



**SPOR YAPAN VE YAPMAYAN YAŞLI
BİREYLERDE BİLİŞSEL
FONKSİYONLARIN İNCELENMESİ**

Burak Erdiñ ASLAN

Doktora Tezi

Spor Yönetimi Ana Bilim Dalı

2022

(Her hakkı saklıdır.)

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

**SPOR YAPAN VE YAPMAYAN YAŞLI BİREYLERDE BİLİŞSEL
FONKSİYONLARIN İNCELENMESİ**

(Investigation of Cognitive Functions in Sports and Non-Sports Elderly)

DOKTORA TEZİ

Burak Erđinç ASLAN

Danışman: Doç. Dr. Yunus ÖZTAŞYONAR

Erzurum
Ekim, 2022

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Burak Erdiñ ASLAN tarafından hazırlanan “Spor Yapan ve Yapmayan Yaşlı Bireylerde Bilişsel Fonksiyonların İncelenmesi” başlıklı çalışması 14 / 10 / 2022 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Spor Yönetimi Ana Bilim Dalı, Spor Yönetimi Bilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Doç. Dr. Elif AKKUŞ <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Doç. Dr. Yunus ÖZTAŞYONAR <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Emre BELLİ <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Hüseyin EROĞLU <i>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Deniz BEDİR <i>Erzurum Teknik Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

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

.... / / 202..

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Fatih KIYICI

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum “Spor Yapan ve Yapmayan Yaşlı Bireylerde Bilişsel Fonksiyonların İncelenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

14 / 10 / 2022

Aslı ıslak imzalıdır

Burak Erdiñ ASLAN

☐ 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

Öncelikli olarak, çalışmanın planlanması ve yürütülmesinde bana yol gösteren desteğini ve tecrübesini her zaman hissettiğim, samimiyeti ve hoşgürüsü ile değerli tez danışmanım sevgili Doç.Dr. Yunus ÖZTAŞYONAR'A,

Lisans eğitiminde beni akademisyen olmam için yönlendiren Öğr. Gör. Hayrettin ÖZTÜRK'e,

Tez konusun belirlenme sürecinde destekleri ile Atatürk Üniversitesi KARGETAM Müdür 'ü Prof.Dr. Zekai HALICI'ya,

Laboratuvar çalışmalarım sırasında, analiz süreci ile ilgili desteklerinden dolayı Doç. Dr. Fatih AĞDUMAN'a,

Tez izleme komitesinde yer alan bulgularım ve çalışmamın bilimsel araştırma kısmında yönlendirmeleri için Doç.Dr Elif AKKUŞ'a, Doç.Dr. Emre BELLİ'ye

Atatürk Üniversitesi Lisans Eğitim Koordinatörü ve Kalite Koordinatörü Prof. Dr Bilal YILMAZ'A, Koordinatör Yardımcısı Doç.Dr. Rıza SALAR'A, öğrenci kardeşlerim E.Taha AKBAŞ'A, H,İbrahim ÇOPUR'A, Haktan ASLAN'A,

Veri toplama aşamasının başından sonuna kadar katılımcı olarak yer alan Erzurum Palandöken D.S.İ Master Sporcular kulübünde spor yapan kıymetli büyüklerime ve çalışmamıza dâhil olan diğer katılımcılara,

Desteklerini ve dularını benden hiçbir zaman esirgemeyen annem ve babama, kıymetli ağabeylerime,

Bu süreçte varlığıyla bana her zaman destekçim, yol arkadaşım, sevgili eşim Kübra ASLAN 'a, anne ve babasına, en büyük motivasyon kaynağım canım kızım Ahsen ASLAN'A,

En içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu tez, Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi Doktora Tez programı kapsamında SDK-2021-9503 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Burak Erdinç ASLAN

ÖZ

DOKTORA TEZİ

SPOR YAPAN VE YAPMAYAN YAŞLI BİREYLERDE BİLİŞSEL FONKSİYONLARIN İNCELENMESİ

Burak Erdiñ ASLAN

Ekim 2022, 70 Sayfa

Amaç: Bireylerde yaşlanmaya bağılı olarak zayıf bilişsel performans, düşük fiziksel uygunluk, değışmiş beyin fonksiyonları söz konusudur. Bu durum yaşlı bireylerin hayat kalitelerini etkileyebilir. Sportif aktiviteler beyindeki yaşlanma etkilerini azaltabileceğı düşünölmektedir. Bu kapsamda bu araştırmanın amacı spor yapan ve yapmayan erkek bireylerde 50 yaş sonrası nörolojik yaşlanmanın beyindeki bilişsel fonksiyonların, sağılıklı yaşlanmaya spor ile nasıl daha fazla katkı sunduğunun incelenmesidir.

Yöntem: Araştırmaya yaşları 50 – 70 arasında ($\bar{x}=58,3\pm6,3$) değışen 30 master sporcu 31 sedanter toplam 61 birey dâhil edilmiştir. Katılımcılar, Erzurum'daki master spor kulüplerinden çalışmaya dâhil olma kriterlerini sağılayan bireyler arasından rastgele seçilmiştir. Araştırma öncesi araştırmacı tarafından katılımcıların aydınlatılmış onamları alınmış ve sosyodemografik veri formu doldurtulmuştur. Çalışmanın tek deneysel basamağı katılımcıların bilişsel fonksiyonlarını belirlemek için Stroop Testi uygulanmış ve eş zamanlı olarak fNIRS ölçümü gerçekleştirilmiştir. fNIRS ölçümlerinde stroop testi ile ilişkili alan olan dorsolateral prefrontal kortekse yönelik montaj dizayn yapılmıştır. Çalışmada katılımcıların stroop testinde yer alan tarafsız, uyumlu ve uyumsuz görevlerde fNIRS görüntöleme tekniğı ile beyin hemodinamikleri ölçölerek sonuçları karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Katılımcılardan elde edilen verilere göre, gruplar arası Stroop testi hata oranı spor yapmayanlar ve reaksiyon zamanlarında ise spor yapanlar lehine anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). Ayrıca yapılan fNIRS analizlerinde spor yapan grupta sağı ve sol hemisferde yer alan dorsolateral prefrontal kortekste oksihemoglobin konsantrasyonlarında daha yüksek yoğunlukta aktivasyon gözlenmiştir.

Sonuç: Bu araştırmada elde edilen bulgular değılendirildiğinde sportif aktiviteler yaşlanma ile birlikte beyinde oluşması olası yıkıcı etkileri önleme ve iyileştirme potansiyeline sahip olduğı sonucuna ulaşılabilir. Buna göre sportif aktiviteler yaşlı bireylerin yaşam kalitelerini arttırmada etkili olabilir.

Anahtar Kelimeler: Stroop testi, fNIRS, spor yapan, spor yapmayan, yaşlı

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

INVESTIGATION OF COGNITIVE FUNCTIONS IN SPORTS AND NON-SPORTS ELDERLY

Burak Erdiñ ASLAN

October 2022, 70 Pages

Purpose: Individuals have poor cognitive performance, low physical fitness, and altered brain functions due to aging. This may affect the quality of life of older individuals. It is thought that sports activities can reduce the effects of aging on the brain. In this context, the aim of this study is to examine how the cognitive functions of the brain of neurological aging after 50 years of age contribute more to healthy aging with sports in male individuals who do and do not do sports.

Method: A total of 61 individuals, 30 master athletes and 31 sedentary, aged between 50 and 70 ($\bar{x}=58.3\pm6.3$) were included in the study. Participants were randomly selected from master sports clubs in Erzurum who met the criteria for inclusion in the study. Before the research, the informed consent of the participants was obtained by the researcher and the sociodemographic data form was filled. In the only experimental step of the study, the Stroop Test was applied to determine the cognitive functions of the participants and the fNIRS measurement was performed simultaneously. In fNIRS measurements, a montage design was made for the dorsolateral prefrontal cortex, which is the area associated with the stroop test. In the study, the brain hemodynamics of the participants were measured with fNIRS imaging technique and the results were compared in neutral, compatible and incompatible tasks in the stroop test.

Results: According to the data obtained from the participants, significant differences were found in the Stroop test error rate between the groups in favor of those who did not do sports and in the reaction times in favor of those who did sports ($p<0.05$). In addition, in the fNIRS analyzes performed, higher intensity activation was observed in the oxyhemoglobin concentrations in the dorsolateral prefrontal cortex located in the right and left hemispheres of the sports group.

Conclusion: When the findings obtained in this study are evaluated, it can be concluded that sportive activities have the potential to prevent and improve the possible destructive effects of aging on the brain. Accordingly, sportive activities can be effective in increasing the quality of life of elderly individuals.

Keywords: Stroop test, fNIRS, sports, non-athletic, elderly

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	3
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	3
Araştırmanın Sınırlılıkları	4
Varsayımlar	4
Terim ve Tanımlar.....	5
İKİNCİ BÖLÜM	6
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar.....	6
Yaşlanma Süreci.....	6
Yaşlılığın tanımı ve sınıflandırılması.....	6
İnsanlarda yaşlanma süreci ve fiziksel durum	7
Yaşlılıkta fiziksel aktivite ve spor.....	10
Master atletler, yaşlı sporcular.	10
Yaşa bağlı bilişsel süreçler.....	11
fNIRS Görüntüleme Yöntemi	12
fNIRS Cihazının temel ilkeleri.	15
Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (FYKS) kullanarak stroop testi sırasında serebral korteks aktivasyonunun ölçümleri.....	15
Stroop testi	16
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	21
Yöntem	21

Araştırma Modeli	21
Çalışma Grubu	21
Veri Toplama Araçları	22
Süreç.....	26
Verilerin Analizi.....	27
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	28
Bulgular	28
Hata Oranı Değişkenine Ait Analizler	28
Reaksiyon Zamanı Değişkenine Ait Analizler.....	32
FNIRS Verileri.....	35
Dorsolateral profrontal korteks değişkenine ait analizler.	35
BEŞİNCİ BÖLÜM	39
Tartışma ve Sonuç	39
Öneriler.....	44
KAYNAKÇA	45
EKLER	55
EK-1.Etik Kurul Kararı.....	55
EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.....	56
EK-3. Mini Mental Durum Testi.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	58

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Ticari Olarak Giyilebilir Yüksek Yoğunluklu EEG veya fNIRS Sistemlerine Uygun Sportif Kullanım Başlık Çeşitleri.....</i>	<i>14</i>
Tablo 2. <i>Katılımcıların Demografik Özellikleri</i>	<i>28</i>
Tablo 3. <i>Uyaran Türü Hata Oranı Verileri</i>	<i>28</i>
Tablo 4. <i>Mauchly's Küresellik Test Sonucu.....</i>	<i>29</i>
Tablo 5. <i>Uyaran Türü Hata Oranlarına Göre Tek Yönlü Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Sonucu</i>	<i>29</i>
Tablo 6. <i>Gruplara Göre Stroop Testi Uyaran Türü Ortalama Hata Oranı Karşılaştırması Bağımsız Örneklem T-Testi</i>	<i>30</i>
Tablo 7. <i>Uyaran Türü Reaksiyon Zamanı Verileri.....</i>	<i>32</i>
Tablo 8. <i>Uyaran Türü Reaksiyon Zamanlarına Göre Tek Yönlü Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Sonucu</i>	<i>33</i>
Tablo 9. <i>Gruplara Göre Stroop Testi Uyaran Türü Ortalama Reaksiyon Zamanı Karşılaştırması</i>	<i>33</i>

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	<i>Stroop Testi Öncesi Katılımcılara Yapılan Bilgilendirme Görselleri</i>	16
Şekil 2.	<i>Frontal Lobların Alt Bölümleri</i>	18
Şekil 3.	<i>Stroop Testi Nötr Görev Ekran Görüntüsü (Tarafsız Görevi)</i>	23
Şekil 4.	<i>Stroop Testi Congruent Görev Ekran Görüntüsü (Uyumlu Görevi)</i>	23
Şekil 5.	<i>Stroop Testi Incongruent Görevi Ekran Görüntüsü (Uyumsuz Görev)</i>	23
Şekil 6.	<i>Beyin Loblarından Stroop Testi İle İlişkili Alan olan Dorsolateral Prefrontal Kortekse Yönelik Montaj Dizayn (Optod Yerleşim)</i>	24
Şekil 7.	<i>Katılımcılara Uygulanan Stroop Testi Detayları</i>	
Şekil 8.	<i>Stroop Testi Davranışlar Verilerin Hata oranları Betimsel İstatistik Grafiği</i>	29
Şekil 9.	<i>Stroop Testi Davranışlar Verilerinin Congruent-C (Uyumlu Görev) Uyarın Türü Hata Oranına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği</i>	30
Şekil 10.	<i>Stroop Testi Davranışlar Verilerinin Nötr -N (Tarafsız Görev) Uyarın Türü Hata Oranına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği</i>	31
Şekil 11.	<i>Stroop Testi Davranışlar Verilerinin IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) Uyarın Türü Hata Oranına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği</i>	31
Şekil 12.	<i>Stroop Testi Davranışlar Verilerinin Reaksiyon Zamanları Betimsel İstatistik Grafiği</i>	32
Şekil 13.	<i>Stroop Testi Nötr-N (Tarafsız Görev) Reaksiyon Zamanı Süresine Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği</i>	34
Şekil 14.	<i>Stroop Testi IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) Testi Reaksiyon Zamanlarına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği</i>	34
Şekil 15.	<i>Stroop Testi C-Congruent (Uyumlu Görev) Testi Reaksiyon Zamanına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği</i>	35
Şekil 16.	<i>Sporcu Grubu Hemodinamik Haritası</i>	36
Şekil 17.	<i>Sedanter Grubun Hemodinamik Haritası</i>	37
Şekil 18.	<i>Gruplar Arası Hemodinamik Fark Haritası</i>	38

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

fNIRS: (Functional near-infrared spectroscopy) Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi

fMRI: (Functional Magnetic Resonance Imaging) fMRI, beynin fonksiyonunun görüntülenmesini sağlar. Bu teknik, kandaki oksihemoglobin (oksijen bağlı hemoglobin) ile deoksihemoglobinin manyetik özelliklerindeki farklılığa dayalıdır ve bu nedenle fMRI sinyali Kan Oksijenizasyon Düzeyine Bağımlı Sinyal (Blood-Oxygenation-Level-Dependent signal – BOLD) olarak adlandırılır

PET: (Positron Emission Tomography:) Organ ve dokuların fonksiyon ve metabolizmalarındaki değişiklikleri anatomik detaylarla birlikte gösteren etkinliği kanıtlanmış bir görüntüleme tekniğidir.

SPECT: (Single Photon Emission Computerized Tomography), beyin kan akımının bölgesel olarak nasıl olduğunu belirlemek için yapılan bir görüntüleme tetkikidir.

BOLD: (Blood-Oxygenation-Level-Dependent signal) Kan Oksijenizasyon Düzeyine Bağımlı Sinyal

NIR: (Near Infrared Spectroscopy) Yakın kızılötesi spektroskopi, elektromanyetik spektrumun yakın kızılötesi bölgesini kullanan spektroskopik bir yöntemdir.

EEG: (Electroencephalography) Beynin elektriksel aktivitesinin görüntülenmesidir.

dIPFC: dorsolateral prefrontal cortex

HbO: Oksihemoglobin (Oksijenli kan)

HbR: Deoksihemoglobin (Oksijensiz kan)

HbT: Total Hemoglobin (Toplam kan)

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Yaşlanma çalışmaları, biyolojik, psikolojik ve sosyal unsurların karmaşık bir şekilde iç içe geçmesiyle tanımlanabilir. Yaşlı bireylerin yaşam kalitesi, büyük ölçüde fiziksel hareketlilik, zihinsel uyanklık ve bilişsel işlev kapasitelerine bağlıdır (Murman, 2015).

Yaşlılık kavramı, biyolojik olarak zaman içinde çok çeşitli moleküler ve hücrel hasarın artan birikimi ile ilişkilidir. İnsanların bu hasarlarının etkisinde kalmasının kaçınılmaz sonuçları, fizyolojik rezervlerinde de kademeli bir azalmaya, birçok hastalığa karşı risk artışına, bireyin genel kapasitesinde bir düşüşe ve nihayetinde ölüme yol açmaktadır (Dünya Sağlık Örgütü, 2018a). Yaşlanma, bireyin anne karnından başlayıp ölümüne kadar olan süreç içerisinde başta biyolojik, bununla beraber fizyolojik, psikolojik ve sosyal açıdan değişime uğrayarak yaşamını etkileyen kaçınılmaz ve geri dönülmez bir süreçtir (Tomanbay, 2002; Demirel, 2017). Bu süreç, içinde bulunulan kültüre ve bireyin yaşantısına bağlı olarak olumlu ya da olumsuz şekilde gelişebilir (Tereci vd., 2016). Bütün toplumlarda 65 yaş ve üzeri nüfus “yaşlı” olarak nitelendirilir. Bireyin emekliye ayrılması, sağlık ve sosyal güvencelerden yararlanmaya başlaması 65 yaş ile eşleştirildiğinden bu yaş sosyal ve ekonomik yaşlılığın da başlangıcıdır (Ergün vd., 2001; Ardahan, 2010).

Yaşlanma, dünyada büyük ve genç nüfus popülasyonuna sahip gelişmekte olan ülkeler de hızla artmaktadır (UNFPA, 2012). Dünyada 2017 yılında 60 ve üstü yaşlardaki nüfus 962 milyonun üzerindeydi ve 2050’de bu nüfusun ikiye katlanarak 2,1 milyar olacağı tahmin edilmektedir (Desa, 2019).

Yaşlılığın başlangıcı ve değerlendirilişi tüm toplumların refah seviyelerine göre değişmektedir. Bireysel, sosyal ve kültürel etkenlerin bu noktada önem kazandığı ortaya çıkmaktadır. Evrensel bir nitelik taşıyan yaşlanma ise doğumdan ölüme kadar devam eden bir süreçtir (Emiroğlu, 1995; Özkan & Akça, 2022; Tufan, 2016). Bir bireyin yaşlı kavramı içinde değerlendirilmesinde; fiziksel, mental sağlık, sosyal ve ekonomik durum ile çevresel özellikler birlikte ele alınmalıdır (Karan, 2012; Şeker & Kurt, 2018).

Günümüzde, özellikle nörodejeneratif demansa neden olan Alzheimer, Vasküler Demans ve bunların öncüsü olan hafif bilişsel bozukluk aktif spor ve fiziksel aktivite aracılığıyla beyin sağlığının korunmasında ve nörodejeneratif hastalıklara yakalanma riskinin

azaltılmasında önemli görülmektedir. Bununla birlikte çoğu durumda, orta düzeyde fiziksel aktivite, yaşlı yetişkinlerin fiziksel ve zihinsel sağlığı için faydalı olduğu ve yaşlı yetişkinlerde bilişsel faydalar sağlandığına dair bulgular vardır (Gallaway vd., 2017). Yaşlanan toplumumuzda, nörodejeneratif süreçlerle ilgili araştırmalar büyük ilgi görmektedir. Bu nedenle, farklı nörobilişsel koşullar altında kortikal aktivasyon geleceğe dönük umut verici bir belirleyici olarak kabul edilmektedir (Blum vd., 2021). Bilişsel gerileme, yaşlanmanın bir sonucu olarak; dikkat, hafıza, görsel uzamsal, dil ve yürütme işlevi ile ilişkili olanlar dâhil olmak üzere yaygın bilişsel alanlarda doğal olarak ortaya çıkmaktadır (Salthouse, 2004). Yaşlanma süreci, beyinde çeşitli bilişsel ve fiziksel alanlardaki düşüşle ilişkili zararlı değişikliklere neden olmakta ve bilişsel gerileme ile sonuçlanabilmektedir (Cabeza vd., 2002).

Hafıza problemleri kolayca fark edilebildiği ve bilişsel süreçlerin açık bir sonucu olduğu için, herhangi bir bilişsel bozukluk, verimsiz hafıza fonksiyonunun altında yatan dikkat veya yürütme fonksiyonundaki diğer fonksiyon bozukluklarından bağımsız olarak genellikle hafıza problemi olarak kabul edilmektedir (Shin vd., 2020). Yaş ve yaşlılık, Parkinson hastalığı ve Alzheimer hastalığı gibi nörodejeneratif hastalıkların gelişimi için en büyük risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Şu anda dünya çapında demans prevalansı 46 milyon civarındadır (Blum vd., 2021). Bunun 2050 yılına kadar 132 milyona çıkması beklenmekte (Alzheimer's Disease International, World Alzheimer Report, 2019) ancak altta yatan mekanizmalar hala tam olarak araştırılamamıştır (Fjell & Walhovd, 2010).

Nörodejeneratif hastalıklardan etkilenen organ olan beyin, ömür boyu yapısal (Hagen vd., 2014) ve fonksiyonel değişime maruz kalmaktadır (Morrison&Baxter, 2012). Beyin yapısının yaşa bağlı süreçleri, dokuyu nörodejeneratif hastalıklara daha duyarlı hale getirdiği görülmektedir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) çalışmalarında, gri ve beyaz maddede yaşa bağlı olarak yılda % 0,5-1 oranında azalma gözlenmiştir. Bu durum, nöronal hacimdeki azalma ve sinaptik dallanma ile açıklanabilir. Etkilenenler, esas olarak öğrenme ve hafıza depolamada önemli bir rol oynayan prefrontal korteks (PFK) ve hipokampus beyin bölgeleridir. Yaşlılıkta bilişsel yetenekler deki düşüş, öncelikle çalışma ve dönemsel hafızayı etkilemekte, bunun sonucu da işlem hızının ve zihinsel esnekliğin azalmasına neden olmaktadır (Villringer vd., 1993).

Günümüzde bilişsel sinirbilim alanı, zihinsel süreçlerin bilgi işleme modellerini insan beyninin daha iyi anlaşılması için yapısal ve operasyonel (elektiriksel, metabolik, hemodinamik) özellikleriyle eşleştirmekle ilgilenmektedir. Bu, nörovasküler tabanlı tekniklerin (fMRI, fNIRS, PET) amacı elektromanyetik teknikler (EEG ve MEG) gibi nörobilimcilerin şu anda kullanabildiği nörogörüntüleme teknolojileriyle sağlanmıştır. Bununla birlikte, bahsedilen tüm

beyin görüntüleme tekniklerinin, araştırma amacı açısından metodolojik avantajları ve dezavantajları vardır (Ye vd., 2009).

fNIRS, ön beyin bölgesindeki hemoglobin konsantrasyonlarını (HbO, HbR, tHb) ölçmektedir (Boushel vd., 2001, Hedden & Yoon, 2006). Beyin biyofiziği, psikofizyoloji gibi terimleri klinik sahaya yeni kazandırmaya çalışan bir görüntüleme ve işlev ölçüm yöntemi olan İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme Yöntemi (fNIRS) girişimsel olmayan (non-invazif) bir yöntemdir (Ye vd., 2009).

Alanyazın taramasında aktif olarak spor yapan ve sedanter olan yaşlı bireylerin bilişsel performansını fNIRS teknolojisiyle değerlendiren çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı spor yapan ve yapmayan yaşlı bireylerde boş zamanlarında fiziksel olarak hareketli olmanın yaşlı insanların bilişsel performansına olan etkisinin incelenerek, aktif yaşlanma süreçlerinin iyi hale gelmesi spor ve hareket ile sağlıklı yaşlanmanın bilişsel süreçlere daha fazla katkı sunduğunun ortaya konulmasıdır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, spor yapan ve yapmayan yaşlı bireylerde yürüyüş, hafif tempo koşunun ve özellikle boş zamanlarında fiziksel olarak hareketli olmanın yaşlı insanların bilişsel performansına olan etkisinin incelenerek, aktif yaşlanma süreçlerindeki bilişsel süreçleri görmektir.

