendilerini sağlak olarak ifade edenlerinse sol hemisferlerinin daha aktif olduğu gözlenmiştir. Ancak hem Annet hemde Hemisferik Dominantlık testlerinde, sporcuların her iki hemisferlerinin daha aktif çalıştığı bulunmuştur. Bu bize sporcuların farkında olmadan her iki elini ya da hemisferini çalıştırmaya başladıklarını göstermektedir. Spor yapmak iki hemisferinde baskın olarak kullanılmasını sağlamaktadır diyebiliriz. Fakat bu durumu etkileyen yaş, cinsiyet gibi durumlarda olabilir.

Bu testler, yapılan çalışmalarda tek tek uygulanmasına rağmen bizim yaptığımız çalışmada (Annet Testi, Hemisferik Dominantlık Testi) hepsi sırasıyla uygulanmıştır. Literatürde bu testlerin sporcularda ve birlikte uygulandığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Tarman'da yaptığı el dominansı ve serebral lateralizasyon çalışmasında el tercihi için Oldfield anketi kullanmış, çalışmaya katılanların büyük çoğunluğunun sağlak olduğunu ve sol hemisferinin daha baskın olduğu sonucuna ulaşmıştır (89). Biz ise çalışmamızı Annette el tercihi anketiyle yaptık. Çalışmamızda sağlak solak oranlarını eşit tutarak kontrol ve sporcularda çalıştık. Serabral lateralizasyon bakımından kontrol grubunda tek hemisfer baskınken, sporcularda ise iki hemisferinde kullanıldığı sonucuna ulaştık.

Sporcular üzerine yapılan bir araştırmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yaşar Doğu Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencilerinin %39,27'si kuvvetli sağlak, %52,81'i zayıf sağlak, %2,97'si her iki eli, %3,30'u zayıf solak ve %1,65'i de kuvvetli solak olarak bulunmuştur (90) .

Prof. Dr. Süleyman Tarman tarafından yapılan bir çalışmada da müzisyenlerdeki el dominansı ve serebral lateralizasyon araştırılmıştır. Çalışmaya dört ildeki üniversiteden yaş ortalaması 21,6 olan 313 müzik lisans öğrencisi katılmıştır. El dominansını belirlemek için Oldfield anketi kullanılmıştır. Müzisyenlerin %88'i sağlak, %5 iki eli, %7'si de solak olarak tesbit edilmiştir. El dominansı cinsiyete göre farklılık göstermemiştir. Müzisyenlerde kuvvetli sağlaklık oranının en yüksek olduğu çalgının viyolonsel, solaklık oranının en yüksek olduğu çalgının ise flüt olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak bu çalışma müzisyenlerde serebral lateralizasyon bakımından sol hemisferin baskın olduğunu düşündürmektedir. Buna karşın sağ hemisferinde özellikle müzik ile ilgili konularda yoğun biçimde işlevsel olduğu bilinmektedir (90).

Futbol antrenmanı ve oyununun futbolcuların görsel ve işitsel uyaranlara karşı baskın ve baskın olmayan ayak reaksiyon zamanları üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada baskın ve baskın olmayan ayak reaksiyon zamanları simetrik olmakla birlikte, aynı yaş gurubu antrenmansız gençlerden daha iyi olduğu anlaşıldı. Benzer şekilde Montes ve arkadaşları yaptıkları araştırmada genç futbolcuların aynı yaş grubu sporcu olmayan kontrol grubundan daha iyi görsel el ve ayak reaksiyon zamanlarına sahip olduklarını bulmuşlardır (91).

5.2. UYARILMA POTANSİYEL KAYITLARI

Uyarılma potansiyelleri, EEG aktivitesinde uyarı ile meydana gelen değişikliklerdir. İşitsel oddball paradigması kullanılarak yapılan selektif dikkat çalışmalarında N1, P2, N2 ve P3 dalgaları araştırılmaktadır.

Bizde çalışmamızda bu dalgalarda meydana gelen değişiklikleri inceledik.

