



**SPORCU VE SEDANTER BİREYLERİN BEYİN
ELEKTROFİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Selin KALYONCU

Yüksek Lisans Tezi

Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı

2023

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
KİŞİ SPORLARI VE SPOR BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİM DALI

**SPORCU VE SEDANTER BİREYLERİN BEYİN ELEKTROFİZYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**
(The Comparison of Brain Electrophysiological Characteristics of Athletes and Sedentary
People)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selin KALYONCU

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatih AĞDUMAN

Erzurum
Ekim, 2023

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Selin KALYONCU tarafından hazırlanan “Sporcu ve Sedanter Bireylerin Beyin Elektrofizyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması“ başlıklı çalışması 27 / 10 / 2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Fatih KIYICI
Atatürk Üniversitesi

Aslı Islak İmzalıdır.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatih AĞDUMAN
Atatürk Üniversitesi

Aslı Islak İmzalıdır.

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Deniz BEDİR
Erzurum Teknik Üniversitesi

Aslı Islak İmzalıdır.

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Onur Erdem KORKMAZ
Atatürk Üniversitesi

Enstitü Yönetim Kurulunun
31/08/2023 tarih ve -
17012596-302.14.02-
2300266818 sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

.... / / 2023

Aslı Islak İmzalıdır.

Prof. Dr. Fatih KIYICI

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sporcu ve Sedanter Bireylerin Beyin Elektrofizyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

24 / 11 / 2023

Aslı Islak İmzalıdır.

Selin KALYONCU

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun / ... / tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun / ... / tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın gerçekleşmesinde en önemli katkıyı sağlayan gönüllülere, bilime olan saygı ve inaçları adına teşekkür ederim.

Yüksek lisans dönemim boyunca bilgisiyle bana yol gösteren, akademik alanda beni cesaretlendiren, çalışmamıza katılan sporcu deneklerin bize ulaşmasını sağlayan kıymetli hocam, tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Fatih AĞDUMAN'a teşekkürü borç bilirim.

Çalışmamın istatistik aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Onur Erdem KORKMAZ'a teşekkür ederim.

Çalışma süresi boyunca gerek akademik alanda gerek ise cesaretlendirme adına desteğini üzerimden eksik etmeyen değerli arkadaşım, Muhammet Talha HAN'a teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde emeği olan, eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Selin KALYONCU

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SPORCU VE SEDANTER BİREYLERİN BEYİN ELEKTROFİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Selin KALYONCU

Aralık 2023, 56 Sayfa

Amaç: Bu çalışmanın amacı, sporcu ve sedanter bireylerin beyin elektrofizyolojik özelliklerinin karşılaştırılmasıdır.

Yöntem: Araştırmaya 8 erkek ve 11 kadın olmak üzere toplam 19 sedanter ve sporcu üniversite öğrencisi ($Yaş = 23,9 \pm 2,04$) katılmıştır. Çalışmada katılımcılara ait serebral korteks ölçümleri dinlenik durum göz kapalı şekilde 32 kanal ıslak elektrotlara sahip EEG cihazı yardımıyla alınmıştır. Toplanan verilerin istatistiki analizi JASP 0.15.0.0 programıyla yapılmıştır. İstatistiki analizde sedanter ve sporcu gruplarına ait yüksek ve düşük alfa bant genliklerinin karşılaştırılması için Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Önceden belirlenen 12 kanala ait grafik ve kafa ısı haritaları ise Brain Vision Analyzer yazılımıyla görselleştirilmiştir.

Bulgular: Araştırmada sporculara ait F4 kanalı yüksek alfa ($U=17,000$; $p<.05$), Cz kanalı düşük alfa ($U=12,500$; $p<.01$), P3, Pz ve P4 kanalı düşük ve yüksek alfa değerleri, Oz kanalı düşük alfa ($U=20,000$; $p<.05$), Oz kanalı yüksek alfa ($U=16,500$; $p<.05$) ve O2 yüksek alfa genliklerinin ($U=5,500$; $p<.01$) tamamının sedanter grup değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu saptanmıştır.

Sonuç: Çalışmada parietal bölgenin tamamı (Pz, P3 ve P4) ve oksipital bölgede Oz ve O2 kanallarında sporculara ait max alfa bant genlik değerleri sedanter öğrencilerinden daha az olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda özellikle dikkat, konsantrasyon ve bilişsel özelliklerin önemli bir göstergesi olarak kabul edilen alfa bant genlikleri açısından sporcu öğrenciler lehine fark olduğu ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Elektroensefalografi, genlik, dinlenik durum, alfa dalgası, dikkat.

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

THE COMPARISON of BRAIN ELECTROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS BETWEEN ATHLETES and SEDANTARY PEOPLE

Selin KALYONCU

December 2023, 56 pages

Purpose: The aim of this study is to compare the brain electrophysiological characteristics of athletes and sedentary individuals.

Method: In the study, a total of 19 university students, comprising 8 males and 11 females (Age = 23.9 ± 2.04), participated as sedentary and athlete individuals. Cerebral cortex measurements of the participants were taken in a resting state with eyes closed using an EEG device with 32 channels wet electrodes. Statistical analysis of the collected data was performed using JASP 0.15.0.0 software. The Mann-Whitney U test was applied to compare the high and low alpha band amplitudes between sedentary and athlete groups. Graphs and scalp heatmaps for the predefined 12 channels were visualized using Brain Vision Analyzer software.

Findings: In the study, it was found that for athlete students, the F4 channel had a significantly higher alpha band amplitude ($U=17,000$; $p<.05$), the Cz channel had a significantly lower alpha band amplitude ($U=12,500$; $p<.01$), the P3, Pz, and P4 channels had both lower and higher alpha band values, the Oz channel had a significantly lower alpha band amplitude ($U=20,000$; $p<.05$), the Oz channel had a significantly higher alpha band amplitude ($U=16,500$; $p<.05$), and the O2 channel had significantly lower alpha band amplitude ($U=5,500$; $p<.01$) compared to the sedentary group values.

Results: The study found that the maximum alpha band amplitudes in the entire parietal region (Pz, P3, and P4) and in the occipital region (Oz and O2 channels) were lower for athletes compared to sedentary students. As a result, it can be stated that there is a difference in favor of athlete students, particularly in terms of alpha band amplitudes, which are considered important indicators of attention, concentration, and cognitive abilities.

Keywords: Electroencephalography, amplitude, resting state, alpha wave, attention.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	x
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	2
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	3
Araştırmanın Alt Problemleri.....	3
Araştırmanın Sınırlılıkları	3
Varsayımlar	3
Terimler ve Tanımlar	3
İKİNCİ BÖLÜM	4
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	4
Spor	4
Sedanter Yaşam.....	5
Sporun Yararları.....	5
Sporun Fiziksel Faydaları.	5
Sporun Sosyal Faydaları.	6
Sporun Psikolojik Faydaları.....	6
Spor psikolojisi	7
Sinir Sistemi ve Beyin.....	7
Frontal lob.	9
Parietal lob.	9

Oksipital lob.	9
Temporal lob.	9
Beyin Elektrofizyolojisi	10
Elektroensefalografi	10
Beyin dalgaları.	13
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	16
Yöntem	16
Araştırma Yöntemi.....	16
Evren ve Örneklem	16
Veri Toplama Araçları	17
Kişisel bilgi formu.	17
Süreç/Uygulama.....	18
Verilerin Analizi.....	19
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	21
Bulgular	21
BEŞİNCİ BÖLÜM	31
Tartışma ve Sonuç	31
Öneriler.....	35
KAYNAKÇA	36
EKLER	43
EK 1. Etik Kurul Onayı.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	44

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Katılımcılara Ait Bilgilerin Frekans Analizi</i>	21
Tablo 2. <i>Katılımcılara Ait Frontal Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Düşük ve Yüksek Alfa Genliği Mann Whitney U Testi Değerleri</i>	24
Tablo 3. <i>Katılımcılara Ait Central Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Düşük ve Yüksek Alfa Genliği Mann Whitney U Testi Değerleri</i>	26
Tablo 4. <i>Katılımcılara Ait Parietal Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Düşük ve Yüksek Alfa Genliği Mann Whitney U Testi Değerleri</i>	28
Tablo 5. <i>Katılımcılara Ait Oksipital Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Düşük ve Yüksek Alfa Genliği Mann Whitney U Testi Değerleri</i>	30



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. <i>Hemisferlerin Anatomisi (Börklü, 2008)</i>	8
Şekil 2. <i>EEG, 10-20 Sistemi Ölçümlendirmesinin Başın Tüm Açılarından Görünümü (Gelir & Ardiç, 2000).</i>	12
Şekil 3. <i>Beyin Dalgalarına Ait Özellikler (Park vd., 2015).</i>	13
Şekil 4. <i>EEG Başlığı ve Amplifikatörü (Brain Products, 2023)</i>	17
Şekil 5. <i>BrainVision Kayıt Ekranı</i>	19
Şekil 6. <i>EEG Elektrot Yerleşimi (Korkmaz vd., 2022)</i>	19
Şekil 7. <i>EEG Veri Toplama Süreci</i>	20
Şekil 8. <i>Katılımcılara Ait Dinlenik Göz Kapalı Durum Serebral Korteks Alfa Bant Genliği Isı Haritası</i>	22
Şekil 9. <i>Katılımcılara Ait Frontal Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Alfa Bandı Aktivitesi</i>	23
Şekil 10. <i>Katılımcılara Ait Central Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Alfa Bandı Aktivitesi</i>	25
Şekil 11. <i>Katılımcılara Ait Parietal Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Alfa Bandı Aktivitesi</i>	27
Şekil 12. <i>Katılımcılara Ait Oksipital Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Alfa Bandı Aktivitesi</i>	29

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
ÇSS	: Çevresel Sinir Sistemi
EEG	: Elektroensefalografi
ERP	: Olayla İlişkili Potansiyel
İYKAS	: İşlevsel Yakın Kızılaltı Spektroskopi
f	: ANOVA Testi Değeri
fMRG	: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
Hz	: Frekans
ms	: Milisaniye
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
mV	: Milivolt
n	: Sayı
Ort	: Ortalama
p	: İstatistiksel Anlamlılık Değeri
PET	: Pozitron Emisyon Teknolojisi
ss	: Standart Sapma
t	: T Testi Değeri

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Günümüz dünyasında farklı bilişsel ve davranışsal özelliklerin performans üzerindeki etkisi sıkça başvurulmuş araştırma problemlerinin başında gelmektedir. Gelişen teknolojiyle birlikte egzersiz ve spor alanında yürütülen çalışmalarda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bilişsel performansın spor ve egzersizle ilişkisi çeşitli bilimsel çalışmalar tarafından kanıtlanmış olup, düzenli fiziksel aktivite ve sportif etkinliklerin bilişsel performansa etkisi en çok ilgi çeken konular arasındadır (Soga vd., 2015). Bu araştırmalar bilim insanlarının, fiziksel aktivite ve spor ortamındaki davranışların temelini anlamak ve performansı geliştirmek amacıyla beyin görüntüleme çalışmalarına odaklanmasını sağlamıştır (Park vd., 2015). Nörogörüntüleme yöntemleri, öğrenme, hafıza, dil gelişimi ve dikkat gibi bilişsel süreçlerle ilgili araştırmalara ve üst bilişsel süreçler olan bilişsel farkındalık, bilgiyi izleme ve düzenleme gibi konulara daha geniş bir zeminde katkı sağlamaktadır.

Sinir sistemini oluşturan bileşenler arasındaki bağlantı, araştırmacılara bireyin olağan hayattaki davranışlarıyla ilgili çarpıcı veriler sağlamaktadır. Sağlıklı ve hasta popülasyonlar üzerinde yapılan serebral korteks aktivite ölçümleri, katılımcı grupların ayrılmasını sağlayan biyobelirteçlerin elde edilmesi amacıyla merkezi ve otonom sinir sistemi kaynaklı aktivitelerin eşzamanlı olarak elde edilebilmesi için farklı teknolojiler geliştirilmiştir.

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve İşlevsel Yakın Kızılaltı Spektroskopi (İYKAS) yöntemi oksijen – deoksihemoglobine duyarlı ölçümlemeye olanak sağlarken, elektroensefalografi (EEG) serebral korteksin elektriksel değişimlerini izlemeye imkân tanımaktadır. Bu teknikler, merkezi sinir sisteminin yanıtlarının cerrahi müdahale gerektirmeden ölçülmesini sağlarken, otonom sinir sistemi cevapları genellikle kalp ritmi ve değişkenliğiyle literatürde sıkça takip edilmektedir.

EEG verisi, kafa derisi üzerinde belirli bölgelere yerleştirilen elektrodlar kullanılarak invaziv olmayan şekilde kaydedilmektedir. EEG, normal ve anormal beyin elektriksel aktivitesini ortaya çıkarabilme yetenği sebebiyle nöroloji ve uygulamalı nörofizyoloji alanlarında geniş bir kullanım alanına sahiptir (Teplan, 2002). Zamansal çözünürlüğü yüksek ve maliyeti düşük bir yöntem olması nedeniyle günümüzde çok sık kullanılan EEG, diğer nörogörüntüleme yöntemleriyle karşılaştırıldığında araştırmacıların daha sık tercih ettiği bir yöntemdir.

Dinlenik durumda yapılan EEG ölçümü, özellikle demans, epilepsi gibi hastalıkların tanısında kullanılmaktadır (Morris & Fillenz, 2003). Serebral kortekse ait elektrofizyolojik aktivite gözler açık ya da gözler kapalı durumda EEG aracılığıyla ölçülebilmektedir. Beynin süregelen elektriksel aktivitesinde gözlenen farklılıkların çeşitli fizyolojik ve patolojik durumlarda ilişkisini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır ve son yıllarda özellikle işlevsel nörogörüntüleme çalışmalarında, beyin dinlenme durumlarındaki metabolik aktiviteye dayalı olarak içsel bağlantı ağlarının tespit edilmesi önemli bir gelişmedir (Niedermeyer & da Silva, 2005). İlgili kanıtlarla birlikte araştırmacılar beyin dinlenme durumundaki sürekli EEG salınımlarına daha fazla odaklanmıştır (Raichle & Mintun, 2006). Kişilerin dinlenik durumunda EEG yöntemiyle beyin dinamiğinin incelenmesi, son derece hızlı ve kolayca uygulanabilen bir yöntemdir (Babiloni vd., 2015). EEG teknolojisi kullanılarak yapılan spektral analiz sayesinde bilim insanları serebral korteksteki sinirsel eşleşme hakkında fikir edinebilmektedir (Babiloni vd., 2009).

Literatürde bireylerin farklı serebral korteks özelliklerine sahip olduğunu belirten EEG çalışmaları bulunmaktadır. Ancak hem çeşitli spor branşlarını icra eden kişiler hem de spor yapan ve sedanter bireylerin katılımıyla gerçekleştirilen EEG çalışmalarında farklı bulgular rapor edilmiştir. Ayrıca son zamanlarda "nöral verimlilik" hipoteziyle ilgili yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçların olduğu tespit edilmiştir (Bulut vd., 2003; Di Russo vd., 2003; Di Russo & Spinelli, 2010; Hung vd., 2004; Nakata vd., 2010).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, sporcu ve sedanter bireylerin dinlenik durum serebral korteksteki belli bölgelerinde EEG alfa bant genliklerinin karşılaştırılmasıdır.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Çalışmamızın spor yapan ve yapmayan öğrencilerin dikkat ve konsantrasyon kavramlarının beyin elektrofizyolojik ölçümleriyle açıklanabilmesinin test edilmesi açısından son derece önemli olduğu düşünülmektedir.

Araştırmanın Alt Problemleri

1. Sporcu ve sedanter üniversite öğrencileri dinlenik durum Eeg ölçümlerinde alfa bant genlikleri farklılaşmakta mıdır?
2. Serebral korteks düşük ve yüksek alfa genlikleri sporcu ve sedanter öğrencilerin dikkat ve konsantrasyon süreçlerini açıklamada belirteç olarak kullanılabılır mı?

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma örneklem olarak en az 3 yıl süreyle lisanslı olarak spor yapan aktif sporcular ve son bir yıl düzenli fiziksel aktivite ya da spor yapmayan üniversite öğrencileriyle sınırlandırılmıştır. Çalışma kapsamında veri toplama aracı olarak 32 kanal ıslak elektrotlu EEG cihazı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler ise katılımcıların dinlenik durumda gözleri kapalıyken alınan düşük ve yüksek alfa bant max. genlik değerleriyle sınırlandırılmıştır.

Varsayımlar

Araştırmaya gönüllü olarak katılan öğrencilerin çalışmanın evrenini temsil ettiği ve EEG veri toplama sürecinde yüksek kaliteye sahip veri toplanabilmesi için araştırmacılar tarafından belirtilen yönergeye tam olarak uyduğu varsayılmaktadır.

Terimler ve Tanımlar

Elektroensefalografi (EEG): Beyinde meydana gelen elektrik aktivitesinin belirli bir zaman boyunca, kafa derisi üzerinden elektrotlar aracılığı ile ölçülünerek grafik biçiminde meydana getirilmesiyle oluşturulan elektriksel işaretlerdir (Henry, 2006).

Alfa Dalgası: Genel olarak kişi durgunken daha belirgin bir biçimde gözlemlenen ve 8 – 13 Hz aralığında bulunan beyin elektrofizyolojik işaretlerine verilen isimdir (Nishifuji vd., 2010).