1. Spor yapan ve yapmayan yaşlı bireylerin, Stroop testi reaksiyon zamanları arasında fark var mıdır?
2. Spor yapan ve yapmayan yaşlı bireylerin, Stroop testi hata oranları arasında fark var mıdır?
3. Spor yapan ve yapmayan yaşlı bireylerin, beyin hemodinamikleri arasında fark var mıdır?

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Spor yapan ve yapmayan yaşlıların bilişsel süreçlerinin fNIRS görüntüleme tekniği ile beyin hemodinamiklerinin ölçülerek sonuçlarının karşılaştırılması bu araştırmanın önemidir. Ayrıca araştırmada spor ile aktif yaşlanmanın bilişsel performansı nasıl etkilediğinin araştırılması da bu araştırmanın gerekçesini oluşturmaktadır.

Yaşlı bireylerde fonksiyonel kayıplar yaşın ilerlemesi ile birlikte fazlaca ortaya çıkmaktadır ve yaşam kalitesini de etkilediğinden dolayı fiziksel aktivitenin önemi daha da artmaktadır. Fiziksel aktivite ile kas, kemik, kardiyovasküler, solunum ve mental

fonksiyonlarda iyileşme olur. Bu çalışmanın önemi ile birlikte egzersiz ve sportif uygulamalarının önemi ve gerekliliği yaşlı bireylere anlatılmalı ve yönlendirilmelidir.

Araştırmamız yaşlı populasyonun bilişsel süreçlerinde dLPFK (dorso lateral prefrontal korteks) işlevlerinin korunması ve nörodejeneratif hastalıkların ilerlemesinin geciktirilmesi için aktif yaşam tarzına yönlendirmesi açısından önemlidir. Ayrıca erişkin dönemden itibaren bireylerin mental, sosyal ve fiziksel etkinlik açısından desteklenmesi bilişsel işlevlerini de koruyacağı gerçeğinin önemini ortaya koyacaktır. Türkiye’de yaşlı nüfusa ayrılan sağlık bütçesinin yetersizliği Farmakolojik tedavi, kognitif işleyişler karşısında yetersiz olmakla birlikte ilaçların birçok yan etkisi de bulunmasından dolayı yapılan çalışmanın önemini vurgulaması açısından ve Türkiye’de aktif yaşam tarzı ile bilişsel işlevler arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmaların az sayıda olmasından dolayı bu araştırma oldukça değerli olacaktır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmaya katılan sporcular kendi antrenman programlarında yer alan prosedüre uygun şekilde davranmışlar, kendilerinden istenen testlere gönüllü ve samimi şekilde katılmışlar, istirahat ve yorgunluk sonrası yapılan testlerde maksimal efor harcamışlar ve belirlenen hususlar dışına çıkmamışlardır.

Araştırmanın yöntemsel sınırlılıkları çerçevesinde ise çalışmada master spor grubu olarak sınırlama atletizm spor grubunda olmaktadır. Bunun sebebi katılımcıların bu gruba yönelik yapmış oldukları fiziksel aktiviteler, koşular ve doğa yürüyüşleridir.

Bu çalışma zihinsel süreçlerin bilgi işleme modellerini insan beyninin daha iyi anlaşılması için yapısal ve operasyonel (elektrik, metabolik, hemodinamik) özellikleriyle eşleştirmekle ilgilenmektedir. Bu, nörovasküler tabanlı tekniklerin (fMRI, fNIRS, PET) amacı elektromanyetik teknikler (EEG ve MEG) gibi nörobilimcilerin şu anda kullanabildiği nörogörüntüleme teknolojileriyle sağlanmıştır. Bununla birlikte, bahsedilen tüm beyin görüntüleme tekniklerinin, araştırma amacı açısından çalışmada kavramsal olarak metodolojik sınırlılıkları da vardır.

Varsayımlar

Bu araştırma ile birlikte ülkemizde sınırlı sayıda ve yapılan fNIRS – bilişsel egzersiz konularıyla ilgili lisansüstü tezler bir yenisine eklenecektir. Bu çalışma sayesinde spor bilimleri alanında çalışma yapan araştırmacı ve öğrencilerin daha sonra farklı örneklem ve araştırma yöntemlerini kullanabilmesine katkı sağlayacaktır.

Ayrıca günümüzde pandemi sebebiyle insanların rağbet göstermeye başladığı herkes için spor, sağlıklı yaşama ve aktif yaşlanma gibi süreçlere olan ilgiyi de arttıracaktır.

Terim ve Tanımlar

İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme Yöntemi (fNIRS) girişimsel olmayan(non-invasif) bir yöntemdir. Klinik sahaya yeni kazandırılmaya çalışılan beyin biyofiziği, psikofizyoloji alanlarda görüntüleme ve işlev ölçüm yöntemidir. fNIRS, ön beyin bölgesindeki hemoglobin konsantrasyonlarını ölçmektedir (Villringer vd., 1993, Boushel vd., 2001)

fNIRS (functional near-infrared spectroscopy) serebral hemodinamik aktivitesinin belirlenmesinde fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) ve pozitron emisyon tomografiyle (PET) benzerdir. Ancak diğer ölçüm yöntemlerine göre portatif ve daha az ekipmana ihtiyaç duyulduğundan hareket kısıtlaması olmayan bir ölçüm metodudur. Fonksiyonel yakın-kızılötesi(infrared) spektrokopisi (FYKS), görev performansı sırasında beyin aktivasyonunu kaydetmek için kullanılan, invazif olmayan bir optik nöro görüntüleme tekniğidir (Hoshi & Michael, 2005).

Sağlıklı genç ve yaşlı bireylerde, Parkinson, Alzheimer, inme gibi nörolojik hastalıklarla, Şizofreni gibi psikiyatrik hastalıklarda da fNIRS (functional near-infrared spectroscopy) fonksiyonel yakın kızılötesi spektrokopisi (FYKS) görüntüleme sistemi kullanılmaktadır (Boushel vd., 2001).

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Yaşlanma Süreci

Yaşlılığın tanımı ve sınıflandırılması

Yaşlılık eşiğini belirlemek için ortak kullanım takvim yaşıdır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Birleşmiş Milletlerin kronolojik yaş tanımları farklılaşmaktadır. DSÖ kronolojik olarak 65 yaş ve üzerini “yaşlı” olarak tanımlarken Birleşmiş Milletler dokümanlarında kıstas 60 yaş ve üzeridir. Ömrün tarihte hiç olmadığı kadar uzamış olması göz önüne alındığında gerek 60 gerekse 65 yaş gelişmiş ülkeler için genç yaş olarak görülebilmektedir; gelişmekte olan ülkelerde de yaşam süreleri bu yaşlara erişmiş ve geçmiş durumdadır (Dünya Sağlık Örgütü, 2018b).

Yaşlı terimi; ≥ 65 yaş bireyler için kullanılırken aynı zamanda hareket, fiziksel uygunluk veya fiziksel aktiviteyi etkileyen klinik olarak önemli koşullara veya fiziksel sınırlamalara sahip 50-64 yaşındaki çeşitli yaş ve fizyolojik yetenekler yelpazesindeki bireyleri de temsil etmektedir (American College of Sports Medicine [ACSM], 2018; Chodzko-Zajko vd., 2009; Skinner, 2005).

Yaşlılık insanın doğumdan itibaren yaşadığı bir dizi gelişim evresinden biridir. Yaşlılık, fizyolojik bir olgu olup, kişinin fiziki ve ruhi yetilerini bir daha yerine gelmeyecek şekilde giderek kaybetmesi hali olup fiziksel, ruhsal ve sosyal olarak pek çok değişimin yaşandığı farklı güçleri barındıran bir etkileşim dönemidir (ASPB, 2021)

Kronolojik yaşlanma; kişinin yalnızca doğum tarihi ile ifade edilir. Kişinin doğumdan itibaren geçen yaşını tanımlar ve bir yıllık zaman dilimi ile ölçülür (Tereci vd., 2016). Kronolojik yaşlanma kavramı kişilerin sağlık durumlarını, fiziksel durumlarını, zihinsel seviyelerini ve sosyal statülerini belirlemede kullanılmaz. Bu yüzden yaşlılıkla oluşan fonksiyonel kapasite ve işlev kayıpları (disabilite) aslında yaşlılığın en önemli işaretleridir (Eskici & Ersoy, 2014b).

Fizyolojik yaşlanma; ilerleyen yaşa bağlı olarak kişinin fizyolojik sistemlerinde yapısal ve fonksiyonel değişimler olarak tanımlanır. Yaşlanma ile kişinin üretkenlik seviyesi ve fizyolojik süreçlerinde sürekli ve kaçınılmaz düşüşler meydana gelmektedir. Fizyolojik yaşlanma ile aerobik kapasitede azalma, vücut bileşiminde değişim, sarkopeni, organlarda hücre kayıpları ve metabolik ve kardiyovasküler hastalık riskleri görülebilir (Janssen

& Ross, 2005). Yaşa bağı bu fizyolojik değişiklikler çeşitli dokuları, vücut sistemlerinin işlevlerini ve kişinin günlük yaşamsal aktivitelerini etkiler (American College of Sports Medicine, 2013).

Sosyal yaşlanma kişilerin bulundukları çevre ve toplum yapısı içindeki sosyal rollerinin ve sosyal ilişkilerinin yaşlanmayla birlikte değişim göstermesi olarak tanımlanmaktadır. Yaşlı kişilerin geçmişteki yaşantısına bağlantılı olarak bu rol değişimleri ve alışkanlıkları kişinin kalan yaşamına olumlu veya olumsuz etkiler bırakmaktadır (Tereci vd., 2016).

Psikolojik yaşlanma; kişinin fizyolojik kayıplarıyla beraber ortaya çıkan davranışsal uyum yeteneğinde, bazı zihinsel fonksiyonlarda, güdü ve dürtülerde, duygu, algı ve davranışlarda gözlenen yaşa bağıli değişimler olarak tanımlanır (Wurm vd., 2007).

İnsan yaşamı boyunca birçok durum, fizyolojik ve psikolojik hasara neden olarak yaşlanma sürecine katkıda bulunur. Ancak kişinin genetik özellikleri, yaşam tarzı ve hastalık durumu yaşlanma sürecinin hızını ve etkilerini kişiden kişiye değiştirmektedir (Özkayar & Arıoğlu, 2007). Sonuç olarak, yaşı ilerlemesi önlenemez ve kaçınılmaz bir durumdur. Buna rağmen yaşlılık sürecinde organların fonksiyonlarını sürdürebilmeleri ve sağlıklı bir yaşam için önlemler alındığı takdirde, kişi yaşlanma sürecini geciktirebilir (Eskici & Ersoy, 2014a).

İnsanlarda yaşlanma süreci ve fiziksel durum.

Kişilerin fiziksel kapasiteleri yaşla birlikte azalmakta, bu durumun sonucu olarakta yaşlı bireylerin işlevsel yönden bağımsızlıklarını kısıtlamaktadır. Bu nedenle fiziksel aktivite, aktif ve sağlıklı yaşlanmanın temel öğelerinden biridir (Daskalopoulou vd., 2017). Düzenli fiziksel aktivite yaşlı insanlar için güvenilirdir, düşük tempolu bir yürüyüşten daha ağır sporlara ve dayanıklılık egzersizlerine kadar değişen yoğunluktaki aktiviteler kardiyovasküler ve metabolik hastalıklar, obezite, düşme, denge bozukluğu, osteoporoz ve sarkopeni risklerini azaltmaktadır (McPhee vd., 2016; Bangsbo vd., 2019). Ayrıca fiziksel aktivite yaşlı bireylerde yürütme, hafıza işlevleri ve çalışma belleğinde iyileşme sağlayabilmektedir (Liu-Ambrose vd., 2019). Bu bilimsel veriler doğrultusunda DSÖ; tüm yaş gruplarının haftada 150-300 dakika orta yoğunlukta veya 75-150 dakika yüksek yoğunlukta fiziksel aktivite ya da bunlara eşdeğer yoğunluklu aerobik fiziksel aktivite yapmasını önermektedir (Bull vd., 2020).

Egzersiz ve spor yapmak her yaşta faydalıdır, tüm nedenlere bağıli hastalıkları azaltır ve kaliteli yaşam süresini artırır. İleri dönem yaşlılar, birden fazla hastalığı olanlar veya bakım merkezlerinde yaşayanlar ile birlikte tüm yaşlı bireyler fiziksel aktiviteden yararlanabilir. Fiziksel hareket durumu ne olursa olsun, yapan kişiye sağlık açısından bazı yararlar sağlar (Hessert vd., 2005; Hollmann, 2007; Manini, 2009).

Amerikan Kalp Derneği (AHA) ve Amerikan Spor Hekimliği Derneği (ACSM), 65 yaştın üzerindeki yetişkinlerde çeşitli aktivite türleri için öneriler ve bu tür programların uygulanması için kılavuzlar sunmaktadır (Nelson vd., 2007).

Amerikan Spor Hekimleri Derneği (American College of Sports Medicine: ACSM) ve Amerikan Kalp Topluluğu (American Heart Association: AHA) ‘na göre, haftada en az 150 dakika, yaşlı bireyin kapasitesine uygun yoğunlukta aerobik, direnç, esneklik ve denge egzersizlerini içerecek şekilde fiziksel aktivite yapılması vurgulanmalıdır (Nelson vd., 2007). Yaşlı bireylerin sedanter yaşamdan uzaklaşması için beyin fonksiyonları ile beden hareketlerinin birbirini tamamladığı egzersiz topluluklarına ve sporcu gruplarına katılma, egzersiz isteği duyabilme, egzersizden haz alabilme, stresi azaltabilme, duyuları geliştirebilme, duygularını ifade edebilme, sosyalleşebilme, meydan okumalarla karşılaşabilme, risk alabilme, başkalarına ve kendine saygı duyabilme gibi birçok kazanımlar elde edebileceği ruhsal yönden de gelişim sağlayabileceği çeşitli fiziksel aktiviteler önerilebilir.

Yaşlıların hem sağlıklı yaş almaları hem de mevcut hastalıklarının tedavisinde geriatrik rehabilitasyon önemli ve gerekli bir yaklaşımdır. Özellikle toplum içinde var olabilmeleri, günlük yaşamlarını bağımsız olarak sürdürebilmeleri ve topluma entegrasyonları önemlidir. Yaşlı bireylerde uygulanacak rehabilitasyon alanları, ilerleyen yaşa bağlı olarak yaşanabilecek sorunlarına yönelik görme, nöroloji, ortopedi, onkoloji, kardiyopulmoner, yutma, protez-ortez, inkontinans, özellikle araştırma konumuz olan kognitif rehabilitasyon ile de risklerden arındırılmış bireye özel spor ve fiziksel aktivite programları ile uygulanır. Bu uygulamalar geriatrik rehabilitasyon programının içinde birlikte uygulanabildikleri gibi ayrı ayrı da uygulanabilirler. Geriatrik rehabilitasyon programları ile; yaşlılardaki duyu-algı-kognitif-motor bütünleşmeye yönelik fonksiyonlardaki yetersizlikleri en aza indirmeyi hedefleyerek fiziksel ve duygusal açıdan maksimum kapasiteye ulaşmayı, yaşam kalitesini artırmayı amaçlayan önleyici, koruyucu, tedavi edici rehabilitasyon yaklaşımlarını içerir. Yaşlıların sağlık ve iyi olma durumlarını devam ettirebilmeleri için uygun egzersiz programlarıyla takipleri de önemlidir (Erden, 2014; Uysal, 2015)

Dünyada yaşlı nüfus hızla artmakta ve kronik hastalıklara ileri yaşlarda yakalananlar çoğunluğu oluşturmaktadır. İnsan hakları evrensel beyannamesi içindeki uluslararası hukuka göre ‘Sağlıklı Uzun Yaşamak’ için rehabilitasyon hizmetlerinin sunulması ana esastır. Birleşmiş Milletlerin (BM) engelli hakları çalışmasında bahsedilen insan hakkı, sağlıklı yaşlanma rehabilitasyonu çerçevesinde güvence altına alınmaktadır. Hukuken rehabilitasyon kişiye özel uygulanmalıdır. Yaşlılar cemiyetin dışına atılamaz ve sosyal hayata kazandırılmalıdır. Rehabilitasyon ile yaşlıların toplumun üretim/ekonomi, eğitim/kültür,

spor/eğlence gibi bütün alanlarına demokratik katılımını sağlamak yönetimin görevidir. Yaşamdan zevk almak topluma katılmak ile sağlanacaktır. Bu çerçevede, ulusal politikalarda yaşlanmaya karşı rehabilitasyon temelinde sağlık müdahaleleri planlanmalıdır. (UM, 2021)

American College of Sports Medicine aerobik egzersizleri, kuvvetlendirme ve fleksibilite egzersizlerini yaşlı bireyler için önerir. Sık düşen veya mobilite problemi olan yaşlılar için ise, denge, propriosepsiyon ve çevikliği geliştiren ek egzersizler de özellikle önerilen egzersizlerdir (American College of Sports Medicine, 2014).

Spor salonuna gidemeyen veya gitmek istemeyen bireyler için spor merkezlerinde profesyonel destek veren eğitmenler yerine sanal gerçeklik sistemleri ile spor koçları eşliğinde bireyin yaşına ve sağlık sorunlarına uygun aktivite yapmasını sağlayan simülasyon ürünleri, akıllı saat ve bileklikler ile günlük egzersiz takibi yapılmalı (Tropea vd., 2019).

2010 yılında emekli bireyler ile yapılan Türkiye Emekli Profili Araştırması'na göre ortaya çıkan sonuçlar dikkat çekicidir. Katılımcıların yarısına yakınının (%47,7) sürekli bir hastalığı olduğu; buna karşın emeklilerin yalnızca %5,3'ünün düzenli spor yaptıkları, %94,7'sinin aktif olarak spor yapmadıkları anlaşılmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2014).

Ülkemizde ise On birinci Kalkınma Planında (2019) yaşlı vatandaşlarımızın sosyal çevre ile etkileşimini amaçlayan aktif yaşlanma anlayışı esas alınarak bu kesime yönelik bakım modelleri geliştirildiği gözlenmektedir (Strateji Başkanlığı, 2019). Yaşlı nüfusun yaşam kalitesinin yükseltilmesi için yaşlıların kendi tercihleri doğrultusunda bağımsız, aktif ve sağlıklı yaşayabildikleri, ekonomik ve sosyal hayatın içinde yer aldıkları bir ortam oluşturması hedeflenmektedir (Strateji Başkanlığı, 2019). Sağlık, bakım, Ar-Ge gibi konunun tüm yönlerini içeren bir yaklaşımla Alzheimer-demans hastalığı ile mücadele yürütülecektir (Strateji Başkanlığı, 2019).

Özellikle demans hastalığının erken/orta dönemlerindeki yaşlı bireyler, spor yaparken ve diğer fiziksel aktivitelerde yeni zorluklar yaşamayabilirler. Ancak mümkün olduğunca alışkın oldukları bu aktivitelere devam etmelerinin için teşvik edilmesi gerekmektedir. Demansın ilerleyen döneminde ise aktiviteler, oturma ve ayağa kalkma, başka bir odaya kısa bir mesafe yürüme, gün boyunca her yemek zamanında farklı bir sandalyede oturma için hareket etmeye kadar değişebilir (Koivunen, 2012).

Yaşlı sağlığının korunması ve geliştirilmesinde fiziksel aktivite önemli bir yer tuttuğundan ileri yaşlarda nörodejenaratif hastalıkların görülme sıklığını önlediği düşünülmektedir (WHO, 2020). İleri yaşta bazı önemli sağlık sorunlarına karşı da koruyuculuk sağlar. Obeziteyi önlemenin yanı sıra fiziksel ve zihinsel anlamda iyi olma haline de katkıda

bulunur. İnme riskinin orta şiddette fiziksel aktivite ile en az %11-15 oranında azaltılabileceği belirtilmiştir (Diep vd., 2010). Önceki yıllarda yapılan bir derlemede düzenli fiziksel aktivitenin ileri yaşta majör kardiyovasküler ve metabolik hastalık ile obezite, düşme ve kognitif kayıp riskini azalttığı belirtilmiştir (McPhee vd., 2016). Yapılan çeşitli araştırmalarda düzenli fiziksel aktivitenin, yaşlı bireylerin düşmelerini en az %30 oranında azalttığı ortaya konulmuştur (Karlsson vd., 2013). DSÖ, düzenli fiziksel aktivitenin, 65 yaş üstü bireylerde zihinsel, fiziksel ve sosyal iyilik halini geliştirdiğini ve bu bireylerde hastalıklara yakalanma ve sakatlanma riskini de azalttığını ifade etmiştir (Dünya Sağlık Örgütü, 2018).

Yaşlılıkta fiziksel aktivite ve spor.

Yaşlılar için eğlence ve sağlık için yapılan egzersiz emeklilikle birlikte çalışma sorumluluğu yerine geçer ve kişilere verimli olduklarını hissettirir. Bu tür aktiviteler, anksiyete ve depresyonu azaltır, pozitif düşünmeyi ve stresle başa çıkmayı kolaylaştırır (de Oliveira vd., 2019, Lok vd., 2017). Ayrıca, düzenli fiziksel aktivite; toplum içinde hastalıklara yakalanma ve ölüm risklerinin azalmasına, yaşam kalitesinin artmasına, bilişsel fonksiyonların korunmasına ve devamlılığının sağlanmasına katkıda bulunur (Llamas-Velasco vd., 2016).

Yaşlıların yaşam kalitesini ve kendini iyi hissetme duygusunu etkileyen aktif hareketlilik ve egzersizin diğer tüm yararlarına ek olarak sosyal ve psikolojik yararlar sağladığı da gösterilmiştir. Yaşlılarda, özellikle inaktif olanlarda egzersiz programları daha uzun süreli eğitimi kapsayacak şekilde düzenlenmelidir. Yaşlılar arasında yaşamı boyunca fiziksel açıdan aktif olanların (yürüme, atletizm, bahçe hobileri vb.) ve düzenli egzersiz programlarına katılanların kuvvet ve fonksiyonel kapasite artışı, aktif olmayan bireylere göre daha hızlı ve kuvvetli olup aktif yaşam şekilleri de korunur (Dikmen, 2021). Yapılmış olan farklı çalışmalarda egzersiz ile yaşa bağlı olarak gelişen reaksiyon zamanındaki azalmanın geciktiği gösterilmiştir. Aerobik kapasite ve serebral dolaşımı destekleyen egzersizin kas liflerini inerve eden nöronlar üzerinde de trofik etkileri olduğu açıklanmıştır (Spirduso, 1980).

Master atletler, yaşlı sporcular.

