

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI

MİLLİ VE AMATÖR BİSİKLETÇİLERİN DİKKAT
KONSANTRASYON DÜZEYLERİNDEKİ
PSİKOFİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLERİN BİSİKLET
SİMÜLATÖRÜNDE EEG TEMELLİ ANALİZİ

Özer MERDAN

DOKTORA TEZİ

2022-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI

MİLLİ VE AMATÖR BİSİKLETÇİLERİN DİKKAT
KONSANTRASYON DÜZEYLERİNDEKİ
PSİKOFİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLERİN BİSİKLET
SİMÜLATÖRÜNDE EEG TEMELLİ ANALİZİ

Özer MERDAN

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Fatih KILINÇ

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından TDK-2020-5106 proje numarası ile desteklenmiştir.

“Kaynakça gösterilerek tezinden yararlanılabilir”

2022-ANTALYA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma jürimiz tarafından Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı Spor Bilimleri Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir. / /

İmza

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fatih KILINÇ
Akdeniz Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Selma CİVAR YAVUZ
Akdeniz Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Alparslan ERMAN
Akdeniz Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Emin SÜEL
Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Ömer Özer
Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun / / tarih ve / Sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Özer MERDAN

Prof. Dr. Fatih KILINÇ

TEŞEKKÜR

Tez yazım sürecinin her aşamasında bilimsel bakış açısından yararlandığım ve her zaman bana olan güvenini hissettiğim tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Fatih KILINÇ hocama,

Tüm lisansüstü öğrenim hayatım boyunca her zaman ama her zaman benimle birlikte olan, tüm zorluklara karşı desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen sevgili eşim Pınar MERDAN'a, kızlarım Eylül, Öykü ve oğlum İnan'a,

Tez ölçüm cihazlarının geliştirilmesinde üstün teknik bilgileriyle destekte bulunan sevgili Coşkun MERDAN ve Salim ALTAN'a,

Sevgili anne ve babama,

Ölçüm cihazlarının ve yazılımlarının temini konusunda her zaman bilimi destekleyici niteliği ile yanımızda olan Akdeniz Üniversitesi BAP Koordinasyon birimine,

Tezin her aşamasında katkıda bulunan Dr. Tuna ÇAKAR hocama,

Ölçümler ve verilerin analizi noktasında destek almış olduğum Neurolize yazılım şirketine,

Tüm tez süresince desteklerini esirgemeyen tez jüri üyelerim Prof. Dr. Selma CİVAR YAVUZ ve Doç. Dr. Alparslan ERMAN hocama,

Tüm lisansüstü sürecime katkılarından dolayı Akdeniz üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü ve Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığına,

Birbirinden değerli katılımcılara,

Teşekkürü bir borç bilirim...

ÖZET

Amaç: Çalışmamızın amacı, Milli ve Amatör Bisikletçilerin, Bisiklet Simülatörü ve PEBL uygulamaları esnasındaki, dikkat ve konsantrasyon düzeylerindeki psikofizyolojik değişikliklerin Emotiv EPOC kablosuz EEG cihazı ile incelenmesidir.

Yöntem: Çalışmamıza Milli Bisiklet Sporcuları (n;11) ve Rekreasyon Bisikletçileri (n;11) olmak üzere toplam 22 erkek katılımcı dahil edildi. Çalışmamızda dikkat ve konsantrasyon düzeylerindeki psikofizyolojik değişiklikleri belirlemek için EEG (Emotiv EPOC) cihazı kullanıldı. Test modelleri olarak, iki adet PEBL ve Bisiklet Simülatörü testleri uygulandı. Bu testlerde Emotiv EPOC cihazı ile alfa, beta, teta, delta dalgaları kayıt altına alındı. Her test, test genel süresinin üçe bölünmesi suretiyle birinci bölüm, ikinci bölüm ve üçüncü bölüm olarak üç kısma ayrılarak değerlendirildi.

Bulgular: Milli ve Amatör Bisikletçilerin davranışsal testler olan PEBL uygulamaları ve Bisiklet Simülatörü performansları karşılaştırıldığında iki grup arasında anlamlı bir farka rastlanmadı ($p>0.05$). EEG kayıtlarında, gruplar arasında I. PEBL “pattern” uygulaması birinci, ikinci ve genel toplam süre bölümlerinde Mental_iş_Yükü (theta/alpha) parametresinde anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). II. PEBL “rotation” uygulaması ikinci bölümünde dikkat (low alpha) parametresinde anlamlı fark belirlendi ($p<0.05$). Bisiklet Simülatöründe ise üçüncü bölüm Mental_iş_Yükü (theta/alpha) parametresinde Milli Sporcular ile Amatör Sporcular arasında anlamlı fark belirlendi ($p<0.05$).

Sonuç: Elde ettiğimiz verilere dayanarak, Milli Sporcuların özellikle dikkate ve konsantrasyona dayalı Mental_iş_Yükü düzeylerinin Amatör Sporculara göre daha verimli olduğu görülmüştür. Milli Bisikletçilerin mental iş yükü anlamında daha ekonomik ve efektif performans sergiledikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar çerçevesinde uzun yıllar ve sürekli spor yapmanın dikkat ve konsantrasyon düzeyini olumlu etkilediği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: dikkat, bisiklet, simülatör, EEG, PEBL

ABSTRACT

Objective: The aim of our study is to examine the psychophysiological changes in attention and concentration levels of National and Amateur Cyclists during bicycle simulator and PEBL applications with the Emotiv EPOC wireless EEG device.

Method: National Cycling Athletes (n;11) and Recreational Cyclists (n;11) a total of 22 male participants were included in our study. In our study, EEG (Emotiv EPOC) device was used to determine the psychophysiological changes in attention and concentration levels. Two PEBL and bicycle simulator tests were used as test models. In these tests, alpha, beta, theta, delta waves were recorded with the Emotiv EPOC device. Each test was evaluated separately by dividing it into three parts: the first part, the second part and the third part.

Results: National and amateur cyclists behavioral tests, PEBL applications and Bicycle Simulator performances were compared and no significant difference was found between the two groups according to the statistical analysis results ($p>0.05$). In the EEG recordings, a significant difference was found between the groups in the Mental_Work_Load (theta/alpha) parameter in the first, second and total time sections of the I. PEBL “pattern” application ($p<0.05$). In the next PEBL “rotation” application, a significant difference was determined in the attention (low alpha) parameter ($p<0.05$). In the Cycling Simulator, a significant difference was detected in the third part of the Mental_Work_Load (theta/alpha) parameter ($p<0.05$).

Conclusion: According to the results of the research, it was seen that especially the Mental_Work_Load levels are more economical and efficient in national athletes than amateur athletes. According to the results of the research, it can be concluded that doing sports for many years and continuously affects the level of attention and concentration positively.

Key words: attention, bike, simulator, EEG, PEBL

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELEr ve KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Bisiklet Sporu	4
2.2. Beyin Bölgeleri	6
2.2.1. Frontal (Ön) Lob	7
2.2.2. Prefrontal Korteks	7
2.2.3. Temporal (Şakak) Lob	9
2.2.4. Parietal Lob	9
2.2.5. Oksipital Lob	10
2.2.6. Brodmann Alanları	10
2.3. Beyin Korteksi ve Zihinsel İşlevleri	11
2.3.1. Beyin Dalgaları	13
2.3.1.1. Alfa Dalgası	14

2.3.1.2. Beta Dalgası	14
2.3.1.3. Teta Dalgası	14
2.3.1.4. Delta Dalgası	14
2.4. Zihinsel İşlem Süreçleri	14
2.5. Psikofizyoloji	16
2.6. Spor Psikolojisi	17
2.6.1. Dikkat	21
2.6.2. Dikkat Türleri	24
2.6.2.1. İçsel ve Dışsal Dikkat	24
2.6.2.2. İkili Görev-Bölünmüş Dikkat	25
2.6.2.3. İstemli ve İstemsiz Dikkat	25
2.6.2.4. Görsel Dikkat	26
2.6.3. Konsantrasyon	27
2.6.4. Kaygı ve stres	29
2.6.5. Motivasyon	30
2.7. EEG ile İlgili Kavramlar	32
2.7.1. Niyet Temelli ve Uyarıcı Temelli Mekanizma	32
2.7.2. İlişki ve Ayrışma	34
2.7.3. Uyarılma Potansiyeli	35
2.7.4. ERP (Olaya İlişkin Potansiyel)	36

2.7.5.Hareket İlişkili Kortikal Potansiyel	37
2.7.6. Görev Temelli Dikkat	38
2.7.7. P300 Dalgası	40
2.8. EEG ile ilgili Hipotezler	41
2.8.1. Benzerlik-Seçim Hipotezi	41
2.8.2. Sinyal Algılama Hipotezi	41
2.8.3. Geçici Hipofrontalite Hipotezi	42
2.8.4. Nöral Verimlilik Hipotezi	42
2.8.5. Lactate Shuttle Hipotezi	43
2.9. Beyin Görüntüleme Araç ve Sistemleri	43
2.9.1. Manyetik Rezonans Görüntüleme	44
2.9.2. Pozitron Emisyonu Tomografisi	44
2.9.3. Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme	44
2.9.4. Transkranial Manyetik Stimülasyon	45
2.9.5. Elektroensefalografi (EEG)	45
2.9.5.1. Emotiv EPOC	48
2.10. Spora Yönelik EEG İçerikli Dikkat Çalışmaları	50

3. GEREÇ ve YÖNTEM	54
3.1. Katılımcılar	54
3.2. Uygulama	54
3.2.1. Ölçüm Araçları	55
3.2.1.1. Emotiv EPOC Kullanımı ve Kayıt Sistemi	55
3.2.1.2. Bilgisayar Destekli Bisiklet Simülatörü	58
3.2.1.3. PEBL Testi	60
3.3. Ölçüm Prosedürü	62
3.4. İstatistiksel Analiz	64
4. BULGULAR	65
4.1. Çalışmaya Katılan Bireylerin Demografik Özellikleri	65
4.2. Çalışmaya Katılan Milli ve Amatör Bisikletçilerin Davranışsal Testler Açısından karşılaştırılması	65
4.3. Çalışmaya Katılan Milli ve Amatör Bisikletçilerin Davranışsal Testler Esnasındaki EEG Verilerinin Karşılaştırılması	66
4.4. Bisiklet Simülatöründe Başarılı ve Başarısız Katılımcıların EEG Kayıtlarının Karşılaştırılması	69
4.5. Çalışmaya Katılan Tüm Katılımcıların Davranışsal Testler ve EEG Parametrelerinin Korelasyonu	71