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Spor

Kentleşme süreciyle birlikte ortaya çıkan modern yaşamın bir sonucu olarak kurumsal bir yapıya bürünen spor, günümüzde toplumsal düzenin önemli bir parçası haline gelmiştir ve toplumsal dinamiklere bağlı olarak şekillenmiştir (Alili, 2004). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte iş ve yaşam tarzlarında meydana gelen değişimler, insanların daha az hareketli bir yaşam tarzına doğru kaymasına neden olmuş ve bu durum bazı sağlık sorunlarını beraberinde getirmiştir. Bu tür sağlık sorunlarının önlenmesi ve tedavisi için fiziksel aktivite ve sporun insan hayatında önemli bir yer tutmaktadır.

Evrensel bir kavram olan spor; din, dil ve ırk ayrımı gözetmeksizin farklı etnik yapıları bir arada bulunduran toplumların birlikte yaşamasına katkı sağlayan önemli bir araçtır. Pozitiflik kavramını ele alan spor, sosyal yaşamın temel bileşenlerinden biridir. Spor fiziksel faydalarının yanı sıra zihinsel etkilerinin de yaşamımıza önemli katkı sunduğu bir etkinliktir (Schapschröer vd., 2016).

Desport, disport kelimelerinden türeyen spor kavramı, sözlük anlamıyla oyun, oyalanma, yapılan etkinlikten haz alma ve dinlenme anlamlarına gelmektedir (Fişek, 1985). Spor, bireysel veya takım sporcularından oluşan, teknik ve taktik açıdan belirli hedeflere odaklanılarak oynanan, branşlara göre estetik açıdan görecelik arz eden, toplumsal nitelikleri yansıtan, kazanma ve kaybetme duygularını içeren, taraftar ruhunu barındıran ve seyir keyfiyle estetik bir ruha sahip olan bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Lalehan vd., 2023). Fizyolojik olarak genel enerji sisteminde etkili olan spor, zihinsel algılama sürecinde de önemli rol oynamaktadır (Sheard, 2012). Bireyin toplum içinde yer alması, değer statüsünü gerçekleştirebilmesi, hak, adalet kavramlarının hayatında yer edinmesi, ilkel dürtülerin şekillenmesi, haz duygusunun elde edilmesi ise hem seyirci kitlesinde hem de sporcularda görülmektedir (Doğan, 2005).

İnsanların bir kısmının sportif etkinliklerle daha fazla ilgilenmesi sonucunda “sporcu” ve “spor yapan birey” kavramları ortaya çıkmıştır. Sporcu, spor yapan bireylere göre daha sistematik çalışan, icra ettiği branşa özel olarak vakit ayıran, bilimsel temele dayanan program ve yöntemler eşliğinde yüksek yoğunluğa sahip antrenman yaparak müsabakalarda kazanmak

amacıyla rakibe karşı mücadele veren kişi olarak tanımlanmaktadır (Şenduran, 2006). Sporcular amatör ve profesyonel sporcu olarak iki gruba ayrılmaktadır. Spor yapmayan ya da sporla daha az ilgilenen kişiler ise sedanter olarak ifade edilmektedir.

Sedanter Yaşam

Sedanter yaşam kavramı, hayatımızda zaman alan çoğu etkinliğin en aza indirgeme isteğiyle birlikte ortaya çıkmıştır. Ev işlerinde, iş yerlerinde, günlük hayatımızdaki yaşam alanımızda yer alan ulaşım kolaylıkları, hemen her alanda bilgiye ulaşılabilen bilgisayar, tablet ve cep telefon kullanım alanının yaygınlaşması, bedensel etkinlikleri azaltarak insan vücudunun enerji tüketimini sınırlandırmıştır (Karaca, 2007). Son 20 yılda bireylerin ekrana (bilgisayar, TV, cep telefonu ve video oyunları) bakma süresinde ciddi artışlar meydana gelmiştir (Owen vd., 2010). Bedensel etkinliklerin sınırlandırılmasıyla birlikte bilhassa yaş faktörü nedeniyle enerji ihtiyacı da azalmaktadır (Peker vd., 2000). Sedanter yaşam sebebiyle ortaya çıkan durumlar insan hayatını olumsuz biçimde etkilemektedir. Solunum kapasitesinde düşüş, kas ağrısı ve zayıflığı, sindirim sistemi problemleri, obezite, şeker hastalığı ve postüral bozukluklar sedanter yaşam sonucu ortaya çıkan olumsuzluklardandır. Belirtilen fizyolojik sonuçların yanında sedanter yaşamın ciddi psikolojik problemlere sebep olduğu tespit edilmiştir (Çolakoğlu, 2003). Fiziksel aktivite ve spora katılım ise bireyler üzerinde önemli pozitif etkilere sahiptir (Richman & Shaffer, 2000).

Sporun Yararları

Sporun birey üzerindeki yararları fiziksel, sosyal ve psikolojik olarak üç ana başlık altında kategorize edilebilir.

Sporun fiziksel faydaları.

Spor, dolaşım sisteminin düzenlenmesi ve gelişiminde kritik bir rol oynamaktadır. Spor yapan bireylerin kalbi dakika başına daha az atımla hacimsel olarak daha çok kan pompalayarak az yorulmayla birlikte yüksek verim sağlamaktadır. Dakika başına solunum sayısı ve bu duruma paralel şekilde oksijen kapasitesinin artmasında pozitif katkı sağlayan fiziksel aktivite ve sporun, sinir sistemi gelişimi, cinsellik ve üreme, hücrelerin yenilenmesi ve birçok fizyolojik parametre üzerinde fayda sağladığı spor bilimiyle ilgilenen araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Açak, 2005). Spor yapan bireyler spor yapmayanlara göre fiziksel olarak daha güçlü olmaktadır. Bu durum kişinin günlük hayatla ilgili bütün aktivitelerde daha katılımcı bir şekilde yer almasını sağlamaktadır. Sportif etkinliklere katılmanın yararları, kişinin fiziksel olarak daha aktif olmasını ve sağlıklı bir vücuda sahip olmasını ifade ederken, psikomotor becerilerinin

gelişiminde de sportif etkinliklere düzenli olarak katılmanın son derece önemli etkileri bulunmaktadır (Yetim, 2006).

Sporun sosyal faydaları.

Toplumların günlük hayatına her manada önemli ölçüde etkisi bulunan spor kavramı, bireyleri birleştirebilme, sosyalleşmelerine imkân tanıma vb. özellikleri sebebiyle toplumsal hayatta önemli bir yere sahiptir. Toplumlararası çatışma ve gerilimi önleyen spor, insanlar ve topluluklar arasında köprü olmaktadır (Küçük & Harun, 2004). Günümüz dünyasında spor kavramı, çağdaş sosyal hayatın en önemli öğelerinden biri olarak kabul görmektedir (Redeker, 2008). Spor ayrıca toplumsal ilişkilerin güçlenmesini sağlayarak sosyal manada mesafeleri kısaltan ve gruplararası yardımlaşma duygusunun güçlenmesini sağlayan önemli bir olgudur. Koyulan kurallara uyma, kararlara saygı duyma ve içselleştirebilme tutumunu kazandıran spor olgusu, çocuk ve genç yaştaki bireylerin daha sosyal davranış sergilemesine yardımcı olmakla birlikte sosyalleşme aşamaları sekteye uğrayan yetişkin bireylere de hayata tekrar tutunabilmeleri için imkân tanımaktadır (Kaplan & Çetinkaya, 2014). Kişinin sportif etkinliklere yoğun ve aktif katılımı, suça karışma potansiyelini de sporun içinde barındırdığı rekabet ve kuralları ön planda tutmasıyla birlikte meşru zemine çekerek toplumsal kural ve düzenlemelere saygı gösterme ve uymayı öğretmektedir. Bununla birlikte sportif başarıya ulaşmada gerekli yeterliklere sahip olmak için bireyi toplum tarafından benimsenmeyen kötü alışkanlıklardan kaçınmaya sevk etmektedir. Sporun psikososyal etkileriyle ilgili yapılan araştırmalar, spor yapan bireylerin sosyal ilişkilerinin kuvvetli olması, adaptasyon problemlerinin daha az olmasında önemli bir faktör olduğu ve sporun neredeyse bir terapi şeklinde fonksiyon gördüğü neticesine ulaşılmıştır (MacMahon, 1990). Dolayısıyla toplumsal değerlerin spor vasıtasıyla daha kolay öğrenildiği ifade edilebilir (Chen vd., 2010).

Sporun psikolojik faydaları.

Sportif faaliyetlerinin tamamı sosyolojik açıdan değerlendirildiğinde son derece önemli bir tecrübe olduğu ifade edilmektedir. Spor aktivitelerinde aktif / pasif şekilde yer alan bireyler; saldırganlık, öfke ve şiddet gibi duyguları baskılamayı öğrenmektedir. Spor aktivitelerine katılım, kişide yaşamın getirdiği farklı gerginlik hallerini engelleyerek baskının azalmasına yardımcı olmaktadır (Erkal vd., 1998). Spor sayesinde bireyler, müsabaka kaybettiğinde yenilgiyi kabullenme, kazandığında galibiyeti tecrübe etme, ekiple birlikte çalışma becerisini geliştirme, takım olabilme bilincine erişme, mesleki disiplin, farklı kültürleri öğrenebilme, sabır vb. davranışsal becerileri de kazanmaktadır (Yetim, 2006).

Spor yapan bireyler ayrıca karşı karşıya kaldıkları risk ve tehditlere yanıt olarak daha isabetli, sakin ve stresten uzak çözümler ortaya koyabilmektedir (Zorba & Ziyagil, 1998). Sporu yaşamın bir unsuru haline getiren bireylerde spor konusu psikolojik açıdan zevk alma ve mutluluk hissini tetiklemektedir. Yakın dönemlerde sağlık problemleri yaşayan, stresle mücadelede ve öfke kontrolünde güçlükler yaşayan kişilerin daha fazla fiziksel aktivite ve sporla ilgilendiği görülmektedir. Kişilerin gündelik ritüelindeki durgun yaşam tarzını spor sayesinde daha hareketli bir hale getirmeleri mümkün olabilmektedir. Sporla beraber insanların stresten kurtulması, rahatlaması ve mutlu hissetmesi mümkün olabilmektedir (Güçlü, 2005).

Spor Psikolojisi

Spor psikolojisi, spor ortamında bulunan bireylerin davranışlarıyla ilgili sorulara cevap vermeyi amaçlayan egzersiz ve spor biliminin alt alanı olarak ifade edilmektedir (Gill vd., 2017). Psikoloji alanında araştırmaların hızla çoğalmasının ardından bireylerin eğitim, ve sağlık gibi sosyal hayatın farklı ortamlarında karşılaştığı sorunların çözümüne faydalı olabileceği fikriyle uygulamalı psikoloji kavramı ortaya çıkmıştır (Yeşilyaprak, 2008). Uygulamalı spor psikolojisi ise spor ortamında yer alan bireylerin davranışlarıyla ilgili sebep ve sonuçları analiz ederek bu davranışların geliştirilmesine yönelik izlenmesi gereken metotlar üzerine çalışan bir disiplindir (Yalçın, 2021). Sinir sistemi ve beyinle ilgili son derece önemli veriler elde edilmesini sağlayan EEG gibi nörogörüntüleme tekniklerinin yaygınlaşmasıyla birlikte spor alanında zihinsel hazırlık ve motivasyon süreçleri üzerinde yapılan araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır.

Sinir Sistemi ve Beyin

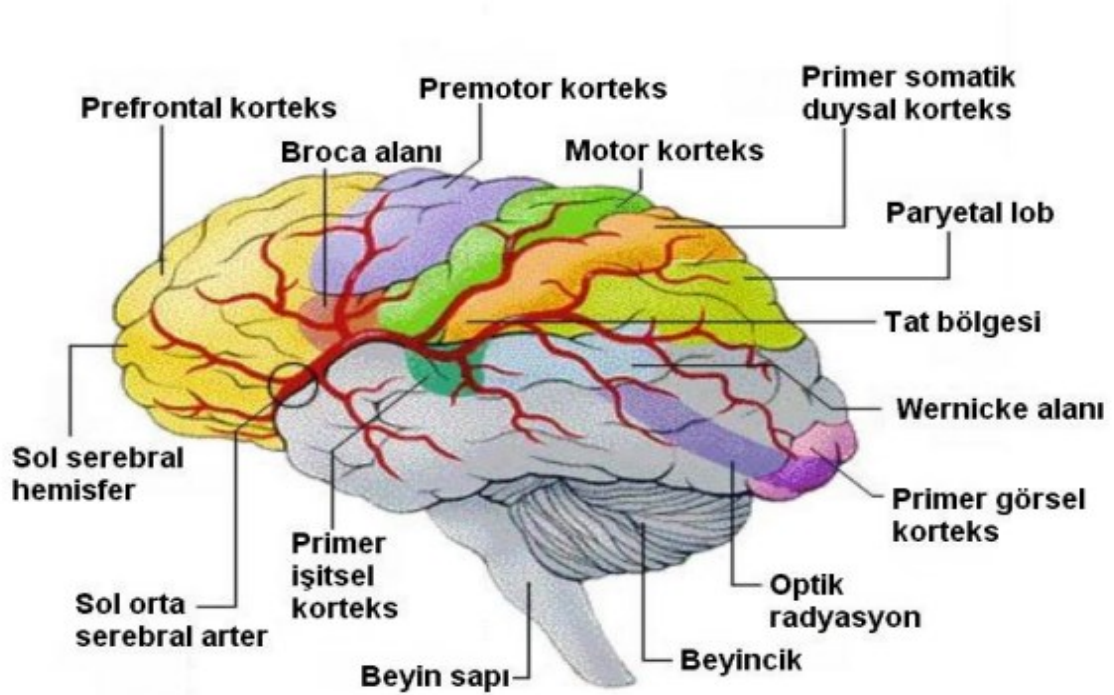
İnsan, canlılar içerisinde en donanımlı organizmaya sahip olma özelliğiyle diğer türlerden farklılaşmaktadır. Bir sistemler bütünü olan insan vücudunda en kapsamlı sistem ise sinir sistemidir (Özcan, 2017). Sinir sistemi perspektifinden ele alındığında insan yapısı diğer canlılara nispeten farklı özelliklere sahiptir (Gökmen, 2003). Sinir sistemi ayrıca insan hayatını önemli hâle getiren bütün süreçlerle birlikte organizmanın temel aktivitelerinden sorumludur (Kiernan & Barr, 2009). Hayati fonksiyonlarımızın koordinasyonunu sağlayan bu sistem, serebral korteksteki kimyasal ve elektriksel sinyal kanallarını entegrasyonu ile birlikte algı, fikir, bellek ve duygu gibi bilişsel özellikleri sunmaktadır (Rogers, 2010). Sinir sistemi, organizmanın içinde bulunduğu ortama uyumunu sağlayarak dış dünya ile vücut arasındaki bağlantının kurulmasında önemli görevler üstlenmektedir (Süzen, 2020). Etraftan aldığı uyarıları yalnızca yaşamın devamını sağlamak için değil, çevresiyle etkileşimde de kullanmaktadır. Bu üstünlüğe sahip olabilmesi için de farklı işlevleri sürdürebileceği, gelişmiş

ve birbiri ile uyumu gerçekleşmiş sinir hücresi gruplarının olması ile mümkün kılınmaktadır. Hareketlerin en az enerji sarf etmesi ile maksimum ahenk içinde gerçekleşmesi sinir sistemini meydana getiren yapıların geniş bir ağı ile birbirine bağlandığı belirtilmektedir (Gökmen, 2003). Sinir sisteminin temel yapı ve fonksiyon birimi nöron hücreleridir. Nöron hücrelerinin yardımcı birimi ise nöroglia hücreleridir. Bu hücreler nöronları korur, destekler, nöronların beslenmesine ve metabolizmasının doğru işlev görmesine yardımcı olmaktadır. Anatomik olarak ikiye ayrılan sinir sisteminde ilk yapı, beyin ve omuriliğin dâhil olduğu merkezi sinir sistemi, ikinci yapı ise çevresel sinir sistemi olarak adlandırılmaktadır.

Merkezi sinir sisteminin önemli bir bileşeni olan beyin, bilginin işlendiği merkez olarak görev yapan en kompleks organımızdır. Beyin, duyuşal nöronlar vasıtasıyla iletileri aldıktan sonra bedenin ilgili bölümünün hareket etmesi, tepki göstermesi ve yeni iletilerin gönderilmesinden sorumludur (Nieuwenhuys vd., 2007). İnsan beyni, ortalama 1,5 kg ağırlığında ve toplam vücut ağırlığının ortalama % 2'sini kapsamaktadır (Carter, 2019).

Sağ ve sol şeklinde iki simetrik yarı küreden oluşan beyinde hemisferlere ait dış tabaka, serebral korteks olarak adlandırılan girinti ve çıkıntılara sahip gri maddeden oluşmaktadır. Hemisferler kendi içinde frontal, parietal, temporal ve oksipital şeklinde dört loba ayrılmaktadır (Rogers, 2010).

Şekil 1. *Hemisferlerin Anatomisi (Börklü, 2008)*



Frontal lob.

Beynin en büyük lobu olup, bilinçli düşünmeyi, bilişsel hareket özelliği, konuşmayı, duyu aktivitelerin üretilmesi ve planlanmasından sorumludur. Sulcus centralis'in ön doğrultusunda yerini almaktadır. Sulcus lateralis ve lobud temporilid'ten, sulcus centralis ve lobus parietalis'ten ayrılmıştır (Taner vd., 2008). Beynin ön alanında bulunan frontal lob, motor planlama ve icra fonksiyonları ile ilişkilidir (Balcioğlu, 2017).

Parietal lob.