Aktif spor yaşamını sona erdirmiş, bayanlarda 30, erkelerde 35 yaşını dolduran kişilere master sporcu denmektedir. Atletizm master sporcuların en çok tercih ettiği spor dallarından biridir. 30-34 ile başlayıp 75 yaş ve üstü şeklinde devam eden Master atlet yarışma grup kategorileri mevcuttur. Atletizm, atma (gülle atma, cirit atma vb), atlama (uzun atlama, yüksek atlama vb), yürüyüş ve koşular (kısa, orta, uzun mesafe vb.) olmak üzere dört ana başlık altında incelenebilir. Master atletler (usta sporcular) genellikle 35 yaşından büyük, özellikle daha yaşlı sporcular için tasarlanmış organize spor formlarında antrenman yapan ve yarışan sporcular

olarak tanımlanır (www.world-masters-athletics.org/about-us). Yaşlı bir sporcunun tanımı yapmış olduğu spora veya olaylara bağlı olacaktır. Ulusal ve uluslararası yaşlı branşlar, 50 yaşından büyük sporcuları içerir. Dünya Master (Usta) Atletler, 35 yaş ve üzeri kadın ve erkekleri içerir ve bunları 100 yaşına kadar 5 yıllık gruplara ayırır. Kıdemli Profesyonel Golf Birliği turunda oynamak için sporcunun 50 yaşından büyük olması gerekir. Uluslararası Tenis Federasyonu, eski oyuncularını üç bölüme ayırır. Genç yaşlılar yaş kategorileri erkekler ve kadınlar için 35 ila 45, yaşlılar 50 ila 60 arasında değişmektedir ve süper yaşlılar erkekler için 65 ila 85 ve kadınlar için 60 ila 80 arasındadır. Amerikan Spor Hekimliği Koleji/ Amerikan Kalp Derneği'nin yaşlı yetişkinler için fiziksel aktivite ve halk sağlığı için spor tavsiyelerinde, çoğu durumda, "yaşlılık" kılavuzlarının 65 yaş ve üstü bireyler için geçerli olduğunu, ancak klinik olarak belirgin kronik hastalığı olan 50 ila 64 yaş arasındaki yetişkinler için de koşullar veya işlevsel sınırlamalar dâhilinde önermektedir. Araştırmanın sınırlılıkları çerçevesinde çalışmada master spor grubu olarak sınırlama atletizm spor grubunda olmaktadır.

Yaşa bağlı bilişsel süreçler.

Yaşlılarda sporun bilişsel işlevler üzerine etkisinin incelendiği bir meta analiz çalışmasında, sporun bilişsel işlevler üzerine zayıf, fakat pozitif bir etkisinin olduğu gösterilmiştir. İleri yaşlarda yapılan sporun bireylerin uyarılmışlığını artırdığı ve ruhsal olarak sağlam tuttuğu düşünülmektedir (Canan & Ataoğlu, 2010).

İlerleyen yaşla birlikte bilişsel olarak normal yaşlı bireylerin sayısı giderek azalmaktadır. 85 yaş üzerinde ise olguların; %50' si bilişsel yetersizlik, %20' sinde demans saptanmaktadır (Yesavage vd., 2002). Yaşlı bireydeki unutkanlığın 'normal yaşlanma mı?' yoksa 'demansın öncü belirtisi mi?' olduğunun ayrımının yapılmasını ilerleyen yaş ile birlikte oluşan bilişsel fonksiyonlarda ki değişiklikler zorlaştırmaktadır. Bu konu ile ilgili yapılan yaygınlık çalışmalarında; normal bilişsel fonksiyonel olan kişilerin bilişsel bozulmaya gidiş yaygınlığının 60 yaşında her yıl yaklaşık olarak %1 artış göstererek 85 yaşında %11' e ulaştığını göstermektedir (Yesavage vd., 2002).

Bilişsel işlevler üzerinde yapılan bazı çalışmalarda verimli yaşam tarzının bilişsel işlevleri pozitif yönde etkilediği gösterilmiştir. İnsan ve hayvan çalışmalarının büyük bir kısmı yaşamın geç dönemlerinde fiziksel ve bilişsel aktivitenin bilişsel gelişimi desteklediğini göstermiştir (Karakuş, 2013).

Aktif yaşam tarzı ve bilişsel işlevler arasındaki ilişkinin araştırılması ile ilgili Bosma ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, 830 demansı olmayan 49-81 yaş arasında katılımcı ile

yapılan çalışmada her bir aktiviteye az katılanlarda bilişsel azalma saptanmıştır. Takip süresince katılımcıların aktivitelere katılımı da azalmış olarak saptanmıştır (Bosma vd., 2002).

Gallucci ve arkadaşlarının yaptığı retrospektif bir çalışmada da 70 yaş üstü 668 katılımcının eşlik eden hastalıkları ile bilişsel işlevleri arasında güçlü bir korelasyon görülmüştür (Gallucci vd., 2009).

Fiziksel ve bilişsel egzersiz bütün beyin sağlığını ve bilişsel artırımı ilerleyen yaş evreleri için rezerve edebilir. Böylece bilişsel bozulmayı engelleyebilir veya demansa ilerleyişi geciktirebilir. Bu beklentiler ile birlikte kanıtlanmış kesin deliller yoktur (Karakuş, 2013).

Yaşlılarda farklı beyin araştırmaları ve ölçüler ile bilişsel işlevler arasındaki ilişkiyi değerlendirecek daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Uzun dönem gözlem yapma yoluyla Ülkemizde özellikle bilişsel işlevler ile beyinsel aktiviteler arasındaki ilişkiyi değerlendirecek araştırmalara da gereksinim vardır.

fNIRS Görüntüleme Yöntemi

Sürekli çalışması gereken bir organ olduğundan beyin yoğun metabolik aktivitenin merkezidir. Beyin ile ilgili hemen hemen çelişkili ve net olmayan enerji rezervlerinden olduğu söylenmektedir. Ancak bu net değildir. Bu eksikliği telafi etmek için beyin, bu kalıcı metabolik isteğe cevap olarak kan akış hızını bölgesel olarak düzenleyen bir kılcal sistem tarafınca güçlü bir biçimde kanlandırılır (Becker vd., 2009; Benton vd., 1996).

Beyin de aktif bir bölge artan enerji tüketimine tepki olarak, serebral kan akışını dokuya besin ve oksijen sağlamak için lokal olarak artırır; serebral kan akışı oksijen talebinden daha fazla artar, bu durumda aktif bölgede kan oksijen seviyesinin yükselmesine neden olur. Nöronal aktiviteye bağlı olarak oksihemoglobin (HbO) ve deoksihemoglobindeki (HbR) hemodinamik değişiklikler fNIRS yönteminin temelini oluşturur (Perrey, 2008). Kortikal tabakaların içinde NIRS kullanılarak ölçülen vasküler (damarla ilgili) tepkiler, fMRI'deki BOLD* (blood oxygen level dependent) etkisi için yapılan tanımlarla karşılaştırılabilir (Muthalib vd., 2013). Bu gelişme fNIRS yöntemiyle resmi olarak değerlendirilir ve fMRI'yi benzer bir yapısal birleştirme olgusuna dönüştürür.

İnvaziv olmayan(Nonivazif) bir optik ölçüm tekniği olarak fNIRS, beyin de motor aktivite görevlerini basit (Anwar vd., 2016) ve kompleks (Noah vd., 2015) olarak incelemek için fMRI'a uygun bir alternatif olabilir.fNIRS, kortikal dokudan yansıyan NIR (Yakın kızılötesi spektroskopisi) ışığının (HbO ve HbR'yi saptamak için en az iki farklı dalga boyuna sahip 650-900 nm aralığında) absorpsiyon (emilim) spektrumlarını hesaplamak için

değiştirilmiş (modifiye edilmiş) Beer Lambert yasasına dayanmaktadır (Quaresima & Ferrari, 2019; Schaal vd., 2019).

NIR (Yakın kızılötesi spektroskopisi) sistemleri daha kullanılabilir ve hareket artefaktlarına (bozulmalarına) karşı daha dirençli hale geldikçe, egzersiz sırasında beyindeki hemodinamik değişiklikleri değerlendirmek için fNIRS kullanımı son yıllarda artmıştır (Perrey, 2008). Bu da onu egzersiz sırasında bölgesel kortikal aktivitedeki farklılıkları ölçmek için uygun hale getirmiştir.

Bugüne kadar, birçok şirket (NIRx Medical Technologies, Artinis Medical Systems vb.) spor alanına uygun beyin görüntüleme için giyilebilir (kablosuz veya sırt çantasıyla) çok kanallı bir fNIRS sistemi üretmiştir (Tablo 1).

Ayrıca fNIRS, EEG'de olduğu gibi NIR kaynağının ve dedektörlerin (optod adı verilir) kafa derisi üzerine yerleştirilmesini gerektirir. Bu nedenle başlığın dikkatli bir şekilde hazırlanması gerekir ve optod yerleşimlerinin kalitesi fNIRS sinyallerinin de kalitesini belirler (Orihuela Espina et al., 2010). Veri üretmek ve toplamak için gerekli olan optik fiberler, çevreyle ilgili ortamlarda insan hareketini incelemek için hala zorluklar ile karşılaşmaktadırlar. Geçerli bir çözüm olarak, ışık yayan diyotlar (LED'ler) - foto dedektör çiftleri kullanılmaktadır. Ayrıca, fNIRS ölçümlerin de hedef-beyin bölgelerinin (Tablo 1) geliştirilmiş uzamsal yoğunluğunu sağlayacak olan uygun başlık montajları ile birlikte, sinyal-gürültü oranında bir artış ve hareket artefaktlarında azalma görevlerin koşullarına göre ayarlanmalıdır (Perrey, 2008; Coltheart, 2013).

Tablo 1

Ana Ticari Olarak Giyilebilir Yüksek Yoğunluklu EEG veya fNIRS Sistemlerinden Spor Kullanımı İçin Saçla Kaplanmış Başlığa

Cihaz, Şirket, Ülke	Ana Teknik Özellikler (Örnekleme oranı)	Elektrot veya Optot Sayısı ve Türü	Konunun Taşıdığı; Kombinasyon Olanakları	Başlık Tipi
NIRSport ^{TMa} NIRx Medikal Teknolojileri, Almanya Piper vd., (2014)	7.81 Hz Devamlı dalga NIRS metodu ^b	8 LED kaynak (760 ve 850 nm) 8 aktif dedektör 64 kanal	Sırt çantasındaki dizüstü bilgisayar	Entegre optode tutuculu kapak (Easycap ^R)
Bright23/24/27 ^a Artinis Medikal Sitemler, Hollanda	Bluetooth 50Hz ve +Devamlı dalga NIRS Yöntemi ^b	Çoklu dalgaboyu LED ekran 23/24/27 kanal	Hafif verici; 9 eksenli entegre hareket sensörü	Yumuşak neopren, eeg önemli noktalar ve entegre optode tutucular ile veya bunlar olmadan
OEG-17APD Spectratech Şti.,Japonya OEG-16 Yamada vd., (2015)	6.1 Hz Devamlı dalga NIRS yöntemi ^b	Geliştirilmiş aydınlatma ekranı ve fotodiyot dedektörü 16-57 kanallı	Taşıma çantasına dahil olan pille çalışan cihaz.	Büyük plastik üzerine monte etmek için gömülü sensörler
Cogniomics Inc., ABD Lin vd.,(2014)	Bluetooth 10 m 300Hz Batarya ömrü 6s	32-64 aktif, kuru, korumalı elektrotlar	Kulaklığa entegre yükseltici ve verici	Esnek sensörlü kulaklık sistemi
Eegosports TM ANT-Neuro,Hollanda Ehinger vd.,(2014)	2048Hz Batarya ömrü 6h 24 bit çözünürlük	64 pasif, ıslak, korumalı elektrot; yerel olarak güçlendirilmiş ve önceden kaydedilmiş	Laptop ve yükseltici (500g) Sırt çantasında; EMG (elektromiyografi) bipolar elektrotlar	Çift katmanlı dalga koruması (WaveGuard)
Move Brain Products GmbH, Almanya Bulea vd.,(2013)	6 m mesafe 954Hz 9s 16 bit çözünürlük Batarya ömrü 9s	64 aktif,ıslak elektrotlar	Hafif Verici; EMG (SD Karta kaydedilmiş) ve tüm vücut kinematiği (üç eksenli manyetometre, Jiroskop, ve ivmeölçer) 128 Hz'de	Çift katmanlı ActiCap

^a EEG ölçümleriyle olası kombinasyon.

^b Kaynaklar sabit frekans ve yoğunlukta ışık yayar

Her nörogörüntüleme yöntemi için (uzamsal çözünürlükten EEG, zamansal çözünürlüğü sınırlayan altta yatan vasküler yanıtın yavaşlığından gelen fNIRS) gibi belirli sınırlamalardan muzdarip olduğu için iki yöntemi kombine ederek bu sınırlamaların kısmen aşılabilir (Zama & Shimada, 2015). Eşzamanlı iki yöntem EEG / fNIRS ile, beyin aktivitesinin farklı yönlerini, yani elektriksel ve vasküler sonuçları ölçtüğü için, sadece tek bir yöntemle çalışması zor fizyolojik mekanizmalar hakkında da bilgi verebilir (Raichle & Mintun, 2006). Egzersiz sırasında aynı anda EEG ve fNIRS ölçümünün, fiziksel egzersizin getirdiği hemoglobine bağlı NIRS sinyallerini etkileyen belirgin sistemik etkiler (kan hacmi

dağılımındaki değişiklikler, kan basıncı ve akışı) sebebiyle de özellikle prefrontal korteks için (PFK) (Abeln vd., 2015) güvenilir bir beyin kortikal oksijenasyon aktivitesini de tanımlama ile ilgili olabileceğini de belirtmek gerekir.

fNIRS Cihazının temel ilkeleri.

Önerilen “Kan oksijenasyon seviyesine bağlı” veya (KOSB-kontrast görüntüleme) (BOLD-Blood-oxygen-level-dependent) olarak adlandırılan HHb (Hemoglobin)içeriğine göre değişen görüntü yoğunluğu metodu 1990'da beynin fonksiyonel çalışmalarında potansiyel kullanım (Ogawa vd., 1990), KOSB tabanlı fonksiyonel MRI (fMRI) dönemi, iki yıl sonra (Raichle, 2000) üç heyecan verici makalenin yayımlanmasıyla başladı (Bandettini vd., 1992; Kwong vd., 1992; Ogawa vd., 1992). İlginç bir şekilde, insan fNIRS'inin keşfi 1992'ye kadar uzanmaktadır. fNIRS veya optik topografya veya NIR görüntüleme, esas olarak insan korteksinin optik özelliklerindeki değişiklikleri çoklu ölçüm alanlarından aynı anda algılar ve sonuçlar, belirli bir alan üzerinde bir harita veya görüntü şeklinde görüntülenebilir. Özellikler, güçlü yönler, avantajlar ve sınırlamalar da dahil olmak üzere fNIRS'ın temel ilkeleri son zamanlarda birkaç derleme makalesinde özetlenmiştir (Elwell & Cooper, 2011; Gervain vd., 2011; Lloyd-Fox vd., 2010; Minagawa-Kawai vd., 2008; Quaresima vd., 2012). fNIRS tarafından ortaya konulduğu gibi tipik bir tek bölgesel kortikal aktivasyon, Şekil 22-23-24 'de gösterilmektedir. HbO'daki artış ve HbR'deki eşzamanlı azalma, lokal arteriolar vazodilatasyondaki bir artışı yansıtır; bu da nörovasküler eşleşme olarak bilinen bir mekanizma olan lokal serebral kan akışını ve serebral kan hacmini arttırır. Bölgeye taşınan artan oksijen tipik olarak lokal nöronal oksijen kullanım oranını aşar ve bu da aktif alanlarda fazla miktarda serebral kan oksijenasyonu ile sonuçlanır. fNIRS, fMRI ve diğer tekniklerle ölçülen hemodinamik yanıtların kesin nöronal kökeni, önemine rağmen hala nispeten bilinmemektedir (Figley & Stroman, 2011; Vanzetta & Grinvald, 2008).

Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (FYKS) kullanarak stroop testi sırasında serebral korteks aktivasyonunun ölçümleri.

İnsan beyni aynı anda çeşitli bilgileri tanıyabilir. Birden çok gelen bilgi türü beyne ulaştığında, bilgi otomatik olarak birden fazla yerde işlenir (Damasio vd., 1996; Gorno-Tempini, 1998). Bu bilgi işleme mekanizması, görsel sistemle ilgili önemli araştırmaların konusu olmuştur.

Stroop testi ile bilişsel değerlendirme sırasında sadece psikolojik yaklaşımı değil beyin aktivitesini de tahmin edebilmesi açısından önemlidir. Bu test hem sözel hem de renk bilgisini içermektedir ve bu iki tür bilgi uyuşmadığında beyinde bilişsel düzensizlik oluşur (Stroop,

1992; Hintzman vd, 1972).Daha önce fNIRS ile Stroop testi kullanan çalışmalar bildirilmiştir, ancak sadece sol yarıküre ile yapılan çalışmalar daha fazladır (Ehlis vd., 2005).

Stroop testi.

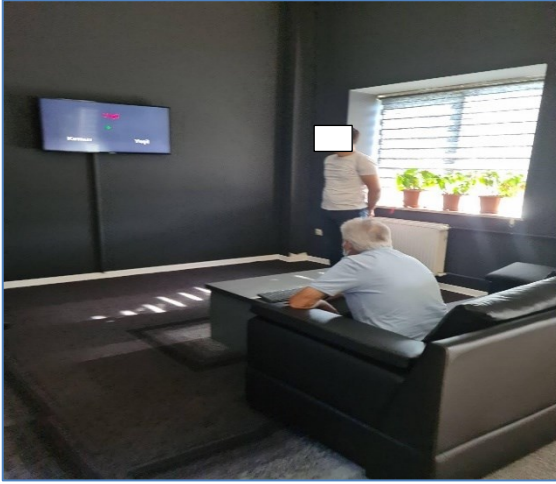
Stroop testi, öznelere renkli metinde gösterilen renk adlarını yüksek sesle okudukları bir görevdir (Stroop, 1992). Bu test biliş fonksiyonunu tahmin eden majör psikolojik testtir. Harflerin rengi adlandırılan renkle eşleşmediğinde, bilişsel çatışma oluşur ve eylem süresi artar (Şekil 1). Kelimenin anlamı, kelimenin rengi değil, yanıtın gecikmesini artırır.

Stroop Testi yürütücü, seçici dikkat, işlem hızı gibi işlevleri ölçmede yaygın olarak kullanılan bir nöropsikolojik test konumundadır (Lezak, 1995; Strauss vd., 2006).

Stroop Testinin ölçtüğü, "Stroop etkisi" olarak da bilinen ketleme yeteneği, rengi söylemeye odaklanan bireyde aynı zamanda da renk ismini okuma eğiliminin bulunmasından kaynaklanmaktadır (Burke & Light, 1981). Ketlemenin derecesi uyuşmayan uyarıcıların rengini söyleme süresinin, uyuşan uyarıcılara göre uzaması olarak ölçülmektedir (Karakaş, 2004).

Şekil 1

Stroop Testi Öncesi Katılımcılara Yapılan Bilgilendirme Görselleri



Dorsolateral (Yan) Prefrontal Korteks (dlPFK)

Dorsolateral prefrontal korteks, planlama, hedefe yönelik davranış ve dikkat kontrolü dâhil olmak üzere yürütme işleviyle ilişkilendirilmiştir. Yürütücü işlev, bir hedefi belirlemek ve planlamak, bu hedefe yönelik ilerlemeyi ölçmek ve geri bildirim dayalı olarak bu hedefe ulaşmak için taktikleri değiştirmek için gereklidir.

Dorsolateral prefrontal korteks hasarının klinik özellikleri arasında çalışma belleği ve planlamada zorluk, sıralı görevleri yerine getirmede sorun, artan dikkat dağınıklığı ve azim sayılabilir.

Çalışan bellek, bir telefon numarasını hatırlamak gibi belleğin kısa süreli (saniye ile dakika) çevrimiçi bakımını temsil eder, ancak aynı zamanda problem çözme ve çoklu görev için hazırlık olarak çevrimiçi bilgilerin kullanımını da içerir. Dorsolateral prefrontal disfonksiyon, bozulmuş çalışma belleği ile ilişkilidir. Epizodik hafıza, bölümlerin veya geçmişin hafızasını ifade eder.

Bu sabah kahvaltıda ne yediği gibi deneyimler.

Dorsolateral bozukluklar

- ◆ Kötü planlama
- ◆ Sebat
- ◆ Düzensizlik
- ◆ Bozulmuş çalışma belleği
- ◆ Dikkat dağınıklığı

(Jones & Graff-Radford, 2021).

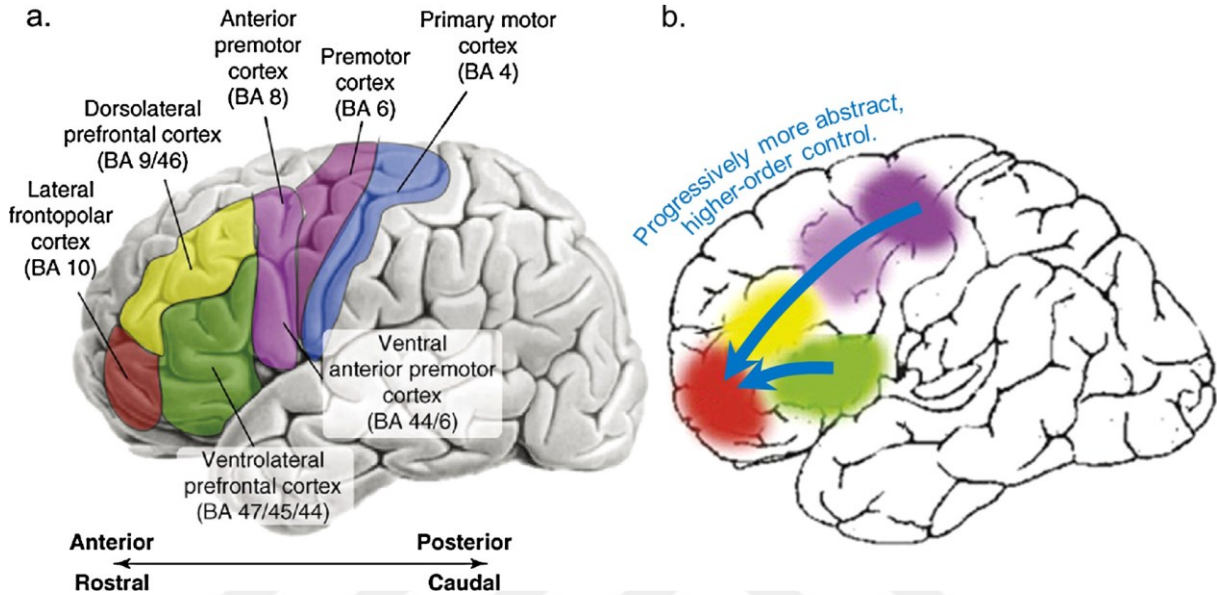
Frontal lobun bir bölgesi olan dorsolateral prefrontal korteks (dlPFK) özellikle çalışma belleği ve seçici dikkat dâhil olmak üzere yürütücü işlevlerle ilişkilidir (Curtis & D'Esposito, 2003). dlPFK , özellikle parietal korteksle bağlantıları sayesinde, dikkat ağlarında duyuşsal bilgi ve yanıtın bilişsel seçimini destekleyen anahtar bir faktördür (Corbetta & Shulman, 2002). dlPFK, amaca yönelik davranışların uygulanmasında ve devam ettirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Vanderhasselt vd., 2009; Baeken vd., 2009). dlPFK' nın bilişsel kontrol için kritik bir beyin bölgesi olduğunu nörogörüntüleme araştırmaları tanımlamaktadır. Çalışmalar dlPFK' nın ikili görev koordinasyonu sırasında, görev değıştirme, bellek güncelleme ve yanıt sıralama, izleme ve manipölasyonda görev aldığını belirtmektedir (Vanderhasselt vd., 2009a; Baeken vd., 2009; Vanderhasselt vd., 2009b; Grimm vd., 2008).

dlPFK, insan ve primatların prefrontal lobundaki bir bölgedir. İnsan korteksinin en son gelişmiş yapılarından biridir ve yetişkinliğe kadar süren uzun bir olgunlaşma dönemi vardır (Luciana & Nelson, 2001). dlPFK işlevsel bir yapıdır, anatomik değildir. İnsan beyninin orta frontal girusunda (Brodmann alanının (BA) 9 ve 46 lateral kısmı) yer almaktadır. dlPFK orbitofrontal korteks, talamus, bazal gangliyonun parçaları (daha çok dorsal kaudat çekirdeği), hipokampus ve neokorteksin primer ve sekonder assosiasyon bölgeleri (posterior temporal, parietal ve oksipital alanlar dâhil) ile bağlantılıdır. dlPFK aynı zamanda uyarılarla nasıl

etkileşime gireceği ile ilgili olan dorsal yolun kaynak gösterilmesi için bir bitiş noktasıdır (Moss, 2013). Bunun yanında parietal korteks ile bağlantıları sayesinde dlPFK, dorsal dikkat ağlarında duyuşsal bilgi ve yanıtın temel bilişsel seçimini destekleyen anahtar bir faktördür (Corbetta & Shulman, 2011).