5. TARTIŞMA	82
5.1. Ölçüm Cihazı Geçerliliği (Emotiv EPOC Kablosuz EEG)	82
5.2. PEBL Uygulaması	84
5.3. EEG Ölçümleri	86
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
6.1. Sonuç	95
6.2. Öneriler	97
KAYNAKLAR	98
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	116

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1.	Milli ve Amatör Sporcuların Demografik Özellikleri	65
Tablo 4.2.	Milli ve Amatör Sporcuların Davranışsal Test PEBL Pattern-Rotation ve Bisiklet Simülatörü Hata-Süre Performansı Sonuçlarının Karşılaştırılması	66
Tablo 4.3.	Milli ve Amatör Sporcuların “Davranışsal Test PEBL Pattern” Ölçümleri Esnasındaki “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü” Parametrelili EEG Kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üç Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması	67
Tablo 4.4.	Milli ve Amatör Sporcuların “Davranışsal Test PEBL Rotation” Ölçümleri Esnasındaki “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü” Parametrelili EEG Kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üç Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması	68
Tablo 4.5.	Milli ve Amatör Sporcuların “Bisiklet Simülatörü” Performansı Esnasındaki “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü Parametrelili EEG Kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üç Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması	69
Tablo 4.6.	Bisiklet Simülatöründe Başarılı ve Başarısız Katılımcıların “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü” Parametrelili EEG Kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üç Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması	70
Tablo 4.7.	Tüm Katılımcıların PEBL “Pattern” Testi; “Patt_Doğru_Oran” (Doğru Yanıtların Oranı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu	71

Tablo 4.8.	Tüm Katılımcıların PEBL “Pattern” Testi; “Patt_Doğru_Ort_RT” (Doğru Yanıt Reaksiyon Süresi) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu	72
Tablo 4.9.	Tüm katılımcıların PEBL Pattern Testi “Patt_Aynı_Doğru_Oran” (Aynı Figür Doğru Yanıt Oranı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu	73
Tablo 4.10.	Tüm katılımcıların PEBL Pattern Testi “Patt_Farklı_Doğru_Oran” (Farklı Figür Doğru Yanıt Oranı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu	74
Tablo 4.11.	Tüm katılımcıların PEBL Pattern Testi “Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT” (Aynı Figür Doğru Yanıt Reaksiyon Süresi) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu	75
Tablo 4.12.	Tüm katılımcıların PEBL Pattern Testi “Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT” (Farklı Figür Doğru Yanıt Reaksiyon Süresi) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu	76
Tablo 4.13.	Tüm katılımcıların PEBL “Rotation” Testi; “Rot_Doğru_Oran” (Doğru Yanıt Oranı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu	77
Tablo 4.14.	Tüm katılımcıların PEBL “Rotation” Testi; “Rot_Doğru_Ort_RT” (Doğru Yanıt Reaksiyon Süresi) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu	78

Tablo 4.15. Tüm katılımcıların PEBL “Rotation” Testi; “Rot_Ort_RT” (Test Süresi Reaksiyon Süresi Ortalaması) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu 79

Tablo 4.16. Tüm katılımcıların Bisiklet Simülatörü; “Sim_Hata” (Hata Sayısı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu 80

Tablo 4.17. Tüm katılımcıların Bisiklet Simülatörü; “Sim_Süre” (Toplam Test Süresi) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu 81

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Brodmann Alanları, Prefrontal Alan	11
Şekil 2.2.	Beyin Bölgeleri ve İşlevleri	12
Şekil 2.3.	Beyin Dalgaları	13
Şekil 2.4.	Spor ve Egzersiz Psikolojisi Etki Alanları	19
Şekil 2.5.	Sürüş Sahnesi (Simülatör)	39
Şekil 2.6.	Görev Temelli Dikkat Modülleri	40
Şekil 2.7.	Uluslararası 10-20 Sistemi Elektrot Yerleşim Noktaları	47
Şekil 2.8.	Beyin Loblarının İsimlendirilmesi	48
Şekil 2.9.	Emotiv EPOC Elektrot İsimleri ve Yerleşim Noktaları	49
Şekil 3.1.	Emotiv EPOC Kablosuz EEG Cihazı	57
Şekil 3.2.	Emotiv EPOC Başta Uygulama	57
Şekil 3.3.	Bisiklet Simülatörü Uygulaması	59
Şekil 3.4.	Bisiklet Simülatörü Uygulaması Esnasında EEG Ölçümü	59
Şekil 3.5.	PEBL Pattern Uygulaması	61
Şekil 3.6.	PEBL Pattern Uygulaması Esnasında EEG Ölçümü	61
Şekil 3.7.	PEBL Rotation Uygulaması	62
Şekil 3.8.	PEBL Rotation Uygulaması Esnasında EEG Ölçümü	62

SİMGELER ve KISALTMALAR

EEG	: Elektroensefalografi
MEG	: Manytoensefalogram
NIRS	: Kızılötesi Spektroskopi
fMRI	: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
ECoG	: Elektrokortikogram
EMG	: Elektromiyografik
PEBL	: The Psychology Experiment Building Language
SİM	: Simülatör
PATT	: Pattern
ROT	: Rotation
RT	: Reaction Time

1. GİRİŞ

Bilişsel ve davranışsal kuramın birleştiği bir noktada bulunan psikofizyoloji, duyguların duyular ve organizma ile örtüşmesi sürecinde ortaya çıkan sonuçlardaki psikolojik faktörlerin fizyolojik belirtilerini tanımlamaya çalışmaktadır. Duygulara, buna bağlı olarak duyulara yön verme işlemi insan ve hayvanlarda başta zeka olmak üzere bir çok faktöre göre değişiklik göstermektedir. Bu farklılıklar fiziksel uygunluk unsurlarına doğrudan ya da dolaylı olarak etki etmektedir. Çalışmaya konu olan dikkat kavramı varoluşun temelinde yer alan ve bütün canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan bir kavramdır. Dikkat kavramına etki eden unsurlar öğrenmenin de temelinde olan koşullanma süreçleri ile benzerlik göstermektedir. Psikoloji biliminin zaman içerisindeki gelişimi, dikkat kavramının davranışsal tepkilerini ölçmenin yanında dikkate etki eden bilişsel ve fizyolojik tepkilerinde ölçülmesini beraberinde getirmiştir.

Spor, günümüzde önemli sosyal ve kültürel bir etkinliktir ve sporda başarıyı arttırmak için sportif performans olgusunun araştırılması özgün bir araştırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde sporcular kendi branşlarında kazanma ve kaybetmeye neden olan performans değişikliklerini ortaya çıkarmak ve daha başarılı olmak için antrenörler ve spor bilimciler tarafından profesyonel destek almaktadırlar. Özellikle son dönemde sportif performans değerlendirme ve artırma anlamında “beyin görüntüleme” önemli bir araştırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır (Yarrow ve ark., 2009).

Dikkat; algının, karar vermenin ve performansın kalitesini ve etkinliğini belirleyen, bilinçli ya da bilinçsiz olarak farkındalığın belirli bir nesne, hareket, aktivite, durum, olay ya da olgu üzerine odaklanmasıdır (akt. Schefke ve Gronek, 2010).

Sporda dikkat; performansa etki eden psikolojik faktörlerden olup merkezi ve periferik sinir sistemi ile doğrudan ilişkilidir. Dikkat her türlü fiziksel hareketin oluşundaki etki-tepki sürecinin dinamiğinde yer almaktadır. Bu da dikkatin doğası gereği otomatik, otonom ve yönetilebilir olmasını beraberinde getirir. Bu anlamıyla dikkatin yönü ve şiddeti; bir eylemin öncesinde, eylem esnasında ve eylem sonrasında kompleks bir

yapıda ortaya çıkmaktadır. Örneğin daha az dikkat çabası sergileyen bir yırtıcı hayvan, zeka seviyesi daha yüksek olan ve daha çok dikkat çabası sergileyen bir insandan daha iyi bir dikkat performansı ortaya koymaktadır. Bu da dikkat unsurunun analitik yapısı ile açıklanabilir. Dikkat bilinç ve bilinçaltının ortak bir ürünüdür. Bilinçaltı bilincin dikkatsel sürecinin farkındayken bilinç bilinçaltındaki dikkatsel mekanizmanın somut anlamda farkında değildir.

Hiç şüphesiz modern bir olimpik okçu tüm görsel dikkatini nişan aldığı hedefin tam kalbine yönlendirebilmelidir. Bununla birlikte olimpik okçunun atası da vahşi ormanda ok ile avlanırken daha farklı bir motivasyon ile olsa da keskin bir dikkate ihtiyaç duyuyordu. Bu noktada dikkat türleri ve dikkate etki eden iç ve dış faktörler önem kazanmaktadır (Scheffe ve Gronek, 2010).

Beynin temel işlevi kendisine gelen bilgileri alıp onları yorumlayıp belirli bir sonuca bağlamaktır. Bu sonuçlar dış dünyaya somut ve soyut olarak eş zamanlı olarak yansır. Fiziksel ve zihinsel olarak nitelendirebileceğimiz bu yansıma kişilik olgusunu oluşturur. Genlerimizle bu kişilik özelliklerini sonraki nesillere aktarıyoruz. Dolayısıyla beynin sürekli olarak meşgul olduğu durum geçmiş ve şimdiki zaman kadar gelecek zamanla da alakalıdır. Bu da bir tür kaygıyı içinde barındırır. Beynimizin temel işlevi geleceği anlamaya çalışmaktır. Geleceğe dair plan ve program yapma çabamız buna bir kanıttır (Onan, 2010).