Duyu organlarından gelen verileri bir araya getirmekten sorumlu olan parietal lob, serebral korteksin en önemli kısımlarından biridir. Görsel mekânsal yorumlamalarda parietal lobun bazı kısımları rol almaktadır. Duyu ve motor işlevlerin merkezi; P3, P4, Pz ve çevresindeki bölgeler algısal etkinliklere de katkıda bulunur. Alfa salınımları perspektifinden önemli bir jeneratör görevi üstlenmektedir (Culham & Valyear, 2006). Duyu merkezi özelliği ile ısı, dokunma, basınç, titreşim, ağrı, tat alma duyularının işlenmesinden sorumludur (Çelik vd., 2008). Santral sulkusun arka bölümünde oksipital lob ile beraber yer alır. Parietal lobu oksipital lobdan ayırtıran sınır, korteksin dış bölgesinde bulunmamaktadır. Parietal lob oksipital lob ile beraber görsel assosiyatif fonksiyonlardan sorumludur (Balcioğlu, 2017).

Oksipital lob.

Görme duyusu ile alakalı verilerin işlendiği beyin kısmıdır. O1 ve O2 önde gelen görsel bölge noktalarıdır. Bu bölgeden alınan alfa dalgaları görsel odağı aktarmaktadır (Hatfield & Hillman, 2001). Oksipital lobu lateralde parietal ve temporal lobdan ayırtıran belirgin bir limit bulunmamakta birlikte medialde parietooksipital sulkus aracılığı ile bu loblar birbirinden ayrılmaktadır. Oksipital lobun birincil olarak görme fonksiyonlarından sorumlu olarak yer aldığı anlaşılmaktadır (Nieuwenhuys vd., 2007).

Temporal lob.

Bu lob sayesinde ses ve kokunun algılanması ve karmaşık uyarıların işlenmesi sağlanır. T5, T6 duygusal süreçlerin idaresindedir (Klimesch vd., 2006). Bu bölgenin ilgili alanı işitsel fonksiyon ve kavram oluşturmaktır (Hatfield & Hillman, 2001). Temporal lob, pariyetal lob ve oksipital lobun limitini lateral sulkus meydana getirmektedir. Bu lobda temporal girusun superiorundan transvers olarak anteromediale ulaşan giruslar Heschl olarak adlandırılmaktadır. Temporal lobun hafıza, lisan, konuşma, anlamlandırma vs. fonksiyonlarından sorumlu olduğu literatürde belirtilmektedir (Belgin & Şahlı, 2015).

Beyin Elektrofizyolojisi

İnsanların düşünce, duygu ve davranışlarının temelinde nöronlar arasında bulunan iletişim yatmaktadır. İnsan beyinde ortalama 100 milyar sinir hücresiyle (nöron) birlikte glia olarak adlandırılan trilyonlarca destek hücresi bulunmaktadır (Guyton & Hall, 2007). Nöronları birbirine bağlayan yapılar ise sinaps olarak adlandırılırken bu yapıların yeni uyaran ve görevlere uyum sağladıkları belirtilmiştir (Zhang vd., 2019) . İnsan beyinde 100 trilyon sinaps bulunmaktadır (Fornito vd., 2016). Sinapslar aracılığıyla birbirleriyle iletişim kuran nöronlar senkronize elektrik darbeleri üreterek beyin dalgalarını oluşturmaktadır. Üretilen küçük genliklere sahip elektrik dalgaları elektroensefalografi yöntemiyle kafa derisinde ölçülebilmektedir (Tyner & Knott, 1983). Farklı frekanslara sahip beyin dalgalarının bazıları yüksek frekanslı, bazıları ise düşük frekanslı olarak ortaya çıkmaktadır (Hammond, 2011). Düşük frekansa sahip beyin dalgaları derinlere nüfuz ederek tok ses çıkaran davul sesine benzetilirken, yüksek frekansa sahip beyin dalgaları ise tiz bir flüt sesine benzetilebilir. Beyin dalgaları saniyede yaptıkları salınımlara göre hertz (Hz) birimiyle ölçülmektedir. Beyin dalgaları kişinin yaptığı eyleme veya düşüncelerine göre değişkenlik göstermektedir. Düşük frekanslı beyin dalgalarının baskın olduğu durumlarda kişi yorgun veya halsiz hissederken yüksek frekansa sahip beyin dalgaları baskın olduğu durumda uyarılmış, endişeli veya gergin hissedebilir.

Elektroensefalografi

Beyindeki elektriksel potansiyellerin varlığı ilk olarak 1875 yılında Caton'ın çalışmalarında kullandığı maymun ve tavşanlar üzerinde gösterilmiştir ancak beyinde elektriksel aktivitenin insanlarda da kayıt altına alınabileceğini kanıtlayan kişi Hans Berger'dir (Alkaç, 2009; Brazier, 1961; Teplan, 2002). Psikiyatrist ve nörolog olan Hans Berger (1924) ilk kez insan beyinden elektroensefalografi (EEG) verilerini kayıt altına almıştır. EEG, beyinde meydana gelen elektrik aktivitesinin belirli bir zaman boyunca, kafa derisi üzerinden elektrotlar aracılığı ile ölçümlenerek grafik biçiminde meydana getirilmesiyle oluşturulan elektriksel işaretlerdir (Henry, 2006). EEG kaydı için galvanometre kullanan Berger, nöronların ateşlenmesiyle meydana gelen beyin dalgalarını ölçebilen günümüzde de kullanılmakta olan modern EEG'nin temelini oluşturmuştur (Niedermeyer & da Silva, 2005).

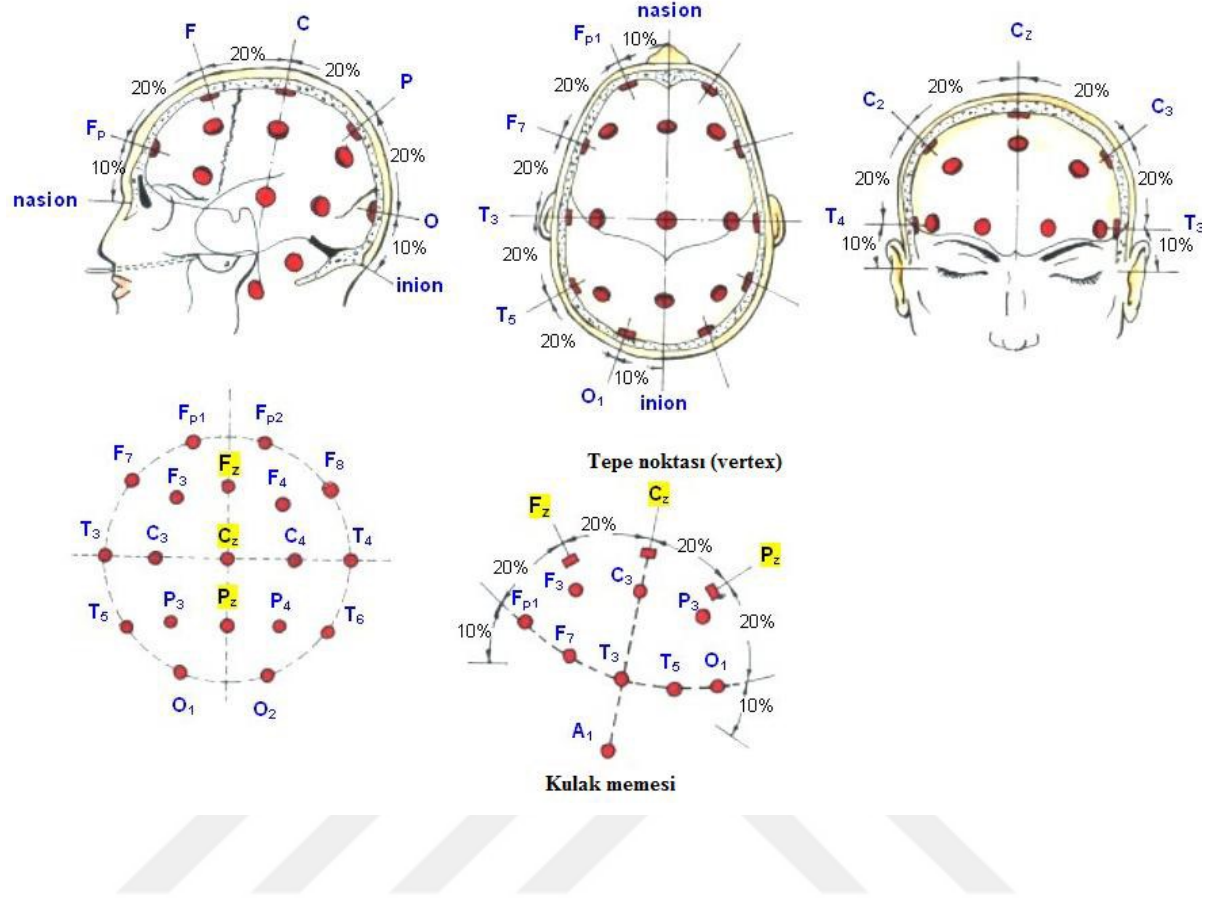
Yeni kayıt teknolojilerinin gelişimi dikkate alındığında elektroensefalografinin diğer metotlara göre üç avantajı şu şekilde sıralanabilir: invaziv olmaması sebebiyle sağlıklı insanlardan veri toplamak mümkündür; serebral korteks aktivitesinde zamana yayılan değişimleri gözlemlemeye yardımcı olan, milisaniye bazında yüksek zaman çözünürlüğü olan ve maliyeti düşük olan bir yöntemdir. Bununla birlikte, kompleks sinyallerin incelenmesi için

çeşitli metotların ortaya çıkarılmasında önemli gelişmeler kaydedilmiş ve bu yöntemlerin büyük bir bölümü yalnız EEG kayıtları kullanımında gerçekleşmiştir (Spüler vd., 2013).

EEG teknolojisi insan hayatı için risk taşımadığından dolayı hastalar, sağlıklı yetişkin bireyler ve çocuklar üzerinde kullanılmaktadır. Serebral korteksteki piramidal hücrelerde bir araya gelmiş sinaps bağlantıları sonucu hücresel akımla meydana gelen faaliyet, hücre içi ve hücre dışı ortam arasındaki elektriksel potansiyel değişiminden meydana gelmektedir. Kafa üzerine konumlandırılan elektrot ve serebral korteksteki nöronlar arasında deri, kafatası ve türlü farklı tabakalar olduğu için küçük genlikle olan elektriksel sinyaller amplifikatör yardımıyla yükseltilerek bilgisayara kaydedilerek senkronize şekilde monitörde görüntülenmektedir (Eskikurt vd., 2012). EEG işaretleri, seçili iki elektrot arasındaki potansiyel farkını ortaya koymaktadır (Yarimoğlu, 2020).

Elektrotların kafatasına yerleştirilme yöntemi Uluslararası Elektroensefalografi ve Klinik Nöropsikoloji Federasyonu'nun (International Federation in Electroencephalography and Clinical Neurophysiology) standardize ettiği 10 – 20 elektrot sistemi konumlandırma yöntemidir (Malmivuo & Plonsey, 1995). Bu yöntemde elektrotlar yatay ekseninde göz seviyesinin biraz üzerinden (nasion) boyun ve kafatasının birleştiği noktaya (inion) olan uzaklığın % 10 ve % 20'si oranındaki aralık mesafelerine göre yerleştirilmektedir. Elektrot konumları serebral korteksin ilgili bölge adlarının baş harfleriyle; F (frontal lob), C (central sulcus/merkezi sulcus), T (temporal lob), P (parietal lob), O (oksipital lob) şeklinde etiketlenmektedir. Bu harflendirmeye birlikte beynin sol kısmında tek numaralar, sağ kısmında ise çift numaralar kullanılmaktadır. 21 elektrodun yer aldığı 10 – 20 sistemine daha fazla elektrot gerektiren durumlarda % 10'luk alanlar ilave edilerek elektrot sayısı artırılabilir (Malmivuo & Plonsey, 1995).

Şekil 2. EEG, 10-20 Sistemi Ölçümlendirmesinin Başın Tüm Açılarından Görünümü (Gelir & Ardiç, 2000).



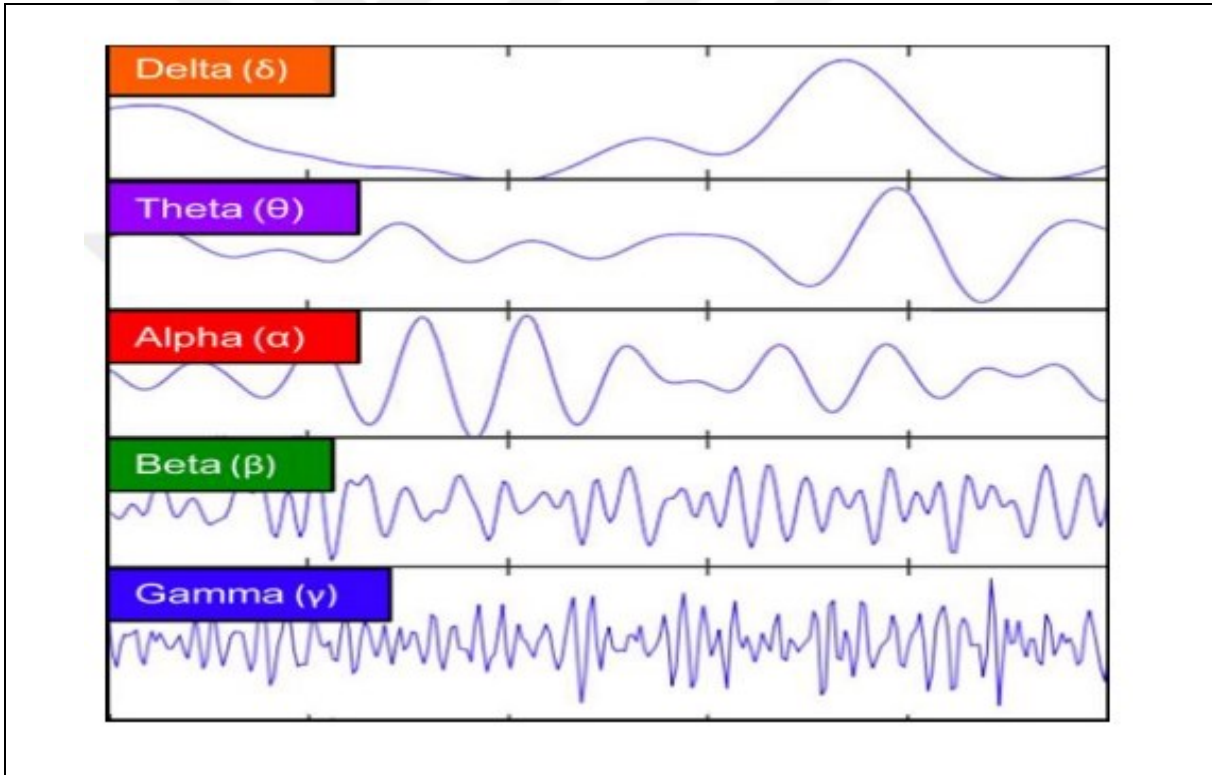
EEG teknolojisinin sağladığı en önemli avantajlardan biri zamansal çözünürlüğün son derece hassas olmasıdır. EEG cihazı, uyarı geldikten kısa bir zaman sonra kayda başlanarak nöronal aktiviteyi kaydetmeye başlar. EEG, MRI ve PET kadar uzaysal çözümleme özelliği olmamasına rağmen elektriksel aktivitenin nispi gücünü ve beynin farklı alanlarındaki pozisyonunu belirleyebilir (Alkaç, 2009). Birine, haricen farklı duysal özelliklerde uygulanan uyarılarda EEG’de meydana gelen değişim uyarılma potansiyeli olarak adlandırılır (Clark & Hillyard, 1996).

Uyarılma potansiyelleri kullanılarak gerçekleştirilen bilişsel çalışmalarda araştırmalarda en çok başvurulan metod “Olaya İlişkin Potansiyeller”dir (OİP) (Event Related Potentials – ERP) (Pfefferbaum vd., 1984). OİP, uyarı anıyla birlikte zaman kilitli olarak kaydedilen EEG dilimlerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak elde edilen verilerdir. OİP organizmanın iç veya dış uyarı etkisiyle serebral korteksin mevcut olan elektriksel etkinlikte, ilgili uyarıya ait girdilerin işlenmesiyle neticelenen elektrofizyolojik cevabıdır. OİP aracılığıyla bilişsel süreç arasındaki bağlantı araştırması yapılırken temel olarak dört bileşen yer almaktadır. Bu bileşenler; polarite, amplitüde (genlik), latans (gecikme) ve topografik dağılım biçimindedir (Eskikurt vd., 2012).

Beyin dalgaları.

Serebral korteks hastalıklarının büyük bir kısmı EEG sinyallerinin değerlendirilmesiyle tespit edilmektedir. Sağlıklı yetişkin bireylerde, EEG sinyallerinin genlik ve frekansı, değişik durumlarda kişiden kişiye göre değişkenlik gösterebilmektedir (uyku, dinlenme vb.). EEG dalgalarının nitelikleri yaşlanmayla birlikte de değişiklik göstermektedir (Sanei & Chambers, 2013). Temel serebral korteks işleyiş desenlerinin belirlenmesi için EEG ölçümü alınan kişinin gözlerinin kapalı durumda ve kendini rahat hissetmesi yeterli olarak kabul edilmektedir (Teplan, 2002). Serebral korteks desenlerinin şekli genelde sinüsoidal formatta karşımıza çıkmaktadır. EEG frekansları bir dalgaya ait tepeden diğer tepeye kadar ölçülmektedir. Frekansların amplitüd değerleri 0,5 – 100 μ V aralığında yer almaktadır. Farklı frekanslara sahip beyin dalgalarının beş ana kategoriye ayrıldığı görsel, Şekil 3’te verilmiştir (Park vd., 2015).