N1 ve P2 bileşenleri, erken dikkat ve oryantasyon sürecinden etkilenen otomatik uyarı sürecini yansıtmaktadır. N1-P2 bileşenleri aynı zamanda kortikal uyanıklık cevabı için bir belirteçdir. N2 bileşeninin genellikle anormal uyarının sınıflandırmasını yansıttığı düşünülür. P3 ise genellikle bilişsel, endojen komponentdir ve oryantasyon, sonlanma zamanı, karar verme ve çalışma belleğini yansıtır. P3 dalga latansı da uyarı sürecinin hızını göstermektedir. (92)

Çalışmamızda sporcularda uyarılma potansiyelleri ile hemisferik farklılıkları incelemek amacı ile N1, P2, N2, P3 dalgalarında meydana gelen değişiklikleri araştırdık. Kayıt bölgeleri olarak T3 T4 P3 ve P4 bölgeleri tercih ettik. Bu bölgelerin tercih edilmesinin nedeni; yapılan uyarılma potansiyeli çalışmalarında, bu bölgelerden hemisferik asimetri açısından bölgesel farklılıkların bulunmasıdır (93).

Çalıştığımız sporcu ve kontrol grubunun alınan kayıtlarında bölgelere göre genlik değerlerinin karşılaştırılmalarında, sporcu grubunda standart uyaranlarda T3 bölgesinde P300 dalgasının genliğinin daha büyük olduğu gözlenmiştir. Hedef uyaranlarda ise sporcu grubunda N2 ve P300 dalgalarının genliği sol hemisferde (T3 bölgesi) artmıştır.

Literatürde sporcularda uyarılma potansiyellerinin çalışıldığı az sayıda çalışma bulunmakla birlikte, sporcularda hemisferik asimetrinin uyarılma potansiyelleri ile araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu bağlamda Nakamura ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada Joging (yavaş ve tempolu koşu) yapanlarda bizim metodumuz olan oddball paradigması ile P300 kaydedilmiş, joggingden 30 dk önce ve sonra kayıt alınmıştır. Jogingden sonra P300 genliği artmıştır. Bunun sonucunda Joging yapmanın P300 ile ilişkili kognitif süreçleri kolaylaştırdığı ileri sürülmüştür (94).

Fiziksel egzersizin P300'e etkisini araştıran Polich ve Lardon' nun yaptığı çalışmada görsel ve işitsel oddball paradigması kullanılmıştır. Sonuçta egzersizin sıklığı ve şiddeti arttıkça P300 genliğinin arttığı bulunmuştur (95).

Magnie ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği diğer bir çalışmada ise aerobik yapanlarda egzersizden sonra P300 ve N400 genliğinin arttığı bulunmuştur. Maksimal aerobik egzersizin genel uyanıklığı artırıcı etkisi olduğu sonucuna varılmıştır (96).

Olaya ilişkin beyin potansiyellerinin incelendiği basketbolcularla ilgili yapılan bir çalışma da bu sporu yapanlarda görsel dikkatin değerlendirilmesi ele alınmıştır. Bu çalışma sonucunda basketbolcular da hedef uyaranlara karşı elde edilen P300 yanıtları kontrol grubu olan sedanterlerden belirgin derecede yüksek genliğe sahiptir. Bu bulgu, basketbolcuların görsel dikkat ödevlerini sedanterlerden farklı biçimde işlediklerini ortaya koymakta ve OİP'lerin sporcuların bilişsel performanslarını değerlendirmede nesnel bir ölçü olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir (97).

Çalışmamızda sporcu ve kontrol grubunun bölgelere göre alınan kayıtlarında latans değerlerinin karşılaştırmalarında, standart uyarılara karşılık sağ hemisferde (P4 bölgesinde) N1 dalgasının latansının uzadığı bulunmuştur. Literatürde N1 latansı ile ilgili daha önce böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, Magnie MN ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada aerobik yapanlarda egzersizden sonra P300 latansın azaldığı gözlenmiştir (96).

Polich ve Lardon' nun egzersizin sıklığının artmasının P300 dalgasının latansına etkisini araştıran bir çalışmada latansa egzersizin bir etkisi olmadığı anlaşılmıştır (95).

Bizim çalışmamızda da P300 latansında anlamlı fark bulunmamıştır. Çalışmamız Polich'in çalışması ile uyumludur. Ancak farklı spor grupları olduğu için tam bir karşılaştırma yapılamamaktadır.

5.3. SAĞ VE SOL HEMİSFER KARŞILAŞTIRILMASI

Çalışmamızın deney ve kontrol gruplarında sağ ve sol hemisfer karşılaştırması sonuçlarına göre kontrol gruplarında standart uyaranlara karşılık sol hemisferde N2 latansının uzadığı, sağ hemisferde N2 genliğinin ise yüksek olduğu bulunmuştur. Hedef uyarılarda sağ ve sol hemisfer karşılaştırılmasında sağ hemisferde N2 genliği büyük bulunmuştur. Kontrol grubunda standart ve hedef uyarılarda, P4 bölgesinde N2 genliğinin yüksek olması sağ hemisferin daha aktif olduğunu göstermektedir.