Herhangi bir bilişsel görev odaklanma ve dikkat gerektirmektedir. Organizmanın sinirsel aktivitesini incelemek için invaziv olan ve invaziv olmayan teknikler bulunmaktadır. EEG (Elektroensefalogram), kullanıcının kafa derisinden elde edilen, beyin aktivitesini incelemek için yaygın olarak kullanılan, invaziv olmayan bir tekniktir. Günümüzde beyin elektriksel faaliyetlerini ölçmek amacı ile Neurosky Mindwave, Emotiv EPOC ve MUSE gibi kablosuz EEG cihazları kullanılmaktadır (Sethi ve ark., 2018).

Thompson ve ark. (2008) yeni teknolojinin ve giderek daha karmaşık hale gelen işleme modellerinin ortaya çıkmasıyla birlikte, hareket sırasında güvenilir EEG verileri elde etme sorununu en aza indirme noktasını vurguladıkları çalışmalarında, spor ve spor dışı alanlardaki performansın altında yatan kortikal süreçleri anlamada EEG'nin yararlı bir

metodolojik aracı temsil ettiği sonucuna ulaşmışlardır. alışmalarında hareket sırasında EEG'nin kaydedilmesi, "temiz" beyin verilerinin elde edilmesine ilişkin bir dizi sorun ortaya çıkarır ancak, doğru metodolojik uygulamalar ile donanım ve hesaplama işlem modellerini geliştirmeye zen gösterilmesi, bu sorunları belki de tamamen ortadan kaldırmaya da en aza indirmenin umut verici bir yolunu sunar çıkarımında bulunmuşlardır (Thompson ve ark., 2008).



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Bisiklet Sporı

19. Yüzyılın başlarında Avrupa'da bisikleti ilk önce üst sınıf kullanmaya başlamıştır. Daha sonra Osmanlı'da yaşayan levantenler bisikletin Osmanlı'da yaygınlaşmasına aracılık etmiştir. İlk bisiklet yarışları İstanbul Selanik ve İzmir'de gerçekleşti. Hızlı ve pratik olması, ulaşım kolaylığı sağlaması açısından İkinci Meşrutiyet'ten sonra polis, posta, orduda bisikletler aktif olarak kullanılmaya başlandı. Sonrasında yurtdışından ithal edilen bisikletler ile çoğunu levantenlerin ve devlet görevlilerinin kullandığı bir araç olmaktan çıkmış, halk tarafından da kullanılmaya başlanılmıştır. Cumhuriyet döneminde bisiklet, ulaşımı hızlandıran bir araç niteliği taşımıştır. Ülkemizde Bisiklet Federasyonu 1923 yılında kurulmuştur. Bununla birlikte bisiklet yarışı düzenlenmesinde artış meydana gelmiştir ve bisiklet sporu ile ilgilenen sporcuların sayısı yükselmiştir. Bisiklet kulüpleri kurulmuştur. Türk sporcuları çeşitli ulusal ve uluslararası yarışmalarda dereceler kazanmış madalya almıştır. Uluslararası saygınlığı olan turlar düzenlenmeye başlanmıştır. “Türkiye Cumhurbaşkanlığı Uluslararası Bisiklet Turu” buna örnek olarak verilebilir. 1890'lı yıllarda Türkiye'ye ilk bisiklet gelmiş sonrasındaki 120 yıllık sürede gerek günlük yaşamda gerekse sportif anlamda önemli ölçüde gelişme sağlanmıştır (Mehmet ve Özsoy, 2010).

İnsanları ve ülkeleri birbirine bağlayarak gerek turistik gerekse ticari anlamdaki hareketliliği sağlanması açısından ulaşım, yaşamımızın en önemli unsurlarından bir tanesidir. Yaşam kalitesi dikkate alındığında ulaşım olmazsa olmaz bir özelliktir. Bisiklet, motosiklet, uçak, tramvay, gemi, kamyon, metro gibi farklı araçlar ile ulaşım sağlanmaktadır. Bu araçlar yaşamımızın bir parçası olarak hayatımıza girmiş önemli katkılarının yanında, kazalar, hava kirliliği, sağlık problemleri ve gürültü gibi unsurları da beraberinde getirmiştir. Bu açıdan ele alındığında bisiklet, ulaşım araçları içerisinde farklı bir yere sahiptir. Düşük maliyetli, çevreyi kirletmeyen, esnek, sağlıklı ve kısa mesafelerde en hızlı ulaşım aracı niteliğindedir. Bununla birlikte boş zamanlarda rekreatif bir faaliyet olarak bisiklet kullanılmaktadır. Spor niteliği taşıması bu anlamıyla fiziksel ve psikolojik yararları bisikletin önemini ayrıca arttırmaktadır. Motorlu araçlara olan rağbetin azalarak bisiklet gibi hem çevre dostu hem de sağlıklı araçların

kullanılması birçok yönüyle yarar sağlamaktadır. Yoğun pozitif dışsallıklar dikkate alındığında, bu pozitif dışsallığı ortaya çıkaran ekonomik etkinliklerin sübvansiyonlar ile desteklenmesi gerektiği birçok bilimsel makalede önemle vurgulanmaktadır (Aydın, 2014).

Deneme niteliğinde ilk bisiklet yarışı, 1868'de Saint Cloud'da yapılmıştır. Bu yarışı İngiliz James Moore kazandı. Günden güne gelişme gösteren bisiklete bağlananların sayısı çoğaldı ve 1881'de Fransız Bisiklet Federasyonu kuruldu. Daha sonra zincirli aktarma sistemi ve havalı lastiğin bulunmasıyla bisiklet bugünkü şeklini aldı. Türkiye'de ilk yol bisikleti yarışları Fenerbahçe, Maslak ve Bakırköy'de, pist yarışları ise eski Fenerbahçe Stadı'nda yapılmıştır. 1923'te İdman Cemiyetleri İttifakı'nın kurulmasından sonra oluşturulan ve aynı yıl FIAC üyeliği kabul edilen Bisiklet Federasyonu, bisiklet sporunun tüm ülke çapında gelişmesinde önemli rol oynamıştır (akt. Koçak ve ark., 2015).

Tepe İnişi (Downhill) Sporu; Tepe inişi sporu, 2 ile 5 dakika arasında süren elit seviye yarışları ve 1,5 ila 3,5 km arasında değişen parkur uzunlukları ile zorlu bir açık hava sporudur. Kros gibi diğer dağ bisikleti disiplinlerinden farklı olarak, tepe inişi yarışlarının odak noktası aerobik kondisyondan çok binicinin teknik kabiliyetidir. Bu yarışlarda dikkat ve konsantrasyon en üst seviyede olmak zorundadır. Yokuş aşağı yarışlar ya doğal arazide ya da insan yapımı parkurlarda yapılır. Doğal arazi parkurlarında, yamaçtan aşağı doğru olmak üzere ağırlıklı olarak arazinin mevcut topografyası kullanılır ve tipik Dünya Kupası müsabaka parkurlarıdır. Buna karşılık, insan yapımı parkurlar kazıcılar kullanılarak şekillendirilir ve amaca yönelik atlamalar ve pürüzsüz eğimli köşeler içeren daha akıcı sürüş yüzeylerine sahip olma eğilimindedirler. Tepe inişi bisikletleri diğer dağ bisikletlerinden daha ağır ve daha güçlüdür. Düz parkurların yanı sıra kayalar ve ağaç kökleri üzerinde hızla süzülme için 200mm'lik ön ve arka süspansiyona sahiptir. Yarışçılar, a noktasından b noktasına önlerine çıkan kaya, kök, atlama, rampa ve dönüş gibi tüm engelleri hızla aşarak bitiş çizgisine ulaşmayı amaçlar. En kısa sürede inen sporcu birinci olur (akt. Hurst ve ark., 2012).

2.2. Beyin Bölgeleri

Beyin, merkezi bir sistem olarak yönetici işlevli bir yapıdır. Merkezi sinir sistemi, gelen bilgiyi işlemede ve koordine etmede önemli bir unsurdur. Bunun yanında perifer sinir sistemi; Perifer kaynaklı duyuşal sinyaller ile uyarıcı alanın uyarılmasında önemli bir yapıdır. Beyin sapı uyarıcı alanlarının ve buna bağılı olarak tüm beyin aktivitesinin niceliğı ve niteliğı çok büyük oranda periferden beyne gelen duyuşal sinyallerin tipi ve sayısıyla belirlenir. Özellikle ağırı sinyalleri bu alandaki aktiviteyi arttırır ve güçlü bir şekilde beyni yüksek bir dikkat düzeyine getirir (Guyton ve Hall, 2007).

Sosyal, eğıtimsel ve klinik politikaları belirlemede kritik noktalardan bir tanesi insan beyninin işlevsel gelişimini anlamaktır. Beynin yapısı gereğı yakın zamana kadar bu anlamda çok az şey bilinmektedir. Özellikle bebeklerde ve çocuklarda beyin fonksiyonlarının araştırılması ve buna doğru orantılı olarak uygun yöntemlerin bulunmasıyla sinirbilim alanı büyük bir ilerleme kaydetmektedir. Beynin yapısı ve gelişiminin çocuklukta ortaya çıkan motor algısal ve bilişsel işlevler ile nasıl ilişkili olduğunun sorgulanması bu alanın gelişmesi açısından önem teşkil etmektedir. Başka bir konu ise beyindeki işlevsel fonksiyonun gelişimsel kökeninin araştırılmasıdır. Bir bakış açısı, serebral korteksin bölgelerinin fonksiyonel uzmanlaşmasında esas olarak, genetik ve moleküler mekanizmalar yoluyla ortaya çıktığı ve deneyimin yalnızca son ince ayarlama bir rol oynadığı görüşüdür. Başka bir görüş ise doğum sonrasında deneyimlerle büyük ölçüde şekillendirilen uzun süreli bir işlevsel uzmanlaşma sürecinin varlığıdır. Gelişimsel sinirbilimciler arasındaki bu görüş farklılıkları devam etmektedir. Bazı gelişim psikologları insan bebeğinin sosyal ve fiziksel dünya ile ilgili doğuştan gelen modüller ve temel bilgilerle doğduğunu savunurken diğeri ise bebeklikte görülen davranış değişikliklerinin çoğunun genel öğrenme ve esneklik mekanizmalarının bir ürünü olduğunu öne sürmektedir. Bu da bilişsel ve davranışsal alanın bir yansıması olarak görünüyor (Johnson, 2003).