Şekil 3. *Beyin Dalgalarına Ait Özellikler (Park vd., 2015).*



Delta.

0.5 – 4 Hz aralığında yer alan ve değişken amplitüdlerde izlenen “Delta dalgası”, amplitüdü en yüksek ancak saniye başına en az tekrar eden dalgadır. Öncelikli olarak; derin uyku, ciddi serebral korteks problemleri ve uyanık olmayla bağlantılıdır (Siuly vd., 2016). Artış gösteren delta gücünün dahili çalışma belleği fonksiyonlarında artan konsantrasyon ile

bağlantılı olduğu bulunmuştur (Harmony, 2013). Bununla birlikte davranışsal inhibisyonla da bağlantılı sayılmıştır (Kamarajan vd., 2004). Yetişkinlerde ve bebeklerde normal olduğu kabul edilmektedir (Tülay, 2009). Normalden fazla görülmesi, öğrenme problemleri, dikkat problemleri ve düşünme ile ilgili problemlere işaret edebilir iken normalden az görülmesi de kalitesiz bir uykuya işaret edebilmektedir” (Yarimoğlu, 2020).

Teta.

Teta frekans bandı(Θ); 4-8 Hz frekans aralığında yer alan yavaş ve düşük salınım biçiminde kendini gösteren dalgalar olarak ifade edilir (Liwluck & Sittiprapaporn, 2017). Bilhassa çocuklarda; parietal ve temporal alanlarda meydana çıkıp, olgunlaşma ile birlikte kaybolur. Bu durum serebral kan akımının azalması ya da metabolik ensefalopati esnasında gözlemlenebilir (Sanei & Chambers, 2013). Yetişkinlerde ise, duyuşsal gerginlik, düş kırıklığı, dejeneratif beyin rahatsızlıklarında meydana çıkar (Yazgan & Korürek, 1996). Rahatlamayı, yaratıcılığı, duyuşsal ilişki kurmayı yardımcı olan dalgalardır. Eski bilgilerin hatırlanması vb. fonksiyonlarda yoğun şekilde gözlemlenebilir (Liwluck & Sittiprapaporn, 2017). Bu dalgaların normalden fazla bulunması; dikkat dağınıklığı, dürtüsellik ve depresyon ihtimalini meydana çıkarırken normalden az görülmesi de düşük duyuşsal farkındalık ve stres etkilerini gibi olumsuzlukları beraberinde meydana getirebilir (Yarimoğlu, 2020).

Alfa.

EEG araştırmalarında sıklıkla araştırılan ve hakkında en fazla bilgi sahibi olduğumuz dalga çeşididir. Alfa ilk olarak Hans Berger tarafından gösterilmesinden ötürü, çoğu kaynakta ‘Berger Ritmi’ şeklinde de adlandırılmaktadır. Alfa, serebral korteksin arka bölümü ve oksipital bölgelerde daha belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Alfa etkinliği göz kapalı durum ve kaslarımızın nispeten gevşek olduğu zamanlarda artış gösterirken, göz açık olduğu veya göz kapalı ancak bilişsel etkinlik durumunda (hesaplama, olayları düşünme vb.) azalarak yerini küçük genliğe ve yüksek frekansa sahip beta ritmine bırakmaktadır. Belirtilen durum alfa blokajı olarak adlandırılmaktadır. Bununla birlikte alfa aktivitesi; kortikal aktivitenin önemli bir belirleyicisi olup, bilişsel ve duyuşsal bilgi kaynağı olarak yer alır. Aynı zamanda alfa ritminin uzun süreli bellek ve dikkat ile bağlantılı olduğu da bulunmuştur (Lee vd., 2011). Aşırı alfa aktivitesi görülmesi sürekli hayaller kurma ve aşırı rahatlıktan önemli ve ciddi olayları dahi önemsemeyecek kadar aşırı rahat olmayı gösterebilirken aktivitenin düşün olması da kaygıyı, stresi, obsesif kompulsif bozukluğu ve beraberinde uykusuzluğu da getirmektedir.

Beta.

Beta (β), 12-30 Hz frekans aralığında nispeten hızlı dalgalardan meydana gelir. Ritmik beta aktivitesi bilhassa frontal (ön) ve santral (merkez) alanlarda görülmektedir. Frontal bölgede sağ ve sol kısımda düşük genliğe sahip ve farklı frekanslarda simetrik biçimde bulunmaktadır. Beta etkinliği; aktif düşünme, dikkat, dışsal faktörlere daha fazla odak hali ya da somut problemlerin çözümüyle alakalı serebral korteks dalgası olarak ifade edilir ve sağlıklı yetişkinlerde bulunmaktadır (Siuly & Zhang, 2016). Beta osilasyonları sensorimotor etkileşimi gerektiren bilişsel süreçler esnasında da gözlemlenir (Kilavik vd., 2013).

Çoğunlukla yoğun anksiyetesi olan bireylerde gözlenmektedir (Batar, 2005). Aktif konsantrasyon ve düşünme ile bağlantılı olduğu düşünülen beta bandı; motor alanları üzerinde, herhangi bir vücut parçasının hareketlerini planlarken veya uygulama yaparken frekansları güçlendirdiği düşünülmektedir (Buzsáki, 2006). Beta aktivitesinin normalden fazla görülmesi kaygı, yükselmiş stres seviyelerini ve yüksek uyarıyı ortaya koyarken, normalden az görülmesi durumunda ise, dikkat ve odaklanma problemleri, dikkat eksikliği ve hiperaktif bozukluk, depresyon vb. olumsuzluklara sebebiyet verebilir.

Gama.

Gama dalgaları(γ); 30 Hz ve üzeri frekanslardaki hızlı dalgaları ifade eder. Dikkat, çalışan hafıza ve cisim tanımadada etkin rol oynayan dalgalardır (Herrmann & Demiralp, 2005). Gama dalgalarının fazla görülmesi kaygı, yüksek uyarılmışlık ve stresin göstergesi kabul edilirken dikkat problemleri, öğrenme güçlükleri ve depresyonu ortaya koyar (Yarimoğlu, 2020). Gama dalgasının beynin fonksiyonelliği ile alakalı bir sinyal olduğu kabul edilmekte olup; yalnızca hareketten önce kendini gösterir (Başar vd., 1999).

Spor Bilimlerinde EEG Çalışmaları

Davranışsal yöntemlerin nörogörüntüleme teknolojisiyle doğrulanabileceğinin fark edilmesiyle birlikte serebral korteks etkinliklerine odaklanan çalışmalar önem kazanmıştır. Bu araştırmaların sayısı özellikle performansın son derece önemli olduğu spor alanında da artmaktadır. Son yıllarda yapılan EEG çalışmaları, egzersiz ve sporun beyin kortikal aktivitesinde değişikliklere yol açtığını ve yapılan farklı egzersiz tercihleri ile spor türlerinin spesifik beyin aktivasyon desenleriyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir (Schneider vd., 2009). Orta ve yüksek şiddete sahip fiziksel yüklemelerin bireyin algılama hızını artırarak bilişsel performans ve nörofizyolojik açıdan elit sporcuların fiziksel zorlanmaya karşı reaksiyonlarının diğer bireylere göre pozitif yönde farklılaştığı tespit edilmiştir (Jacobson & Matthaeus, 2014).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeliyle tasarlanmış çalışmada katılımcılardan dinlenik durumda EEG verisi alınmıştır. Tarama modeli, katılımcılardan elde edilen verilerin analizi sonucu sayısal çıktılarla ifade edilebilen ve genel popülasyona ait eğilim, tutum ve perspektiflerin betimlenmesine imkân tanımaktadır (Creswell & Creswell, 2017). Bu model kapsamında belirlenen koşullara müdahale etmeden mevcut durumun betimlenmesi amaçlanmaktadır (Karasar, 2005). Araştırmayla ilgili etik kurul onayı E-70400699-000-2100113036 sayılı, 2021/3 nolu etik kurul kararıyla Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Etik Kurulu tarafından alınmıştır.

Evren ve Örneklem

Çalışmanın evreni Atatürk Üniversitesi'nin farklı yüksekokul, fakülte ve enstitülerinde öğrenim gören öğrencilerinden meydana gelmektedir. Çalışmaya gönüllü olarak katılan sporcu öğrenciler futbol, hentbol ve voleybol branşlarında en az üç yıldır lisanslı olarak spor yapan aktif sporculardır. Sedanter öğrenci grubu ise son bir yıldır herhangi bir fiziksel aktivite ya da egzersiz programına dâhil olmadığını beyan eden öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmaya 10 sporcu ve 9 sedanter olmak üzere 19 – 28 yaş arasında bulunan toplam 19 öğrenci (Yaş = 23,9 ± 2,04) gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmaya dâhil edilme kriterleri olarak katılımcıların;

- Sağlak olması,
- Sağlıklı olması,
- Vücudunda kalp pili ya da metal protez olmaması,
- Herhangi akut ya da kronik hastalığa sahip olmaması,
- Psikoz veya nörolojik bozukluğa sahip olmaması,
- Kafa içi basınç artışına sebep olan intraserebral kan akışını bozabilecek nörodejeneratif rahatsızlığa sahip olmaması,
- Epilepsi gibi serebral korteks nöronal deşarj aktivite düzensizliğine sebep olan hastalığı olmaması,
- Bilişsel performansa etki edebilecek herhangi bir ilaç veya uyarıcı kullanmamış olması,
- Son bir yılda psikiyatrik ilaç tedavisi almamış olmasına dikkat edilmiştir.

Araştırmaya katılan sporcular en az iki yıldır lisanslı ve aktif olarak futbol ve basketbol oynayan öğrencilerden oluşmaktadır. Sedanter bireyler ise son bir yılda bir aydan daha uzun süreli herhangi bir fiziksel aktivite ve egzersiz programına dâhil olmayan bireyler arasından rastgele atanmıştır. Sporcu ve sedanter bireylerde cinsiyet homojenliğin sağlanabilmesi için erkek ve kadın öğrenciler gruplara eşleştirilmiş örnekleme yöntemiyle atanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Katılımcılara ait demografik bilgilerin toplanması için araştırmacıların hazırladığı kişisel veri toplama formu kullanılmıştır. Araştırmada öğrencilerin EEG ölçümleri dinlenik durumda göz açık ve kapalıyken 32 kanal ıslak elektrodu bulunan Brain Products marka EEG cihazıyla yapılmıştır.

Kişisel bilgi formu.

Araştırmaya katılan öğrencilerden cinsiyet, öğrenim gördükleri alan, spor branşı ve yaş vb. bilgiler araştırmacı tarafından hazırlanan form aracılığıyla elde edilmiştir.

Şekil 4. EEG Başlığı ve Amplifikatörü (Brain Products, 2023)



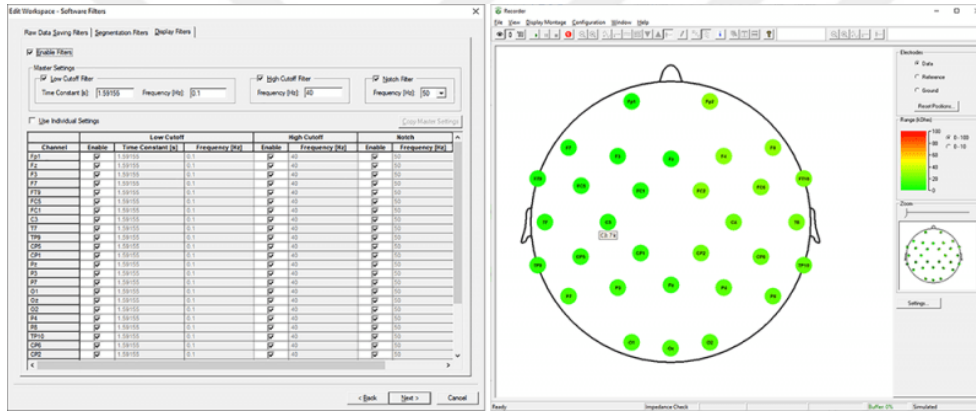
Süreç/Uygulama

Araştırmacı Atatürk Üniversitesi'nin çeşitli Fakülte, Meslek Yüksekokulu ve Enstitülerinde öğrenim gören öğrencilerle yapılan görüşmelerin ardından EEG veri toplama süreciyle ilgili planlamaları tamamlamıştır. EEG ölçümleri katılımcılara 2023 Kasım – Aralık aylarında Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde alınmıştır. Katılımcılar gönüllü onam formunu inceleyip imzaladıktan sonra araştırmaya dâhil edilmiştir. EEG ölçümlerinden önce öğrencilere veri toplama süreci ve analizlerin hassasiyetiyle ilgili bilgi verilmiştir. Minimum artefakta sahip veri toplanması için öğrenciler EEG ölçüm seansına uykusunu almış şekilde gelmeleri, ölçümleri etkileyebilecek ilaç kullanmamaları ve kafa derisi – saçların temiz olması (saç spreyi, jöle vb.) hususunda bilgilendirilmiştir. Araştırmacı EEG ölçümleriyle ilgili bilgileri öğrencilere aktardıktan sonra 10 – 20 sistemine göre yerleştirilen 32 elektrotlu EEG kepi katılımcının kafasına yerleştirilmiştir. EEG ölçümü Brain Vision Recorder 2.1 Acti Champ programı kullanılarak alınmıştır. Direncin 5 k ohm'dan düşük olması için elektrotların denk geldiği alanlara özel jel uygulanmıştır. EEG amplifikatörü elektrot düzenine göre toprak elektrodu öğrencilerin alnına, referans elektrodu ise Fz alanına konumlandırılmıştır. Elektrotlara ait sinyallerin artefaktsız bir biçimde alındığı tespit edildikten sonra veri toplama işlemi başlatılmıştır. EEG veri toplama işlemi yapılırken öğrencilere hareketsiz kalmaları ifade edilmiştir. Elektromanyetik izolasyonun sağlanabilmesi için öğrencilerin üzerinde manyetik cihaz (telefon, akıllı saat vb.) olmamasına özen gösterilmiştir. EEG ölçümü yapılan ortamın ısı, ışık ve ses düzeyi katılımcıları rahatsız etmeyecek şekilde düzenlenmiştir. EEG ölçümü toplam 10 dakikada (göz açık – göz kapalı) tamamlanmıştır. Veri toplama işleminin başlangıcında katılımcılar beş dakika süresince gözleri açık olarak monitörde gösterilen + (artı) sembolüne odaklandıktan sonra sesli uyaran vasıtasıyla gözlerini kapatıp beş dakika gözleri kapalı şekilde beklemiştir. EEG ölçümü tamamlandıktan sonra katılımcının kafası araştırmacı tarafından temizlenmiş ve ölçüm işlemi bitmiştir.

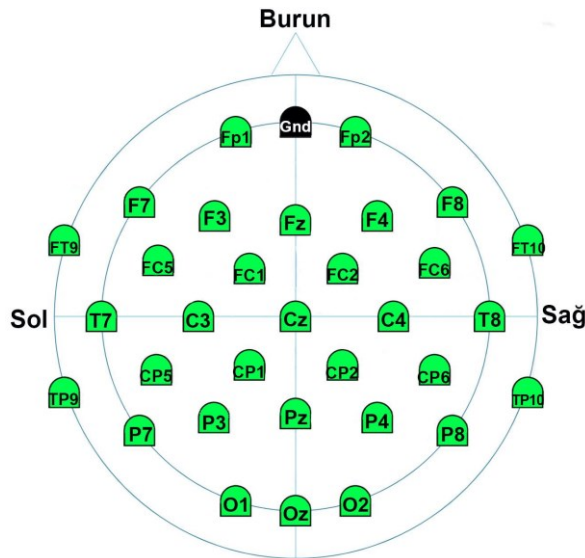
Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında toplanan verilerin analizi için JASP 0.15.0.0 istatistik yazılımı kullanılmıştır. Araştırma örneklemini oluşturan 19 öğrencinin dinlenik durumda gözleri açık ve kapalı olduğu sırada elde edilen EEG veri setinin normal dağılıp dağılmadığını test etmek için Skewness, Kurtosis ve Shapiro – Wilk test değerleri incelenmiştir. İlgili değerler incelendiğinde verilerin normal dağılmadığı saptanmıştır. Bu sebeple gruplar arası karşılaştırma için hipotez testi olarak non – parametrik testlerden Mann Whitney U kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerde anlamlılık değeri .05 olarak hesaplanmıştır. EEG verilerin görselleştirilmesi için ise BrainVision Analyzer 2.1 yazılımı kullanılmıştır. Göz ve çene hareketlerine bağlı fizyolojik artefaktlar bağımsız bileşen analizi (Independent Component Analysis – ICA) metoduyla temizlenmiştir.