Şekil 2

Frontal Lobların Alt Bölümleri



Kaynak: (Dumontheil, 2014)

Şekil 6.1 de (a) Ön lobların ana anatomik alt bölümlerinin şematik gösterimi. Kaudalden rostral yönün ardından, etiketli alanlar motor korteks, dorsal ve ventral premotor korteksleri, anterior premotor korteksin dorsal ve ventral yönlerini, ventrolateral prefrontal korteks (vlPFK), dorsolateral prefrontal korteks (dlPFK) ve lateral frontopolar korteksi içerir, aynı zamanda rostrolateral olarak da adlandırılır prefrontal korteks (rlPFK). Sınırlar ve Brodmann alanları (BA) yaklaşık değerlerdir. (b) Prefrontal korteks organizasyonunun rostro-kaudal gradyanının şematik gösterimi. PFK organizasyonunun çeşitli teorik hesapları arasındaki fikir birliği, giderek daha öndeki PFK bölgelerinin, giderek daha soyut ve zamansal olarak genişletilmiş temsillerin bilişsel kontrolünü desteklediğidir (Dumontheil, 2014; Badre, 2008).

Bir dizi fMRI çalışması ayrıca dorsolateral prefrontal korteks bölgesinin uzamsal çalışma belleği tarafından aktivasyonunu göstermiştir (Mccarthy vd., 1994; Cabeza & Nyberg, 2000; Wager & Smith, 2003; Walter vd., 2003; Manoach vd., 2004; Ranganath vd., 2004; Curtis vd., 2005; Suchan vd., 2005; Curtis, 2006; Ricciardi vd., 2006).

Son yıllarda, birçok görüntüleme çalışması özellikle işleyen belleğe odaklandı. Çoğu, hedef (bellek) görevleriyle neredeyse aynı olan ancak bellek gerektirmeyen kontrol görevleri kullanılarak bilişsel bir çıkarım çerçevesinde gerçekleştirildi. Bu tür tomografik

(PET) çalışmalarında mekânsal olarak tetiklenen hafıza görevlerini gerçekleştiren bireylerde öncelikle sağ dorsolateral prefrontal korteksin aktivasyonun görüntülenmesine yönelik yoğun çabalar harcanmıştır (Goldberg vd., 1986; Jonides vd., 1993; Petrides vd., 1993a, 1993b; Sweeney vd., 1996)

Dorsolateral prefrontal korteks (dLPFK), prefrontal korteksin dışbükeyinde, orbital frontal korteksin üstünde ve premotor korteksin önünde bulunur. Mimari olarak, bitişik motor korteksin piramidal hücrelerinden farklı granüler nöronlardan oluşur. dLPFK, en az 9 ve 46 numaralı Brodmann alanlarını içerir; bunlar, çalışma belleği (ÇB) işlevinde önemli olduğu gösterilmiş. Bazı araştırmacılar, 44, 45 ve 47/12 de ventrolateral prefrontal korteks olarak karakterize edilmiş olsalar da, 8 ila 12, 45, 46 ve 47 arasındaki Brodmann bölgelerinin bölümleri dâhil olmak üzere dLPFK'de ki diğer ön bölgeleri de içerir (Diamond, 2002).

dLPFK'deki dendritler, 12 aylıktan tam olgunluğa ulaşır ve en az 27 yaşına kadar da sabit kalır ve üzerine çıkılamaz (Diamond, 2002). Glikoz metabolizması da 12. ayda yetişkin seviyelerine ulaşır. Bununla birlikte, sinaptik yoğunluk, potansiyel olarak ergenliğe ve hatta yetişkinliğe kadar azalmaya devam eder ve dLPFK, yaşamın ikinci on yılında bile devam edebilen bir süreç olan miyelinli son bölgelerden biridir (Diamond, 2002). dLPFK, diğer frontal lob sistemleri ve posterior asosiasyon korteksi ile geniş kortika-kortiko bağlantılarına sahiptir. Aynı zamanda dorsomedial talamik çekirdeği ve bazal gangliyonları içeren kortikal-subkortikal sistemin bir parçasıdır (Cummings, 1993). Kaudat çekirdeğin dorsolateral başı, dorsomedial globus pallidusun lateral yüzü ve rostralateral substantia nigra ile doğrudan bağlantılar vardır. Ayrıca dorsal globus pallidus ve ventromedial subtalamik çekirdek aracılığıyla, ventral anterior çekirdeğin parvo- ve magnoselüler bölümlerinde ve mediodorsal çekirdeğin talamik rolleri ile dolaylı bağlantılar vardır (Saint-Cyr, 2002).

dLPFK, 'üst düzey' bilişsel işlevle ilişkilendirilmiştir ve çalışma belleği, akıcılık, planlama, zihinsel esneklik, başlatma, geçiş ve soyutlamayı değerlendiren görevlerdeki performansla ilişkilendirilmiştir. Karşılık gelen nöropsikolojik görevler arasında Kontrollü Sözlü Sözcük Derneği, Wisconsin Kart Sıralama Testi (WCST), liste öğrenme tanıma, İz Oluşturma ve anlamsal akıcılık yer alır (Stuss vd., 2002).

Alt frontal kortekse (Broca alanı) ek olarak, dLPFK çocuklarda ve yetişkinlerde sözel akıcılık görevlerinde aktive edilir. dLPFK ve üst temporal korteksler arasında, dLPFK'nin 'üst temporal girustaki bir sinir sisteminin duyarlılığını modüle ettiğini', kelime üretiminde durum değişikliklerine aracılık ettiğini gösteren bağlantılar vardır (Friston, Frith, Liddle ve Frackowiak, 1991). Sol dLPFK, kontrollü veya fonemik sözlü akıcılık ile en güçlü şekilde ilişkilendirilmiştir (Stuss vd., 1998). Bunun aksine, sağ dLPFK'deki lezyonlar, sözel olmayan

veya şekilsel akıcılık eksiklikleri ile sonuçlanır (Jones-Gottman & Milner, 1977; Ruff vd., 1994).

Tüm çalışmalar ayrıca premotor ve parietal alanların bir miktar eşzamanlı aktivasyonunu da göstermiştir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Modeli

Araştırmada betimsel yöntemlerden ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modelleri, günümüzde ya geçmişte var olan bir durumu yansıtmayı amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır. Çalışmaya konu olan kişi ya da nesne, var olan koşullar içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Birden fazla değişkenin aralarındaki ilişkiler incelendiği modele ilişkisel tarama modeli adı verilir. (Karasar, 2012, s.77) Araştırmada nicel verilerden faydalanılarak, fiziksel aktivite ve sporun bağımsız değişkenler olarak bilişsel performans ve serebral korteksteki hemodinamik etkisi saptanmaya çalışılmış, mevcut durum tanımlanmıştır. Araştırmanın tüm ölçümleri Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma için Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı'ndan onay alınmıştır (Ek 1). Tüm katılımcılar tarafından Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu doldurulmuştur (Ek 2). Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje Kodu: SDK-2021-9503).

Çalışma Grubu

Araştırmaya yaşları 50 – 70 arasında ($\bar{x}=58,3\pm6,3$) değişen 30 master sporcu 31 sedanter toplam 61 erkek birey dâhil edildi. Katılımcılar, Erzurum'daki master spor kulüplerinde en az 4 yıldır aktif spor yapan ve Erzurum ilinde yaşayan çalışmaya dâhil olma kriterlerini sağlayan bireyler arasından rastgele seçilerek belirlendi.

Çalışmaya dâhil olma kriterleri ve katılımcılara uygulanacak ölçekler aşağıda belirtilmiştir.

Çalışmaya dâhil olma kriterleri;

- Okuma yazma bilir ve sosyodemografik formu cevaplamak,
- Sağ el ile klavye ile yön tuşlarını kullanmak,
- Psikolojik / nörolojik bozukluklar veya kafa travması öyküsü olmamak,
- Merkezi Sinir Sistemi veya bilişsel işlevlerini etkileyebilecek ilaç kullanmamak,

- Görmeyi kısıtlayacak düzeyde göz hastalığı olmamak veya göz ameliyatı geçirmemiş olmak,
- Master sporcu grubu master spor kulüplerinde en az 4 yıldır aktif spor yapmak,
- Sedanter katılımcılar için ise son 4 yıldır düzenli olarak bir egzersiz programına katılmamış olan,
- Mini mental durum testinde 24 ve üzeri puan almış olmak

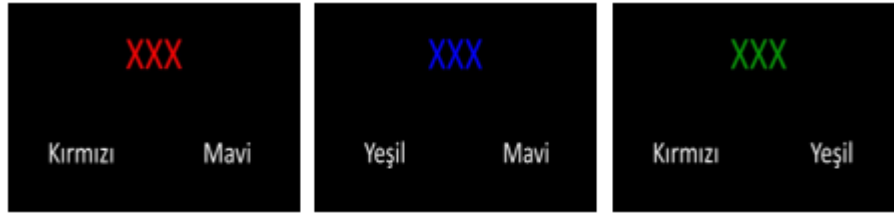
Veri Toplama Araçları

Katılımcılara tek seferde bilişsel test uygulandı. Katılımcılara uygulanan bilişsel test olarak Stroop Testi tercih edilmiştir. Bilgisayar aracılığıyla uygulanan test Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden hizmet alımı şeklinde yapıldı. Testle ilgili detaylar aşağıda verilmiştir. Renk – Kelime Stroop Testi: Stroop Testi yürütücü işlevi, odaklanmış ve seçici dikkati, akılda tutmayı, hafızayı, bozucu etkiye direnci ve bilgi işleme hızını ölçmek için kullanılan son derece yaygın bir bilişsel testtir (Lezak vd 2004, Spreen ve Strauss, 1998). Stroop Testi kullanılarak yapılan çalışmaların çoğu beynin sol prefrontal lobla ilgili yürütücü işlevlerin göstergesi olduğunu belirtmiştir (MacLeod ve C. M. (1992). Metnin yazılışında kullanılan renklerle metnin ifade ettiği renk aynı olmadığı durumlarda, metnin renginin denek tarafından ifade edilme zamanı uzamaktadır. Stroop bozucu etkisi bu gecikmeyle ilişkilidir (Karakaş vd., 1999).

Araştırmada bilgisayar aracılığıyla uygulanan Stroop Testinde ekranda renkli yazılmış metinler katılımcılara nötr – uyumlu ve uyumsuz bloklar şeklinde sunularak yanıt vermeleri istendi. Nötr uyaranlardan oluşan görev bloğunda katılımcılar mavi, kırmızı veya yeşil mürekkep rengiyle yazılmış “XXX” metnin rengi ekranda çıkan seçenekleri klavyenin sağ – sol tuşlarını kullanarak yanıtladı. Uyumlu uyaran bloğunda ise katılımcıya gösterilen kelime metni ile metnin rengi birbiriyle uyumlu olarak verildi. Ör; “MAVİ” kelimesi mavi mürekkep, “KIRMIZI” kelimesi kırmızı mürekkep ve “YEŞİL” kelimesi yeşil mürekkep rengiyle gösterildi. Katılımcı bu metinlerin hangi renkle yazıldığını nötr görevde olduğu gibi klavyenin sağ – sol tuşları yardımıyla işaretledi. Uyumsuz olarak adlandırılan blokta ise katılımcıya verilen metin ile metnin rengi birbirinden farklı olarak düzenlendi. Ör; “MAVİ” kelimesi kırmızı veya yeşil renk, “KIRMIZI” kelimesi mavi veya yeşil renk, “YEŞİL” kelimesi kırmızı veya mavi renkle verilerek katılımcıdan daha önce yaptığı gibi metnin hangi renkte olduğunu yanıtlaması istendi. Bu şekilde aynı oturumda (nötr – uyumlu – uyumsuz) dört tekrar olmak üzere toplam 12 blok olarak uygulandı test sürecinde katılımcıların verdiği yanıtlar zaman – doğru/yanlış yanıt parametreleri dikkate alınarak kaydedildi. Stroop testi ekran görselleri aşağıda verilmiştir.

Şekil 3

Stroop Testi Nötr Görev Ekran Görüntüsü (Tarafsız Görevi)



Şekil 4

Stroop Testi Congruent Görev Ekran Görüntüsü (Uyumlu Görevi)



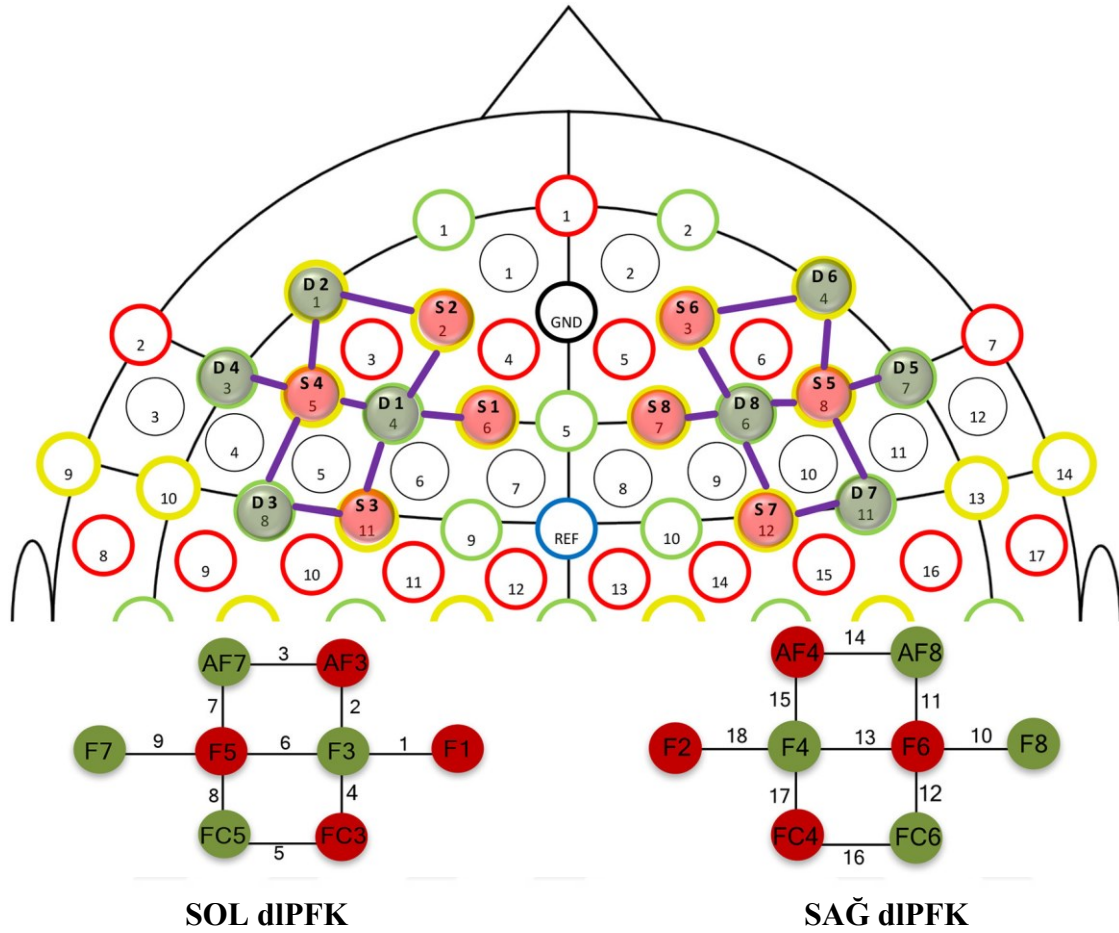
Şekil 5

Stroop Testi Incongruent Görevi Ekran Görüntüsü (Uyumsuz Görev)



Şekil 6

Beyin Loblarından Stroop Testi İle İlişkili Alan olan Dorsolateral Prefrontal Kortekse Yönelik Montaj Dizayn (Optod Yerleşim)



Şekil 6'ya göre 10–20 Sistemine Göre Sol ve Sağ dLDPFK İçin fNIRS Optode Kurulumu (Zimeo ve diğerleri, 2018a).

EEG 1-32 elektrot konumları yeşil, tamamlayıcı 33-64 ise sarı renkle gösterilmiştir; fNIRS kaynaklarının konumları kırmızı ve dedektörler yeşildir.

Şekil 6'da Nöronavigasyon seansı sırasında şematik (solda) ve yeniden yapılandırılmış (sağda) konumlar kaydedildi. Bu düzen, uluslararası 10-20 sisteminin bir uzantısıdır. REF konumu mavi bir daire ile gösterilir. Şematik gösterim, NIRx montaj düzenleyici şablonuna dayanır.

Şekil 6'da göre Beyin Ön Loblarından Stroop Testi İle İlişkili Alan olan Sağ ve Sol Dorsolateral Prefrontal Kortekse Yönelik Montaj Dizayn (Optod Yerleşim) ile Stroop Testi etki alanı incelenmeye çalışılmıştır. Burdan yola çıkılarak Stroop Testi etki alanını belirlemek için yukarıda yer alan harita katılımcılara FNIRS ölçümü yapılırken kafalarında yer alan başlığın yerleşimidir. Bu yerleşim toplamda 16 adet olmak üzere 8 sağ ve 8 adetde sol dorsolateral prefrontal korteks olarak bilinen bölgeye yerleştirildi. D (Detector) harfi ile gösterilenler

dedektörler, S (Source) harfi ile gösterilenler ise kaynaklar yerleştirilmiştir. Bu yapı ile ön frontal kortekste oksihemoglobin ve deoksihemoglobin seviyesinin ve kan aktivasyonunun izlenmesiyle beyin aktivitesinin işlevsel olarak görüntülenmesini sağlar. Ölçüm alınırken kafa derisini altına gönderdiği sinyallerle değerli olarak nitelendirilen maddeleri dalgalar şeklinde sinyallerden geri bildirim alan dedektörler sağlamaktadır.

Hemodinamik aktivite durumuna göre kanalların beyindeki anatomik olarak yerleri;

-7. VERİ AKIŞ KANALI: SOL dLPFK ALANI, AF7 DEDEKTÖRÜ-F5 KAYNAĞI
ARASI

-11. VERİ AKIŞ KANALI: SAĞ dLPFK ALANI, AF8 DEDEKTÖRÜ-F6 KAYNAĞI
ARASI

-13. VERİ AKIŞ KANALI: SAĞ dLPFK ALANI, F4 DEDEKTÖRÜ-F6 KAYNAĞI
ARASI

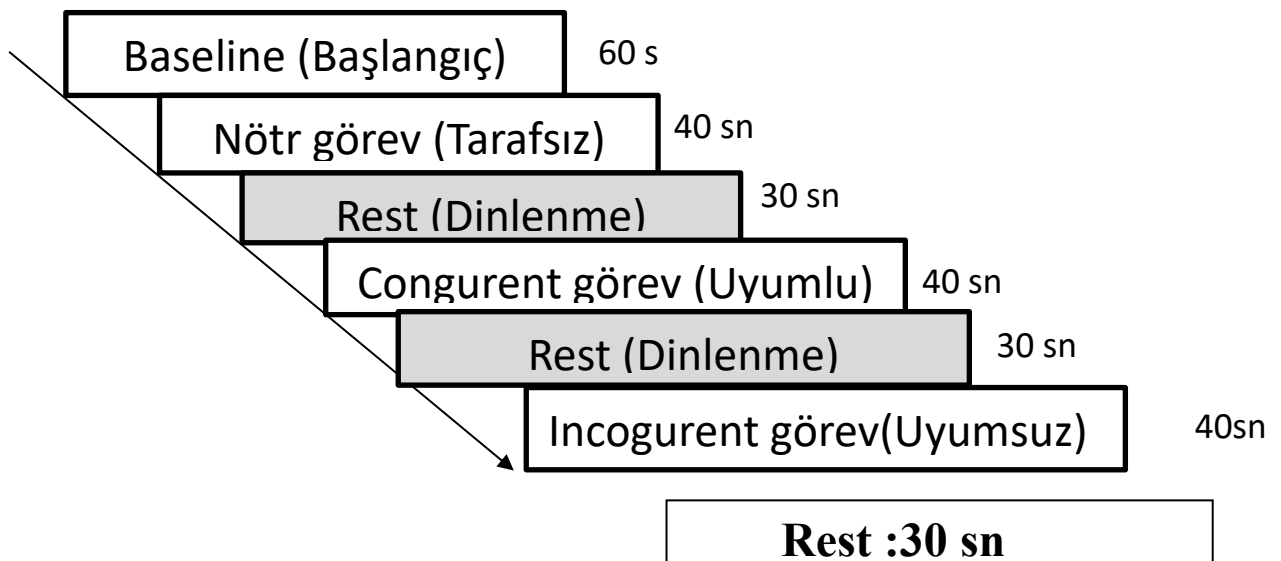
-17. VERİ AKIŞ KANALI: SAĞ dLPFK ALANI, F4 DEDEKTÖRÜ-FC4 KAYNAĞI
ARASI

Stroop görevi sırasında sağ ve sol dLPFK'da yukarıda yer alan kanalların tahmin için en alakalı yerler olduğu literatürde incelenen araştırmalardan yola çıkılarak bu kanallar tercih edilmiştir.

Bu çalışma ile birlikte bulgular kısmında yer alan haritalarda prefrontal lob beyin alanının ayrıntılı bir incelemesi yapılmıştır. Buna göre AF7-F5 arasındaki kanallar sağ üst lateral prefrontal korteksi (S-dLPFK) 5-7 ve 11 kanalları olarak temsil edilir.

Şekil 7

Katılımcılara Uygulanan Stroop Testi Detayları



Şekil 7'de Stroop test görevleri tüm katılımcılara 3 tekrar 16 uyarın verilerek uygulandı. Her görev arasında 30 sn dinlenme verildi. Her uyarın 2000ms ekranda gözüktü ve her uyarın arası 500ms ekran kararı.

Süreç

Araştırma kapsamında yapılan fNIRS ölçümleri Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezinde uygulandı. Katılımcıların merkeze transferi, katılımcılara uygulanan testler araştırmacı rehberliğinde yaptırıldı.

Bireylerin bilişsel fonksiyonları, beyin bölgesel HbO düzeyleri dinlenik durumda değerlendirildi. Katılımcılara aşağıdaki değerlendirmeler uygulandı.