Beyindeki nöron grupları arasındaki iletişim, zaman ve uzay boyunca karmaşık fonksiyonel etkileşimlerle nitelendirilmeye çalışmaktadır. Yapılan çalışmalar bu işlevsel etkileşimlerin bir bütün olarak temelde yatan yapısal bağlantılara bağılı olduğunu göstermiştir. Beyin bölgeleri arasındaki yapısal bağlantıları ile bunların zamansal ve uzaysal anlamdaki değişikliklerini ve ilişkilerini içeren ölçümlerdeki işlevsel

etkileşimleri incelemek için birçok görüntüleme yöntemi kullanılmaktadır (Tewarie ve ark., 2014).

2.2.1. Frontal (Ön) Lob

Frontal loblar kafanın ön bölümünde yer alır ve beyin yarım kürelerinin yaklaşık üçte birini kapsar. Yaratıcılık, karar verme, problem çözme, basamaklı düşünce, planlama, sıraya koyma, yürütme, yargılama, strateji değiştirme, davranış esnekliği, istenç, hayalde canlandırma, içgörü, olayların muhtemel uzak sonuçlarını kestirme, işlem belleği gibi bilişsel işlevlerden sorumludur. Bununla birlikte frontal lob, ahlaki yargıların düşünme merkezi olup sosyal sorumluluk gerektiren amaç yönelimli harekete geçme ve liderlik özellikleri ile ilgili davranışların da düzenlenmesi sağlar. Frontal lob insanın en önemli yapısal özelliklerinden sorumludur denilebilir. Frontal lob amaca yönelik olarak geliştirilebilen davranışın yönetsel işlevlerini sağlar. Bu yönetsel işlevler insanların plan oluşturma, plana göre hareket etme, anoloji kurma, problem çözme, değişen birçok koşula adapte olma, kurallara uyma gibi özelliklerdir. Frontal lob fonksiyonları ve yönetsel işlevler literatürde aynı anlamda kullanılmaktadır. Bellek işlevleri bakımından frontal loblar çok önemlidir. Frontal loblar aracılığıyla bellekte kayıtlı bilgilerin kontrolü, işlevi ve yönlendirilmesi gerçekleşir. Bilgilerin uygun şekilde kodlanması, geri çağırma için gerekli ipuçlarının üretilmesi uygun yanıtların değerlendirilmesi, denetlenmesi, uygunsuz yanıtların baskılanması, bilgilerin zamansal, uzamsal sıralaması gibi stratejik bellek işlevlerinin kontrolü frontal bölgelerce yürütülür. Özetle frontal lob, kişilik ve karakterin oluşmasından, karar vermenin, motivasyon ve soyut düşünmenin planlanmasından sorumlu beyin bölgesidir (akt. Üngüren, 2015).

2.2.2. Prefrontal Korteks

Yüksek bilişsel işlevler, çalışma belleği, zihinsel imgeleme ve iradeli eylem, hepsi bilinçle yakından ilişkilidir. Tüm bu işlevlerin altında yatan ortak süreç, bilginin bir süre akılda tutulmasıdır. Uyarılar veya tepkilerle ilgili olabilecek bu bilgiler geçmişten türetilbilir veya gelecek için üretilir. Beyin görüntüleme çalışmaları, "akılda bir şey tutmanın" prefrontal korteks ve posterior alanları içeren genişletilmiş bir sistemdeki faaliyetler arasında olan ilişkiyi yansıttığını göstermektedir (Frith ve Dolan, 1997).

Prefrontal korteksin işlevleri çok sayıda kuram ile yapılaşmıştır. Bu beyin bölgesi duygusal, sosyal, motivasyonel, algısal ve diğer süreçlerle ilişkilendirilir. Hem insanlarda hem de hayvanlarda yapılan araştırmalar, beynin ön bölgelerinin bilişte merkezi bir rol oynadığını göstermiştir. Dikkat, çalışma belleği ve karar verme prefrontal kortekse atfedilen yaygın bilişsel işlevlerdir. Literatürde, bu işlevler genellikle yürütücü işlev, bilişsel kontrol, yukarıdan aşağıya kontrol, hazırlık seti ve engelleyici kontrol gibi kavramlar altında düzenlenmiştir (iç içe geçmiş veya bunlarla eşdeğer hale getirilmiştir). Özünde, biliş, çeşitli ve değişen bir dizi beyin süreçlerini ve işlevlerini kapsayan bir genel terim haline geldi. Model hayvanlarda bilişi araştıran çalışmaların sayısı artmaktadır. Bireysel olarak farklılıklar olsa da toplu olarak, prefrontal bölgenin ilk çalışmaları beynin bu bölümünü zihinsel süreçlerin merkezi olarak gösterdi.

Davranış analizi biliminin felsefesi olan davranışçılık, uzun bir süre bilimsel psikolojiye hakim olmak için gelişti. Skinner, mentalist terimlerden (örneğin, bilinç ve zihin gibi bilişsel ifadelerden) kaçınılması gerektiğini ve beyin fizyolojisinin rolünün "zihinden çok davranışı açıklamak olduğunu" belirtti. Davranışçılık, deneysel psikolojide hayvanların yaygın kullanımını beraberinde getirdi. Koşullandırma, ayırmacılık, pekiştirme ve ceza gibi yeni terimler getirildi; bu tür bir terminoloji, kemirgen davranışsal sinirbiliminde hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Felsefe, psikoloji, bilgisayar bilimi, dilbilim, antropoloji ve sinirbilim gibi disiplinler arasında bir iş birliği niteliğinde olan bilişsel yaklaşım, bilişi bir bilgi işleme biçimi ve düşüncenin bir hesaplama süreci olarak gördü. Bilgi aktarımı teorisi, yapay zeka ve ilk dijital bilgisayarlar bu nedenle alanın psikolojiye yönelik bilgi işleme yaklaşımında çok önemliydi. Bununla birlikte, bilişsel yaklaşımın temel amacı, "zihinsel" kavramları davranışsal verilerle bütünleştirmek ve "zihni, deneysel psikolojiye geri getirmektir". Bu da psikofizyoloji kavramını yansıtabilir. Davranışçılık ve bilişsel yaklaşım, sinirbilimdeki günümüz kavramlarına, yaklaşımlarına ve terminolojisine büyük ölçüde katkıda bulunan hareketleri örneklemektedir. İç beyin süreçleri günümüzde evrensel olarak kabul edilmektedir ve nöral mekanizmaları, model hayvanlarda prefrontal korteks üzerine yapılan birçok araştırmanın odak noktasıdır. Biliş ve prefrontal korteks arasındaki yakın ilişki, kavramların ve terminolojinin nasıl kullanıldığına ve kullanılması gerektiğine dair ipuçları verir (akt. Carlen, 2017).

Manda Fischer, hafıza güdümlü dikkatle ilgili, ortak bir beyin yapıları kümesi belirlemeyi amaçladıkları sistematik inceleme ve meta-analiz çalışmasında, katılımcılardan tekrarlanan ve yeni karmaşık görsel ekranlara gömülü bir hedefi veya değişikliği tespit etmelerini istemişlerdir. Bu görevlerdeki beyin fonksiyonlarını, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda; sistematik bir araştırmanın ardından, 10 fMRI ölçümü analize dahil edilmiştir. Sonuçlar dört önemli küme vermiştir. Sağ alt parietal (Brodmann alanı [BA] 9) ve sağ superior parietal (BA 7) loblardaki aktivite, fronto-parietal dikkat ağının sol orta singulat korteks (BA 23) ve sağ orta frontal girustaki (BA 10), fronto-parietal kontrol ağının dikkat ile ilgili süreçlere dahil edildiğini öne sürmektedir. Bu bulgular, fronto-parietal devrelerin, dikkatsel süreçleri kontrol etmede önemli bir bölge olduğu sonucunu ortaya çıkartmaktadır (Fischer ve ark., 2021).

2.2.3. Temporal (Şakak) Lob

Temporal lob (sağ ve sol kısım) kulakların çevresinde ve kulakların üst kısmında yer alır. Beynin alt kısmındadır. Duyma, hafıza, dil ve anlamadan sorumludur. Özellikle sağ temporal bölgenin müziğin algılanmasından sorumlu olan bölge olduğu bulunmuştur. Hipokampus temporal lobda yer alır. Temporal lob hafıza türlerinin birleştiği bölgedir. Konuşmayı anlama ve işlemeyi, dilin ve kelimelerin oluşturulması, orta ve uzun dönemli hafıza, duygusal dengenin sağlanması, görülen veya duyulan verilerin depolanarak işlenmesini bu bölge sağlar. Konuşulanları anlama analiz ve sentezleme, idrak etme, konuşulanların arasındaki duygusallığı keşfetme, yorumlama, okunan ve yeni bilgilerin yorumlanıp depolanması, Temporal lobda gerçekleşir. Okuma zorlukları, düzgün bir iletişimin sağlanamaması, konuşmada uygun kelimeleri bulamamak bu bölgenin çalışmasında bozulma olduğunu gösterir. Bununla birlikte bu bölgenin çalışmasındaki bozukluklar hafıza bozukluğuna da neden olur.

2.2.4. Parietal Lob

Beynin duyu merkezi olan parietal lob, frontal lobtan derince bir yarıkla ayrılır ve beynin orta kısmında bulunur. Tat alma, dokunma, soğukluk, sıcaklık, basınç ve bedenin genel hareket duyularını bu bölge algılar. Yüksek düzeyde algılama ve dil işlevlerini kapsayan süreçleri de bu bölge yerine getirir. Parietal lob, duylardan ve

organlardan gelen uyarıları algılar. Acı, ağrı gibi duyular bu bölgede hissedilir. Parietal lobda meydana gelen bir bozukluk dil ve konuşma zorlukları, cümleleri anlama ve ifade etme güçlüğü apraksi, disfazi ve entelektüel yıkım gibi sonuçlar doğurur.