Deney gruplarında ise sadece hedef uyarılarla sağ hemisferde P2 latansı anlamlı olarak uzun bulunmuştur. Literatürde sağ ve sol hemisfer karşılaştırması yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, kontrol grubunda iki hemisfer arasında farklılık olmasına rağmen, sporcu grubunda P2 latansı uzunluğu dışında bir farka rastlanmaması, sporcularda hemisferler arası farklılığın ortadan kalktığını göstermektedir.

Çalışmamızın sonuçları 18-23 yaş arası takım sporu ile uğraşan sporcularda bir süre sonra farkında olmadan her iki elini ya da hemisferini çalıştırmaya başladıklarını göstermektedir. Spor yapmak iki hemisferinde baskın olarak kullanılmasını sağlamaktadır diyebiliriz.

Sonuç olarak bu araştırma ile;

- Sporcularda her iki hemisferin kontrol grubuna göre daha aktif olduğu,
- Sporun kognitif fonksiyonları geliştirebileceği,
- Ambidekstralite (her iki ellilik) ve sol el kullanımının, bazı çevresel sebeplerle desteklendiği,
- Özellikle basketbol ve hentbol oynayanlarda, boks ve güreş yapanlarda, heykeltıraşlarda, cerrahlarda ve çalgı çalanlarda, bu tip bir dominansın görüldüğü ve önemli avantajlar sağladığı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Tan Ü, Çalışkan S. Allometry and asymmetry in the dog brain: right hemisphere is heavier regardless of paw preference. *Inf JNeurosci* . 1987; 35: 189-194.
2. Geschwind N, Galaburda A M: Cerebral lateralization biological mechanisms. Ass. and pathology,part I. *Arch Neurol* . 1985; 42:428-459.
- 3- Balkan S. Serebral korteksin fonksiyonları. Yaltkaya K. Balkan S. Oğuz Y. Nöroloji ders kitabı. 1.baskı, Ankara: Palme Yayıncılık; 1994:15-6.
- 4- Kütükçüoğlu Y. El Baskınlığının Yönü ve Derecesinin Araştırılması Ankara: GATA Nöroloji AD, Uzmanlık Tezi. 1993.
5. Tanrıdağ, O. Teoride ve Pratikte Davranış Nörolojisi. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 1994:80
1.
6. Yıldırım M. İnsan Anatomisi, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti. İstanbul, 1997
7. Coren S, Halpern DF Left-handedness: a marker for decreased survival fitness. *Psychol Bull.* 1991; 109(1):90-106.
8. Öktem F, Sonuvar B. Dikkat eksikliği tanısı alan çocukların özellikleri. *Türk Psikiyatri Dergisi* IV 1993; 4:267-72.

9. Steinmetz H, Volkman J, Jancke L, Freund HJ. Anatomical left-right asymmetry of language-related temporal cortex is different in left- and right-handers. *Ann Neurol* 1991; 29:325-319.
10. Tanrıdağ O. Teoride ve Pratikte Davranış Nörolojisi. Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti. İstanbul 1994a, p. 41-45.
11. Tanrıdağ O. Afazi. Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti. İstanbul 1994b, p. 11-22.
12. Triggs WJ, Heilman KM. Cortical control of movement and human handedness. *American Academia of Neurology*, 2001.13.
13. Nathan PV, Smith MC, Deacon P. The corticospinal tracts in man. Course and location of fibres at different segmental levels. *Brain* 1990; 113: 303-324.
14. White LE, Lucas G, Richards A, Purves D. Cerebral asymmetry and handedness (letter). *Nature* 1994; 368:197- 198.
15. Foundas AL, Leonard CM, Gilmore R, Fennell E, Heilman KM. Planum temporale asymmetry and language dominance. *Neuropsychologia* 1994; 32:1225-1231.
16. Macdonell RAL, Shapiro BE, Chiappa KH, et al. Hemispheric threshold differences for motor evoked potentials produced by magnetic cortical stimulation. *Neurology* 1991; 41:1441-1444.
17. Triggs WJ, Calvanio R, Levine M. Transcranial magnetic stimulation asymmetry reveals a hemispheric asymmetry correlate of intermanual differences in motor performance. *Neuropsychologia* 1997; 35:1355-1363.
18. Nudo RJ, Jenkins WM, Merzenich MM, Prelean T, Grenda R. Neurophysiological correlates of hand preference in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *J Neurosci* 1992; 12:2918-2947.
19. Wassermann EM, McShane LM, Hallett M, Cohen LG. Noninvasive mapping of muscle representations in human motor cortex. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1992; 85:1-8.
20. Korkmaz B. Pediatrik Davranış Nörolojisi. İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları 2000, p. 63- 67.
21. Kolb B, Sutherland R J, Nonneman A J, Wisham I Q. Asymmetry in the cerebral hemispheres of the rat, mouse, rabbit and cat. The right hemisphere is longer. *Exp Neurol*. 1982; 78: 348-359.
22. Crichton-Browne J: On the weight of the brain and its component parts in the insane. *Brain* . 1880; 22: 42-67.
23. Cunningham D J: Contribution to the surface anatomy of the cerebral hemispheres. Dublin: Royal Irish Academy 1892; 97-133.