Görsel sistemde duyu farkındalığı ile ilişkili beyin aktivitesini incelemek için Stroop testi araştırmada kullanıldı.

Çalışmada, aynı anda birden çok alanda ölçüm elde etmek için bu test yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada Stroop testinde sözel ve renk bilgisi içeren bilişsel uyumsuzluğu anlamak için sağ / sol hemisferlerdeki beyin aktivitesini fNIRS ile ölçüldü.

Stroop görevi (Stroop 1935), deneğe 60 cm mesafede 42 inçlik bilgisayar ekranında blok tasarımında iki koşul sunulduğu için çalışmamızda kullanılmak üzere uyarlanmıştır. A koşulunda, katılımcılara bir dizi renkli kelime sunuldu ve rengini söylemeleri istendi (kelime rengi isimlendirme). Olası renkler arasında kırmızı, yeşil, mavi veya sarı vardı. Yaklaşık her 2 saniyede bir yeni bir renk sunuldu ve denekten kelimenin rengini söylemesi istendi. Bu durum 25 sn'lik bloklar halinde sunulmuştur. B koşulu (uyumsuz koşul) sırasında, katılımcılara renkli mürekkeple yazılmış bir kelime (renk adı) sunuldu ve kelimeyi okumadan mürekkep rengini belirtmeleri istendi. Renk adı, denemelerin %88'inde görüldüğü mürekkep rengiyle uyumsuzdu. Her nokta veya kelime, görev koşullarında her 1 saniyede bir değişti. Görev koşullarından önce, 10 saniye baseline dinlenme verisi elde edildi. İki görev koşulu, Şekil 1'de gösterildiği gibi bir ABBABA deney tasarım deseninde sunulmuştur. Bu koşullar, her blok arasında 30 saniyelik dinlenme süresi olan üç blok halinde sunulmuştur. Dinlenme süresi boyunca denek bilgisayar ekranındaki siyah bir noktaya baktı.

Verilerin Analizi

Katılımcılara ait demografik bilgilerin tespiti için frekans analizi yapılmıştır. Ayrıca davranışsal verilerin normallik analizinin yapılması için Kolmogorov-Smirnov testi ($p<0,05$), basıklık çarpıklık değerleri (± 3), Q-Q grafiği ve histogram değerleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu kapsamda veriler T-Testi ve Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi ile analiz edilmiştir (Tabachnick&Fidell,2007). Tüm verilerde anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlenmiş ve veri analizinde SPSS v21 kullanılmıştır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Tablo 2

Katılımcıların Demografik Özellikleri

		N	%
Yaş Aralığı	50-60	38	63,3
	61-70	23	36,7
Medeni Durum	Evli	58	96,7
	Bekâr/Dul/Boşanmış	3	3,3
Eğitim Durumu	Lise	2	3,3
	Lisans	29	43,0
	Lisansüstü	30	44,7
Gelir Düzeyi	8500-10500	1	1,7
	10501-12500	25	41,7
	12501-14500	33	54,0
	14501 ve üzeri	2	2,6

Araştırmaya katılanlar için demografik özelliklerinin açıklanabilmesi için frekans analizi uygulanmıştır. Tablo 2’de tüm katılımcılar yaş değişkenine göre sınıflandığında, %63,3’ünü 50-60 yaş, %37,7’si ise 61-70 yaş aralığındadır. Katılımcıların %96,7 si evli, %3,3 si ise bekâr, boşanmış veya duldur. Katılımcıların %3,3 lise, %43,0 lisans, %44,7 si ise lisansüstü eğitim düzeyindedir. Tüm katılımcıların gelir düzeyleri ise 8500-10500 tl olanlar %1,7, 10501-12500 tl arasında %41,7, 12501-14500 tl arasında olanlar % 55,0 14501 tl ve üzeri ise % 2,6’dır.

Hata Oranı Değişkenine Ait Analizler

Tablo 3

Uyaran Türü Hata Oranı Verileri

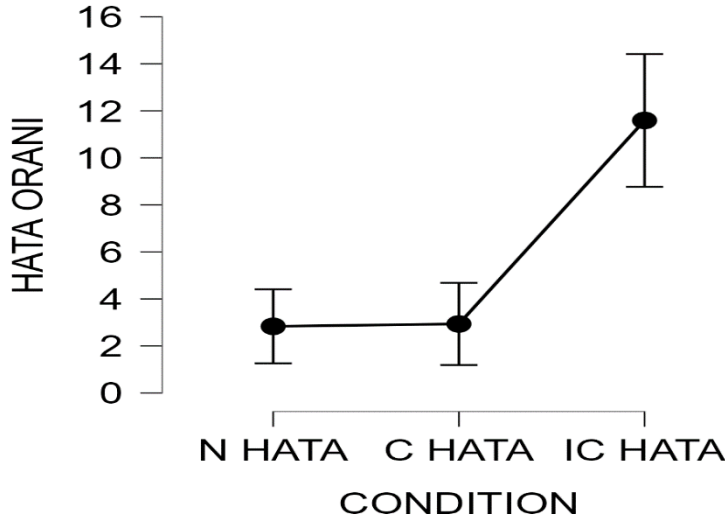
Değişken	$\bar{x}$ (%)	SS	n
Nötr Hata	2,84	13,40	61
Congruent Hata	2,94	13,27	61
Incongruent Hata	11,59	16,21	61

Araştırmaya katılan sedanter ve sporcuların stroop testi uyaran türleri hata oranlarının açıklanabilmesi için frekans analizi uygulanmıştır. Tablo 3’de katılımcıların sırasıyla stroop

testi uyaran türü hata oranı sonuçlarına göre en düşük olan Nötr görevi hata oranı ile %2,84, Congruent görevi (uyumlu)hata oranı ile %2,94, Incongruent görevi (uyumsuz) hata oranı ise %11,59 ile en yüksek olduğu görülmektedir.

Şekil 8

Stroop Testi Davranışlar Verilerin Hata oranları Betimsel İstatistik Grafiği



Şekil 8’de Anova Testi betimsel istatistik sonucuna göre davranışsal verilerin hata oranı dağılımları gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde katılımcıların N-Nötr (Tarafsız Görev) ve C-Congruent (Uyumlu Görev) hata oranları aynı düzeydedir, ancak IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) hata oranı diğer hata oranlarına göre yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 4

Mauchly's Küresellik Test Sonucu

	Mauchly's W	Yaklaşık X ²	Serbestlik Derecesi	p	Greenhouse Geisser ε
Hata Oranı	0,404	53,539	2	0,001	0,626

* Mauchly's küresellik varsayımı ihlal edildiği için (p<05) Greenhouse – Geisser düzeltmesi uygulanmıştır.

Tablo 5

Uyaran Türü Hata Oranlarına Göre Tek Yönlü Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Sonucu

Kaynak	Küresellik Düzeltmesi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	p	Kısmi η ²
Uyaran Türü	None	3082,22	2,00	1541,110	22,451	0,001	0,272
	Greenhouse Geisser	3082,22	1,25	2460,301	22,451	0,001	0,272
Hata (Uyaran Türü)	None	8237,13	120,00	68,643			
	Greenhouse Geisser	8237,13	75,17	109,584			

Tablo 5 incelendiğinde, çalışmaya dâhil edilen katılımcıların nötr ve congruent uyaran türü hata oranının incongruent uyaran türü hata oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az olduğu görülmektedir ($p<05$).

Tablo 6

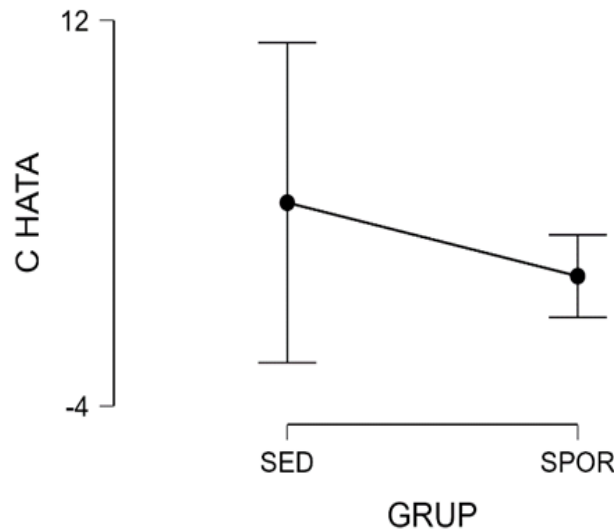
Gruplara Göre Stroop Testi Uyaran Türü Ortalama Hata Oranı Karşılaştırması Bağımsız Örneklem T-Testi

Uyaran Türü	Grup	n	$\bar{x}$	SS	t	p
Nötr	Sedanter	31	4,84	18,64	1,191	0,238
	Sporcu	30	0,77	1,86		
Congruent	Sedanter	31	4,44	18,09	0,895	0,374
	Sporcu	30	1,39	4,59		
Incongruent	Sedanter	31	17,81	19,65	3,282	0,002
	Sporcu	30	5,17	7,79		

Sedanter ve Sporcu değişkenine göre uyaran türü Bağımsız örneklem t testi değerleri arasındaki farklılığı incelemek amacıyla veriler normal dağılım gösterdiğinde parametrik testlerden bağımsız örneklem t testi uygulanmıştır. Tablo 6 incelendiğinde Incongruent (Uyumsuz Görev) uyaran türünde sporcu grubun (5.17 ± 7.79) sedanter gruba (17.81 ± 19.65) göre daha az hata yaptığı görülmektedir. Uyaran türü boyutlarında Nötr (Tarafsız Görev), Congruent (Uyumlu Görev) hata oranlarında anlamlı farka rastlanmazken, IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) uyaran türü boyutunda yaşlı sporcular lehine anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Şekil 9

Stroop Testi Davranışlar Verilerinin Congruent-C (Uyumlu Görev) Uyaran Türü Hata Oranına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği

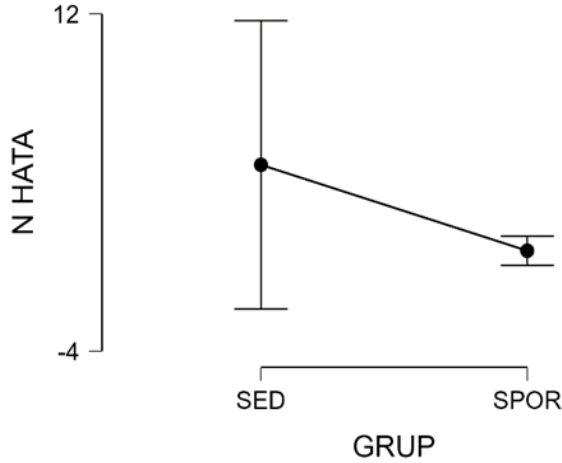


Şekil 9'da Anova Testi betimsel istatistik sonucuna göre davranışsal verilerden C-Congruent (Uyumlu Görev) hata oranının gruplara arası dağılımları gösterilmiştir. Şekil

incelendiğinde sedanter katılımcıların C-Congruent (Uyumlu Görev) hata oranları sporcu katılımcı gruba göre yüksek düzeydedir, sporcu grubun ise C-Congruent (Uyumlu Görev) hata oranı sedanter gruba göre düşük olduğu görülmektedir.

Şekil 10

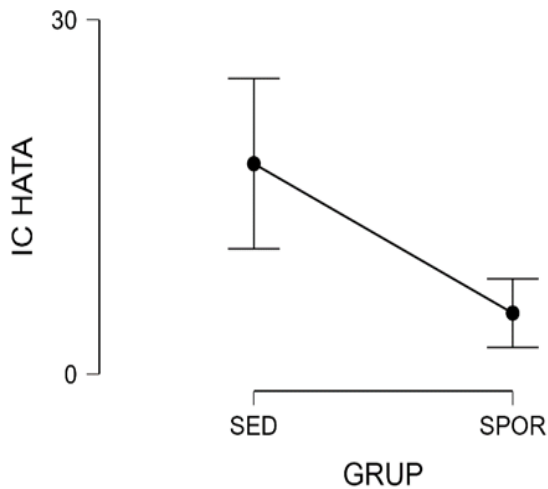
Stroop Testi Davranışlar Verilerinin Nötr -N (Tarafsız Görev) Uyaran Türü Hata Oranına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği



Şekil 10'da Anova Testi betimsel istatistik sonucuna göre davranışsal verilerden Nötr -N (Tarafsız Görev) hata oranının gruplara arası dağılımları gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde sedanter katılımcıların Nötr -N (Tarafsız Görev) hata oranları sporcu katılımcı gruba göre yüksek düzeydedir, sporcu grubun Nötr -N (Tarafsız Görev) hata oranı sedanter gruba göre düşük olduğu görülmektedir.

Şekil 11

Stroop Testi Davranışlar Verilerinin IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) Uyaran Türü Hata Oranına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği



Şekil 11'de Anova Testi betimsel istatistik sonucuna göre davranışsal verilerden IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) hata oranının gruplara arası dağılımları gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde sedanter katılımcıların IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) hata oranları sporcu

katılımcı gruba göre yüksek düzeydedir, sporcu grubun IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) hata oranı sedanter gruba göre düşük olduğu görülmektedir.

Reaksiyon Zamanı Değişkenine Ait Analizler

Tablo 7

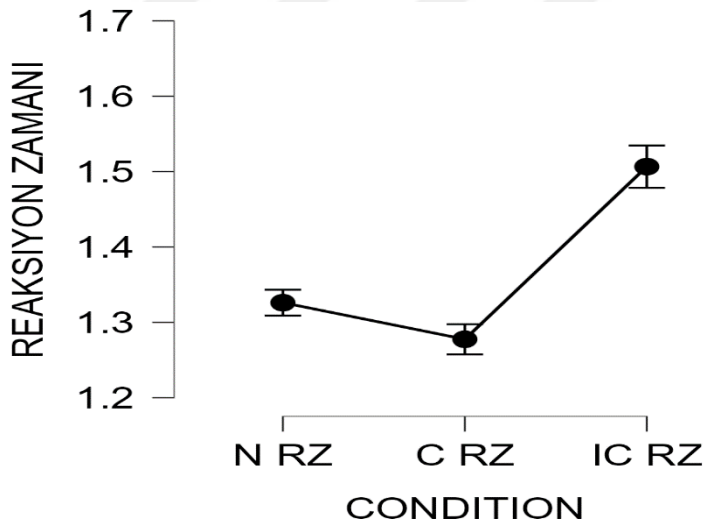
Uyaran Türü Reaksiyon Zamanı Verileri

Değişken	$\bar{x}$	SS	n
Nötr Reak. Zam.	1,33	0,15	61
Congruent Reak. Zam.	1,28	0,15	61
Incongruent Reak. Zam.	1,51	0,16	61

Araştırmaya katılan sedanter ve sporcuların stroop testi uyaran türleri reaksiyon zamanlarının açıklanabilmesi için frekans analizi uygulanmıştır. Tablo 7’de katılımcıların sırasıyla stroop testi uyaran türü hata oranı sonuçlarına göre en kısa olan Congruent (Uyumlu Görev) reaksiyon zamanı ile 1,28sn, sonrasında Nötr (Tarafsız Görev) reaksiyon zamanı ile 1,33sn ve son olarak ise en uzun reaksiyon zamanı ise Incongruent (Uyumsuz Görev) 1,51sn ile olduğu görülmektedir.

Şekil 12

Stroop Testi Davranışlar Verilerinin Reaksiyon Zamanları Betimsel İstatistik Grafiği



Şekil 12’de Anova Testi betimsel istatistik sonucuna göre davranışsal verilerin reaksiyon zaman süreleri gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde katılımcıların sırasıyla Congruent-C (Uyumlu Görev) en kısa sürede, sonrasında Nötr-N (Tarafsız Görev) reaksiyon zamanı, son olarakda Incongruent- IC (Uyumsuz Görev) reaksiyon süresi ile en uzun saniyelerde testlere cevap verildiği görülmektedir.

Tablo 8*Uyaran Türü Reaksiyon Zamanlarına Göre Tek Yönlü Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Sonucu*

Kaynak	Küresellik Düzeltmesi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	p
Uyaran Türü	None	1,78	2,00	0,888	118,158	0,001
	Greenhouse Geisser	1,78	1,46	1,213	118,158	0,001
Hata (Uyaran Türü)	None	0,90	120,00	0,008		
	Greenhouse Geisser	0,90	87,86	0,010		

Tablo 8 incelendiğinde, çalışmaya dâhil edilen katılımcıların nötr ve congruent uyaran türü hata oranının incongruent uyaran türü hata oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az olduğu görülmektedir ($p<05$).

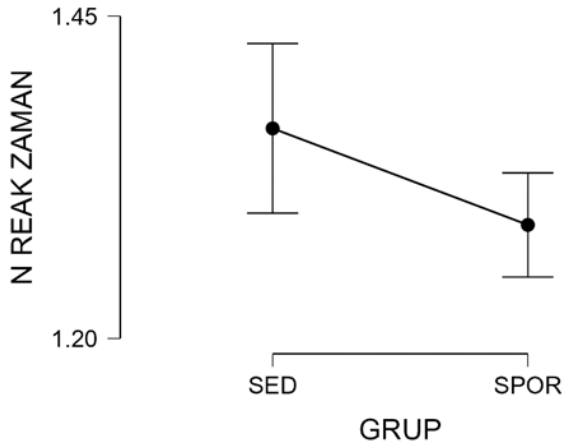
Tablo 9*Gruplara Göre Stroop Testi Uyaran Türü Ortalama Reaksiyon Zamanı Karşılaştırması*

Uyaran Türü	Grup	n	$\bar{x}$	SS	t	p
Nötr	Sedanter	31	1,36	0,18	1,966	0,054
	Sporcu	30	1,29	0,11		
Congruent	Sedanter	31	1,31	0,17	1,751	0,085
	Sporcu	30	1,25	0,11		
Incongruent	Sedanter	31	1,61	0,13	7,518	0,001
	Sporcu	30	1,40	0,10		

Sedanter ve Sporcu değişkenine göre uyaran türü Bağımsız örneklem T TESTİ değerleri arasındaki farklılığı incelemek amacıyla veriler normal dağılım gösterdiğinden parametrik testlerden bağımsız örneklem t testi uygulanmıştır. Tablo 9 incelendiğinde Incongruent (Uyumsuz Görev) uyaran türünde sporcu grubun ($1,40sn \pm 0,10sn$) sedanter gruba ($1,61sn \pm 0,13sn$) göre daha kısa sürede görevleri yaptığı görülmektedir. Uyaran türü boyutlarında gruplar arasında Nötr (Tarafsız Görev), Congruent (Uyumlu Görev) reaksiyon zamanlarında anlamlı farka rastlanmazken, Incongruent (Uyumsuz Görev) uyaran türü boyutunda gruplar arasında reaksiyon zamanlarında test görevlerinde yaşlı sporcular lehine anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Şekil 13

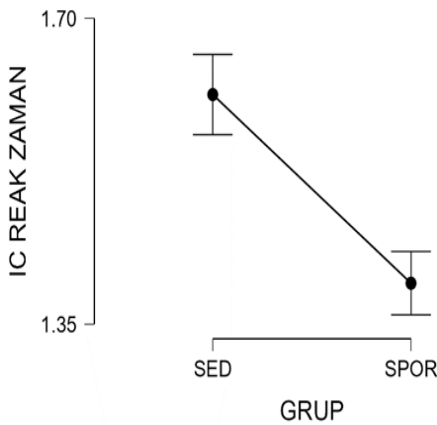
Stroop Testi Nötr-N (Tarafsız Görev) Reaksiyon Zamanı Süresine Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği



Şekil 13’de Anova Testi betimsel istatistik sonucuna göre davranışsal verilerden Nötr-N (Tarafsız Görev) reaksiyon zamanının gruplar arası dağılımı gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde sedanter katılımcıların Nötr-N (Tarafsız Görev) reaksiyon zamanları sporcu katılımcı gruba göre uzun sürede testlerdeki görevlerini tamamlamışlardır, sporcu grubun ise Nötr-N (Tarafsız Görev) reaksiyon zamanları sedanter gruba göre daha kısa sürede cevaplamış olduğu görülmektedir.

Şekil 14

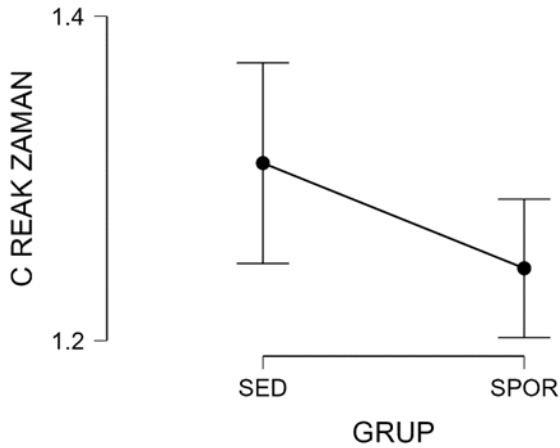
Stroop Testi IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) Testi Reaksiyon Zamanlarına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği



Şekil 14’de Anova Testi betimsel istatistik sonucuna göre davranışsal verilerden IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) reaksiyon zamanının gruplar arası dağılımı gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde sedanter katılımcıların IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) reaksiyon zamanları sporcu katılımcı gruba göre daha uzun sürede testlerdeki görevlerini tamamlamışlardır, sporcu grubun IC-Incongruent (Uyumsuz Görev) reaksiyon zamanları ise sedanter gruba göre daha kısa sürede olduğu görülmektedir.