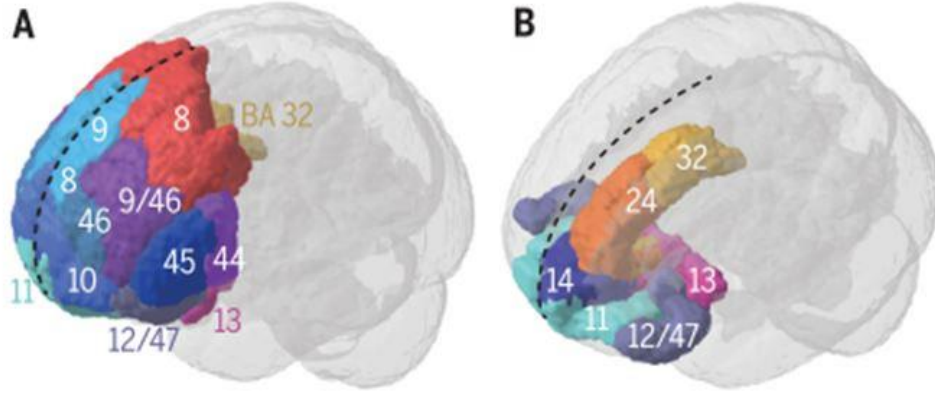
2.2.5. Oksipital Lob

Oksipital lob beyin arka kısmında bulunur ve görme duyusu ile ilişkilendirilir. Beynin arka bölümündeki bir deformasyon tam körlüğe de neden olabilmektedir. Çeşitli kazalar ve birçok deney sonucunda oksipital lobdaki bir tahribatın görme ile ilgili olumsuz sonuçlar ortaya koyduğu bulunmuştur (akt. Üngüren, 2015).

2.2.6. Brodmann Alanları

Brodmann'ın serebral korteks haritaları evrensel olarak nöropsikolojik işlevleri bulmak için kullanılır (Strotzer, 2009). Modern sinir bilim, gelişen bir bilimsel alan olmanın yanı sıra, aynı zamanda bilimsel ve kamu yararına hizmet eden bir olgu haline gelmiştir. Modern sinirbilimin temel amacı, sinir sisteminin davranışı nasıl etkinleştirdiğini ve kontrol ettiğini açıklamaktır. Sinirbilimi, nöronların ve devrelerin davranışa hizmet eden sinirsel hesaplamaların temelini nasıl oluşturduğunun sorgulanması için farklı analiz düzeylerini birleştirir. Son zamanlarda geliştirilen moleküler ve genetik araçlar, bilim insanlarının davranış ve fizyoloji için sonuçları incelerken, seçilen nöron popülasyonlarındaki aktivite modellerini gözlemlemesine ve kaydetmesine olanak tanır.

Bugün prefrontal olarak kabul ettiğimiz bölgelerin ilk topografik tanımı Brodmann'a atfedilmiştir.

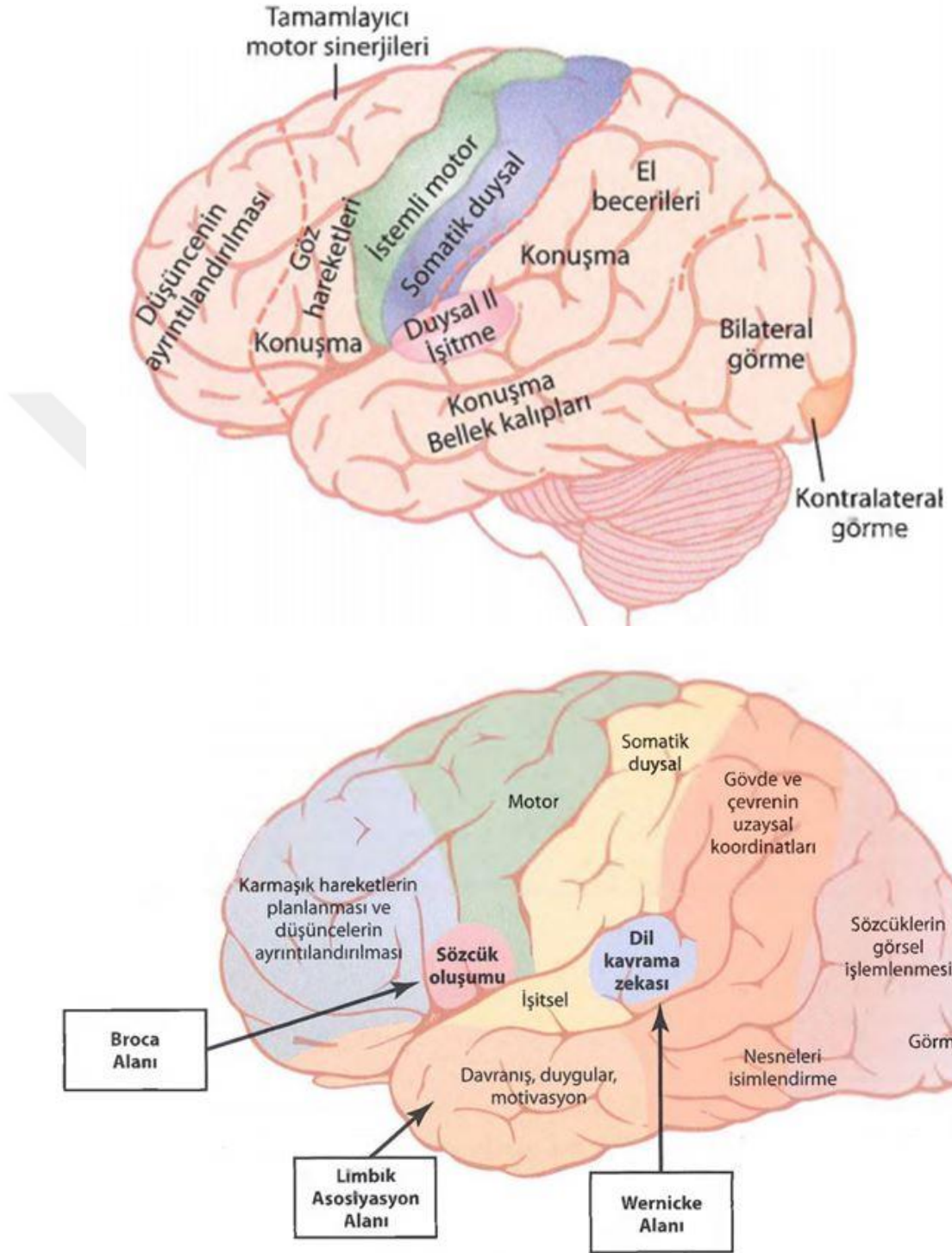


Şekil 2.1. Brodmann Alanları, Prefrontal Alan

Brodmann'ın 9,10,11, ve 12. alanlarını içine alacak şekilde, premotor alanın önünde bulunan prefrontal alanlar, öğrenme, hafıza, analiz, motor yanıtların planlanması ve düşüncelerin gelişmesi gibi fonksiyonları yerine getirirler. Prefrontal korteks, gyrus frontalis superior, gyrus frontalis medius ve gyrus frontalis inferior'un büyük bir kısmı ile gyri orbitales ve gyrus cinguli'nin ön yarısını kapsamaktadır. Dikkatin sürdürülmesi sözcüklerin tanınması, bir kavramı işlemeye hazırlama, kontrol etme gibi çok değişik bilişsel görevleri yerine getirir. Bu alandaki bir hasar bu fonksiyonların bozulmasına neden olabilir (akt. Pekmez ve ark., 2004).

2.3. Beyin Korteksi ve Zihinsel İşlevleri

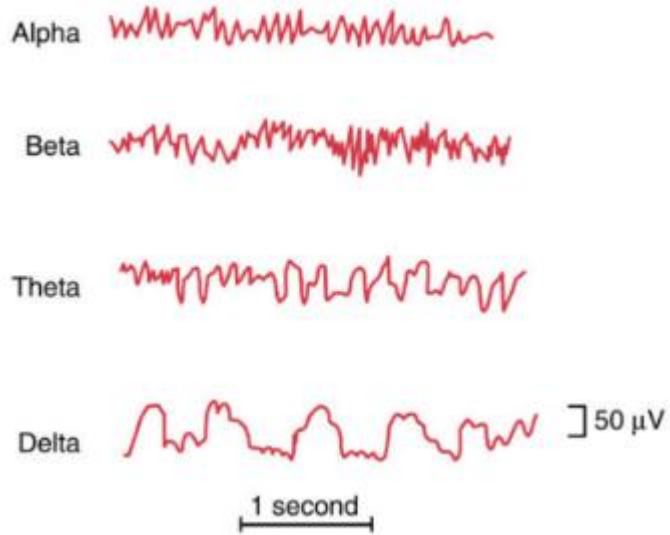
Beyin vücudumuzdaki en büyük ve en karmaşık organlardan biridir; sayısız bağlantı ve sinaps oluşturarak birbirleriyle iletişim kuran milyarlarca nörondan oluşur. Erkekler ve kadınlar arasında beyin ağırlığı farklıdır; erkek beyni yaklaşık 1336 gramdır ve kadın yaklaşık 1198 gramdır, ancak ağırlıktaki bu fark, işlev veya zeka üzerinde hiçbir etki göstermemiştir. Beyin, beyincik, beyin sapı olmak üzere üç ana bölüm vardır. Beyin, korteksi gri madde olarak adlandırılan dış tabaka ve beyaz madde olarak adlandırılan iç tabaka olmak üzere iki beyin yarım küresinden oluşur. Kortekste frontal lob, parietal lob, temporal lob, oksipital lob olmak üzere dört lob vardır (akt. Hartmann ve ark., 1994).



Şekil 2.2. Beyin Bölgeleri ve İşlevleri

2.3.1. Beyin Dalgaları

Kafatasının dış bölümünden elde edilebilen elektriksel kayıtlar beynin bir anlamda sürekli olarak bir elektriksel yapıya sahip olduğunun göstergesidir. Elektriksel yapının şiddeti ve içerdiği örüntüler uyanıklık, uyku ve epilepsi hatta psikoz gibi beyin hastalıklarına neden olabilecek etkenlerin ortaya çıkartılmasında beynin çeşitli bölümlerinin uyarılma düzeylerini ölçmede kullanılabilir. Elektroensefalogram elektriksel potansiyellerdeki değişikliklere göre farklı türde beyin dalgalarını belirlemek için kullanılır. Beyin dalgalarının kafatasındaki genlikleri 0 ile 200 mikrovolt arasındadır. Frekans ise saniyede 1 ile saniyede 50 veya daha üstü arasında değişiklik gösterebilir. Alfa, beta, teta, delta dalgalarının karakteri serebral korteks içerisindeki ilgili bölgelerde gerçekleşen uyarılma düzeyine bağlıdır. Özellikle bu dalgalar uyanıklık uyku ve koma durumları arasında önemli ölçüde değişiklikler gösterir (Guyton ve Hall, 2007).