24. Cunningham D J: Right-handedness and left-brainedness. *J. of the Royal Antropological Institute of Great Britain and Ireland* 1902; 32: 273-296.
25. Tan Ü, Çalışkan S. Asymmetries in the cerebral dimensions and fissures of the dogs. *Int J Neurosci.* 1987; 32: 943-952.
26. Sherman G F, Galaburda A M. Asymmetries in anatomy and pathology in the rodent brain. In Stanley DG ed. *Cerebral lateralization non-human species.* NewYork: Academic press,; 1984; 51-87.
27. Yakovlev P I. A proposed definition of limbic system. In Hockman G H ed. *Lymbic system.* London: Springfield III: 1972, pp: 65-87. 18. Galaburda A M, LeMay M, Kemper T L. Right-left asymmetries in the brain. *Science .* 1978; 199: 852-856.
28. Galaburda A M, LeMay M, Kemper T L, Geschwind N. Right-left asymetries in the brain. *Science* 1978; 199 (4331): 852-856.
29. Geschwind N, Behan P: Left-handednes: association with immune disease, migraine and developmental learning disorder. *Proc Natl Acad Sci* 1982; 79: 5097-5100.
30. Tan Ü, Akgün A. There is a direct relationship between non verbal intelligence and serum testosterone level in young men. *Int J Neurosci* 1992; 60: 211-220.
31. Tan Ü. Testosteron and hand skill in right - handed men and women *Int J Neurosci* 1990; 53: 179-189.
32. Tan Ü. Testosterone and hand performance in right handed young adults. *Int J Neurosci* 1990; 54: 267-276.
33. Tan Ü. Testosterone and nonverbal intelligence in right handed men and women. *Int J Neurosci* 1990; 154: 267-282.
34. Tan Ü. Relationship of testosterone and nonverbal intelligence to hand preference and hand skill in right- handed young adults. *Int J Neurosci* 1990; 54: 283-290.
35. Previc F H. A general theory concerning the prenatal origins of cerebral lateralization in human. *Psychol Rev* 1991; 98: 299-334.
36. Tan Ü. Left-right differences in the hoffman reflex recovery curve associated with handedness in normal subjects. *Int J Neurosci* 1985; 3: 75-78.
37. Gur R C. Asymmetries in normal brain anatomy and physioloğy are ubiquitous systematic and relate to sex differences and aging effects on cognitive performance. 4th laterality and psychopathology conference, programme and abstracts . June 1997; 26: 19-21.