Şekil 15

Stroop Testi C-Congruent (Uyumlu Görev) Testi Reaksiyon Zamanına Göre Gruplar Arası Betimsel İstatistik Grafiği

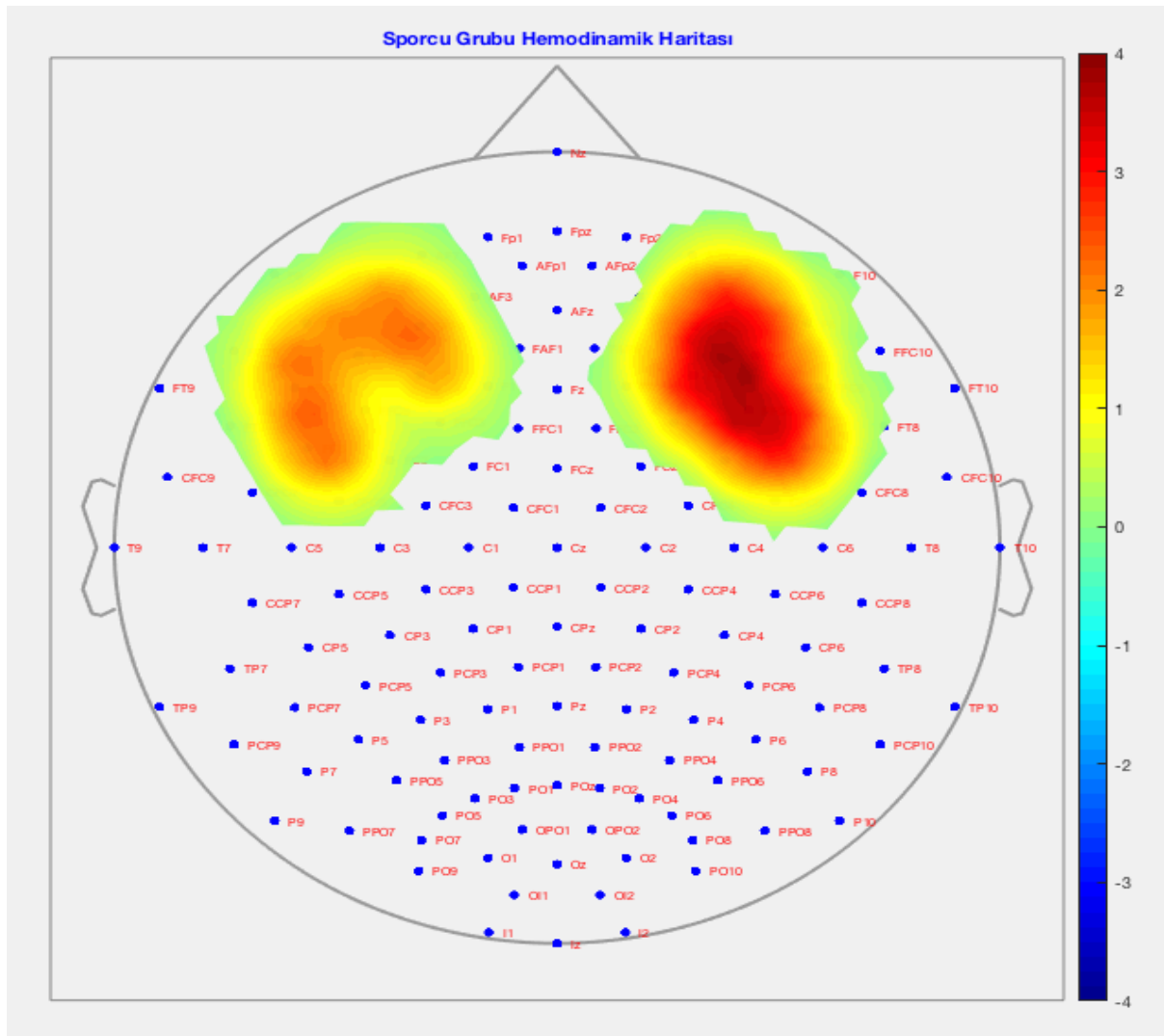


Şekil 15’de Anova Testi betimsel istatistik sonucuna göre davranışsal verilerden C-Congruent (Uyumlu Görev) reaksiyon zamanının gruplar arası dağılımı gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde sedanter katılımcıların C-Congruent (Uyumlu Görev) reaksiyon zamanları sporcu katılımcı gruba göre daha uzun sürede testlerdeki görevlerini tamamlamışlardır, sporcu grubun C-Congruent (Uyumlu Görev) reaksiyon zamanları ise sedanter gruba göre daha kısa sürede olduğu görülmektedir.

FNIRS Verileri

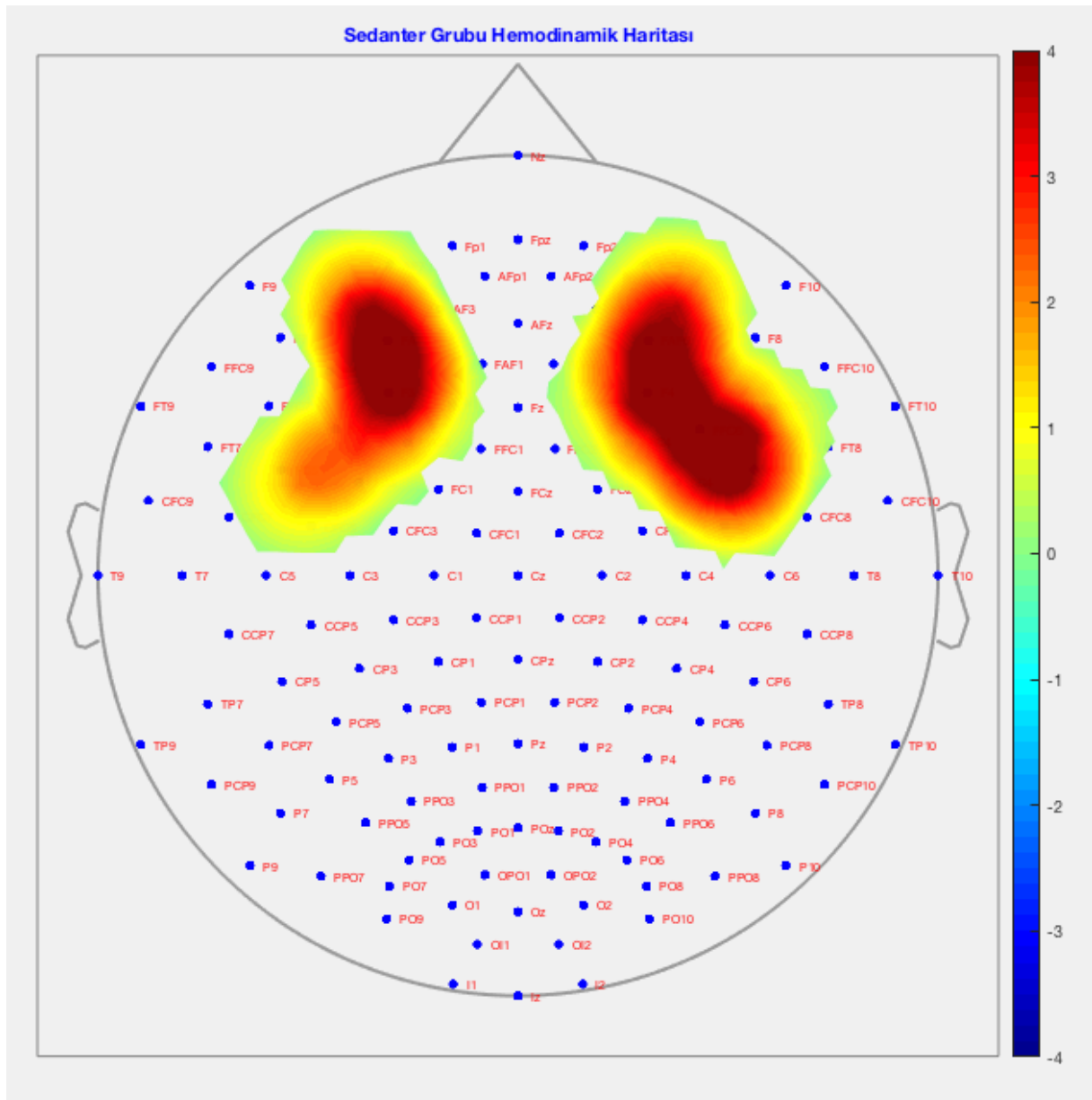
Dorsolateral prefrontal korteks değişkenine ait analizler.

Sporcu Grubu Hemodinamik Haritası



Şekil 16'ya göre 0 s'de başlayan tüm Stroop görevleri sırasında sporcu katılımcıların dorso lateral prefrontal korteksindeki (AF7/F5) oksi- ve deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonları için ısı haritaları gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde sporcu grubun sağ dLPFK oksihemoglobin oranı sol dLPFK alanlarına göre hemodinamik aktivasyonu yüksek bulunmuştur. Tüm Stroop görevleri sırasında sporcu katılımcıların sağ dorso lateral prefrontal korteksinde yer alan AF8-F6 11.kanal da, F4-F6 13.kanalda, F4-FC4 17.kanalda oksi- ve deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonları için ısı haritaları gösterilmiştir. Bu alanlarda ki hemodinamik aktivite incelendiğinde sol dorso lateral prefrontal korteks alanına göre aktivasyon oranı daha yüksektir.

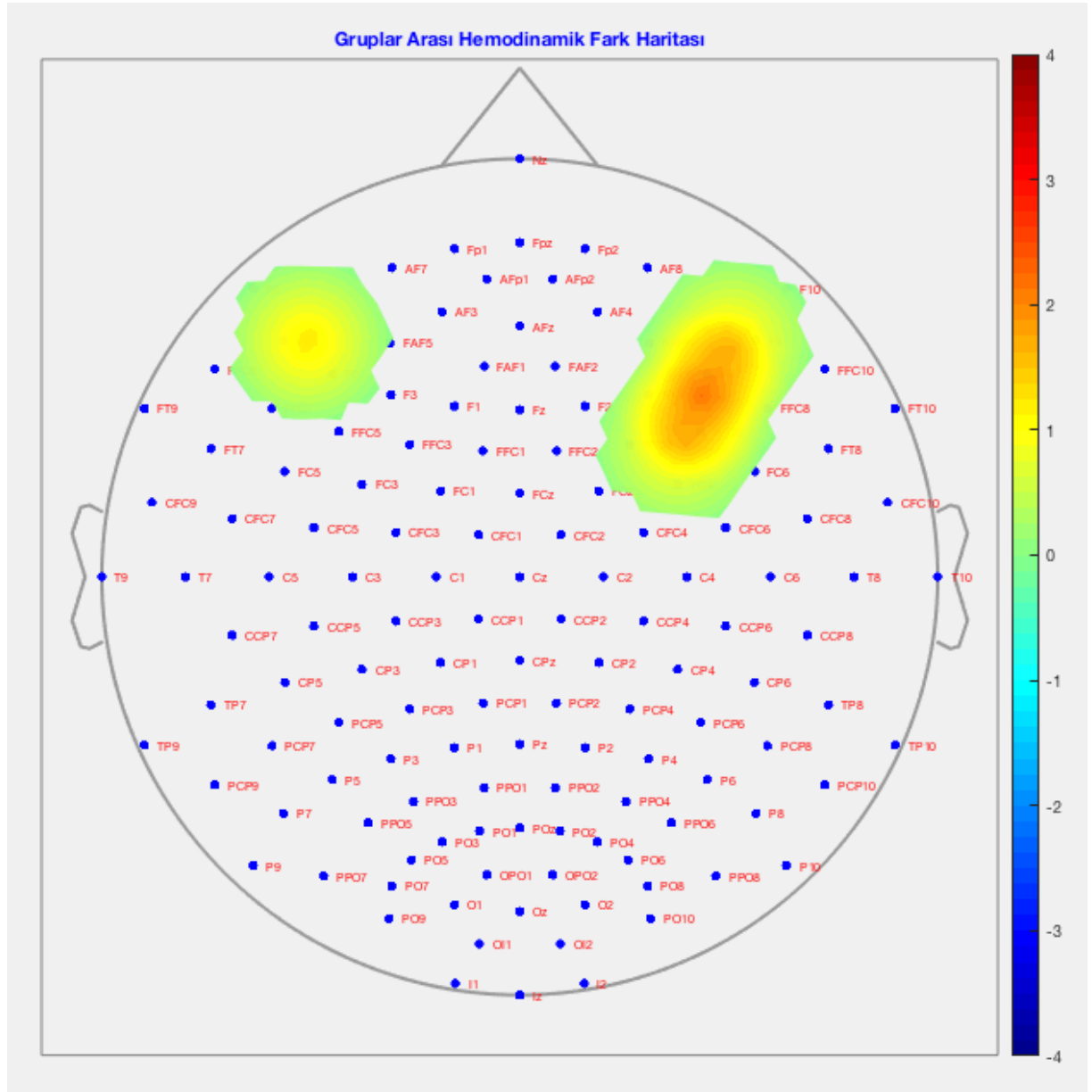
Sedanter Grubun Hemodinamik Haritasi



Şekil 17'ye göre 0 s'de başlayan tüm Stroop görevleri sırasında sedanter katılımcıların dorso lateral prefrontal korteksindeki (AF7/F5) oksihemoglobin (HbO) ve deoksihemoglobin (HbR) konsantrasyonları için ısı haritaları gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde sporcu grubun sağ dLPFK oksihemoglobin oranı sol dLPFK alanlarına göre aktivasyonu daha fazla bulunmuştur. Bu farklılığın görüldüğü alanlar sağ dLPFK alanında yer alan AF-F6 11.kanal, F4-F6 13. kanal, ve F4-FC4 17.kanalların veri akışının olduğu alanlardır.

Şekil 18

Gruplar Arası Hemodinamik Fark Haritası



**Hemo (kan) Dynamic (güç) kelimelerinin birleşimidir.*

Hemodinami; kalbin pompa mekanizmasının kanın hareketi ile ilişkisidir. Dolaşımdaki kan akımını belirleyen kuvvetlerdir. Dolaşımın amacı: Dokulara oksijen ve besin sunumu

Şekil 18'e Gruplar Arası Hemodinamik Fark Haritası'na göre Dorsolateral prefrontal kortekste hemodinamik konsantrasyon değişiklikleri toplam hemoglobin (tHb), oksijenli hemoglobin (O2Hb/Oxy-Hb) ve oksijensiz hemoglobin (HHb/Deoxy-Hb) görülmesi için sunulmuştur. Beyin yarım kürede Sol panel, iki deneysel koşul için ayrılmış tüm kanallarda ortalama değerleri gösterir ve aktivasyon iki grup için sağ panale göre düşüktür. Sol dLPFK aktivasyonu düşüktür. Sağ panelde aktivasyonun fazla olduğu görülmektedir ve anlamlı farklılık vardır. Bu farklılığın görüldüğü alan sağ dLPFK alanında yer alan AF-F6 11.kanal, F4-F6 13.Kanal ve F4-FC4 17.kanalların veri akışının olduğu alanlardır. Sol panelde bulunan AF-F5 7.Kanal sağ panelde yer alan kısımlara göre aktivasyonu daha düşüktür.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmanın amacı Stroop Testindeki tarafsız, uyumlu ve uyumsuz uyarıcılara verilen davranışsal tepkinin doğru veya yanlış olmasına ve yine bu tepkinin süresine bağılı olarak değişip değişmediğini belirlemek, söz konusu süreçlerin dIPFK beyin alanında nasıl bir yayılım gösterdiğini ortaya koymaktır. Tepkiler saçlı deri üstünden kaydedilen fNIRS bulguları ve ayrıca davranışsal tepkileri içermiştir.

Spor yapan Stroop Testi bitirme sürelerinin, Bölüm 5'e doğru gidildikçe artış gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmaya katılım sağlayan bocce ve dart sporcularının Bölüm 1 bitirme süresi en düşük 5,54 saniye, en yüksek 11,08 saniyedir. Bölüm 2 bitirme süresi en düşük 4,90 saniye, en yüksek 14,13 saniyedir. Bölüm 3 bitirme süresi en düşük 7,38 saniye, en yüksek 14,61 saniyedir. Bölüm 4 bitirme süresi en düşük 8,89 saniye, en yüksek 18,22 saniyedir. Bölüm 5 bitirme süresi en düşük 12,52 saniye, en yüksek 33,31 saniyedir. Bu bağlamda Bocce sporcularının bölümleri bitirme sürelerinin, dart sporcularından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dart sporcuları stroop dikkat testini daha kısa bir sürede tamamlamıştır.

Araştırmaya katılan sedanter ve sporcuların ait davranışsal verileri (hata oranı – reaksiyon zamanı) normal dağılım göstermiştir. Katılımcılardan elde edilen verilere göre, gruplar arası Stroop testi hata oranı spor yapmayanlar ve reaksiyon zamanlarında ise spor yapanlar lehine anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). Ayrıca yapılan fNIRS analizlerinde spor yapan grupta sağ ve sol hemisferde yer alan dorsolateral prefrontal kortekste oksihemoglobin konsantrasyonlarında daha yüksek yoğunlukta aktivasyon gözlenmiştir. Bu araştırmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde sportif aktiviteler yaşlanma ile birlikte beyinde oluşması olası yıkıcı etkileri önleme ve iyileştirme potansiyeline sahip olduğu sonucuna ulaşılabilir. Buna göre sportif aktiviteler yaşlı bireylerin yaşam kalitelerini arttırmada etkili olabilir.

Araştırmaya katılanların demografik özellikleri incelendiğinde yaş değişkenine göre sınıflandığında, %63,3'ünü 50-60 yaş, %37,7'si ise 61-70 yaş aralığındadır... Katılımcıların %96,7 si evli, %3,3 si ise bekâr, boşanmış veya duludur. Katılımcıların %3,3 lise, %43,0 lisans, %44,7 si ise lisansüstü eğitim düzeyindedir. Tüm katılımcıların gelir düzeyleri ise 8500-10500

tl olanlar %1,7,10501-12500tl arasında %41,7,12501-14500 arasında olanlar %55,0,14501 ve üzeri ise %2,6'dır.

Huang vd.,nin (2022) çalışmasında 2×2 tekrarlanan ölçümler ile yapılan ANOVA testinde, hem uyumlu hem de uyumsuz denemelerde genç grubun yanıtlarında yaşlı gruptan önemli ölçüde daha hızlı olduğunu gösterdi (uyumlu görevler: $F = 250,295$, $p = 0,001$; uyumsuz görevler: $p = 0,001$). Bu sonuçlar araştırmamızın sporcuların sedanterlere göre daha hızlı olma stroop görevi reaksiyon zamanı sonuçlarına göre örtüşmektedir. Buna karşılık literatürde ki bu çalışmada, iki grubun hata oranı, uyumsuz görevleri gerçekleştirirken önemli ölçüde farklıydı, ancak uyumlu görevleri gerçekleştirirken değil (uyumsuz görevler: $F = 9.498$, $p = 0.001$; uyumlu görevler: $p = 0.254$). Çalışmamızın hata oranı sonuçları ile örtüşmektedir.

Son yıllarda hasta bireyler kadar sağlıklı bireylerde de non-invaziv beyin görüntüleme yöntemlerinin kullanımı oldukça fazladır. Bunlardan biri de beyin biyofiziği, psikofizyoloji ve klinik sahalarda var olan spor bilimi alanına da yeni kazandırılmaya çalışılan bir görüntüleme ve işlev ölçüm yöntemi olan beyine girişimsellik olmadan uygulanan bir yöntem olan İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme Yöntemi (fNIRS), ön beyin bölgesindeki hemoglobin konsantrasyonlarını (HbO_2 , Hb) ölçmektedir. (Boushel vd.,2001, Hedden ve Yoon, 2006)

Son yıllarda yapılan çalışmalarda daha çok, bilişsel işlevler (özellikle çalışma belleği) için kritik bir bölge olan Dorsolateral Prefrontal Korteks (dLPFK) üzerine uygulanmaktadır (Jamadar vd., 2015; Vasta,2018; Yang, 2020). Bunun yanında Stroop Testi ile davranışsal verilerden hata oranında ve reaksiyon zamanının da etkisinin olup olmadığını inceleyen çalışmalar literatürde bulunmaktadır (Barch, 1998; Zysset vd., 2001; Audenaert vd., 2000). Literatürde yer alan bu araştırmalar ile benzerlik gösteren çalışmamızda Stroop testi ile beraber dLPFK 'e uygulanan fNIRS uygulamasının dinlenik durumda dikkati yönlendirme, kavramsal esneklik ve zihnin işlem hızı becerilerini ve beyin hemeodinamikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlandı.

Yaşlı ve genç katılımcıların oluşturduğu fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) kullanarak Stroop testi sırasında genç ve yaşlı kişilerde prefrontal ve temporal lobun aktivasyonunu ve fonksiyonel bağlantısını incelenen farklı bir çalışmada yer alan sonuçlara göre; yaşlılarda kortikal aktivasyon gençlere göre daha yüksek olmasına rağmen, gençler yaşlılara göre beyin bölgelerinin çoğunda daha güçlü bağlantı göstermiştir. Stroop testinde dLPFK'nin her iki tarafı ve sağ Broca bölgesi en belirgin kortikal aktivasyon olarak ortaya çıkmıştır (Huang vd.,2022). Çalışmamız ile dLPFK aktivasyonu açısından benzerlik göstermiştir. Yine bu çalışmada Stroop testi sırasında dLPFK yaşlılar anlamlı aktivasyon göstermesi açısından çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

Çeşitli sporlar branşlarında düzenli olarak spor ve egzersiz yapmanın, beynin egzersize yönelik akut fonksiyonel tepkilerini değiştirebilir. Bir antrenman programının beyin fonksiyonu üzerindeki etkisi ile ilgili olarak, egzersiz sırasında EEG yöntemini kullanan az sayıda kesitsel ve boylamsal (Ludyga vd., 2016a, b, 2017) çalışmalardan elde edilen kanıtlar beyindeki olası değişiklikleri göstermiştir. Çalışmamızda katılımcı her iki grup arasında beyin ısı haritalarında olası değişiklikler göstermiş ve bu çalışma ile paralellik göstermiştir.

İnsan hareketinin kontrolü, duyu-motor kontrolüne, duyuusal uyaranlarda duyuular arasında dinamik etkileşime, merkezi sinir sistemindeki bilgilerin işlenmesine ve motor davranışa dayanır. Bu çerçevede, EEG muhtemelen beyin ve davranış arasındaki bağlantıları araştırmak için en uygun yöntemdir. EEG ritimleri arasında, alfa ritimleri, global uyarılma, dikkat süreçleri, motor programlarının engellenmesi ve motor beceri kazanımı dahil olmak üzere spor hareketlerine eşlik eden göreve özgü süreçlerde yer almaktadır. Elit sporcular ve sedanter bireyler arasındaki dinlenme EEG ritimlerinin farklılıkları, beyin fonksiyonunun düzenli egzersize duyarlı olduğunu gösterir (Del Percio vd., 2009). Çalışmamızda sporcu grup lehine hem davranışsal verilerde hem de beyin hemodinamiklerinde egzersizin önemi sağlıklı yetişkinlerde ortaya konulmuştur.

Elit golfçülerde, duyu-motor kortikal alanlardaki (serebral korteks, gri bölge) yüksek frekanslı alfa dalgaları, başarılı performans sırasında başarısız performansa kıyasla azaldı (Babiloni vd., 2008), çalışmamızla dinlenik durumda katılımcı grubumuz stroop görevleri sırasında kortikal aktivite sporcu grupta artmış, sedanter grupta azalmıştır buna göre iki gruba göre çalışmamızla zıtlık göstermektedir. Ancak elit tabanca atıcılarındaki düşük atış skorlarına kıyasla yüksek atış skorları sırasında ise arttı (Del Percio vd., 2009). Aynı şekilde elit ritmik jimnastikçilerde, bir duyu-motor performans görevinde, özellikle alfa-bandında dinlenme durumu EEG dalgalarının genliği yani düşey uzaklığı ile ilişkilidir (Babiloni vd., 2010). Burada elit sporcularda yıllarca süren antrenmanlardan sonra daha büyük bir “sinirsel verimlilik” olduğunu belirtmek için bir fırsat var.

“Sinirsel verimlilik” hipotezi, üst düzey sporcularda sinirsel aktivitenin azaldığını ortaya koymaktadır (Neubauer & Fink, 2009). Yakın tarihli bir çalışma (Guo vd., 2017) ayrıca sporcuların hem sporla ilgili hem de sporla ilgili olmayan görsel-mekansal görevler sırasında daha az beyin aktivasyonuna sahip olduğunu göstermiştir. Dinlenme durumundaki sinirsel verimlilik, göreve ilişkin performansı bile tahmin edebilir (Senkowski vd., 2006). Çalışmamızda özellikle dinlenik durum ile paralellik gösteren bu çalışma daha az beyin aktivasyonu göstermesi durumundan dolayı çalışmamızla zıtlık ortaya koymuştur.

Net bir odaklanma ve dikkat gerektiren hedef sporlar (atıcılık, okçuluk, golf, dart), jestlerle ilişkili olarak nöral aktivitenin ölçülmesini mümkün kılar. Yüksek hassasiyetli seviyeler gerektiren bir atışa hazırlanırken yetenekli deneklerde acemi deneklere kıyasla daha az kortikal aktivite gözlemlenmiştir (Del Percio vd., 2009; Haufler vd., 2000; Park vd., 2015). Literatür de yer alan bu çalışma yüksek konsantrasyon gerektirmesi ve diğer faktörler göz önüne alındığında araştırma esnasında kortikal aktivite düzeyi sporcularda düşüktür ve çalışmamızla kortikal aktivite düzeyi açısından zıtlık göstermektedir.