Şekil 2.3. Beyin Dalgaları

Beyin dalgaları genellikle düzensiz bir yapı izler EEG'de genel anlamda geçerli bir örüntünün tanımlanması olanaksızdır. Diğer zamanlarda ise farklı örüntüler ortaya çıkabilir. Bunlardan bazıları epilepsi gibi beyin hastalıklarına özgü örüntüler olabilir.

2.3.1.1. Alfa Dalgası

Alfa saniyede 8- 13 döngü arası frekanstaki ritmik dalgalardır. Uyanık, sakin ve dinlenik durumdaki beyin aktivitesi esnasında yetişkinlerin hemen hepsinde ortaya çıkarlar. Alfa dalgaları en güçlü olarak oksipital bölgede görülmekle birlikte frontal ve parietal bölgelerde de gözlenebilir. Voltajları 50 mikrovolt civarındadır. Derin uyku sırasında görülmez. Uyanık haldeki kişinin dikkati özel tipte bir zihinsel etkinliğe yöneldiğinde alfa yerini senkron olmayan yüksek frekanslı fakat düşük genlikli beta dalgalarına bırakır. Aydınlık bir ortamda gözlerin açılması ve kapanmasının alfa dalgaları üzerine etkileri görülmektedir. Görsel duyumsamaların alfa dalgalarını ani olarak durduğunu ve bunların yerine daha düşük genlikli senkron olmayan beta dalgalarının ortaya çıktığını görürüz.

2.3.1.2. Beta Dalgası

Beta saniyede 14 döngü arasında en yüksek sıklıkla meydana gelir ve saniyede 80 döngüye kadar çıkabilir. Daha çok beyin parietal ve frontal bölgelerinde bu bölgelere özgü aktivasyon esnasında beta dalgaları kaydedilir.

2.3.1.3. Teta Dalgası

Teta dalgaları saniyede 4 ile 7 döngü arasında bir sıklıkla gerçekleşir. Normal biçimde çocukların parietal ve temporal bölgelerinde gözlenirler, bazı yetişkin bireylerde düş kırıklığı gibi duygusal stres koşullarında da ortaya çıkabilirler. Genellikle dejeneratif beyin durumları gibi birçok beyin hastalıklarında meydana çıkar.

2.3.1.4. Delta Dalgası

Delta dalgaları 3,5'ten az frekansta olan tüm dalgaları kapsar ve voltajları genellikle diğer beyin dalgalarının çoğuna göre 2 ile 4 kez daha yüksek seyreder. Uykuda, çocuklukta ve ciddi organik beyin rahatsızlıklarında görülürler. Bu nedenle delta dalgaları beyin aşağı bölgelerindeki etkinliklerden bağımsız olarak kortekste meydana gelebilir (Guyton ve Hall, 2007).

2.4. Zihinsel İşlem Süreçleri

Kısa Süreli Bellek; Kısa süreli belleği tanımlamak için telefon numarası örneği verilebilir. 7 ile 10 adet numarayı birkaç saniye ile birkaç dakika arasında, kişinin ilgili

numaraları sürekli olarak düşünmesi ve sözel olarak tekrar ettiği koşullarda akılda tutması olarak kısa süreli belleği tanımlayabiliriz. Kısa süreli belleğin beyindeki fonksiyonu, devre denilen sinaps grubundaki geçici bellek niteliğindeki sinyallerin sürekli olarak turlaması şeklinde gerçekleşebilir. Ancak bu kuram henüz tam olarak doğrulanmamıştır. Bir başka yaklaşıma ise presinaptik kolaylaştırma diyebiliriz. Presinaptik nöron sonlanması, henüz port sinaptik nöron ile sinaps gerçekleştirmeden önce kendisinin üzerinde sonlanan başka bir presinaptik sonlanmadaki etkilerle oluşur. Kısa süreli belleği oluşturan bu devreler, sinapslarda salgılanan transmitterlerin sıklıkla, saniyelerle birkaç dakika arasında etkili olan kolaylaştırmaya veya inhibisyona neden olmasıyla oluşur.

Orta Süreli Bellek; Orta süreli belleğin süresi dakikalardır. Hastalarda kalıcı hale dönüştürülme, dikte zamanla söner ve yok olur. Kalıcı hale getirilmek için etkinleştirildiklerinde ise uzun süreli hale geçiş yaparlar. Presinaptik sonlanma ve postsinaptik işlemler birkaç dakikadan birkaç haftaya kadar olan kimyasal veya fiziksel değişikliklerden kaynaklanır, orta süreli bellek anılarının işlevi ilkel hayvanlardaki deneylerde ortaya konmuştur.

Uzun Süreli Bellek; Orta süreli belleğin uzamış tipi ile gerçek uzun süreli bellek arasında anlamlı bir ayrım yoktur. Bununla birlikte uzun süreli bellekte sinapslardaki kimyasal değişikliklerin değil, genellikle gerçek yapısal değişikliklerin sonucunda olduğu, bunun da iletişimini güçlendirdiği ve baskıladığı öngörülmektedir.

Gerçek uzun süreli belleğin fonksiyonunu artırılabilmesi sinapsların sinyalleri aktarabilmek için kendi duyarlılıklarını arttırma yönünde bir takım fiziksel yeniden yapılanmaya girmesine bağlıdır. Sinapslardaki önemli yapısal değişiklikler şöyledir. Nörotransmitter salgısını arttırmak için vezikül serbestlenme bölgelerinin artışı, serbest hale gelen nörotransmitter vezikül sayısının artması, presinaptik sonlanma sayısındaki artış, dendrit dikenlerinin yapısında sinyal alışverişini arttıracak yapısal değişikliklerin olması (Guyton ve Hall, 2007).

Fonksiyonel anatomi çalışmalarında aktif bulunan nöral alanlar herhangi bir gerçek görevi yerine getirirken düzenlenir. Bu bağlantıyı incelemeye yönelik bir yaklaşım

fMRI; faaliyetin zaman sürecini ve aktif alanlar arasındaki korelasyonu incelemek için kullanılır giriş ve Tepe BOLD fMRI Sinyali arasındaki nispeten uzun gecikmeler nedeniyle küçük zaman farklılıklarının tespit edilmesi zor olabilir. Beyin bölgeleri arasındaki zamansal bağlantıların incelenmesine yönelik bir başka yaklaşım elektriksel veya manyetik sinyallere dayanmaktadır çünkü bu sinyaller daha yüksek zamansal çözünürlük sağlayabilir ve uzamsal lokalizasyonu iyileştirmek için MRI ile birleştirilebilir. Bağlantının ölçülmesine yönelik üçüncü bir yaklaşım beyaz madde izlerini izleyen Difüzyon tensör görüntüleme TDI kullanarak sinir alanlarını birbirine bağlayan fiber izlerin ölçülmesini içerir (Posner ve ark., 2006).

2.5. Psikofizyoloji

Psikofizyoloji, canlı organizmalarda zihinsel ve bedensel süreçler arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için, fizyolojik manipölasyonlar ile bunların doğurduğu fizyolojik tepkiler arasındaki ilişkilerin ölçüldüğü bir çalışma alanıdır (akt. Utku ve Alkibay, 2013).

Psikofizyolojik ölçütler istemsiz oluşan otonom tepkileri belirlemektedir. Bu nedenle psikofizyolojik ölçütlerin, bir uyarıcıya karşı kişinin tepkisinin oldukça temel, tarafsız ve duyarlı bir şekilde değerlendirilmesini sağladığı düşünülmektedir (Stewart ve Furse, 1982).

Psikofizyolojinin temel bakış açısı zihin ile beyin arasındaki ilişkiyi incelemek, korku öfke gibi bedensel süreçlerin insan zihninde yapmış olduğu etkilere dikkat çekmek, duygular ile düşünceler arasındaki fizyolojik süreçleri irdelemektir. Fizyolojik tepkiler öğrenme yoluyla kontrol edilebilir. Bu tepkilerin kontrolü biliş ve duyguya nicelik ve nitelik yönünden etki edebilir. Psikofizyoloji de zihnin fiziksel bir alt tabakaya sahip olması olarak görülür. Bununla birlikte tek yönlü bakış açısının aksine bu alt tabakanın yapısal ve işlevsel yönleri sözlü, davranışsal ve bağlamsal veriler dahilinde mevcut işlevsel çıktıların daha geniş yönleriyle ele alınmasıyla zihin daha anlaşılır olarak görülebilir. Bu nedenle psikofizyoloji birden çok analiz düzeyini vurgulayan disiplinler arası bir alandır. Duygu ve etkileşim halindeki bireylerin temel fizyolojik yapılarının araştırılması, yeni teknikler ile daha kapsamlı bir şekilde uygulanabiliyor. Bu alandaki çeşitli ölçüm enstrümanları artık araştırmacıların psikolojik işlemler sırasında beyin

ayrı bölümlerindeki seçici aktivasyonu keşfetmesini mümkün kılıyor. Bu alandaki ölçüm ekipmanlarında meydana gelen gelişmeler, laboratuvar ortamının yanı sıra doğal ortamlarda merkezi, periferik, fizyolojik ve endokrinolojik tepkilerin ölçülmesine de olanak sağlıyor. Kabul görmüş kayıt standartlarındaki sinyal temsilinin ve çok değişkenli istatistiksel analizlerinin ortaya çıkışı otonomik, somatik, beyinsel endokrinolojik ve immünolojik süreçler arasındaki karşılıklı ilişkilerin incelenmesini kolaylaştırmaktadır (Cacioppo ve ark., 2007).