38. Kolb B, Whishaw I Q. Fundamentals of human neuropsychology, 4th edition, W H freeman and and company, New York, 1996.
39. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: TheEdinburgh Iventory. Neuropsychologia 1971; 9:97-103.
40. Gündoğan NÜ, Yazıcı AC, Şimşek A. Üniversite öğrencilerinde el tercihinin cinsiyetle ilişkisinin incelenmesi (Bir ön çalışma). Türkiye Klinikleri J Med Sci 2006; 26: 225- 31.
41. Tan U. The distribution of Geschwind scores to familial left handness. Intern J Neurosci 1988; 42: 85- 105.
42. Tan U. The distribution of hand preference in normal men and women. Intern J Neurosci 1988;41:35-65.
43. Merrell DJ. Dominance of eye and hand. Hum Biol 1957;29:314-328.
44. Annett M. Left, right hand and brain: The right shift theory. London: Erlbaum Assoc Ltd; 1985.
45. Tan Ü. Relationships between hand skill and the excitability of motoneurons innervating the postural soleus muscle inhuman subjects. Int J Neurosci 1985;26:289-300.
46. Genç O, Turgut G, Şahiner T. Hoffmann refleksi ile cinsiyet hormonları ve nonverbal zeka arasındaki korelasyon: Cinsiyet ve el tercihi ile ilgisi. Konya Karaman Tabip Odası Genel Tıp Dergisi 9 (2), 1999.
47. Klinik Psikiyatri. Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğunun Zeka Testlerinden ve İlgili Diğer Nöropsikolojik Araçlardan Yordanabilirliği. 2004;7:139-152
48. Pehlivan F. Biyolojik. Hacettepe Taş, Ankara 1997; ss 147-158
49. Özemsi Ç. Sinir sisteminin elektrofizyolojisi ve kayıt yöntemleri. Tübitak beyin dinamiği Multidisipliner Lisansüstü Yaz Okulu Ders Notları, 1999; ss 1-15.
50. Dawson GD.A summation technigue for detectin small signalsin a large irregular background. J Physiol 1951; 115: 2-3.
51. Glueck BC, Ford MR, Molpo MA. Computer analysis of the electroensephalogram. Psychiatric Annals 1988; 18: 236-245.
52. Başar E. EEG –Brain Dynamics. Elsevier/North Holland Biomedicai Pres, Amsterdam 1980; ss 9-152.
53. Lopes da Silva FH. Event-releted potentials: medhology and quatification. In Nidermeyer E, Lopesda Silva FH (eds) Electroencephalography: Basic Principles, Clinica Applications and Related Fields (3rd ed). Williams and Wilkins, Baltimore 1993; pp 877- 886.

54. Goodin DS: Event-related (endogenous) potentials. In Aminoff MJ (ed): *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*. Churchill Livingstone New York 1992, pp 627-642.
55. Hollowell D. Electric response audiometry with special reference to the vertex potentials. In: Keidel WD, Neff WD (eds), *Handbook of sensory physiology Volume 3*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York 1976; pp 85-105.
56. Brandies D, Lehmann D. Event-related potentials of the brain and cognitive processes: approaches and applications. *Neuropsychologia*. 1986;24 (1): 151-168.
57. John ER, Schwartz EL. The neurophysiology of information processing and cognition. *Annu Rev Psychol* 1978; 29: 1-29.
58. Hillyard SA, Kutas M. Electrophysiology of cognitive processing. *Annu rev Psychol* 1983; 34: 33-6.
59. Polich J. Habituation of P300 from auditory stimuli. *Psychobiology* 1989; 17 (1): 19-28.
60. Picton TW. The P300 wave of the human event-related potential. *Clinical Neurophysiol* 1992; 9 (4): 456-479.
61. Süer C, Gölgeci A, Yılmaz A. Görsel ve İşitsel Uyarım Teknikleri. *Beyin dinamiği Multidisipliner Lisansüstü Yaz Okulu Ders Notları*. 1999; ss 1-9 .
62. Emerson RG, Pedly TA. Somatosensory evoked potentials. In: Dally DD, Pedly TA (eds), *Current Practiof Clinical Elektroencephalography*. Raven Pres Ltd, New York 1990; pp 679-705
63. Picton TW. Auditory evoked Potentials. In: Dally DD, Pedly TA (eds), *Current Practiof Clinical Elektroencephalography*. Raven Pres Ltd, New York 1990; pp 625-678.
64. Polich J. Frequency, intensity and duration as determinants of P300 from auditory stimuli. *J Clin Neurophysiol* 1989; 6: 277-286.
65. Celesia GG. Visual evoked potentials in clinical neurology. In Aminoff My (ed), *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*. Churchill Livingstone New York 1992; pp 467-490
66. Sutton S, Braren M, Zubin J, et al. Evoked potentials correlates of stimulus uncertainty. *Science* 1965; 150: 1187-8
67. Öken BS. Endogenous event related potentials. in: Chiappa KH (ed), *evoked potentials in Clinical Medicine*. Raven Press Ltd., Newyork, 1990: 563-592.
68. Smith DBD, Donchin E, Cohen L, et al. Auditory averaged potentials in man during selektive binaural listening. *ElectroenphalogrClin Neurophysiol* 1970; 28: 16-152.
69. Kutas M, Hillyard S A. Event-related potentials and psychopathology. in: Wilner PJ (ed), *Psychiatry (Vol 3)*. JB Lippincott Company, Philadelphia, 1990: 3-8.