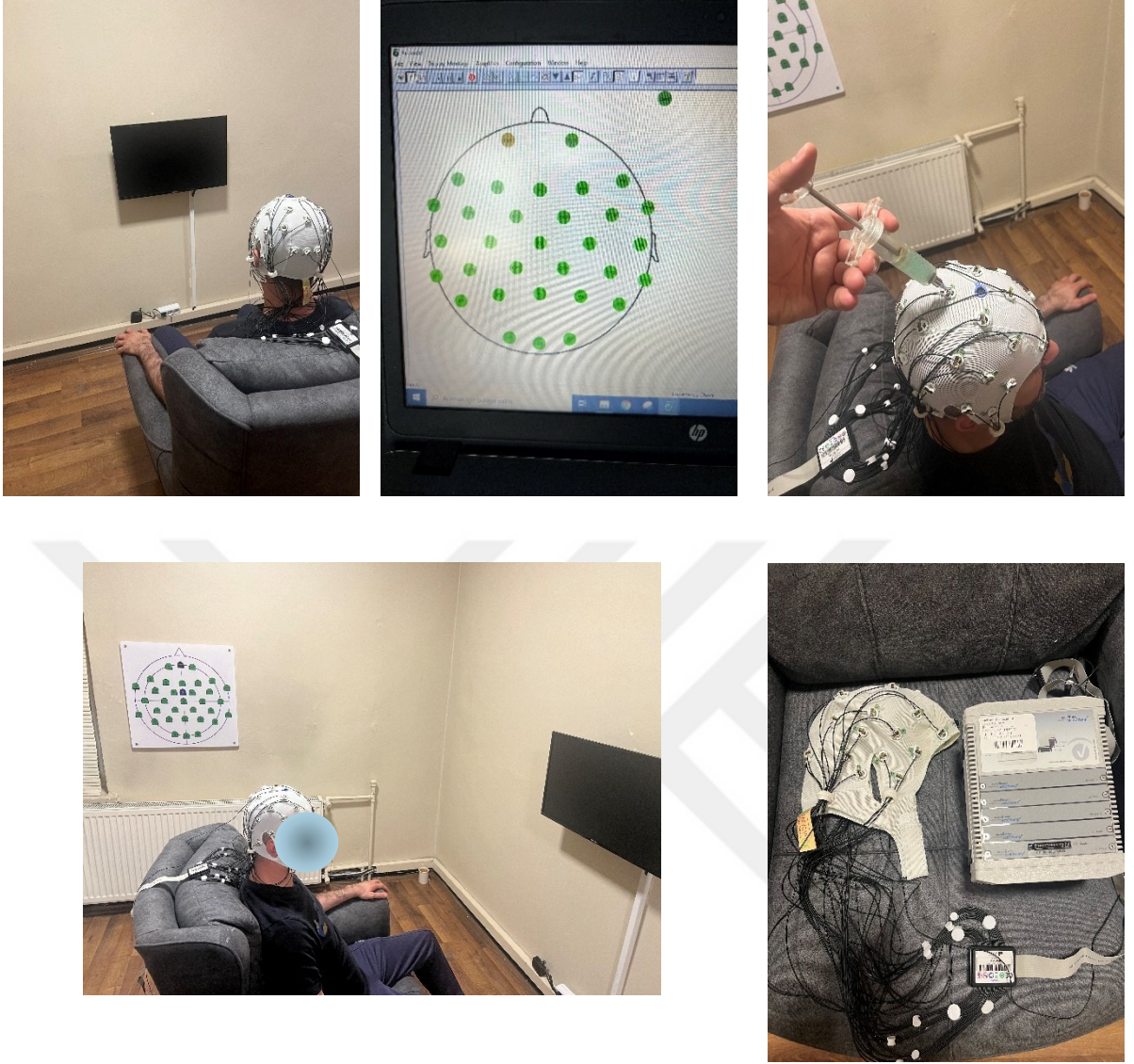
Şekil 5. BrainVision Kayıt Ekranı



Şekil 6. EEG Elektrot Yerleşimi (Korkmaz vd., 2022)



Şekil 7. EEG Veri Toplama Süreci



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

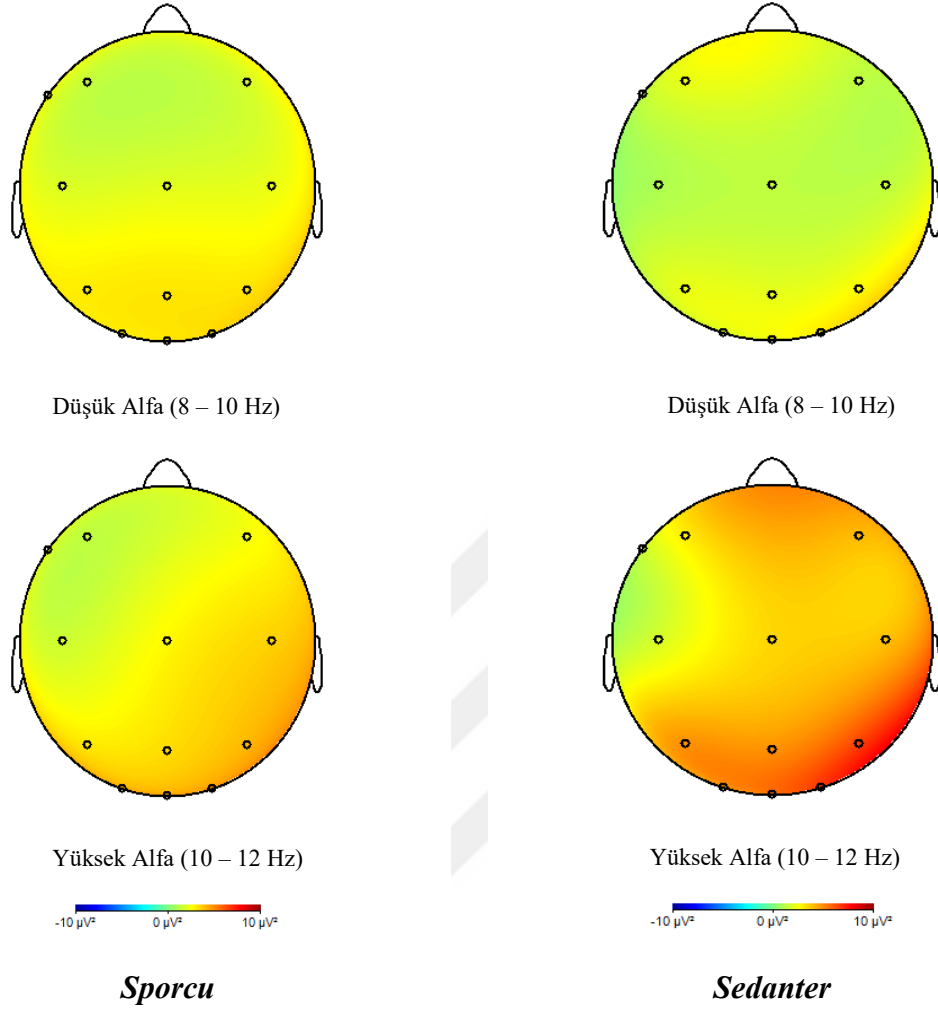
Bulgular

Tablo 1. *Katılımcılara Ait Bilgilerin Frekans Analizi*

Değişken	Kategori	n	%
Cinsiyet	Erkek	8	42,1
	Kadın	11	57,9
Katılımcı Türü	Sporcu	10	52,6
	Sedanter	9	47,4

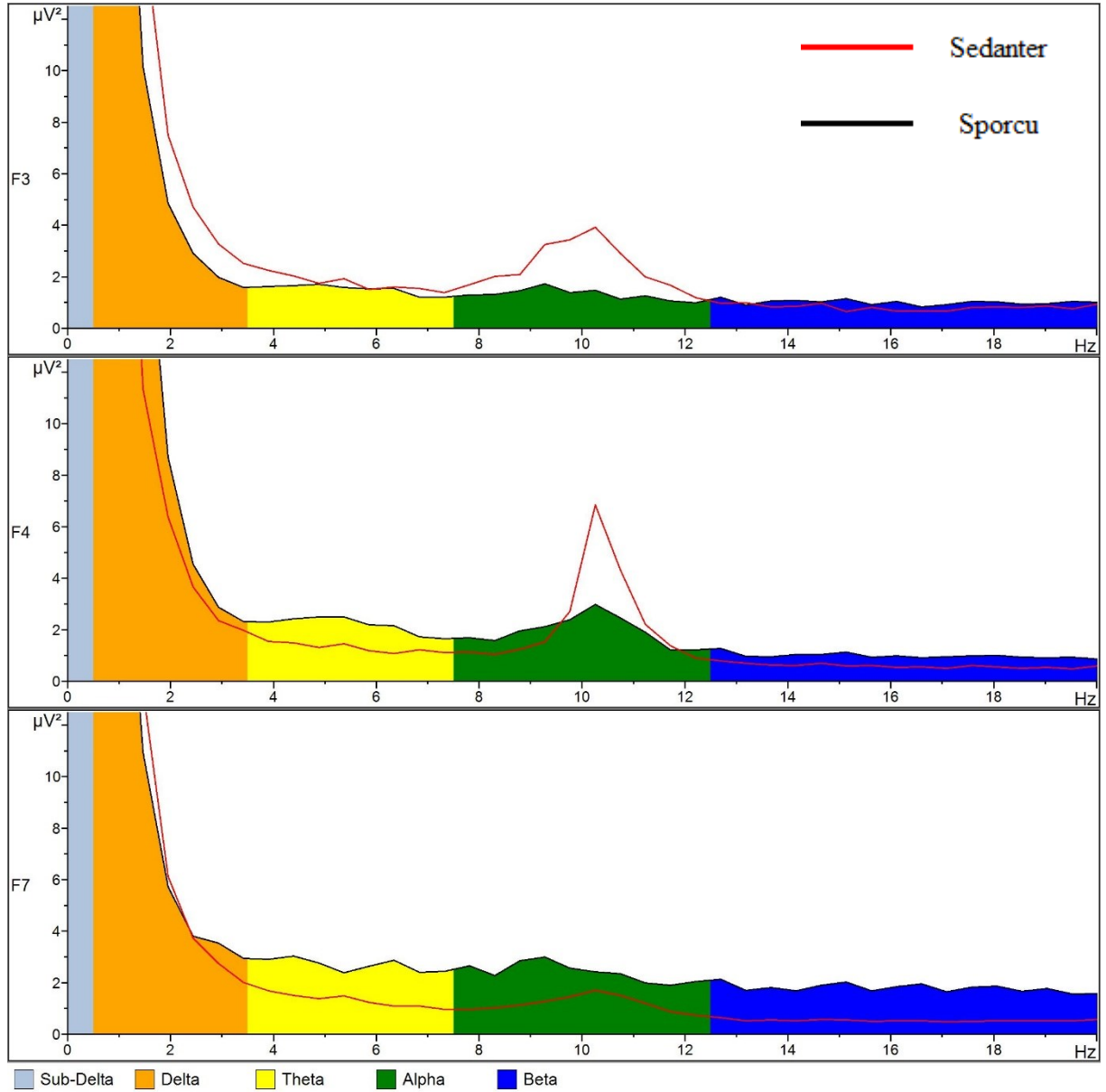
Çalışmaya katılan öğrencilere ait tanımlayıcı bilgiler Tablo 1.'de verilmiştir. Araştırmaya 8 erkek (% 42,1) ve 11 kadın (% 57,9) olmak üzere toplam 19 öğrenci katılmıştır. Katılımcılar sporcu ve sedanter olma durumuna göre sınıflandırıldığında 10 öğrencinin (% 52,6) en az iki yıldır sporcu lisansına sahip aktif sporcu, 9 öğrencinin (% 47,4) ise sedanter birey olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 8. Katılımcılara Ait Dinlenik Göz Kapalı Durum Serebral Korteks Alfa Bant Genliği Isı Haritası



Araştırmada katılımcılara uygulanan EEG ölçümleri 32 elektroda sahip EEG cihazıyla yapılmıştır. Görsellerde dinlenik durum analizlerinde en sık kullanılan 12 kanala ait (F3, F4, F7, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz ve O2) ısı haritaları bulunmaktadır. Ölçüm sonucunda ortaya çıkan serebral korteks ısı haritaları Şekil.8’de gösterilmektedir. Sol kısımdaki ısı haritaları sporculara ait düşük ve yüksek alfa genlik değerlerini temsil ederken, sağ kısımdak ısı haritaları ise sedanter öğrencilere ait düşük ve yüksek alfa genlik değerlerini göstermektedir. Bölge ve kanal bazında grafik ve istatistiki analizler aşağıda detaylı şekilde açıklanmıştır.

Şekil 9. Katılımcılara Ait Frontal Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Alfa Bandı Aktivitesi



Çalışmaya katılan öğrencilere ait göz kapalı durumda dinlenik frontal bölge (F3, F4 ve F7) max alfa genlik grafikleri Şekil 9’da yeşil renkli alanda gösterilmektedir. Kırmızı çizgiler sedanter öğrencileri temsil ederken yeşil renkle işaretlenmiş alanlar sporculara ait EEG verilerini temsil etmektedir. Çalışma bulgularında sporcuların F4 kanalı yüksek alfa genlik değerlerinin sedanterlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p < .05$). sporcu ve sedanter öğrenciler arasında F3 ve F7 kanalları max. alfa yüksek ve düşük genlik değerleri ve F4 kanalı max. düşük alfa genlik değerlerinin ise istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılaşmadığı sonucuna varılmıştır ($p > .05$).

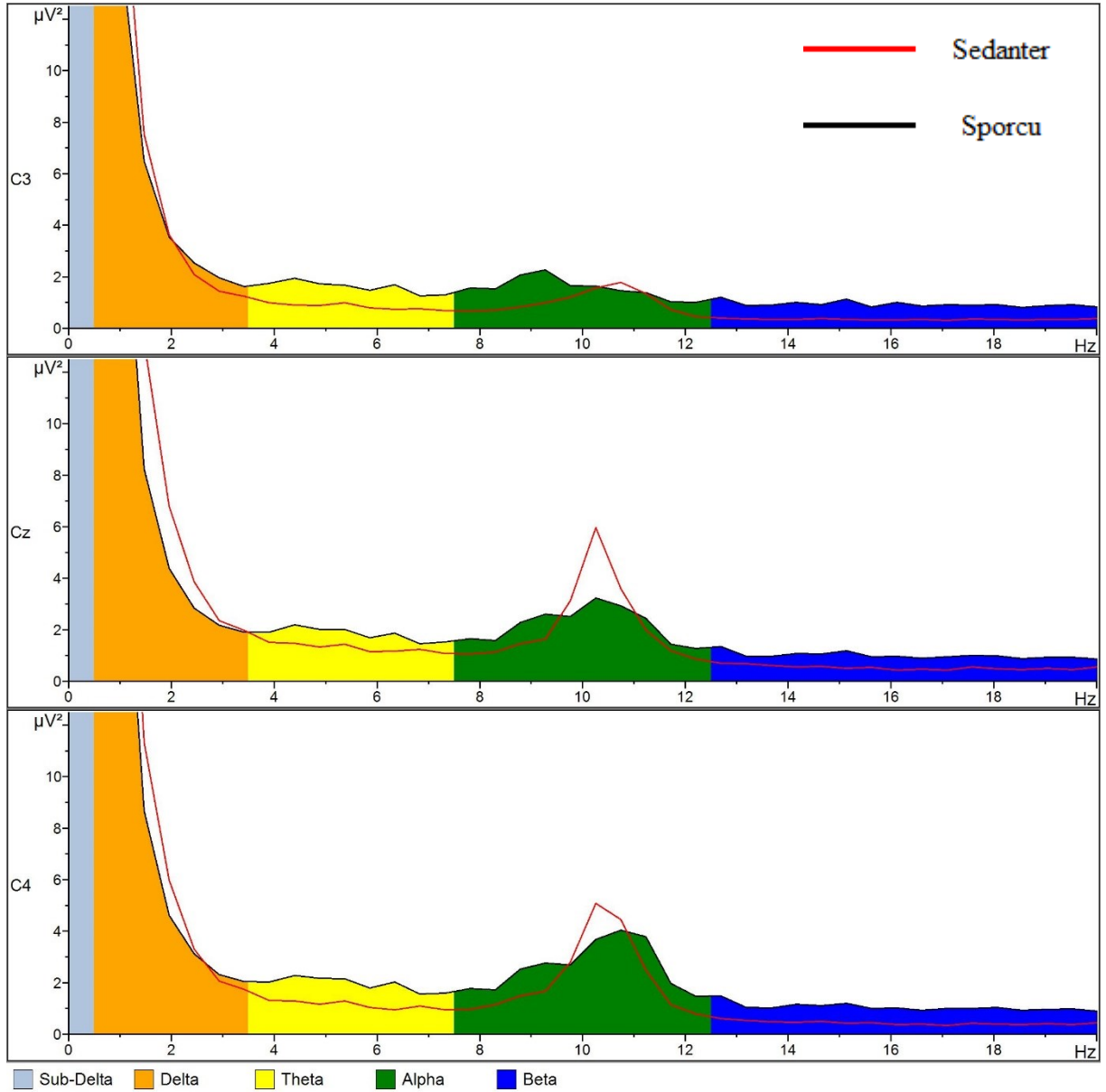
Tablo 2. Katılımcılara Ait Frontal Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Düşük ve Yüksek Alfa Genliği Mann Whitney U Testi Değerleri

Alfa	Kanal	Grup	n	Ort Sıra	Ort Sıra Toplam	U	p
Düşük Alfa	F3	Sedanter	9	11,89	107,00	28,000	0,182
		Sporcu	10	8,30	83,00		
	F4	Sedanter	9	9,67	87,00	42,000	0,842
		Sporcu	10	10,30	103,00		
	F7	Sedanter	9	8,99	81,00	54,000	0,973
		Sporcu	10	6,99	70,00		
Yüksek Alfa	F3	Sedanter	9	10,39	93,50	41,500	0,780
		Sporcu	10	9,65	96,50		
	F4	Sedanter	9	13,11	118,00	17,000	0,022
		Sporcu	10	7,20	72,00		
	F7	Sedanter	9	8,46	76,00	40,000	0,314
		Sporcu	10	5,81	58,00		

* p < .05

Katılımcılara ait frontal bölge göz kapalı dinlenik durum düşük ve yüksek alfa genlik değerleri Tablo 2’de gösterilmektedir. Sedanter öğrencilere ait F3 kanalı max. genlik düşük alfa bandı ortanca sıra değeri 11,89 ve yüksek alfa bandı 10,39 olarak tespit edilmiştir. Spor yapan öğrencilere ait F3 kanalı max. genlik ortanca sıra değeri ise düşük alfa bandında 8,30, yüksek alfa bandında ise 9,65 şeklindedir. F3 kanalı düşük (U = 28,000, p = 0,182) ve yüksek alfa genliklerinde (U = 41,500, p = 0,780) sedanter ve sporcular arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark olmadığı gözlemlenmiştir. F4 kanal verileri incelendiğinde sedanterlere ait max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandı 9,67 ve yüksek alfa bandı 13,11 şeklindeyken sporcuların max. genlik ortanca sıra değerleri ise düşük alfa bandında 10,30, yüksek alfa bandında ise 7,20 şeklindedir. F4 kanalı düşük alfa genliklerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark olmadığı (U = 42,000, p = 0,842) gözlemlenmiştir. F4 kanalı yüksek alfa genliklerinde ise sporculara ait max. genlik değerinin (7,20) sedanter öğrencilerden (13,11) istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu tespit edilmiştir (U = 17,000, p = 0,022). F7 kanalına ait verilere bakıldığında sedanter max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandı 8,99 ve yüksek alfa bandı 8,46 şeklindeyken sporcuların max. genlik ortanca sıra değerleri ise düşük alfa bandında 6,99, yüksek alfa bandında ise 5,81 şeklindedir. F7 kanalı düşük (U = 54,000, p = 0,973) ve yüksek alfa genliklerinde (U = 40,000, p = 0,314) sedanter ve sporcu öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark olmadığı görülmektedir.