Psikofizyoloji insan algısı, düşüncesi, duygusu ve eylemlerinin somut bir şekilde ele alındığı bir fenomen olması ve beyin-beden yanıtlarındaki uygun bir deneysel tasarımda ortaya çıkabilecek bilgileri içermesi olarak ikili varsayımlara dayanmaktadır. Bu anlamıyla psikofizyoloji insan süreçlerine ışık tutar. Psikofizyolojideki analiz yapısı, sadece bedeni izole edilmiş bileşenler üzerine değil hem fiziksel hem de sosyal kültürel çevreye atıfta bulunarak organizma ve çevresel işlemler üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle psikofizyoloji; anatomi, fizyoloji ve vücut sistemleri etrafında örgütlenmiş bir bilim dalıdır ve kolektif amacı, çevreyle olan işlemlerde insan vücudundaki yapıların birbiriyle olan ilişkilerindeki temel işlevleri aydınlatmaktır. Bununla birlikte psikoloji gibi psikofizyoloji de anatomi ve fizyolojiden daha geniş bir araştırma düzeyi ile ilgilenir ve hem tematik hem de sistemik bir odak açısından organize edilebilir. Daha önce gözlemlenemeyen fenomenler somut hale getirildiği için psikofizyolojide daha gelişmiş ölçüm prosedürleri geliştirmenin önemi açıktır. Ancak gelişmiş ölçüm teknikleri tek başına sahada ilerleme için yeterli değildir. Psikofizyolojik bir ilişkinin teorik tanımı doğal olarak bilinmeyene ulaşmayı içerir ve bu nedenle önyargı ve hatayı en aza indirmek için entelektüel buluş ve sistematik çabalar gerektirir. Bilinen fizyolojik ve anatomik gerçeklere dayalı olarak psikolojik kurallaştırma, keşif araştırması, pilot araştırmalar ve klasik psikometrik yaklaşımlar psikofizyolojik bir ilişki hakkında test edilebilir hipotezler üreterek alana önemli şekillerde katkı sağlayabilir (Cacioppo ve ark., 2007).

2.6. Spor Psikolojisi

Spor psikolojisi, psikolojik bilgi ve beceriyi sporcuların spora katılımındaki gelişimsel ve sosyal yönleri değerlendirmek ve performansı artırmak amacı ile kullanan bir

yeterliliktir. APA, spor psikolojisini kazanılmış bir yeterlilik olarak kabul etmektedir. Spor psikolojisi, sporu içeren çok çeşitli ortamları kapsamaktadır. Rekabet gerektiren alanlardan eğlence amacı taşıyan aktivitelere, genç katılımcılardan profesyonel ve olimpiik düzeydeki katılımcılara kadar çok geniş bir yelpazeye sahiptir. Belirli bir yeterlilik gerektiren spor psikolojisi bir bilim dalı olarak bu hizmeti veren uzmanların daha nitelikli olmasını gerektirir ve bu yeterlilik uygun bir rehberlik sağlaması için bir dizi standartları beraberinde getirir. Spor psikolojisi sosyal, tarihsel ve kültürel alanda teorilerden yararlanarak zihinsel beceriyi artırma ve değerlendirmede spora özgü kazanımlar ortaya koyar. Performans geliştirme ile spora katılım ve memnuniyet unsurlarını birleştirir. Sporculara kliniksel olarak danışmanlık hizmeti sunar. Spor ve egzersizin biyolojik davranışsal temellerini inceler. Spor psikolojisi çalışma alanı, spor ve rekabetin teknik gereksinimlerini olimpiyat düzeyinde bilmeyi gerektirir. Verimli bir spor psikolojisi yeterliliği, bir motor becerinin öğrenilmesindeki mekanik süreçlerin bilinmesi ile doğrudan ilişkilidir. Bunun yanında sporcuların davranışlarını anlamak ve sporcuları yönlendirmek bilişsel yönüyle spor psikolojisinin önemli bir fonksiyonudur. Sporda motivasyon kavramı ile doğrudan ilgilidir ve sporda başarı için motivasyon olgusunu araştırır, geliştirir (Rathod ve Kondiba, 2020).

Fiziksel aktivite, egzersiz ve sporun insan sağlığına olan iyileştirici etkileri günümüzde daha iyi anlaşılmaktadır. Spor ve egzersiz psikolojisinin performansla olan olumlu katkısı bireysel ve takım sporlarını kapsayan amatör ve profesyonel sporlarda kendini göstermektedir (Edwards ve Barker, 2015).

Fiziksel ve zihinsel anlamda performansın üst seviyede olmasındaki gereklilik ve insan sınırlarını zorlayan sporlara olan ilgi günümüzde giderek artmaktadır. Bu anlamıyla spor ve egzersiz psikolojisinin önemi de büyümektedir. Bununla birlikte performans ve başarıya etki etme konusundaki en önemli unsur spor ve egzersiz psikolojisi denilebilir (Lochbaum ve Gottardy, 2015).

Kimler spor ve egzersiz psikolojisi alanında çalışır? Spor ve egzersiz psikoloğu nasıl olunur? Nasıl bir eğitim almak gerekir? Bu tip sorular günümüzde önemini giderek arttırmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmalarda egzersiz ve spor psikolojisi alanında çalışan nitelikli araştırmacı, psikolog ve antrenörlerin özelliklerini araştırmak ülkemiz

ile diğer ülkelerin bu anlamdaki ilerleyişini karşılaştırmak hedeflenmektedir. Görgülü (2018), yaptığı çalışmada Birleşik Krallıktaki model uygulamaları derleyerek, işleyişi ülkemizdeki egzersiz ve spor psikolojisi faaliyetleri ile karşılaştırmak suretiyle bilimsel ve sistematik bir araştırma yapmıştır. Bu anlamıyla Birleşik Krallık örneğini ülkemizdeki spor ve egzersiz psikolojisi faaliyetlerine katkı sağlamak amacıyla çalışmasına dahil etmiştir. Çalışma sonucunda ülkemizde spor psikoloğu mesleğine sahip olmak için daha etkin bir eğitim alınması gerektiği ve daha uzman bir yaklaşım içinde olma gerekliliğini ortaya koymuştur (Görgülü, 2018).

Multidisipliner yapısı gereği spor ve egzersiz psikolojisi, spor bilimlerinin ana çalışma alanlarından biridir. Bu alanın oluşumu, psikoloji, spor, sağlık kültürü, pedoloji gibi çeşitli alanların gelişimi ve multidisipliner yapısı ile bu alanlarla olan interaktif etkileşimi neticesinde bir tür alt grup olarak nicel bir çalışma prensibini ortaya çıkarmıştır. Spor ve egzersiz psikolojisi teorik ve uygulama alanlarını başka bilim dallarından yararlanarak oluşturur.



Şekil 2.4. Spor ve Egzersiz Psikolojisi Etki Alanları

Psikomotor gelişim, motor öğrenme, fizyoloji, biyomekanik konuları ile etkileşim halindedir. Psikoloji anlamında sosyal ve bilişsel kuramlardan yararlanır. Sağlık bilimleri alanında, tıp bilimleri, sosyal bilimleri kapsayan bilişsel ve davranışsal

yapılardan yararlanır. Sağlık Bilimleri ile olan etkileşimi genellikle spor yaralanmalarında kaslar, araştırma yöntem ve tekniklerinde ölçme ve değerlendirmedir. Bunun yanında istatistik, bilimsel araştırma yöntemleri gibi ana başlıkları ele alır. Spor ve egzersiz psikolojisi bir başka anlamıyla bir bilgi akışıdır. Spor ortamında meydana gelen davranışları çeşitli boyutlarıyla ele alır. Spor ve egzersiz psikolojisinin bilimsel açıdan gelişmesi ve önemini giderek arttırması bu alanın mesleki anlamda da ilerlemesini ve günümüz koşullarında daha da önem kazanmasını beraberinde getirmiştir. Diğer bütün meslek dalları gibi, mesleki yeterliliği geliştirme gerekliliği spor ve egzersiz psikolojisinin de bir meslek dalı olarak gelişmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Weinberk ve Gould spor ve egzersiz psikolojisini, bireylerin spor ve egzersiz aktivitelerini davranışsal olarak inceleyen bir bilim uygulama alanı olarak tanımlamışlardır. İnsan davranışlarındaki, spor ortamında meydana gelen değişikliklerin analitik olarak değerlendirilmesi için ve amaca uygun olumlu değişiklik meydana getirecek bilginin ortaya çıkartılması, tahmin edilmesi ve geliştirilmesi için nitel analizleri etik standartlara bağlı olmak koşuluyla yapılan ampirik araştırmalar ve çalışmalar bu alana olan yönelimi açıklamaktadır. Araştırma, eğitim ve uygulama alanında yapılan çalışmalar, birbiriyle etkileşim halinde sistematik bir yapıda gerçekleşerek spor ve egzersiz psikolojisi alanına katkı sağlamaktadır (akt. Görgülü, 2018).

Spor ve egzersiz psikolojisinin temelini, çalışma ortamında araştırma kısmı oluşturmaktadır. Bu alanda araştırma yapmak bir tür alanın mutfağı niteliğindedir. Araştırmacılar tarafından yapılan nitel ve nicel çalışmalar ve bu çalışmalarda üretilen bilgi, ampirik uygulamalar ile test edildiğinde spor ve egzersiz psikolojisi için kullanıma sunulabilmektedir. Araştırmacılar bu alandaki çalışmalar arttıkça, uygulama ve durum çalışmalarından esinlenerek yeni soru ve hipotezler ile alana katkı sağlayacak bilgiler ortaya çıkarmaya devam edeceklerdir. Buradaki en önemli unsurlardan bir tanesi spor ve egzersiz psikolojisi alanının hemen hemen tüm bilim dallarında olduğu gibi multidisipliner bir yapıda olmasıdır. Tıp alanının temel çalışma konusu olan vücut sistemlerinin temel yapısı ve işlevleri, spor alanında yapılan araştırmalar için anahtar bir unsurdur. Bununla birlikte kişinin ruhsal sağlığının araştırılmasını kapsayan psikoloji, spor ortamında dikkate alınması gereken çok önemli bir unsurdur. Bu anlamı

ile spor, bunun gibi birçok alanla interaktif bir ilişki içerisinde. Öğrenme ve öğretme kuramları sosyal, bilişsel ve davranışsal kuramlar psikofizyoloji, spor ve egzersiz psikolojisi alanın gereklilikleri olarak karşımıza çıkar (Edwards ve Barker, 2015).