70. Molnar M, Skinner JE, Csepe V, et al. Correlation dimension changes accompanying the occurrence of the mismatch negativity and the P3 event related potential component. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1995; 95: 118-126.
71. Tandon OP, Verma A, Ram BK. Cognitive dysfunction in NIDDM: P3 event related evoked potential study. *Indian J Physiol Pharmacol* 1999, 43: 383-388.
72. Sutton S, Braren M, Zubin J, et al. Evoked potentials correlates of stimulus uncertainty. *Science* 1965, 150: 1187-1188.
73. Sutton S, Tueting P, Zubin J, et al. Information delivery and sensory evoked potential. *Science* 1967, 155: 1436-1439.
74. Brandeis D, Lehman D. Event related potentials of brain and cognitive processes: Approaches and applications. *Neuropsychologia* 1986; 24: 51-168.
75. Barret G. Clinical applications of event related potentials. In: Halliday AM (ed) *Evoked Potentials in Clinical Testing*, Churchill Livingstone, Edinburgh, 1993: 589-633.
76. Picton TW, Struss DT, Champagne SC, et al. The effects of age on human event related potentials. *Psychophysiol* 1984; 21: 312-325.
77. Barrett G, Neshige R, Shibasaki H. Human auditory and somatosensory event related potentials: effect of response condition and age. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 1987; 66: 409-419.
78. Gooding DS. Event related (endogenous) potentials. In: Aminoff MJ (ed), *Electrodiagnosis in Clinical Neurology* (3rd ed). Churchill Livingstone, New York, 1992: 627-648.
79. Polish J. Normal variation of P300 from auditory stimuli. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1986; 65: 236-240.
80. Meador KJ, Loring D W, Huh K, et al. Comparative cognitive effects of anticonvulsants. *Neurology* 1990; 40: 391-394.
81. Geisler M W, Polish J. P300 and time-of-day: Circadian rhythms, food intake and body temperature. *Biol Psychol* 1990; 31: 117-136.
82. Geisler MW, Polish J. P300 and individual differences: Morning event activity preference, food and time-of-day. *Psychophysiology* 1992; 29: 86-94.
83. Fleck KM, Polish J. P300 and Menstrual cycle. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1988; 71: 157-160.
84. Chiappa KH, Jayakar P. Evoked potentials in clinical medicine. in: Joynt RJ (ed), *Clinical Neurology* (Vol 1). JB Lippincott Company, Philadelphia, 1992: 46-47
85. Picton TW. The P300 wave of human even-related potential. *J Clin Neurophysiol*, 1992; 9(4): 456-479

86. Spehlmann R. Evoked potential primer (visual, auditory and somatosensory evoked potentials in clinical diagnosis. Butterworth Publishers, Boston, 1985: 242-6
87. Vesco KK, Bone RC, Ryan JC, Polish J. P300 in young and elderly subjects: auditory frequency and intensity effects. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 1993; 63: 88: 302-308
88. Barut Ç, Özer CM, Yünter Z, Sümbüloğlu V. Genç Erişkinlerde El, Ayak ve Göz Tercih Sıklığının Belirlenmesi: Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi *Medi Forum*. Cilt 2 (2), 2004
89. Tarman S. Müzisyenlerde el dominansı ve serebral lateralizasyon. Müzik Eğitimi Yayınları. OMÜ. Egt. Fak. Müzik Eğitimi Anabilim Dalı Öğr. Ü.
90. Tat H. Genç Erkek ve Bayanlarda Lateralizasyonun El Kavrama Kuvveti ve Reaksiyon Zamanına Etkisi, OMÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi. 1999.
91. Montes- Mico R, Bueno I, Candel J, Pons AM. Eye hand eye foot visual reaction times of young soccer players. *Spain Optomtry* 2000; 71: 775-80.
92. Mueller V, Brehmer Y, Oertzen T, Li SC, Lindenberger U. Electrophysiological correlates of selective attention: A lifespan comparison. *BMC Neurosci*. 2008 Jan 31;9 (1):18
93. Hill H, Weisbrod M. *Clinical Neurophysiology* 1999; 110: 1611- 1617
94. Nakamura Y, Nishimoto K, Akamatu M, Takahashi M, Maruyama A. The effect of jogging on P300 event related potentials. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1999 Mar; 39(2): 71-4.
95. Polich J, Lardon MT. P300 and long-term physical exercise. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1997 Oct; 103(4): 493-498.
96. Magnié MN, Bermon S, Martin F, Madany-Lounis M, Suisse G, Muhammad W, Dolisi C. P300, N400, aerobic fitness, and maximal aerobic exercise. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1997 Oct; 103(4): 493-498.
97. Yücesir İ, Demiralp T, Alkaç Ü. İ, Ermutlu N, Karamürsel S, Kayserilioğlu A. Basketbolcularda Görsel Dikkatin Değerlendirilmesinde Olaya İlişkin Beyin Potansiyelleri. *Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı BİYOMUT Dergisi* 97: 144-147, (1997)