Şekil 10. Katılımcılara Ait Central Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Alfa Bandı Aktivitesi



Katılımcıların göz kapalı durumda dinlenik central bölge (C3, Cz ve C4) max alfa genlik grafikleri Şekil 10’da yeşil renkli alanda gösterilmektedir. Kırmızı çizgiler sedanter öğrencileri temsil ederken yeşil renkle işaretlenmiş alanlar sporculara ait EEG verilerini temsil etmektedir. Çalışma bulgularında sporcuların Cz kanalı düşük alfa genlik değerlerinin sedanterlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p < .05$). Sporcu ve sedanter öğrenciler arasında C3 ve C4 kanalları max. alfa yüksek ve düşük genlik değerleri ve Cz kanalı max. yüksek alfa genlik değerlerinin ise istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılaşmadığı sonucuna varılmıştır ($p > .05$).

Tablo 3. Katılımcılara Ait Central Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Düşük ve Yüksek Alfa Genliği Mann Whitney U Testi Değerleri

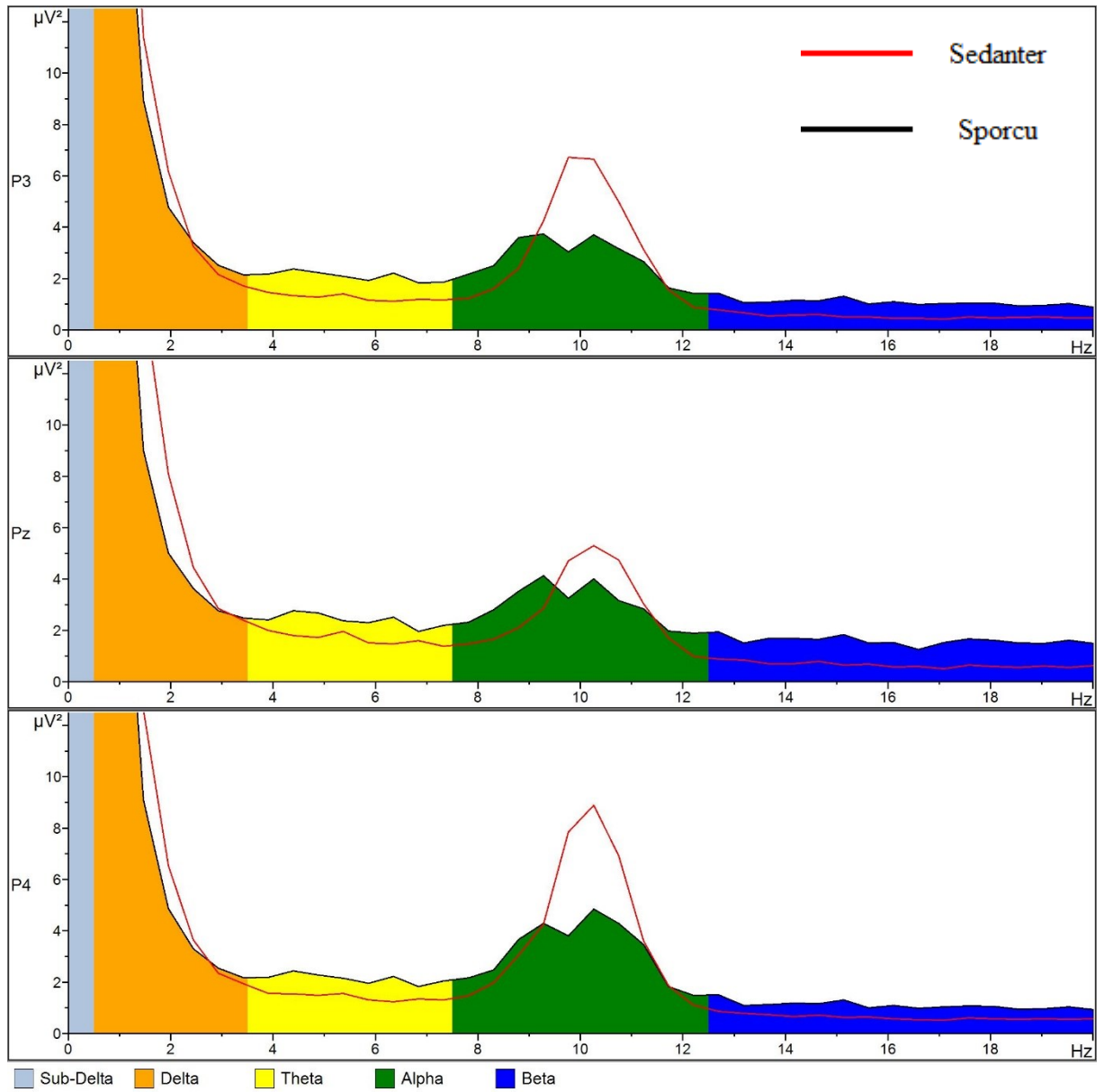
Alfa	Kanal	Grup	n	Ort Sıra	Ort Sıra Toplam	U	p
Düşük Alfa	C3	Sedanter	9	12,33	111,00	24,000	0,095
		Sporcu	10	7,90	79,00		
	Cz	Sedanter	9	13,61	122,50	12,500	0,006
		Sporcu	10	6,75	67,50		
	C4	Sedanter	9	11,11	100,00	35,000	0,447
		Sporcu	10	9,00	90,00		
Yüksek Alfa	C3	Sedanter	9	11,89	107,00	28,000	0,182
		Sporcu	10	8,30	83,00		
	Cz	Sedanter	9	12,28	110,50	24,500	0,095
		Sporcu	10	7,95	79,50		
	C4	Sedanter	9	11,56	104,00	31,000	0,278
		Sporcu	10	8,60	86,00		

* p < .05

** p < .01

Katılımcılara ait central bölge göz kapalı dinlenik durum düşük ve yüksek alfa genlik değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Sedanter öğrencilere ait C3 kanalı düşük alfa bandı max. genlik ortanca sıra değeri 12,33 ve yüksek alfa bandı 11,89 olarak tespit edilmiştir. Spor yapan öğrencilerin C3 kanalı max. genlik ortanca sıra değeri ise düşük alfa bandında 7,90, yüksek alfa bandında ise 8,30 olarak tespit edilmiştir. C3 kanalı düşük (U = 24,000, p = 0,095) ve yüksek alfa genlik değerlerinde (U = 28,000, p = 0,182) sedanter ve sporcular arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark olmadığı gözlemlenmiştir. Cz kanal verileri incelendiğinde sedanterlere ait max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandı 13,61 ve yüksek alfa bandı 12,28 şeklindeyken sporcuların max. genlik ortanca sıra değerleri ise düşük alfa bandında 6,75, yüksek alfa bandında ise 7,95 şeklindedir. Cz kanalı düşük alfa genliklerinde sporculara ait değerlerin sedanterlerden daha az olduğu ve grupların istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılaştığı (U = 12,500, p = 0,006) gözlemlenmiştir. Cz kanalı yüksek alfa genliklerinde ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark olmadığı tespit edilmiştir (U = 24,500, p = 0,095). C4 kanalına ait verilere bakıldığında sedanter max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandı 11,11 ve yüksek alfa bandı 11,56 şeklindeyken sporcuların max. genlik ortanca sıra değerleri ise düşük alfa bandında 9,00, yüksek alfa bandında ise 8,61 şeklindedir. C4 kanalı düşük (U = 35,000, p = 0,447) ve yüksek alfa genliklerinin (U = 31,000, p = 0,278) sedanter ve sporcu öğrenciler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılaşmadığı saptanmıştır.

Şekil 11. Katılımcılara Ait Parietal Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Alfa Bandı Aktivitesi



Araştırmamıza katılan öğrencilerin göz kapalı durumda dinlenik parietal bölge (P3, Pz ve P4) max alfa genlik grafikleri Şekil 11’de yeşil renkli alanda gösterilmektedir. Kırmızı çizgiler sedanter öğrencileri temsil ederken yeşil renkle işaretlenmiş alanlar sporculara ait EEG verilerini temsil etmektedir. Çalışma bulgularında sporcuların P3, Pz ve P4 kanalları düşük ve yüksek alfa genlik değerlerinin sedanterlere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu tespit edilmiştir ($p < .05$).

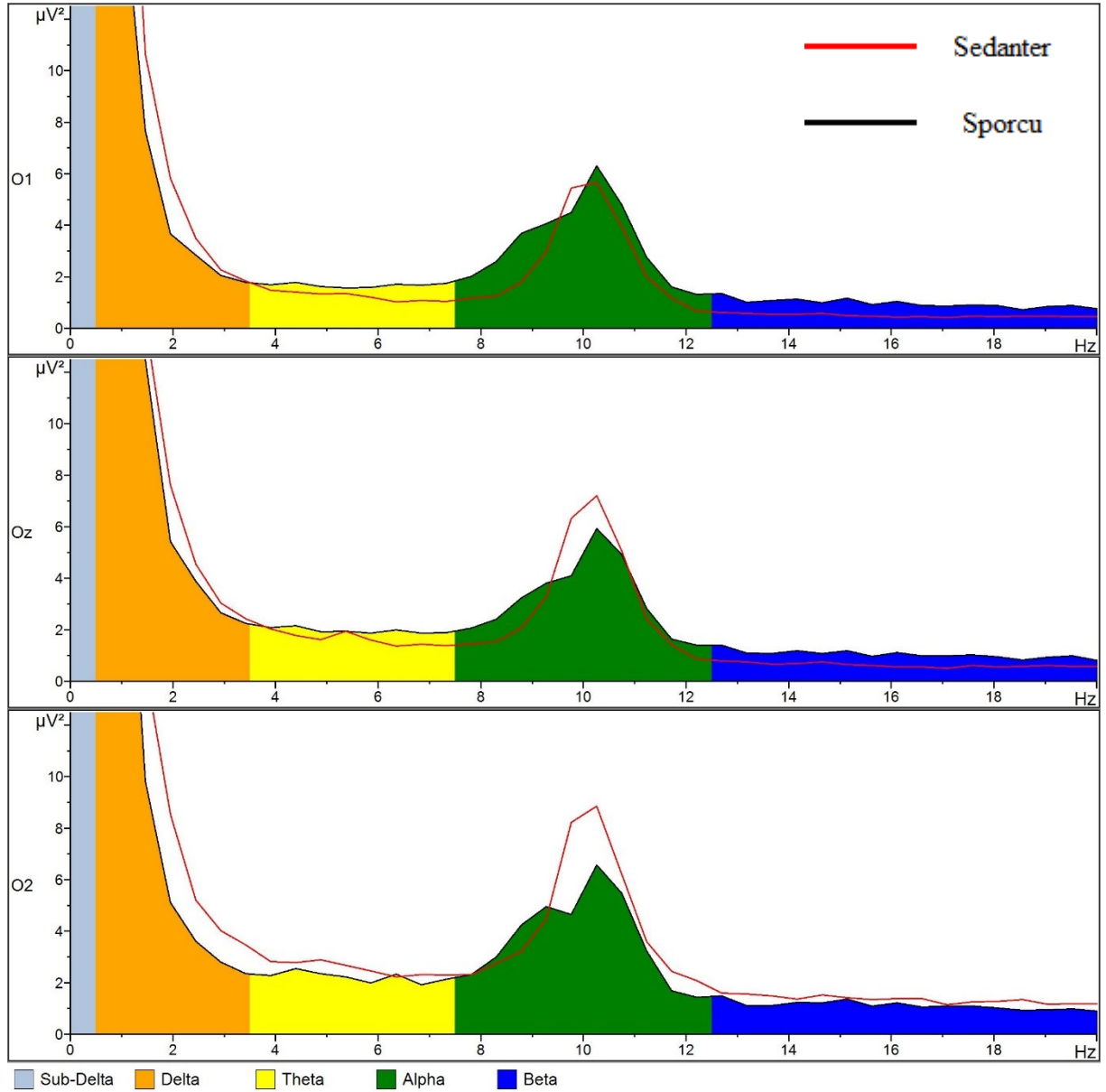
Tablo 4. Katılımcılara Ait Parietal Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Düşük ve Yüksek Alfa Genliği Mann Whitney U Testi Değerleri

Alfa	Kanal	Grup	n	Ort Sıra	Ort Sıra Toplam	U	p
Düşük Alfa	P3	Sedanter	9	15,00	135,00	5,000	0,000
		Sporcu	10	5,50	55,00		
	Pz	Sedanter	9	13,61	122,50	12,500	0,006
		Sporcu	10	6,75	67,50		
	P4	Sedanter	9	14,22	128,00	7,000	0,001
		Sporcu	10	6,20	62,00		
Yüksek Alfa	P3	Sedanter	9	14,33	129,00	6,000	0,001
		Sporcu	10	6,10	61,00		
	Pz	Sedanter	9	14,22	128,00	7,000	0,001
		Sporcu	10	6,20	62,00		
	P4	Sedanter	9	13,89	125,00	10,000	0,003
		Sporcu	10	6,50	65,00		

** p < .01

Katılımcılara ait parietal bölge göz kapalı dinlenik durum düşük ve yüksek alfa genlik değerleri Tablo 4’te verilmiştir. Sedanter öğrencilere ait P3 kanalı düşük alfa bandı max. genlik ortanca sıra değeri 15,00 ve yüksek alfa bandı 14,33 olarak tespit edilmiştir. Spor yapan öğrencilerin P3 kanalı max. genlik ortanca sıra değeri ise düşük alfa bandında 5,50, yüksek alfa bandında ise 6,10 olarak tespit edilmiştir. P3 kanalı düşük (U = 5,000, p = 0,000) ve yüksek alfa genlik değerlerinde (U = 6,000, p = 0,001) sedanter ve sporcular arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık tespit edilmiştir. Pz kanal verileri incelendiğinde sedanterlere ait max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandı 13,61 ve yüksek alfa bandı 14,22 şeklindeyken sporcuların max. genlik ortanca sıra değerleri ise düşük alfa bandında 6,75, yüksek alfa bandında ise 6,20 şeklindedir. Pz kanalı düşük (U = 12,500, p = 0,006) ve yüksek alfa genlik değerlerinde (U = 7,000, p = 0,001) sedanter ve sporcular arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık olduğu gözlemlenmiştir. P4 kanalına ait verilere bakıldığında sedanter max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandı 14,22 ve yüksek alfa bandı 13,89 şeklindeyken sporcuların max. genlik ortanca sıra değerleri ise düşük alfa bandında 6,20, yüksek alfa bandında ise 6,50 şeklindedir. P4 kanalı düşük (U = 7,000, p = 0,001) ve yüksek alfa genlik değerlerinde (U = 10,000, p = 0,003) sedanter ve sporcu grupların istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılaştığı saptanmıştır.

Şekil 12. Katılımcılara Ait Oksipital Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Alfa Bandı Aktivitesi



Katılımcıların göz kapalı durumda dinlenik oksipital bölge (O1, Oz ve O2) max alfa genlik grafikleri Şekil 12’de yeşil renkli alanda gösterilmektedir. Kırmızı çizgiler sedanter öğrencileri temsil ederken yeşil renkle işaretlenmiş alanlar sporculara ait EEG verilerini temsil etmektedir. Çalışma bulgularında gruplar arasında O1 düşük alfa genlik değeri istatistiksel olarak farklılaşma olmadığı gözlemlenmiştir ($p>.05$). O1 kanalı düşük alfa genliği dışında kalan O1 kanalı yüksek alfa, Oz kanalı düşük ve yüksek alfa ve O2 kanalı düşük ve yüksek alfa genliklerinde ise sporculara ait değerlerin sedanterlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<.05$).