Alinyazında dayanıklılık antrenmanı ile ilgili de beyin işlevindeki değişiklikleri ortaya çıkarır. Bisikletçiler ile yapılan bir çalışmada, ritme özgü antrenmandan sonra daha az kortikal aktivasyon (azaltılmış EEG spektral gücü) rapor edildi (Ludyga et al., 2016a). Çalışmamızda dinlenik duruma göre antrenman sonrası yapılan bu araştırma ile zıtlık göstermektedir. Bu müdahale çalışmasında, 4 hafta boyunca sadece hızlı pedal çevirme ritm antrenmanı, bisikletçilerin beyin kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamıştır. Kesitsel bir çalışmada (Ludyga vd., 2016b), daha yüksek kondisyon düzeyine (maksimum oksijen alımı) sahip bisikletçiler, 30 dakika boyunca submaksimal sabit yük egzersiz görevini daha az kortikal aktiviteyle yerine getirebilirler. Aerobik performans değişikliklerinin, EEG spektral gücündeki değişikliklerle değerlendirilen beyin kortikal aktivitesinin azalması ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Ludyga vd., 2016b). Birlikte ele alındığında, hedef ve dayanıklılık sporları hakkındaki geçmiş bulgular, deneyimli denekler için motor kontrol ve dikkatte işleme ile ilişkili bir nöral verimlilik hipotezi fikrini desteklemektedir. Ancak, bu ilk gözlemlerin altında yatan mekanizmalar belirsizliğini korumaktadır.

Literatür incelendiğinde Stroop performansının beyinde yaygın bir alanda aktivasyon yarattığını ortaya koymuştur. Bunlardan biri frontal bölgedir (Bijl vd., 2005, Bokura vd., 2005, Gruber & Yurgelun-Todd, 2005, Markela-Lerenc vd., 2004, Barcelo vd., 2002, Liotti vd., 2000). Stroop performansı sırasında, sağ lateral prefrontal (Vendrellve vd., 1995) ve sol dorsolateral korteks (Dao-Castellana vd., 1998) aktivasyonunun hata puanlarıyla, sol medio-frontal korteksin ise bozucu etkiyi ölçmede kullanılan süre puanlarıyla ilişkili olduğu bulunmuştur (Dao-Castellana vd., 1998). Bu sonuçlar çalışmamızda incelen beyin aktivitelerinin katılımcı gruplara göre pozitif yönde değişkenlik gösterdiği sporcu grubun sedanter gruba göre davranışsal verilerde hata puanlarıyla ilişkili olması çalışmamız ile paralelik gösterir ayrıca reaksiyon zamanında da anlamlı düzeyde pozitif yönde sporcular lehinde anlamlı düzeyde değiştiği görülmektedir.

Bir literatür çalışmasında beyin aktivite desenleri ile egzersiz yoğunluğu arasındaki ilişkinin incelenmesine ayrılmıştır. Bu araştırma, akut tüm vücut egzersizi (genelde bisiklet) ile

beyin kortikal aktivitesi arasındaki yüklenme-yanıt ilişkisi hakkında bilgi vererek; fNIRS yanıtları (Jung vd., 2015; Rupp & Perrey, 2008) ve EEG ritimleri (Brümmer vd., 2011a; Hottenrott vd., 2013) incelenerek elde edilmiştir. Çalışmamız ile yöntemsel olarak benzerlik göstermektedir.

Kademeli artımlı egzersiz testi, solunum kompanzasyon noktası (SKN) sırasında geleneksel fizyolojik belirteçlere göre fNIRS tarafından getirilen kortikal oksijenasyonun sınırlandırılması, insanlarda hafif ila yorucu egzersiz yoğunluklarını kapsayarak geniş bir şekilde çalışılmıştır (Rooks vd., 2010). Sistematik derlemelerinde Rooks vd., (2010), egzersiz yoğunluğu ile PFC bölgesinde serebral HbO ve HbR desenleri arasında ikinci dereceden bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

Farklı bir çalışmada Beyin bölgesine özgü aktivasyonlar da benzer egzersiz testi sırasında fNIRS yöntemiyle ortaya çıkarıldı: artımlı testin son aşamalarında (RCP'nin - solunum kompanzasyon noktası - üstünde) motor korteks anlamlı ölçüde değişmedi (Jung vd., 2015).

Alanyazın incelendiğinde beynin dayanıklılık performansını tam olarak nasıl kontrol ettiği hakkında birçok tartışma var. Noakes'un tartışmalı merkezi yorgunluk kontrol modeli, yorgunluğun, kas sınırlarına ulaşılmadan önce homeostazi koruyan beyin mekanizmaları tarafından öngörülen bir deneyim / duygu olduğu fikrini önerdi (Noakes, 2012).

Egzersize yanıt olarak kortikal aktivasyon desenleri de egzersizin tipine (Brummer vd., 2011b), ritmine (Hottenrott vd., 2013) ve kas kasılma tiplerine bağlıdır (Perrey, 2018).Egzersiz tipi ve yoğunluk tercihinin, egzersizi takiben elektrokortikal aktivasyondaki değişiklikleri yansıttığı gösterilmiştir (Brummer vd., 2011b).Yüksek yoğunluklu (% 80 maksimum güçte), egzersizde (koşu) azalmış frontal beta aktivitesine neden oldu, ancak diğer egzersiz tiplerinde (bisiklet, üst ekstremité ergometrisi) aktivasyon etkili olmadı.

Tüm bu sonuçlar, PFK(Prefrontal korteks) beyin tepkilerindeki değişikliklerin, egzersiz sırasında (Ekkekakis, 2003; Tempest vd.,2014) bir doz-tepki ilişkisine ve bireysel egzersiz tercihleriyle (Schneider vd.,2009) birlikte fonksiyonel (bilişsel ve duygusal) süreçleri yansıttığını iyi yönde desteklemektedir.

Öneriler

- ✓ fNIRS enstrümantasyonunun spor ortamlarındaki olası uygulamaları hala göz ardı edilmektedir ve antrenman ve müsabaka bağlamlarında kullanımlarıyla ilgili birçok sorun vardır.
- ✓ Bu çalışmanın spor bilimleri alanında yapılacak nöropsikolojik araştırmalara ve özellikle aktif yaşlanma süreçlerine katkı sağlayacaktır.
- ✓ Nöropsikoloji ve spor bilimleri alanında disiplinler arası çalışmaların artırılması.
- ✓ Toplumsal katkı açısından araştırma katılımcıları arasında yer alan Sağlıklı Genç Yaşlı gruplarına yönelik bu tür araştırmaların sayısının artırılması, toplumsal düzeyde fiziksel aktivite düzeylerinin artırılması boş zamanların daha verimli kullanılarak yetişkinlerin bilişsel düzeyleri artırılmalıdır,
- ✓ Ayrıca yetenek belirleme, çocukluk düzeyin de sportif yeteneklerin bilişsel yol ile ortaya çıkarılması ve geliştirilemesi açısından fNIRS ile taramalar testler yapılması önerilir.
- ✓ Golf veya atıcılık gibi hedef sporlarının nispeten statik ve bilişsel doğası, mobil fNIRS araştırmaları için önerilebilir, ancak fNIRS'ı koşu veya kayak gibi kısıtlanmamış sporlara uygulamak çok daha zorlayıcı olabilir.
- ✓ Hedef sporlarında EEG'den göz hareketlerine veri ekleme işleminin antrenörlere ve takımdaki profesyonellere performansı anlamak ve geliştirmek için beyin ve göz hareketi aktivitesini haritalama yöntemi sağlayacağı önerilmektedir.
- ✓ Yaşla birlikte, yaşlı yetişkinlerin özellikle sedanter yaşam süren yaşlı bireylerin sonuçlarımıza göre stroop aktivitelerini tamamlama oranı ve doğruluğu azalmaktadır. Sedanter yaşlılar da temel bilişsel görevleri yerine getirmek için frontotemporal lobları düzgün bir şekilde kullanamazlar.
- ✓ fNIRS sistemi tarafından tespit edilen değerlerden elde edilen hemodinamik sonuçları, DLPPK için aktivasyonda beklenen iki taraflı artışı gösterir.
- ✓ Kendi hızımızda koşu bandında yürümenin kullanılması ile beraber modifiye edilmiş bir Stroop görevinin yaşlı erişkinlerde nöral aktivasyonda meydana gelen ve düşme riskini etkileyen değişiklikleri anlamak için ilerleyen yıllarda geliştirilip kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Abeln, V., MacDonald-Nethercott, E., Piacentini, M. F., Meeusen, R., Kleinert, J., Strueder, H. K., & Schneider, S. (2015). Exercise in isolation-A countermeasure for electrocortical, mental, and cognitive impairments. *PloS one*, *10*(5), e0126356.
- Alzheimer's Disease International. (2019). *World Alzheimer report 2019: attitudes to dementia*. Alzheimer's Disease International: London.
- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott williams & wilkins.
- Anwar, A. R., Muthalib, M., Perrey, S., Galka, A., Granert, O., Wolff, S., ... & Muthuraman, M. (2016). Effective connectivity of cortical sensorimotor networks during finger movement tasks: a simultaneous fNIRS, fMRI, EEG study. *Brain Topography*, *29*(5), 645-660.
- Ardahan, M. (2010). Yaşlılık ve Huzurevi. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, *20*(20), 25-32. Retrieved from
- ASPB. (2021) *2021 Yılı Faaliyet Raporu*,
- Babiloni, C., Del Percio, C., Iacoboni, M., Infarinato, F., Lizio, R., Marzano, N., ... & Eusebi, F. (2008). Golf putt outcomes are predicted by sensorimotor cerebral EEG rhythms. *The Journal of physiology*, *586*(1), 131-139.
- Babiloni, C., Marzano, N., Infarinato, F., Iacoboni, M., Rizza, G., Aschieri, P., ... & 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
- Baeken, C., De Raedt, R., Leyman, L. E. M. K. E., Schiettecatte, J., Kaufman, L., Poppe, K., ... & Bossuyt, A. (2009). The impact of one HF-rTMS session on mood and salivary cortisol in treatment resistant unipolar melancholic depressed patients. *Journal of affective disorders*, *113*(1-2), 100-108.
- Kalkınma Bakanlığı. (2014). 10. Kalkınma Planı Yaşlanma Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- Balbo, N., Billari, F. C., & Melegaro, A. (2020). The strength of family ties and COVID-19.
- Bandettini, P. A., Wong, E. C., Hinks, R. S., Tikofsky, R. S., & Hyde, J. S. (1992). Time course EPI of human brain function during task activation. *Magnetic resonance in medicine*, *25*(2), 390-397.
- Bangsbo, J., Blackwell, J., Boraxbekk, C. J., Caserotti, P., Dela, F., Evans, A. B., ... & Viña, J. (2019). Copenhagen consensus statement 2019: physical activity and ageing. *British Journal of Sports Medicine*, *53*(14), 856-858.
- Becker, J. T., Kingsley, L., Mullen, J., Cohen, B., Martin, E., Miller, E. N., Ragin, A., Sacktor, N., Selnes, O. A., Visscher, B. R., & Multicenter AIDS Cohort Study (2009). Vascular risk factors, HIV serostatus, and cognitive dysfunction in gay and bisexual men. *Neurology*, *73*(16), 1292-1299.
- Benton, D., Parker, P. Y., & Donohoe, R. T. (1996). The supply of glucose to the brain and cognitive functioning. *Journal of biosocial science*, *28*(4), 463-479.

- Blum, L., Rosenbaum, D., Röben, B., Dehnen, K., Maetzler, W., Suenkel, U., ... & Metzger, F. G. (2021). Age-related deterioration of performance and increase of cortex activity comparing time-versus item-controlled fNIRS measurement. *Scientific Reports*, 11(1), 1-13
- Bosma, H., van Boxtel, M. P., Ponds, R. W., Jelicic, M., Houx, P., Metsemakers, J., & Jolles, J. (2002). Engaged lifestyle and cognitive function in middle and old-aged, non-demented persons: a reciprocal association?. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 35(6), 575-581.
- Boushel, R., Langberg, H., Olesen, J., Gonzales-Alonzo, J., Bulow, J., Kjaer, M. Monitoring tissue oxygen availability with near infrared spectroscopy (NIRS) in health and disease. *Journal Medicine & Science in Sports*, 2001; 11 (4): 213-222.
- Breukelaar, I. A., Antees, C., Grieve, S. M., Foster, S. L., Gomes, L., Williams, L. M., & Korgaonkar, M. S. (2017). Cognitive control network anatomy correlates with neurocognitive behavior: A longitudinal study. *Human brain mapping*, 38(2), 631-643.
- Brümmer, V., Schneider, S., Abel, T., Vogt, T., & Strueder, H. K. (2011). Brain cortical activity is influenced by exercise mode and intensity. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(10), 1863-1872.
- Brümmer, V., Schneider, S., Strüder, H. K., & Askew, C. D. (2011). Primary motor cortex activity is elevated with incremental exercise intensity. *Neuroscience*, 181, 150-162.
- Bulea, T. C., Kilicarslan, A., Ozdemir, R., Paloski, W. H., & Contreras-Vidal, J. L. (2013). Simultaneous scalp electroencephalography (EEG), electromyography (EMG), and whole-body segmental inertial recording for multi-modal neural decoding. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (77), e50602.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine*, 54(24), 1451-1462.
- Burke, D. M., & Light, L. L. (1981). Memory and aging: the role of retrieval processes. *Psychological bulletin*, 90(3), 513.
- Cabeza, R., Anderson, N. D., Locantore, J. K., & McIntosh, A. R. (2002). Aging gracefully: compensatory brain activity in high-performing older adults. *Neuroimage*, 17(3), 1394-1402.
- Canan, F., Ataoğlu, A., 2010. Anksiyete, Depresyon Ve Problem Çözme Becerisi Algısı Üzerine Düzenli Sporun Etkisi. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 11:38-43.
- Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., ... & Zhang, L. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The lancet*, 395(10223), 507-513.
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & science in sports & exercise*, 41(7), 1510-1530
- Coltheart, M. (2013). How can functional neuroimaging inform cognitive theories?. *Perspectives on Psychological Science*, 8(1), 98-103.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature reviews neuroscience*, 3(3), 201-215.
- Cummings, J. L. (1993). Frontal-subcortical circuits and human behavior. *Archives of neurology*, 50(8), 873-880.

- Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in cognitive sciences*, 7(9), 415-423.
- Damasio, A. R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1346), 1413-1420.
- Daskalopoulou, C., Stubbs, B., Kralj, C., Koukounari, A., Prince, M., & Prina, A. M. (2017). Physical activity and healthy ageing: A systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies. *Ageing research reviews*, 38, 6-17.
- de Oliveira, L. D. S. S. C. B., Souza, E. C., Rodrigues, R. A. S., Fett, C. A., & Piva, A. B. (2019). The effects of physical activity on anxiety, depression, and quality of life in elderly people living in the community. *Trends in psychiatry and psychotherapy*, 41, 36-42.
- Del Percio, C., Babiloni, C., Marzano, N., Iacoboni, M., Infarinato, F., Vecchio, F., ... & Eusebi, F. (2009). "Neural efficiency" of athletes' brain for upright standing: a high-resolution EEG study. *Brain research bulletin*, 79(3-4), 193-200.
- Demirel, B. (2017). *Yaşlılık Aylığı Alan Bireylerin Bazı Kişilik Özellikleri Bakımından İncelenmesi* (Doctoral dissertation, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Desa, U. N. (2019). United Nations Department of Economic and Social Affairs. *Population Division. World Population Prospects*.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. *Principles of frontal lobe function*, 466, 503.
- Diep, L., Kwagyan, J., Kurantsin-Mills, J., Weir, R., & Jayam-Trouth, A. (2010). Association of physical activity level and stroke outcomes in men and women: a meta-analysis. *Journal of women's health*, 19(10), 1815-1822.
- Dikmen, E. E. (2021). *Sedanter yaşlı bireylerde eve dayalı egzersiz eğitiminin fiziksel uygunluk ve fonksiyonellik üzerine etkileri* (Tez No.658420) (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Dowd, J. B., Andriano, L., Brazel, D. M., Rotondi, V., Block, P., Ding, X., ... & Mills, M. C. (2020). Demographic science aids in understanding the spread and fatality rates of COVID-19. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(18), 9696-9698.
- Dünya Sağlık Örgütü (2018a). *Yaşlanma Raporu*, 2018 <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ageing-and-health> Erişim Tarihi:22.07.2021
- Dünya Sağlık Örgütü (2018b). *Yaşlanma Raporu*, 2018 <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ageing-and-health> Erişim Tarihi:22.11.2021
- Ehinger, B. V., Fischer, P., Gert, A. L., Kaufhold, L., Weber, F., Pipa, G., & König, P. (2014). Kinesthetic and vestibular information modulate alpha activity during spatial navigation: a mobile EEG study. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 71.
- Ehlis, A. C., Herrmann, M. J., Wager, A., & Fallgatter, A. J. (2005). Multi-channel near-infrared spectroscopy detects specific inferior-frontal activation during incongruent Stroop trials. *Biological psychology*, 69(3), 315-331.
- Ekkekakis, P. (2003). Pleasure and displeasure from the body: Perspectives from exercise. *Cognition and Emotion*, 17(2), 213-239.

- Elwell, C. E., & Cooper, C. E. (2011). Making light work: illuminating the future of biomedical optics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1955), 4358-4379.
- Emiroğlu, V. (1995). *Yaşlılık ve yaşlının sosyal uyumu*.
- Erden, Y. (2014). *Sıçanlarda intraserebroventriküler irisin uygulamasının beyindeki eşleşme bozucu (Uncoupling) protein ailesi üzerine etkileri/The effect of intracerebroventricular irisin application to the rats on the uncoupling protein family in brain*. (Tez No. 111110201) [Doktora tezi, Fırat Üniversitesi-Elazığ]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Ergün, Ö. G., Uğuz, Ş., Bozdemir, N., Saatçi, E., & Akpınar, E. (2001). Yaşlılık, depresyon ve serum kolesterol düzeyi arasındaki ilişki. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 10, 419-425.
- Eskici, G., & Ersoy, G. (2014a). An evaluation of wheelchair basketball players' nutritional status and nutritional knowledge levels. *The Journal of Sports Medicine and physical fitness*, 56(3), 259-268.
- Eskici, G., & Ersoy, G. (2014b). *Yaşlanma Sürecinde Egzersiz ve Sağlıklı Beslenmenin Kazandırdıkları*. Türkiye İşçi Emeklileri Derneği: Ankara.
- Figley, C. R., & Stroman, P. W. (2011). The role (s) of astrocytes and astrocyte activity in neurometabolism, neurovascular coupling, and the production of functional neuroimaging signals. *European Journal of Neuroscience*, 33(4), 577-588.
- Fjell, A. M., & Walhovd, K. B. (2010). Structural brain changes in aging: courses, causes and cognitive consequences. *Rev Neurosci*, 21(3), 187-221.
- Gallaway, P. J., Miyake, H., Buchowski, M. S., Shimada, M., Yoshitake, Y., Kim, A. S., & Hongu, N. (2017). Physical activity: a viable way to reduce the risks of mild cognitive impairment, Alzheimer's disease, and vascular dementia in older adults. *Brain sciences*, 7(2), 22.
- Gallucci, M., Antuono, P., Ongaro, F., Forloni, P. L., Albani, D., Amici, G. P., & Regini, C. (2009). Physical activity, socialization and reading in the elderly over the age of seventy: What is the relation with cognitive decline? Evidence from "The Treviso Longeva (TRELONG) study". *Archives of gerontology and geriatrics*, 48(3), 284-286.
- Gervain, J., Mehler, J., Werker, J. F., Nelson, C. A., Csibra, G., Lloyd-Fox, S., ... & Aslin, R. N. (2011). Near-infrared spectroscopy: a report from the McDonnell infant methodology consortium. *Developmental cognitive neuroscience*, 1(1), 22-46.
- Gorno-Tempini, M. L., Price, C. J., Josephs, O., Vandenberghe, R., Cappa, S. F., Kapur, N., ... & Tempini, M. L. (1998). The neural systems sustaining face and proper-name processing. *Brain: a journal of neurology*, 121(11), 2103-2118.
- Grimm, S., Beck, J., Schuepbach, D., Hell, D., Boesiger, P., Bermühl, F., ... & Northoff, G. (2008). Imbalance between left and right dorsolateral prefrontal cortex in major depression is linked to negative emotional judgment: an fMRI study in severe major depressive disorder. *Biological psychiatry*, 63(4), 369-376.
- Guo, C., Pleiss, G., Sun, Y., & Weinberger, K. Q. (2017, July). *On calibration of modern neural networks*. In *International conference on machine learning* (pp. 1321-1330). PMLR.
- Güngen, C., Ertan, T., Eker, E., Yaşar, R., & Engin, F. (2002). Standardize mini mental test'in Türk toplumunda hafif demans tan›s›nda geçerlik ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 13(4), 273-281.
- Hagen, K., Ehli, A. C., Haeussinger, F. B., Heinzl, S., Dresler, T., Mueller, L. D., ... & Metzger, F. G. (2014). Activation during the Trail Making Test measured with

- functional near-infrared spectroscopy in healthy elderly subjects. *Neuroimage*, 85, 583-591.
- Haufler, A. J., Spalding, T. W., Santa Maria, D. L., & 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.
- Hedden, T. & Yoon, C. (2006). Individual differences in executive processing predict susceptibility to interference in verbal working memory. *Neuropsychology* 20(5), 511–528 (2006).
- Hessert, M. J., Gugliucci, M. R., & Pierce, H. R. (2005). Functional fitness: maintaining or improving function for elders with chronic diseases. *FAMILY MEDICINE-KANSAS CITY-*, 37(7), 472.
- Hintzman, D. L., Carre, F. A., Eskridge, V. L., Owens, A. M., Shaff, S. S., & Sparks, M. E. (1972). " Stroop" effect: input or output phenomenon?. *Journal of experimental psychology*, 95(2), 458.
- Hollmann, W., Strüder, H. K., Tagarakis, C. V., & King, G. (2007). Physical activity and the elderly. *European Journal of Preventive Cardiology*, 14(6), 730-739.
- Hoshi, Y., & Michael, F. G. (2005). Functional near-infrared spectroscopy: potential and limitations in neuroimaging studies. *Int. Rev. Neurobiol*, 66(5), 237-266.
- Hottenrott, K., Taubert, M., & Gronwald, T. (2013). Cortical brain activity is influenced by cadence in cyclists. *The Open Sports Sciences Journal*, 6, 9-14.
- Huang W, Li X, Xie H, Qiao T, Zheng Y, Su L, Tang ZM, Dou Z. Different Cortex Activation and Functional Connectivity in Executive Function Between Young and Elder People During Stroop Test: An fNIRS Study. *Front Aging Neurosci*. 2022 Aug 3;14:864662.
- Jacobson, S. C., Blanchard, M., Connolly, C. C., Cannon, M., & Garavan, H. (2011). An fMRI investigation of a novel analogue to the Trail-Making Test. *Brain and cognition*, 77(1), 60-70.
- Janssen, I., & Ross, R. (2005). Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease. *Journal of Nutrition Health and Aging*, 9(6), 408.
- Jones-Gotman, M., & Milner, B. (1977). Design fluency: The invention of nonsense drawings after focal cortical lesions. *Neuropsychologia*, 15(4-5), 653-674.
- Jones, D. T., & Graff-Radford, J. (2021). Executive dysfunction and the prefrontal cortex. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*, 27(6), 1586-1601.
- Jung, R., Moser, M., Baucsek, S., Dern, S., & Schneider, S. (2015). Activation patterns of different brain areas during incremental exercise measured by near-infrared spectroscopy. *Experimental brain research*, 233(4), 1175-1180.
- Karan, M. A. (2012). Yaşlı Bakım ve Rehabilitasyonunda Disiplinlerarası Yaklaşım, N. Kırdı, F. Can, vd. (yaz.haz.). I. Uluslararası Katılımlı Yaşlı Bakım Modelleri ve Rehabilitasyon Turizmi Kongresi içinde (s.71-76). İzmir: Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü
- Karakaş, S., Bekçi, B., Doğutepe, E., & Erzengin, Ö. U. (2005). Stroop Testi Performansının Elektrofizyolojisi: Olay-İlişkili Potansiyeller ve İlişkili Beyin Haritaları. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 8(4), 155-171.