EK-1 ANNETTE EL TERCİHİ ANKETİ

Aşağıda belirtilen işleri hangi elinizle yaptığınızı söyleyiniz. Herhangi bir elinizi öncelikle tercih etmiyorsa olabilirsiniz. Bu durumda, söz konusu işi yaparken iki elinizden herhangi birini kullanabileceğiniz sonucuna varılacaktır.

Sıra Sayısı	Yapılacak İşler	Sol	Sağ	Her İkisi
1	Yazı yazarken			
2	Çizerken			
3	Bir şey fırlatırken			
4	Çekiç kullanırken (çekiç tutan el)			
5	Diş fırçalarken			
6	Silgi ile silerken			
7	Makas kullanırken			
8	Kibrit çakarken			
9	Bir teneke boya karıştırırken			
10	Kaşık kullanırken			
11	Tornavida kullanırken			
12	Kavanoz kapağı açarken (açan el)			
13	Bıçak kullanırken (çatalsız)			
	TOPLAM			
	GENEL TOPLAM			

Puanlama

Sağ elin kullanıldığı maddelere 1 puan, her iki elin kullanıldığı maddelere 2 puan, sol elin kullanıldığı maddelere 3 puan veriniz. Söz konusu puanların yukarıdaki tabloda, ilgili yerlere yazınız. Sol, sağ ve her iki el için toplam puanları ve daha sonra da genel toplam puanı hesaplayarak ilgili yerlerine yazınız.

Hesapladığımız genel toplam puanın, aşağıdaki tabloda hangi aralığa düştüğünü belirleyiniz ve ilgili kısmın karşısına bir çarpı işareti (X) koyunuz.

Puanlar	Ellilik Durumu	Bireyin Ellilik Durumu
13-17	Sağlak	
18-32	İki Elli	
33-39	Solak	

EK-2

HEMİSFERİK DOMİNANTLIK TESTİ

- 1- Sınıfa veya herhangi bir işe geç kaldığında koşar mısınız?
a- Evet b- Hayır
- 2- Bir test yapacağınız zaman hangi soruları tercih edersiniz?
a- Objektif (doğru – yanlış, çoktan seçmeli)
b- Subjektif (münazara veya deneme soruları)
- 3- Karalarınızı ne şekilde uygularsınız?
a- İçimden geldiği gibi
b- Dikkatlice düşünerek
- 4- Bir olayı arkadaşınıza nasıl anlatırsınız?
a- Ana hatlarıyla
b- Detaylarıyla
- 5- Belirli eşyaları belirli yerlerde mi muhafaza edersiniz?
a- Evet b- Hayır
- 6- Hayatınız da büyük bir değişiklik yaptığınız da ne hissedersiniz?
a- Heyecanlanırım b- Korkarım
- 7- Çalışma tarzınız nasıldır?
a- İşi tamamlayıncaya kadar işe konsantre olurum.
b- Birçok şeyi aynı anda yapmaya çalışırım.
- 8- Saatsiz vakit geçirebilir misiniz?
a- Evet b- Hayır
- 9- Hangisini daha kolay anlarsınız?
a- Cebir b- Geometri
- 10- İnsanları isimlerinden mi yoksa yüzlerinden mi kolay tanırırsınız?
a- İsimlerinden b- Yüzlerinden
- 11- Yeni bir aletin çalışmasını nasıl öğrenirsiniz?
a- Deneyerek öğrenirim.
b- Kullanma kılavuzunu okuyarak öğrenirim.
- 12- Birisi konuşurken neye dikkat edersiniz?
a- Ne söylediğine (sözcüğe)
b- Nasıl söylediğine (ses tonu, temposu., sesteki duygu)
- 13- Konuşurken birkaç defa mı yoksa çok mu el hareketi yaparsınız?
a- Birkaç defa (Çok nadir ellerimi kullanırım.)
b- Çok fazla ellerimi kullanırım.