Tablo 5. Katılımcılara Ait Oksipital Bölge Göz Kapalı Dinlenik Durum Düşük ve Yüksek Alfa Genliği Mann Whitney U Testi Değerleri

Alfa	Kanal	Grup	n	Ort Sıra	Ort Sıra Toplam	U	p
Düşük Alfa	O1	Sedanter	9	12,33	111,00	24,000	0,095
		Sporcu	10	7,90	79,00		
	Oz	Sedanter	9	12,78	115,00	20,000	0,043
		Sporcu	10	7,50	75,00		
	O2	Sedanter	9	13,50	121,50	13,500	0,008
		Sporcu	10	6,85	68,50		
Yüksek Alfa	O1	Sedanter	9	14,00	126,00	9,000	0,002
		Sporcu	10	6,40	64,00		
	Oz	Sedanter	9	13,10	118,00	16,500	0,029
		Sporcu	10	7,30	73,00		
	O2	Sedanter	9	14,44	130,00	5,000	0,000
		Sporcu	10	6,00	60,00		

** p < .01

Katılımcılara ait oksipital bölge göz kapalı dinlenik durum düşük ve yüksek alfa genlik değerleri Tablo 5'te verilmektedir. Sedanter bireylerin O1 kanalı düşük alfa bandı max. genlik ortanca sıra değeri 12,33 ve yüksek alfa bandı 14,00 olarak tespit edilmiştir. Spor yapan bireylerin O1 kanalı max. genlik ortanca sıra değeri ise düşük alfa bandında 7,90, yüksek alfa bandında ise 6,40 olarak tespit edilmiştir. O1 kanalı düşük (U = 24,000, p = 0,095) alfa genlik değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark olmadığı gözlemlenirken, yüksek alfa genlik değerlerinde sporculara ait ortanca sıra değerinin sedanterleden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (U = 9,000, p = 0,002). Oz kanal verileri incelendiğinde sedanterlere ait max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandında 12,78, yüksek alfa bandında 13,10 şeklindeyken, sporcuların max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandında 7,50, yüksek alfa bandında 7,30 olarak tespit edilmiştir. Oz kanalı düşük (U = 20,000, p = 0,043) ve yüksek alfa genlik değerlerinde (U = 16,500, p = 0,029) sedanter ve sporcular arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık olduğu gözlemlenmiştir. O2 kanalına ait verilere bakıldığında sedanter max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandı 13,50 ve yüksek alfa bandı 14,44 şeklindeyken sporcuların max. genlik ortanca sıra değerleri düşük alfa bandında 6,85, yüksek alfa bandında ise 6,00 şeklindedir. O2 kanalı düşük (U = 13,500, p = 0,008) ve yüksek alfa genlik değerlerinde (U = 5,000, p = 0,000) sedanter ve sporcular arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık saptanmıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Araştırmada Atatürk Üniversite'nin farklı fakülte ve bölümlerinde öğrenim gören sporcu ve sedanter öğrencilere ait dinlenik durum EEG alfa bandı aktivitesi karşılaştırılmıştır. 32 ıslak elektrodu bulunan EEG cihazı aracılığıyla yapılan ölçümlerden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Çalışmada EEG verilerinin karşılaştırılmasının nedeni alfa dalgası ve beyin aktivitesi arasındaki ilişkidir (Yalçın, 2021).

Frontal bölgede bulunan F3 ve F7 elektrot bölgelerine ait düşük ve yüksek alfa genlik değerlerinin sporcu ve sedanter öğrenciler arasında farklılaşmadığı, F4 kanalına ait yüksek alfa max. genlik değerinin ise sedanter öğrencilerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Central bölgede ise gruplar arasında C3 ve C4 kanal alfa genlikleri arasında fark olmadığı ($p>.05$) görülürken Cz kanalı düşük alfa bant genliğinde sporcu öğrencilerin max. genlik değerlerinin sedanterlerden daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<.05$). Literatürde düşük alfa (8 – 10 Hz) bandının dikkat vb. süreçlerle ilişkili olduğu, yüksek alfa bandının ise bilgilerin bellekten geri çağırılmasıyla ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Kirk, 1998). 2014 yılında gerçekleştirilen yedi atıcılık sporcusunun dâhil edildiği çalışmada katılımcıların gözler açık ve gözler kapalı durumda alfa bant genliğinde tetikten önce ve sonra alınan ölçümlerde frontal, pariyetal ve oksipital bölge alfa bant gücünde anlamlı fark olduğu rapor edilmiştir ($p<.05$). Çalışma sonunda alfa bandıyla dikkat ve odaklanma süreleri arasında bsglsntı olduğu belirtilmiştir (Ünal, 2014). Golf sporcularının katılımıyla ($n = 12$) gerçekleştirilen başka bir araştırmada başarılı – başarısız golf atış performansı ile alfa bant genlikleri arasında ilişki olduğu saptanmıştır (Babiloni vd., 2008). Araştırma sonucuna göre Fz, C3 ve C4 elektrotlarındaki alfa bant gücünün başarılı performansta başarısız performansa göre düşük olduğu tespit edilmiştir. 2009 yılında dart sporcularının katılımıyla ($n = 10$) gerçekleştirilen başka bir EEG çalışmasında araştırmacılar yine başarılı – başarısız atışla alfa ve beta genliği arasında ilişki olup olmadığına odaklanmıştır. Çalışma sonucunda frontal bölgedeki alfa genliğinin başarılı atışlarda daha düşük olduğu saptanmıştır (Hung vd., 2009).

Sedanter bireyler ve karatecilerin katıldığı diğer araştırmada sporcuların dinlenik durum frontal bölge aktivasyonlarının sedanter katılımcılara göre daha düşük olduğu saptanmıştır edilmiştir (Babiloni vd., 2010). Babiloni ve ark. jimnastik sporcularının dâhil edildiği başka bir araştırmada (n = 28) ise spesifik branşa hareketlerinin gözlemlenmesi sırasında elit jimnastik sporcularında elit olmayanlardan daha düşük alfa genliği tespit edilmiştir (Babiloni vd., 2009). Stroop Etkisi'ne benzer Gratton Etkisi (Gratton vd., 1992) ile gerçekleştirilen bir EEG araştırmasında, dikkat kontrolündeki farklılaşmalarda alfa bant gücünün testi gerçekleştiren kişinin öğrenme hızıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Berger & Davelaar, 2018). Araştırmamızın sonuçları yukarıda belirtilen çalışmalarla paralellik göstermektedir. Araştırmamızda sporcu grubunun sedanterlere kıyasla daha düşük alfa genliklerine sahip olması nöral verimlilik hipoteziyle açıklanabilir. Nöral verimlilik kavramı uzmanlaşmış etkinliklerin yapılması sırasında, öğrenme safhalarında kullanılan serebral korteks alanlarına kıyasla daha küçük bir alanın aktifleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Guo vd., 2017). Nöral verimlilik kavramının yalnız frontal bölge aktivasyonu ile ilgili olmadığı ayrıca not edilmesi gereken bir husustur (Neubauer & Fink, 2009).

Araştırmada spor yapan üniversite öğrencilerinin dinlenik durum göz kapalı parietal (P) bölge P3, Pz ve P4 kanal alfa genliklerinin sedanter öğrencilerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Basketbolcularla yapılan araştırmada elit düzeyde basketbol oynayan sporcuların serbest atışla ilgili bir görevde amatör basketbol oyuncularına göre inferior parietal bölgede daha fazla etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir (Wu vd., 2013). 38 golf sporcusunun katılımıyla gerçekleştirilen diğer araştırmada vuruştan hemen önce EEG ölçümleri yapılan elit golfçünün parietal alan alfa genliklerinin amatör golfçülere göre daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Wang vd., 2020). Araştırmada bir hareketi uygulamanın ardından parietal bölgedeki alfa genliğinin düşmesinin vuruş performansında artışa sebep olduğu belirtilmiştir. Zekâ, uzamsal beceriler ve işler bellekle ilgili araştırmalarda görev sırasında katılımcıların performansı ile parietal bölge aktivasyonları arasında negatif yönlü ilişki olduğu rapor edilmiştir (Haier vd., 2004; Rypma vd., 2005). Atıcıların katıldığı başka bir araştırmada atış esnasında alınan EEG ölçümlerinde performansın parietal bölgedeki düşük alfa genliğiyle ilişkili olduğu belirtilmektedir (Comani vd., 2014). Alfa bantı aktivitesinin somato – sensoryal parieto – oksipital alanda göreve ilişkin talepleri yansıttığı bilinmektedir (Gevins vd., 1997). Niedermeyer (2005), alfa bant gücünün uyanıklık hâlinde serebral korteksin arka kısmında (parietal ve oksipital) daha baskın olduğunu, dikkat, konsantrasyon ve bilişsel yük durumundaysa düştüğünü belirtmektedir.

Nöral verimlilik hipoteziyle ilişkili olarak 36 kişiyle gerçekleştirilen araştırmada atıcı ve atıcı olmayan birey karşılaştırılmıştır. Katılımcıların EEG kayıtları nişan almaya başlanılan andan tetik çekene kadar alınmıştır. Araştırma sonunda atıcılarda nişan alma esnasında sol parietal bölgede atıcı olmayanlara göre daha az aktivasyon tespit edilmiştir (Haufler vd., 2000). Alzheimer hastalarını katılımıyla gerçekleştirilen EEG çalışmasında katılımcılardan dinlenik durum göz açık ve kapalı parietal bölge EEG ölçümü alınmıştır. Çalışma sonucu olarak hastaların göz açık ve kapalı alfa dalgalarının genlik değerlerinin farklılaşmadığı rapor edilmiştir (Sheridan vd., 1988). Belirtilen çalışmaların sonuçları araştırmamızın bulgularıyla örtüşmektedir. Çalışmamızda gruplararası parietal alandaki P3, Pz ve P4 elektrotlarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandığından, sporcu ve sedanter öğrencilerin alfa genlik değerleri açısından en belirgin farklılaştığı nokta parietal ve oksipital bölgelerdir. Çalışmamızın sonuçlarıyla paralellik gösteren araştırmaların çoğu hedef sporları gibi dikkat ve konsantrasyon özelliklerinin üst düzey olması gereken branş sporcularıyla gerçekleştirilen çalışmalardır. Bu sebeple dikkat ve konsantrasyon açısından sporcu ve sedanterleri birbirinden ayırmanın önemli biyobelirteçlerinden birinin parietal korteks alfa genliği olduğu söylenebilir.

Araştırmamızda sporcu ve sedanter üniversite öğrencilerinin serebral korteks oksipital bölge O1, Oz ve O2 elektrotlarında alfa bant genliği istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Üç bölgede de sporculara ait alfa genlik değerleri sedanterlerden daha düşüktür. Alzheimer hastası olan bireylere Weschler hafıza testi uygulanan başka bir çalışmada hastalar iyi ve kötü hafızalı olarak iki ayrı gruba ayrılmıştır. Çalışmada iyi hafızalı olarak nitelendirilen hasta grubu dinlenik göz açık ve kapalı durum arasındaki değişimin kötü hafızaya sahip gruptan anlamlı derecede yüksek olduğu rapor edilmiştir (Klimesch vd., 1990). 15 cimnastik sporcusuna ait EEG sonuçlarının 13 sedanter bireyle karşılaştırıldığı çalışmada spora özgü hareketler esnasında katılımcıların serebral korteks aktivitesi incelenmiştir. Araştırma sonucunda sporcu grubunun sedanter gruba göre oksipital bölgede daha az alfa genliği etkinliği gösterdiği rapor edilmiştir (Babiloni vd., 2009). Del Percio ve ark. benzer bir örnekleme yaptığı başka bir araştırmada da elit sporcuların oksipital bölge alfa genlik değerlerinin sedanterlere göre daha az olduğu tespit edilmiştir (Del Percio vd., 2009). Bilişsel görev esnasında alfa genliğini inceleyen bir araştırmada görevle ilişkisi olduğu belirtilen alanlarda alfa genlik değerlerinin daha az olduğu bulunmuştur (Benca vd., 1999). Belirtilen çalışmalarla araştırma bulgularımız paralellik göstermektedir.

Yaptığımız araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermeyen çalışma sonuçları da literatürde mevcuttur. Elit atıcılarda nişan alma esnasında sol oksipital alanda 9 Hz alfa genlik değerlerinde amatörler göre daha fazla alfa genliği ortaya çıktığı belirtilmiştir (Janelle vd., 2000). Başka bir araştırma sonucuna göre 9 Hz alfa aktivitesinin bu tip görevlere daha duyarsız olduğu tespit edilmiştir (Smith vd., 1999). Tabanca atıcılarının katılımıyla gerçekleştirilen başka bir çalışmada başarılı atıştan önce oksipital bölge alfa genlik değerlerinin arttığı, başarısız atışlardan önce ise oksipital bölge alfa genlik değerlerinin azaldığı saptanmıştır (Loze vd., 2001). 17 – 27 yaş arası 62 üniversite öğrencisinin katıldığı bir çalışmada öğrencilerin üniversite giriş puanı ve alfa bant genlik – frekansı arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada alfa genliği ve frekansın öğrencilerin üniversiteye giriş puanlarını yordayan bir belirteç olmadığı rapor edilmiştir (Yildiz, 2006). Dinlenik durumda alınan EEG ölçümlerinde, özellikle frekans bileşenleri açısından kişisel farklılıklar çok yaygındır (Chen vd., 2008). Araştırma bulgularımızla paralellik göstermeyen çalışmalarda örneklem farklı spor branşlarında olması, bireysel farklılıklar, antrenman modellerinin farklılığı ve ölçüm paradigmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Öneriler

- Sporcu – sedanter gruplarında dinlenik durum (resting state) ve göreve dayalı çeşitli tasklar EEG dışında diğer nörogörüntüleme teknikleriyle (fMRI, İYKAS vb.) test edilebilir.
- Farklı spor branşlarına ait spesifik bilişsel testler kullanılarak serebral korteks etkinliği bu testler esnasında ölçümlenebilir.
- Çalışmada ölçümlenen dinlenik durum göz kapalı alfa bant genliği dışında çeşitli bilişsel görevlerde TRPD (Olayla İlişkili Osilasyon Azalması), TRPI (Olayla İlişkili Osilasyon Artışı), ERS (Olayla İlişkili Senkronizasyon), ERD (Olayla İlişkili Desenkronizasyon) ve bantların birbirine oranı (Alfa/Teta) gibi farklı hesaplama yöntemleriyle analizler gerçekleştirilebilir.
- Katılımcıların bilişsel yetenekleri çeşitli beyin görüntüleme teknikleri ve bilişsel testlerle ölçülerek neurofeedback antrenmanları uygulanabilir. Bu müdahalelerin ardından uygulanan programın etkisi rapor edilebilir.
- Zorlayıcı görevler esnasında serebral korteks etkinliğiyle kişilik özellikleri arasında ilişki olup olmadığı araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Açak, M. (2005). *Beden eğitimi öğretmeninin el kitabı*. Morpa Kültür yayınları.
- Alili, T. (2004). Bir bilim olan sporun anası: Olimpiyatlar. *Bilim ve Ütopya*, 122, 14-21.
- Alkaç, Ü. (2009). Beyin araştırmaları tarihinde bir gezinti: Elektronörofizyoloji. *Klinik gelişim*, (3), 14-19.
- Babiloni, C., Del Percio, C., Iacoboni, M., Infarinato, F., Lizio, R., Marzano, N., Crespi, G., Dassù, F., Pirritano, M., & Gallamini, M. (2008). Golf putt outcomes are predicted by sensorimotor cerebral EEG rhythms. *The Journal of physiology*, 586(1), 131-139.
- Babiloni, C., Del Percio, C., Rossini, P. M., Marzano, N., Iacoboni, M., Infarinato, F., Lizio, R., Piazza, M., Pirritano, M., & Berlutti, G. (2009). Judgment of actions in experts: a high-resolution EEG study in elite athletes. *Neuroimage*, 45(2), 512-521.
- Babiloni, C., Marzano, N., Infarinato, F., Iacoboni, M., Rizza, G., Aschieri, P., Cibelli, G., Soricelli, A., Eusebi, F., & Del Percio, C. (2010). "Neural efficiency" of experts' brain during judgment of actions: a high-resolution EEG study in elite and amateur karate athletes. *Behavioural brain research*, 207(2), 466-475.
- Babiloni, C., Del Percio, C., Boccardi, M., Lizio, R., Lopez, S., Carducci, F., Marzano, N., Soricelli, A., Ferri, R., & Triggiani, A. I. (2015). Occipital sources of resting-state alpha rhythms are related to local gray matter density in subjects with amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neurobiology of aging*, 36(2), 556-570.
- Balcıoğlu, T. H. (2017). *Elit karate sporcularında dinlenme durumu fonksiyonel beyin sinir ağlarındaki farklılık analizi* [Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Başar, E., Başar-Eroğlu, C., Karakaş, S., & Schürmann, M. (1999). Are cognitive processes manifested in event-related gamma, alpha, theta and delta oscillations in the EEG? *Neuroscience letters*, 259(3), 165-168.
- Batar, H. (2005). *EEG işaretlerinin dalgalık analiz yöntemleri kullanılarak yapay sinir ağları ile sınıflandırılması* [Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Belgin, E., & Şahlı, A. (2015). *Temel odyoloji*. Ankara, Güneş Tıp Yayınevi, 103-105.
- Benca, R. M., Obermeyer, W. H., Larson, C. L., Yun, B., Dolski, I., Kleist, K. D., Weber, S. M., & Davidson, R. J. (1999). EEG alpha power and alpha power asymmetry in sleep and wakefulness. *Psychophysiology*, 36(4), 430-436.
- Berger, A. M., & Davelaar, E. J. (2018). Frontal alpha oscillations and attentional control: a virtual reality neurofeedback study. *Neuroscience*, 378, 189-197.
- Börklü, T. (2008). *Takım sporu yapan kişilerde hemisferik farklılıkların uyarılma potansiyelleri ile belirlenmesi* [Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Brain Products. (2023). EEG Başlığı ve Amplifikatörü. Retrieved 11.08.2023 from <https://www.brainproducts.com/solutions/actichamp/>.
- Brazier, M. A. (1961). *A history of the electrical activity of the brain: The first half-century*.
- Bulut, S., Özmerdivenli, R., & Bayer, H. (2003). Effects of exercise on somatosensory-evoked potentials. *International Journal of Neuroscience*, 113(3), 315-322.