- Karakuş, F. (2013). *Altmışbeş yaş ve üstü bireylerin fiziksel, sosyal, mental aktiviteleri ile kognitif fonksiyonları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi* (Doctoral dissertation, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi).
- Karasar, N. (2012). Bilimsel araştırma yöntemi [Scientific research method]. *Ankara: Nobel Yayınları*.
- Karlsson, M. K., Magnusson, H., von Schewelow, T., & Rosengren, B. E. (2013). Prevention of falls in the elderly—a review. *Osteoporosis international*, 24(3), 747-762.
- Koivunen, E. R. Dewsbury 2012, TSA 2013 and Alzheimer’s Society 2015) *Telecare*.
- Kwong, K. K., Belliveau, J. W., Chesler, D. A., Goldberg, I. E., Weisskoff, R. M., Poncelet, B. P., ... & Turner, R. (1992). Dynamic magnetic resonance imaging of human brain activity during primary sensory stimulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(12), 5675-5679.
- Laguë-Beauvais, M., Brunet, J., Gagnon, L., Lesage, F., & Bherer, L. (2013). A fNIRS investigation of switching and inhibition during the modified Stroop task in younger and older adults. *Neuroimage*, 64, 485-495.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment* (3rd ed.).
- Lin, F. R., & Albert, M. (2014). Hearing loss and dementia—who is listening?. *Aging & mental health*, 18(6), 671-673.
- Liu-Ambrose, T., Davis, J. C., Best, J. R., Dian, L., Madden, K., Cook, W., ... & Khan, K. M. (2019). Effect of a home-based exercise program on subsequent falls among community-dwelling high-risk older adults after a fall: a randomized clinical trial. *Jama*, 321(21), 2092-2100.
- Llamas-Velasco, S., Villarejo-Galende, A., Contador, I., Pablos, D. L., Hernández-Gallego, J., & Bermejo-Pareja, F. (2016). Physical activity and long-term mortality risk in older adults: A prospective population based study (NEDICES). *Preventive medicine reports*, 4, 546-550.
- Lloyd-Fox, S., Blasi, A., & Elwell, C. E. (2010). Illuminating the developing brain: the past, present and future of functional near infrared spectroscopy. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(3), 269-284.
- Lok, N., Lok, S., & Canbaz, M. (2017). The effect of physical activity on depressive symptoms and quality of life among elderly nursing home residents: Randomized controlled trial. *Archives of gerontology and geriatrics*, 70, 92-98
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (2001). *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience (Developmental Cognitive Neuroscience)*. MIT Press
- Ludyga, S., Brand, S., Gerber, M., Weber, P., Brotzmann, M., Habibifar, F., & Pühse, U. (2017). An event-related potential investigation of the acute effects of aerobic and coordinative exercise on inhibitory control in children with ADHD. *Developmental cognitive neuroscience*, 28, 21-28.
- Ludyga, S., Gronwald, T., & Hottenrott, K. (2016a). Effects of high vs. low cadence training on cyclists’ brain cortical activity during exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(4), 342-347.
- Ludyga, S., Gronwald, T., & Hottenrott, K. (2016b). The athlete’s brain: Cross-sectional evidence for neural efficiency during cycling exercise. *Neural Plasticity*, 2016.
- Manini, T. M., Everhart, J. E., Patel, K. V., Schoeller, D. A., Cummings, S., Mackey, D. C., ... & Health, Aging and Body Composition Study. (2009). Activity energy expenditure and

- mobility limitation in older adults: differential associations by sex. *American journal of epidemiology*, 169(12), 1507-1516.
- McPhee, J. S., French, D. P., Jackson, D., Nazroo, J., Pendleton, N., & Degens, H. (2016). Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*, 17(3), 567-580.
- Minagawa-Kawai, Y., Mori, K., Hebden, J. C., & Dupoux, E. (2008). Optical imaging of infants' neurocognitive development: recent advances and perspectives. *Developmental neurobiology*, 68(6), 712-728.
- Morrison, J. H., & Baxter, M. G. (2012). The ageing cortical synapse: hallmarks and implications for cognitive decline. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(4), 240-250.
- Moss, S. (2013). Dorsolateral prefrontal cortex. *Psychlopedia*. Archived from the original on, 11.
- Murman, D. L. (2015, August). The impact of age on cognition. In *Seminars in hearing* (Vol. 36, No. 03, pp. 111-121). Thieme Medical Publishers.
- Muthalib, M., Kan, B., Nosaka, K., & Perrey, S. (2013). Effects of transcranial direct current stimulation of the motor cortex on prefrontal cortex activation during a neuromuscular fatigue task: an fNIRS study. In *Oxygen Transport to Tissue XXXV* (pp. 73-79). Springer, New York, NY.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., ... & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the *American College of Sports Medicine and the American Heart Association*. *Circulation*, 116(9), 1094.
- Neubauer, A. C., & Fink, A. (2009). Intelligence and neural efficiency. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(7), 1004-1023.
- Noah, J. A., Ono, Y., Nomoto, Y., Shimada, S., Tachibana, A., Zhang, X., ... & Hirsch, J. (2015). fMRI validation of fNIRS measurements during a naturalistic task. *Journal of visualized experiments: JoVE*, (100).
- Noakes, T. D. O. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in physiology*, 3, 82.
- Ogawa, S., Lee, T. M., Kay, A. R., & Tank, D. W. (1990). Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. *proceedings of the National Academy of Sciences*, 87(24), 9868-9872.
- Ogawa, S., Tank, D. W., Menon, R., Ellermann, J. M., Kim, S. G., Merkle, H., & Ugurbil, K. (1992). Intrinsic signal changes accompanying sensory stimulation: functional brain mapping with magnetic resonance imaging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(13), 5951-5955.
- Orihuela-Espina, F., Leff, D. R., James, D. R., Darzi, A. W., & Yang, G. Z. (2010). Quality control and assurance in functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) experimentation. *Physics in Medicine & Biology*, 55(13), 3701.
- Özkan, M. S., & Akça, F. (2022). The mediating role of gratitude in the relationship between self-efficacy and psychological resilience in elderly individuals: The case of Malatya. *Connectist: Istanbul University Journal of Communication Sciences*.
- Özkayar, N., & Arıoğlu, S. (2007). Yaşlanma ile meydana gelen fizyolojik değişiklikler. *İç Hastalıkları Dergisi*, 14(1), 18-26.

- Park, B., Knörzer, L., Plass, J. L., & Brünken, R. (2015). Emotional design and positive emotions in multimedia learning: An eyetracking study on the use of anthropomorphisms. *Computers & Education*, 86, 30-42.
- Perrey, S. (2008). Non-invasive NIR spectroscopy of human brain function during exercise. *Methods*, 45(4), 289-299.
- Perrey, S., & Ferrari, M. (2018). Muscle oximetry in sports science: a systematic review. *Sports Medicine*, 48(3), 597-616.
- Piper, S. K., Krueger, A., Koch, S. P., Mehnert, J., Habermehl, C., Steinbrink, J., ... & Schmitz, C. H. (2014). A wearable multi-channel fNIRS system for brain imaging in freely moving subjects. *Neuroimage*, 85, 64-71.
- Quaresima, V., Bisconti, S., & Ferrari, M. (2012). A brief review on the use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for language imaging studies in human newborns and adults. *Brain and language*, 121(2), 79-89.
- Quaresima, V., & Ferrari, M. (2019, August). A mini-review on functional near-infrared spectroscopy (fNIRS): where do we stand, and where should we go?. In *Photonics* (Vol. 6, No. 3, p. 87). MDPI.
- Raichle, M. E. (2000). A brief history of human functional brain mapping. In *Brain mapping: The systems* (pp. 33-75). *Academic Press*.
- Raichle, M. E., & Mintun, M. A. (2006). Brainwork and brain imaging. *Annu. Rev. Neurosci.*, 29, 449-476.
- Robertson, C. V., & Marino, F. E. (2015). Prefrontal and motor cortex EEG responses and their relationship to ventilatory thresholds during exhaustive incremental exercise. *European journal of applied physiology*, 115(9), 1939-1948.
- Rooks, C. R., Thom, N. J., McCully, K. K., & Dishman, R. K. (2010). Effects of incremental exercise on cerebral oxygenation measured by near-infrared spectroscopy: a systematic review. *Progress in neurobiology*, 92(2), 134-150.
- Ruff, R. M., Allen, C. C., Farrow, C. E., Niemann, H., & Wylie, T. (1994). Figural fluency: differential impairment in patients with left versus right frontal lobe lesions. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 9(1), 41-55.
- Rupp T, Perrey S (2008) Prefrontal cortex oxygenation and neuromuscular responses to exhaustive exercise. *Eur J Appl Physiol* 102(2):153–163. doi:10.1007/s00421-007-0568-7.
- Saint-cyr, J. A., Bronstein, Y. L., & Cummings, J. L. (2002). Neurobehavioral Consequences of Neurosurgical Treatments and Focal Lesions. *Principles of frontal lobe function*, 408.
- Salthouse, T. A. (2004). What and when of cognitive aging. *Current directions in psychological science*, 13(4), 140-144.
- Sanders, M., & American College of Sports Medicine. (2018). *ACSM's health/fitness facility standards and guidelines*. Human Kinetics. ISBN: 9781492572787 1492572780 9781492567196 1492567191
- Schaal, N. K., Hepp, P., Schweda, A., Wolf, O. T., & Krampe, C. (2019). A functional near-infrared spectroscopy study on the cortical haemodynamic responses during the Maastricht acute stress test. *Scientific Reports*, 9(1), 1-11.
- Schneider, A., Friedl, M. A., & Potere, D. (2009). A new map of global urban extent from MODIS satellite data. *Environmental research letters*, 4(4), 044003.

- Senkowski, D., Molholm, S., Gomez-Ramirez, M., & Foxe, J. J. (2006). Oscillatory beta activity predicts response speed during a multisensory audiovisual reaction time task: a high-density electrical mapping study. *Cerebral Cortex*, 16(11), 1556-1565.
- Shin, M., Lee, A., Cho, A. Y., Son, M., & Kim, Y. H. (2020). Effects of Process-Based Cognitive Training on Memory in the Healthy Elderly and Patients with Mild Cognitive Impairment: A Randomized Controlled Trial. *Psychiatry Investigation*, 17(8), 751.
- Skinner, J. S. (Ed.). (2005). *Exercise testing and exercise prescription for special cases: theoretical basis and clinical application*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Spirduso, W. W. (1980). Physical fitness, aging, and psychomotor speed: a review. *Journal of gerontology*, 35(6), 850-865
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. American chemical society.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.
- Stroop, J. R. (1992). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121(1), 15.
- Stuss, D. T. ; Alexander, M. P. ; Floden, D. ; Binns, M. A. ; Levine, B. ; McIntosh, A. R. ; Rajah, N. & Hevenor, S. J. (2002). Fractionalization and localization of distinct frontal lobe processes: Evidence from focal lesions in humans. In Donald T. Stuss & Robert T. Knight (eds.), *Principles of Frontal Lobe Function*. Oxford University Press.
- Şeker, A. & Kurt, G. (2018). Bir Sosyal Politika Alanı Olarak Yaşlılık Ve Sosyal Hizmet Uygulamaları. *Nüfusbilim Dergisi*, 40, 7-30. Retrieved from
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Experimental designs using ANOVA* (Vol. 724). Belmont, CA: Thomson/Brooks/Cole.
- T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji Ve Bütçe Başkanlığı (2019), *On birinci Kalkınma Planı: 2019-2023*, T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı Yayını, Ankara,
- Tempest, G. D., Eston, R. G., & Parfitt, G. (2014). Prefrontal cortex haemodynamics and affective responses during exercise: a multi-channel near infrared spectroscopy study. *PLoS One*, 9(5), e95924.
- Tereci, D. , Turan, G., Kasa, N. , Öncel, T. & Arslansoyu, N. (2016). Yaşlılık Kavramına Bir Bakış. *Ufuk Ötesi Bilim Dergisi*, 16 (1) , 84-116. Retrieved from
- Tomanbay, I. (2002). Social work policies in Turkey in the process of the European Unification.
- Tropea, T. F., Mak, J., Guo, M. H., Xie, S. X., Suh, E., Rick, J., ... & Chen-Plotkin, A. S. (2019). TMEM106B Effect on cognition in Parkinson disease and frontotemporal dementia. *Annals of neurology*, 85(6), 801-811.
- Tufan, İ. (2016). *Antik Çağ'dan günümüze yaşlılık ve yaşlanma*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN: 978-605-320-385-8
- UM, S. *Güncel Durum, Sorunlar ve Kısa-Orta Vadeli Çözümler*.
- UNFPA. 2012. *Marrying Too Young: End Child Marriage*. New York: UNFPA.
- UNITED NATIONS DEPARTMENT FOR ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. (2021). *WORLD POPULATION PROSPECTS 2017-VOLUME I: Comprehensive Tables*. UN.
- Uysal, S. A. *Egzersiz ve kognitif fonksiyonlar*.

- Vanderhasselt, M. A., De Raedt, R., & Baeken, C. (2009). Dorsolateral prefrontal cortex and Stroop performance: tackling the lateralization. *Psychonomic bulletin & review*, 16(3), 609-612.
- Vanderhasselt, M. A., De Raedt, R., Baeken, C., Leyman, L., & D'haenen, H. (2006). The influence of rTMS over the left dorsolateral prefrontal cortex on Stroop task performance. *Experimental brain research*, 169(2), 279-282.
- Vanderhasselt, M. A., De Raedt, R., Leyman, L., & Baeken, C. (2009). Acute effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on attentional control are related to antidepressant outcomes. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 34(2), 119-126.
- Vanzetta, I., & Grinvald, A. (2008). Coupling between neuronal activity and microcirculation: implications for functional brain imaging. *HFSP journal*, 2(2), 79-98.
- Verghese, J., Lipton, R. B., Katz, M. J., Hall, C. B., Derby, C. A., Kuslansky, G., ... & Buschke, H. (2003). Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *New England Journal of Medicine*, 348(25), 2508-2516.
- Villringer, A., Planck, J., Hock, C., Schleinkofer, L., Dirnagl, U. Near infrared spectroscopy (NIRS): A new tool to study hemodynamic changes during activation of brain function in human adults. *Neuroscience Letter*, 1993; 154 (1-2): 101-104.
- Vossel, S., Geng, J. J., & Fink, G. R. (2014). Dorsal and ventral attention systems: distinct neural circuits but collaborative roles. *The Neuroscientist*, 20(2), 150-159.
- WHO. *Ageing and health*. 2020. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health> (Erişim Tarihi: 17.12.2021).
- Wurm, S., Tesch-Römer, C., & Tomasik, M. J. (2007). Longitudinal findings on aging-related cognitions, control beliefs, and health in later life. The Journals of Gerontology Series B: *Psychological Sciences and Social Sciences*, 62(3), P156-P164.
- Yamada, T., Umeyama, S., & Ohashi, M. (2015). Removal of motion artifacts originating from optode fluctuations during functional near-infrared spectroscopy measurements. *Biomedical optics express*, 6(12), 4632-4649.
- Ye, J. C., Tak, S., Jang, K. E., Jung, J., & Jang, J. (2009). NIRS-SPM: statistical parametric mapping for near-infrared spectroscopy. *Neuroimage*, 44(2), 428-447.
- Yesavage, J. A., O'Hara, R., Kraemer, H., Noda, A., Taylor, J. L., Ferris, S., ... & Derouesné, C. (2002). Modeling the prevalence and incidence of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Journal of psychiatric research*, 36(5), 281-286.
- Zama, T., & Shimada, S. (2015). Simultaneous measurement of electroencephalography and near-infrared spectroscopy during voluntary motor preparation. *Scientific reports*, 5(1), 1-9.
- Zimeo Morais, G. A., Balardin, J. B., & Sato, J. R. (2018). fNIRS Optodes' Location Decider (fOLD): a toolbox for probe arrangement guided by brain regions-of-interest. *Scientific reports*, 8(1), 1-11.

EKLER

EK-1. Etik Kurul Kararı



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Sayı : 70400699-000-E.2100052779
Konu : Etik Kurul Kararı

22.02.2021

Sayın Öğr.Gör. Burak Erdiñ ASLAN

Fakültemiz Etik Kurulunun 17.02.2021 tarihli oturumunda alınan 70400699-050.02.04-E.2100048684 sayılı, 2021/1 Fakülte Etik Kurulu Kararları konulu belgede yer alan karar metni aşağıya çıkarılmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Necip Fazıl KISHALI
Alt Kurul Başkanı

Karar 2: Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Spor Yönetimi Anabilim Dalı doktora öğrencisi Burak Erdiñ ASLAN'ın "Spor Yapan ve Yapmayan Yaşlı Bireylerde Bilişsel Fonksiyonların İncelenmesi" başlıklı tez çalışması isteği ile ilgili yazısı ve ekleri görüşüldü. Yapılan görüşmelerden sonra; adı geçen araştırma çalışmasının yürütülmesinin, etik kurallarına uygun olduğuna, oy çokluğu ile kabul edilmesine, karar verildi.

EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Tarih:

Sayın Gönüllü, “**Spor Yapan ve Yapmayan Yaşlı Bireylerde Bilişsel Fonksiyonların İncelenmesi**” isimli bu çalışma Stroop Testi’nin bilişsel fonksiyonlar üzerine etkinliğini ve fNIRS analiz ile desteksel niteliğini araştırmak amacıyla yapılmaktadır. Çalışmaya toplam 61 gönüllü birey alınacak ve gönüllüler 2 farklı gruba randomize olarak atanacaklardır. Her 2 gruptaki bireylere belirli günlerde olmak üzere 3 hafta boyunca stroop testi ile fNIRS analiz uygulaması yapılacaktır. Uygulama 15 dakika sürecektir. Katılımcılara dinlenik durumda değerlendirmeler yapılacaktır. Yapılan uygulamaların kanıtlanmış hiçbir yan etkisi bulunmamaktadır. Çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilen veriler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak ve kimlik bilgileriniz kesinlikle gizli tutulacaktır. Katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, gerekli yerleri siz ve araştırmacı tarafından doldurulup imzalanmış bu formun bir kopyası saklamanız için size verilecektir. Yukarıda amacını ve yöntemini okuduğum, “**Spor Yapan ve Yapmayan Yaşlı Bireylerde Bilişsel Fonksiyonların İncelenmesi**” başlıklı çalışma hakkında soru sorma ve tartışma imkânı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve araştırmadan ayrıldığım zaman mevcuttadavimin olumsuz yönde etkilenmeyeceğini biliyorum. Bu koşullarda; Söz konusu klinik araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendirızamla katılmayı (çocuğumun/vasimin bu çalışmaya katılmasını) kabul ediyorum. Gerek duyulursa kişisel bilgilerime mevzuatta belirtilen kişi/kurum/kuruluşların erişebilmesine, Çalışmada elde edilen verilerin (kimlik bilgilerim gizli kalmak koşulu ile) yayın için kullanılma, arşivlenme ve eğer gerek duyulursa bilimsel katkı amacı ile ülkemiz dışına aktarılmasına olur veriyorum.

Gönüllünün

Adı soyadı:

İmza:

Araştırmacı

EK-3. Mini Mental Durum Testi

Mini Mental Durum Testi Mini-Mental State Examination (MMSE)

Hastanın Adı Soyadı: _____

Tarih: ____/____/____

Puanı

Oryantasyon (Her soru 1 puan, toplam 10 puan)

Hangi yıl içindeyiz?	_____
Hangi mevsimdeyiz?	_____
Hangi aydayız?	_____
Bu gün ayın kaçı?	_____
Hangi gündeyiz?	_____
Hangi ülkede yaşıyoruz?	_____
Şu an hangi şehirde bulunmaktasınız?	_____
Şu an bulunduğunuz semt neresidir?	_____
Şu an bulunduğunuz bina neresidir?	_____
Şu an bu binada kaçınıcı kattasınız?	_____

Kayıt Hafızası (Toplam puan 3)

- Size birazdan söyleyeceğim üç ismi dikkatlice dinleyip ben bitirdikten sonra tekrarlayın (Masa, Bayrak, Elbise) (20 sn. süre tanınır). Her doğru isim 1 puan. _____

Dikkat ve Hesap Yapma (Toplam puan 5)

- 100'den geriye doğru 7 çıkartarak gidin. Dur deyinceye kadar devam edin. (Her doğru işlem 1 puan: 100, 93, 86, 79, 72, 65) _____

Hatırlama (Toplam puan 3)

- Yukarıda tekrar ettiğiniz kelimeleri tekrar söyleyin (Masa, Bayrak, Elbise) (Her kelime 1 puan) _____

Lisan (Toplam puan 9)

- Bu gördüğünüz nesnelerin isimleri nedir? (saat, kalem) 1'er puan toplam 2 puan (20 saniye süre ver) _____
- Şimdi size söyleyeceğim cümleyi dikkatle dinleyin ve ben bitirdikten sonra tekrar edin. "Eğer ve fakat istemiyorum" (10 saniye süre ver) 1 puan _____
- Şimdi sizden bir şey yapmanızı isteyeceğim, beni dikkatle dinleyin ve söyledigimi yapın. "Masada duran kâğıdı elinizle alın, iki elinizle ikiye katlayın ve yere bırakın lütfen" Toplam puan: 3, süre: 30 sn. her bir doğru işlem: 1 puan _____
- Şimdi size bir cümle vereceğim. Okuyun ve yazıda söylenen şeyi yapın. (1 puan) "Bir kâğıda 'GÖZLERİNİZİ KAPATIN' yazıp hastaya gösterin" _____
- Şimdi vereceğim kâğıda aklınıza gelen anlamlı bir cümleyi yazın (1 puan) _____
- Size göstereceğim şeklin aynısını çiziniz aşağıdaki şekli arka sayfaya (1 puan) _____

Formda PE, Formda SE, PE High PE (2015) 3 Popüler Res. 1975 New 100 189, 96.



Toplam Puan (0-30): _____

Formda SE

www.kulturpolitika.com

Basım ve yayıncılık: Dr. Ümit Güler 2020.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Burak Erdinç ASLAN

Doğum Yeri:

Medeni Hali:

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl): Lisans, 2005-2009 Yüksek Lisans, Atatürk Üniversitesi, 2014-2017 Doktora, Atatürk Üniversitesi, 2018-

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi 2014- Halen devam etmekte, Atatürk Üniversitesi Lisans Eğitim Koordinatörlüğü 2019- Halen devam etmekte