- 14-** Yazı ve çalışma masanızın nasıl olmasını istersiniz?
a- Temiz ve tertipli olmasını isterim.
b- Karışık ve fakat ihtiyaç duyduğum her şeyin olmasını isterim.
- 15-** Eşyalarınızın yerini sık sık değiştirmekten mi yoksa aynı yerde kalmalarından mı hoşlanırsınız?
a- Aynı yerde durmasından
b- Yerlerini değiştirmekten
- 16-** Çalışma masasında otururken mi, masanın etrafında yürürken mi, veya uzanırken mi daha iyi düşünürsünüz?
a- Çalışma masasında otururken
b- Çalışma masasının etrafında yürürken ve ya yatarken
- 17-** Dergi haberlerini nasıl okursunuz?
a- Nerede ilginç bir haber görsem onu okurum.
b- İlk sayfadan başlayıp sırayla okurum.
- 18-** Bir şey almak istediğinizde neye dikkat edersiniz?
a-Bütçemi düşünerek alırım.
b- İstedğim için alırım.
- 19-** Duvara bir resim asarken neye dikkat edersiniz?
a- Dikkatlice ölçüp düz ve ortalı olarak asarım.
b- Resmi görebileceğim, gerekli bir yere asarım.
- 20-** Bir tiyatro salonunda hangi tarafa oturursunuz?
a- Sağ b-sol

EK-3
KATILIMCI BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

Katılımcının _____

Adı, Soyadı, Adresi :

Varsa protokol ve Tel. No :

BİLGİLENDİRME

Bu deneysel çalışmanın amacı: Takım sporu yapan kişilerde sağ ve sol beyin arasındaki farklılıkların ve hangi tarafın daha çok çalıştırıldığına incelenmesidir. Bunun için başınızın üzerine 4 adet elektrot yerleştirilecektir. Aynı elektrokardiyografideki gibi kayıt alınacak, herhangi elektriksel uyarı uygulanmayacaktır. Elektrokardiyografide kalbinizin çalışması incelenirken, burada beyindeki aktiviteler kayıt edilecektir. Kayıt sırasında, gördüğünüz hoparlörden ince ve kalın seslerden oluşan ses uyarılarını dinletilecektir. Bu sesler kulağınızı yormayacaktır. Sadece çalışmamız için sizin dikkatinizi belli noktalarda toplamak istiyoruz.

Fakültemiz Etik Kurulu bu çalışmanın Helsinki Deklerasyonu'nda belirtilen maddelere göre ahlaki, vicdani ve tıbbi kurallara uygun olduğunu onaylamış olup çalışma denetime açıktır.

Çalışma öncesinde bu deneysel uygulama ile ilgili katılımı istediğimize dair bir evrak imzalamanız gerekmektedir.

Bu çalışmaya katılmakta özgürsünüz. Başlangıçta kabul edip daha sonra fikir değiştirip, hiçbir gerekçe göstermeden çalışmadan ayrılabilirsiniz. Bu durumda sizinle ilgili herhangi bir işlem yapılmayacaktır.

KATILIMCI ONAMI

Aşağıda imzası bulunan ben,..... Takım Sporunu Yapan Kişilerde Hemisferik Farklılıkların Uyarılma Potansiyelleri ile Belirlenmesi adlı deneysel uygulamayla yapılması planlanan, çalışma hakkında,

Tuğba BÖRKLÜ 'den tam olarak bilgi aldığımı beyan ederim.

Tarih:
Bilgilendirmeyi yapan
Tuğba BÖRKLÜ

Katılımcı
Adı, Soyadı

Kuruluş Görevlisi Tanık
Adı, Soyadı

Dr. Adı, Soyadı
İmza: Nazan Dolu

İmza:

İmza:

Not: Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasisinin onamı alınacaktır.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Kayseri’de doğdu. İlk öğrenimini Boztepe İlköğretim Okulu’nda, orta öğrenimini Atatürk Lisesi’nde, lise öğrenimini ise Sümer Lisesi’nde tamamladı. 2001 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji lisans öğrenimine başladı. 2004-2005 eğitim-öğretim yılında Yozgat Sarıkaya Kayapınar İlköğretim Okulu ve İstiklal İlköğretim Okulu’nda vekil öğretmenlik yaptı. 2005 yılında Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen aynı anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir. Evli ve bir çocuk annesidir.