- Buzsáki, G. (2006). *Rhythms of the brain*. Oxford University Press.
- Carter, R. (2019). *The brain book: An illustrated guide to its structure, functions, and disorders*. Dorling Kindersley Ltd.
- Chen, A. C., Feng, W., Zhao, H., Yin, Y., & Wang, P. (2008). EEG default mode network in the human brain: spectral regional field powers. *Neuroimage*, 41(2), 561-574.
- Chen, S., Snyder, S., & Magner, M. (2010). The effects of sport participation on student-athletes' and non-athlete students' social life and identity. *Journal of Issues in Intercollegiate Athletics*, 3(1), 10.
- Clark, V. P., & Hillyard, S. A. (1996). Spatial selective attention affects early extrastriate but not striate components of the visual evoked potential. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(5), 387-402.
- Comani, S., Bortoli, L., Di Fronso, S., Fiho, E., De Marchis, C., Schmid, M., Conforto, S., Robazza, C., & Bertollo, M. (2014). *ERD/ERS patterns of shooting performance within the multi-action plan model*. XIII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2013: MEDICON 2013, 25-28 September 2013, Seville, Spain,
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Culham, J. C., & Valyear, K. F. (2006). Human parietal cortex in action. *Current Opinion in Neurobiology*, 16(2), 205-212.
- Çelik, G., Tahiroğlu, A., & Avcı, A. (2008). Ergenlik döneminde beynin yapısal ve nörokimyasal değişimi. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 11(1).
- Çolakoğlu, F. F. (2003). 8 Haftalık koş yürü egzersizinin sedanter orta yaşlı obez bayanlarda fizyolojik, motorik ve somatotip değerleri üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3).
- Del Percio, C., Babiloni, C., Bertollo, M., Marzano, N., Iacoboni, M., Infarinato, F., Lizio, R., Stocchi, M., Robazza, C., & Cibelli, G. (2009). Visuo-attentional and sensorimotor alpha rhythms are related to visuo-motor performance in athletes. *Human Brain Mapping*, 30(11), 3527-3540.
- Di Russo, F., Pitzalis, S., & Spinelli, D. (2003). Fixation stability and saccadic latency in elite shooters. *Vision Research*, 43(17), 1837-1845.
- Di Russo, F., & Spinelli, D. (2010). Sport is not always healthy: Executive brain dysfunction in professional boxers. *Psychophysiology*, 47(3), 425-434.
- Doğan, O. (2005). *Spor psikolojisi* 2. Baskı. Nobel Kitabevi.
- Erkal, M., Güven, Ö., & Ayan, D. (1998). *Sosyolojik açıdan spor*.
- Eskikurt, G., Yücesir, İ., & Işoğlu-Alkaç, Ü. (2012). El tercihinin görsel P300 yanıtları ve görsel tarama yolları üzerine etkisi. *Annals of Health Sciences Research*, 1(1), 32-40.
- Fişek, K. (1985). *100 soruda Türkiye Spor Tarihi*. Gerçek Yayınevi.
- Fornito, A., Zalesky, A., & Bullmore, E. (2016). *Fundamentals of brain network analysis*. Academic press.
- Gelir, E., & Ardiç, S. (2000). *İnsan uyku evrelerinin standart terminoloji yöntem ve skorlama el kitabı*.

- Gevins, A., Smith, M. E., McEvoy, L., & Yu, D. (1997). High-resolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: Effects of task difficulty, type of processing, and practice. *Cerebral cortex (New York, NY: 1991)*, 7(4), 374-385.
- Gill, D. L., Williams, L., & Reifsteck, E. J. (2017). *Psychological dynamics of sport and exercise*. Human Kinetics.
- Gökmen, F. G. (2003). *Sistematik anatomi*. İzmir: Güven Kitabevi, 97(8), 147.
- Gratton, G., Coles, M. G., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology*, 121(4), 480.
- Guo, Z., Li, A., & Yu, L. (2017). "Neural efficiency" of athletes' brain during visuo-spatial task: An fMRI study on table tennis players. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 11, 72.
- Güçlü, S. (2005). *Kurumlara sosyolojik bakış*. Birey Yayıncılık.
- Haier, R. J., Jung, R. E., Yeo, R. A., Head, K., & Alkire, M. T. (2004). Structural brain variation and general intelligence. *Neuroimage*, 23(1), 425-433.
- Hall, J. E., & Hall, M. E. (2007). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: An update. *Journal of neurotherapy*, 15(4), 305-336.
- Harmony, T. (2013). The functional significance of delta oscillations in cognitive processing. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7, 83.
- Hatfield, B., & Hillman, C. (2001). *The psychophysiology of sport: A mechanistic understanding of the psychology of superior performance*. In Handbook of sport psychology (Vol. 2, pp. 362-386).
- Haufler, A. J., Spalding, T. W., Santa Maria, D., & Hatfield, B. D. (2000). Neuro-cognitive activity during a self-paced visuospatial task: comparative EEG profiles in marksmen and novice shooters. *Biological psychology*, 53(2-3), 131-160.
- Henry, J. C. (2006). Electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields. *Neurology*, 67(11), 2092-2092-a.
- Herrmann, C., & Demiralp, T. (2005). Human EEG gamma oscillations in neuropsychiatric disorders. *Clinical Neurophysiology*, 116(12), 2719-2733.
- Hung, C.-L., Chang, C.-W., & Hung, T.-M. (2009). Comparison of best and worst performance on EEG coherence in skilled dart players. *Psychophysiology*, 46, 135-135.
- Hung, T.-M., Spalding, T. W., Santa Maria, D. L., & Hatfield, B. D. (2004). Assessment of reactive motor performance with event-related brain potentials: attention processes in elite table tennis players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 26(2), 317-337.
- Jacobson, J., & Matthaeus, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(5), 521-527.
- Janelle, C. M., Hillman, C. H., Apparies, R. J., Murray, N. P., Meili, L., Fallon, E. A., & Hatfield, B. D. (2000). Expertise differences in cortical activation and gaze behavior during rifle shooting. *Journal of Sport and Exercise psychology*, 22(2), 167-182.
- Kamarajan, C., Porjesz, B., Jones, K. A., Choi, K., Chorlian, D. B., Padmanabhapillai, A., Rangaswamy, M., Stimus, A. T., & Begleiter, H. (2004). The role of brain oscillations

- as functional correlates of cognitive systems: A study of frontal inhibitory control in alcoholism. *International Journal of Psychophysiology*, 51(2), 155-180.
- Kaplan, Y., & Çetinkaya, G. (2014). Spor yoluyla toplumsallaşma-yeniden toplumsallaşma süreci. *International Journal of Sport Culture and Science*, 2(Special Issue 2), 120-125.
- Karaca, A. (2007). Fiziksel aktivite değerlendirme anketinin (FADA) üniversite öğrencileri üzerinde güvenilirlik ve geçerlik çalışması. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 12(3), 3-10.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi* 17. Baskı. Ankara: Nobel yayın dağıtım, 81-83.
- Kiernan, J. A., & Barr, M. L. (2009). *Barr's the human nervous system: an anatomical viewpoint*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Kilavik, B. E., Zaepffel, M., Brovelli, A., MacKay, W. A., & Riehle, A. (2013). The ups and downs of beta oscillations in sensorimotor cortex. *Experimental Neurology*, 245, 15-26.
- Kirk, I. J. (1998). Frequency modulation of hippocampal theta by the supramammillary nucleus, and other hypothalamo-hippocampal interactions: mechanisms and functional implications. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 22(2), 291-302.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., & Hanslmayr, S. (2006). Upper alpha ERD and absolute power: their meaning for memory performance. *Progress in Brain Research*, 159, 151-165.
- Klimesch, W., Schimke, H., Ladurner, G., & Pfurtscheller, G. (1990). Alpha frequency and memory performance. *Journal of Psychophysiology*.
- Korkmaz, S. G., Korkmaz, O. E., & Aydemir, Ö. (2022). Matematiksel ve işitsel görevlere dayalı bilişsel yorgunluğun EEG sinyallerinin gama bandından tespiti. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (41), 6-15.
- Küçük, V., & Harun, K. (2004). Psiko-sosyal gelişim süreci içerisinde insan ve spor ilişkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(9).
- Lalehan, A., Yazıcıoğlu Çalışkan, H., Yıldız, Y., Atıcı, A. R., Kemiş, O., Kahve, A. N., & Özkan, E. (2023). *Aksaray İli Spor Tarihi*. Aksaray Üniversitesi.
- Liwluck, P., & Sittiprapaporn, P. (2017). *Effect of Pulse electromagnetic field therapy to brainwave on the Quantum Resonance System*. 2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT),
- Loze, G. M., Collins, D., & Holmes, P. S. (2001). Pre-shot EEG alpha-power reactivity during expert air-pistol shooting: A comparison of best and worst shots. *Journal of Sports Sciences*, 19(9), 727-733.
- MacMahon, J. R. (1990). The psychological benefits of exercise and the treatment of delinquent adolescents. *Sports Medicine*, 9, 344-351.
- Malmivuo, J., & Plonsey, R. (1995). *Bioelectromagnetism: principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields*. Oxford University Press, USA.
- Morris, R., & Fillenz, M. (2003). *Neurociencias. La ciencia del cerebro*. The British Neuroscience Association.
- Nakata, H., Yoshie, M., Miura, A., & Kudo, K. (2010). Characteristics of the athletes' brain: evidence from neurophysiology and neuroimaging. *Brain Research Reviews*, 62(2), 197-211.
- Neubauer, A. C., & Fink, A. (2009). Intelligence and neural efficiency. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(7), 1004-1023.

- Niedermeyer, E., & da Silva, F. L. (2005). *Electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Nieuwenhuys, R., Voogd, J., & Van Huijzen, C. (2007). *The human central nervous system: a synopsis and atlas*. Springer Science & Business Media.
- Nishifuji, S., Sato, M., Maino, D., & Tanaka, S. (2010). *Effect of acoustic stimuli and mental task on alpha, beta and gamma rhythms in brain wave*. Proceedings of SICE Annual Conference 2010,
- Owen, N., Sparling, P. B., Healy, G. N., Dunstan, D. W., & Matthews, C. E. (2010). *Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk*. Mayo Clinic Proceedings,
- Özcan, C. E. (2017). *Elit sporcularda nöral ve otonom sinir sistemi yanıtlarının vücut pozisyonu ile ilişkisi* [Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. Istanbul.
- Park, J. L., Fairweather, M. M., & Donaldson, D. I. (2015). Making the case for mobile cognition: EEG and sports performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 52, 117-130.
- Peker, İ., Çiloğlu, F., & Buruk, Ş. (2000). Egzersiz ve egzersiz+ diyetin kan lipidleri üzerine etkisi. *Spor Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 33-46.
- Pfefferbaum, A., Ford, J. M., Wenegrat, B. G., Roth, W. T., & Kopell, B. S. (1984). *Clinical application of the P3 component of event-related potentials*. I. Normal aging. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 59(2), 85-103.
- Raichle, M. E., & Mintun, M. A. (2006). Brain work and brain imaging. *Annu. Rev. Neuroscience*, 29, 449-476.
- Redeker, R. (2008). Sport as an opiate of international relations: The myth and illusion of sport as a tool of foreign diplomacy. *Sport in Society*, 11(4), 494-500.
- Richman, E. L., & Shaffer, D. R. (2000). "If you let me play sports" How Might Sport Participation Influence the Self-Esteem of Adolescent Females? *Psychology of Women Quarterly*, 24(2), 189-199.
- Rogers, K. (2010). *The brain and the nervous system*. Britannica Educational Publishing.
- Rypma, B., Berger, J. S., Genova, H. M., Rebbecki, D., & D'Esposito, M. (2005). Dissociating age-related changes in cognitive strategy and neural efficiency using event-related fMRI. *Cortex*, 41(4), 582-594.
- Sanei, S., & Chambers, J. A. (2013). *EEG signal processing*. John Wiley & Sons.
- Schapschröer, M., Lemez, S., Baker, J., & Schorer, J. (2016). Physical load affects perceptual-cognitive performance of skilled athletes: a systematic review. *Sports Medicine-Open*, 2, 1-16.
- Schneider, S., Askew, C. D., Diehl, J., Mierau, A., Kleinert, J., Abel, T., Carnahan, H., & Strüder, H. K. (2009). EEG activity and mood in health orientated runners after different exercise intensities. *Physiology & Behavior*, 96(4-5), 709-716.
- Sheard, M. (2012). *Mental toughness: The mindset behind sporting achievement*. Routledge.
- Sheridan, P., Sato, S., Foster, N., Bruno, G., Cox, C., Fedio, P., & Chase, T. (1988). Relation of EEG alpha background to parietal lobe function in Alzheimer's disease as measured by positron emission tomography and psychometry. *Neurology*, 38(5), 747-747.
- Siuly, S., Li, Y., & Zhang, Y. (2016). *EEG signal analysis and classification*. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 11, 141-144.

- Siuly, S., & Zhang, Y. (2016). Medical big data: neurological diseases diagnosis through medical data analysis. *Data Science and Engineering*, 1, 54-64.
- Smith, M. E., McEvoy, L. K., & Gevins, A. (1999). Neurophysiological indices of strategy development and skill acquisition. *Cognitive Brain Research*, 7(3), 389-404.
- Soga, K., Shishido, T., & Nagatomi, R. (2015). Executive function during and after acute moderate aerobic exercise in adolescents. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 7-17.
- Spüler, M., Walter, A., Rosenstiel, W., & Bogdan, M. (2013). *Spatial filtering based on canonical correlation analysis for classification of evoked or event-related potentials in EEG data*. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 22(6), 1097-1103.
- Süzen, L. B. (2020). *İnsan anatomisi ve fizyolojisine giriş*. EMA Tıp Kitabevi Yayıncılık.
- Şenduran, F. (2006). *Askeri Liselerde Sporcu öğrenciler ile Sporcu Olmayan öğrencilerin Problem çözülebilme, Strese karşı Koyabilme, Uyum Becerileri Ve başarı düzeyleri* [Marmara Üniversitesi].
- Taner, D., Atasever, A., & Durgun, B. (2008). *Fonksiyonel nöroanatomi*. ODTÜ Geliştirme Vakfı.
- Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measurement Science Review*, 2(2), 1-11.
- Tülay, E. E. (2009). *Beyin elektriksel aktivitesinin ölçümü ve sinyal analizi* [İstanbul Kültür Üniversitesi].
- Tyner, F. S., & Knott, J. R. (1983). *Fundamentals of EEG Technology: Basic concepts and methods (Vol. 1)*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Ünal, C. (2014). *Havalı tabanca atıcılarında atış performansı sırasında spektral EEG (Elektroensefalografi) analizi* [Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Wang, K.-P., Cheng, M.-Y., Chen, T.-T., Huang, C.-J., Schack, T., & Hung, T.-M. (2020). Elite golfers are characterized by psychomotor refinement in cognitive-motor processes. *Psychology of Sport and Exercise*, 50, 101739.
- Yalçın, S. (2021). *Bireysel ve takım sporcularının motor imgeleme yeteneklerinin prefrontal korteks aktivitesi ve dikkat değişkenleri ile incelenmesi* [Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. Antalya.
- Yarimoğlu, Ş. (2020). *Stroop Etkisinde Seçici Dikkat ve Dikkat Eksikliği-Eeg Frekans Bantları* [Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Yazgan, E., & Korürek, M. (1996). *Tıp elektroniği*. İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi.
- Yeşilyaprak, B. (2008). *Eğitim psikolojisi gelişim-öğrenme-öğretim 4*. Baskı. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Yetim, A. (2006). *Sosyoloji ve spor*. Morpa Kültür Yayınları.
- Yıldız, B. A. (2006). *Beyin dalgaları ile öğrenme ve hafıza arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Zhang, X., Yao, L., Wang, X., Monaghan, J., Mcalpine, D., & Zhang, Y. (2019). A survey on deep learning based brain computer interface. *Recent Advances and New Frontiers*, 1(1), 1-66.

Zorba, E., & Ziyagil, M. A. (1998). Sigara içen/içmeyen ve spor yapan/yapmayan üniversite öğrencilerinin bazı fizyolojik ve antropometrik özelliklerinin karşılaştırılması. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 3(3), 11-20.



EKLER

EK 1. Etik Kurul Onayı



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-70400699-000-2100113036
Konu : Etik Kurul Kararı

22.04.2021

DAĞITIM YERLERİNE

Fakültemiz Etik Kurulunun 19.04.2021 tarihli oturumunda alınan E-70400699-050.02.04-2100112008 sayılı, 2021/3 Fakülte Etik Kurulu Kararları konulu belgede yer alan karar metni aşağıya çıkarılmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Necip Fazıl KİSHALI
Alt Kurul Başkanı

Karar 3: Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Selin KALYONCU'nun "Sporcu ve Sedanter Bireylerin Beyin Elektrofizyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması" başlıklı tez çalışması isteği ile ilgili yazısı ve ekleri incelendi. Yapılan görüşmelerden sonra; adı geçen araştırma çalışmasının yürütülmesinin, etik kurallarına uygun olduğuna, oy birliği ile kabul edilmesine, karar verildi.

Dağıtım:

Gereği:
Selin KALYONCU

Bilgi:
Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatih AĞDUMAN

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Selin KALYONCU
Doğum tarihi	
Doğum yeri	
Medeni hali	
Uyruğu	
Adres	
Tel	
E-mail	
Eğitim	
Lisans:	Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi Spor Bölümü
Yüksek Lisans:	Atatürk Üniversitesi Kış Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü
Yabancı Dil:	-