Psikolojik antrenman; gevşeme, devinim, stresin düzenlenmesi, yoğunlaşma, olumlu düşünmeyi kapsamaktadır. Psikolojik antrenman, biyolojik geribildirim ile bir spor esnasında ya da öncesi ve sonrasında sporcuya etki eden, algı, dikkat, öğrenme, motivasyon, stres gibi psikolojik süreçlerin sistemli bir şekilde iyileştirilmesi sürecine verilen isimdir. Psikolojik antrenmanın performansa olan etkisi açıktır. Psikolojik performansa etki eden dikkat, konsantrasyon, uyarılmışlık, imgeleme gibi tüm etkenler, psikolojik antrenmanın temelini oluşturur. Bunun yanında uyarılmışlık kontrolü yönetimi, düşünce yönetimi, motivasyon yönetimi, liderlik, iletişim gibi psikolojik beceriler psikolojik antrenmanın temel unsurlarıdır. Psikolojik antrenmanların uygulanmasında uygulanan tekniklerin bir beceri mi (beceri öğrenimi mi) yoksa beceriyi geliştirecek bir teknik mi olduğu tartışmalı ve bir o kadar da önemli bir konu olarak değerlendirilmelidir. Buradaki önemli noktalardan bir tanesi beceri kavramındaki öğrenme ve buna doğru orantılı olarak koşullanma faktörlerinin işin içine girmesidir. Bu da özellikle motivasyon yönetimi kavramına doğrudan ve dolaylı olarak etki eder (akt. Akandere ve ark., 2018).

2.6.1. Dikkat

Dikkat; algının, karar vermenin ve performansın kalitesini ve etkinliğini belirleyen, bilinçli ya da bilinçsiz olarak farkındalığın belirli bir nesne, hareket, aktivite, durum, olay ya da olgu üzerine odaklanmasıdır (akt. Schefke ve Gronek, 2010).

Dikkat, ayırıştırma sürecinin anahtarıdır; bakmayı görmeye dönüştüren mekanizmadır. Algılamada, ilgisiz bilgileri görmezden gelmek, gördüklerimizin önemli kısımlarına katılmamızı ve yorumlamamızı mümkün kılan şeydir. Dikkat, karşılaştığımız büyük miktardaki bilgiyi seçici olarak işlememize, bilginin bazı yönlerini önceliklendirmemize ve görsel sahnenin belirli bir yerine veya yönüne odaklanarak diğerlerini görmezden gelmemize izin verir (Carrasco, 2011).

Dikkat modülasyonu, bir nöronun alıcı alanı içindeki tekli uyarılarla gözlemlenebilir ancak dikkate olan katılımın artırılması ve katılımsız uyarıların baskılanması itme-çekme tarzında aynı alanda birleştirildiğinde daha karmaşık bir yapıya bürünür. Dikkat modülasyonu, uzamsal alanla sınırlı değildir. Daha ziyade, hareket yönü gibi diğer uyarıcı özellikleri işin içine girdiğinde dikkat; tercih edilen sürecin yapısına göre, katılan uyarıcının (sinyalin) özelliklerine benzer olan hücreleri işe alır. Modülasyon olarak bu; çarpımsal olarak nöronun ayar eğrilerini koruma sürecini kapsamaktadır. Dikkatin yukarıdan aşağıya etkisiyle ve uyarıcı karşıtlığının aşağıdan yukarıya etkisiyle gerçekleşen çoklayıcı modülasyon arasındaki benzerlik ve etkileşim, bu iki mekanizmanın ortak sinir mekanizmalarını paylaştığına dair ilginç bir fikir ortaya koymaktadır (Treue, 2001).

1950'lerde bilişsel devrimin başlangıcından bu yana, dikkat deneysel psikolojide merkezi bir konu olmuştur. Son yıllarda, dikkat üzerine araştırmalar, insanlar ve maymunlar üzerinde yapılan çalışmalarda nörobilim ve psikopatoloji çalışmalarında klinik bilime kadar genişletildi. 1950'lerde ve 1960'larda dikkat araştırmaları, seçici işitsel dikkat üzerine yoğunlaştı. 1970'lerde otomatiklik ve çoklu görev performansı üzerine yoğunlaştı. 1980'lerde görsel dikkat, negatif hazırlama ve “cuing” üzerine araştırmalar yapıldı. 1990'larda, yeni bir kırılma meydana geldi ve yeni perspektifler ortaya çıktı. Yüzyılın başından beri, dikkat araştırmalarının odak noktası “görev değiştirme” olmuştur. 1950'lerde dikkat mekanizmasına ait iki teori ailesi ortaya çıkmaya başlamıştır. Bir teori sınıfı Shepard'ın benzerlik ölçeklendirmesi (similarity scaling) üzerine olan çalışmasından ve Luce'un seçim (choice) konusundaki çalışmasından ortaya çıkar. Diğer bir sınıf Green, Tanner, ve Swets'in sinyal algılama (signal-detection) teorisi üzerine oluşur (Logan, 2004).

Dikkat olgusu psikoloji biliminin başlangıcından bu yana incelenmektedir. Bununla birlikte dikkate yönelik birçok kuram, dikkatin beyin ile ilişkisini inceleyen nörobilimin de katkısıyla ortaya atılmıştır. Odaklanmış (seçici) dikkat, sürdürülen dikkat ve bölünmüş dikkat hedefle olan ilişkiye göre ortaya çıkmış dikkat türleridir. Bunun yanı sıra dikkate neden olan etkenlerin bilinçli ya da bilinçsiz olarak belleğe geçişine göre gruplandırıldığında aktif ve pasif dikkat kavramları ortaya çıkar. Aktif dikkat, bilgilerin

dikkatsel mekanizmalarca seçilmesini içerirken, pasif dikkat bilgilerin otomatik olarak bilince dahil olmasını içerir. Dikkat olgusunun temelini oluşturan bir başka kavram süzgeçlemedir. Erken süzgeçleme bir tür analiz etme işlevi, geç süzgeçleme de ise uyarana verilen tepki söz konusu olmaktadır. Başka bir ara modelde “ya-hep ya-hiç” yasasına göre hareket eden süzgeçler değil “zayıflatıcı süzgeç ve zayıflatıcı dikkat” modelleri önerilmektedir. Anlık bellek ile ilişkili olan basit dikkat ve frontal yönetici işlevler ile alakalı olan karmaşık dikkat, dikkat kavramının karmaşıklık düzeyi ile alakalı bir sınıflamadır (akt. Dinçer ve Karakaş, 2008).

Dikkat, hem katılma sürecine hem de katılma sürecinin ürününe ve sonuçta ortaya çıkan algısal duruma atıfta bulunabilir. Süreçle ilgili olarak, dikkati; biliş veya eylemi nitelendirmek için belirli algısal girdilerin seçilmesi olarak anlıyoruz. Bazı çalışma alanları, algısal veya bilişsel sistemlerde çeşitli seçici mekanizmalarla ilgilenirken, bazıları, katılma ve dolayısıyla belirli girdileri seçme etkinliği ile ilgilenir. Katılma süreci, olağanüstü belirginlikle karakterize edilen bilinçli bir durum ortaya çıkarır. Bu bir “süreç” kavramı olarak açıklanabilir ancak “durum” kavramı daha aydınlatıcı olabilir.

Zihinsel bir faaliyete odaklanma olarak tanımlanabilecek dikkat kavramı, içinde bir tür uyarılmışlık ve seçim yapma işlemini barındırmaktadır. Zihin dışarıdan gelecek bir uyarıyı almak için hazır bulunuşluk içindedir. Uyarı fark edilir ve metabolizmaya uygun olarak birçok uyarıcı arasından amaca uygun olan seçilir, işte bu dikkat mekanizmasıdır.

Eğer dikkat mekanizması çeşitli nedenlerden dolayı verimli bir biçimde kullanılmazsa gelen uyarıcıların hepsi etkin bir biçimde organizma tarafından işlenemez, sadece dikkatin sağlanabildiği uyarıcılar işlem ünitesine alınır. Bununla birlikte her uyarıcı organizmada davranış değişiklikleri meydana getirmede aynı etkiye sahip değildir. Dış dünyadan yansıyan birçok uyarıcıdan organizma tarafından kullanılması hedeflenen, önemli olarak nitelendirilen kısmının seçilmesi ve işlem ünitesine alınması çok önemlidir. Organizmadan ya da dış faktörlerden kaynaklanabilecek işlem ünitesinin gereksiz ayrıntılarla meşgul edilmesi durumu, işe yarayabilecek bilginin doğru olarak seçilmesine ve verimli zaman kullanımına ket vurur (Öztürk, 1999).

Dikkat kavramını açıklamada bebek davranışları, bebeklerin verdiği bilişsel ve davranışsal tepkiler önemli bir belirteç olabilir. Bebekler ses ya da nesneleri gördüklerinde pek çok bilgi ile karşılaşır, bilgi edinmeleri nesnenin keşfi sırasında dikkatlerini sürdürme yeteneğine bağlı olabilir. Bununla birlikte çevrede gerçekleşen yeni olaylar bebekleri önceki odak noktalarından uzaklaştırabilir. Bu nedenle bebekler önemsiz uyaranları görmezden gelmeleri ve ilgili olanlarla ilgilenmeleri için uyaranlara öncelik vermelidir. Sonuç olarak bebekler yeni olaylar meydana geldiğinde dikkat kaymaları ile dikkatin sürdürülmesini dengeleme becerisini geliştirmelidir. Ancak bu noktada bebeklerin nesnelere ve olaylara dikkatlerini vermeleri ve dikkatlerini dağıtan unsurları etkileyen faktörlerin anlaşılmasında çok az şey bilinmektedir (Tellinghuisen ve Oakes, 1997).

2.6.2. Dikkat Türleri

Zaman ve mekan boyutunda devamlı değişmekte olan sürekli olarak farklı bilgilerle karşılaşan duyuşsal bir yapıdaki görsel sistemimiz çok dinamiktir. Görsel sistemimiz birçok uyaran arasından bazılarını seçer bazılarını ise göz ardı eder. Bu seçim aşamasında dikkatin önemi çok büyüktür. Dikkat sistemimiz daha çok göze çarpan uyaranlara ve hedeflere öncelik tanır önemli ve önemsiz olaylar arasında bir ayrım yapar (Akyürek ve ark., 2012).

2.6.2.1. İçsel ve Dışsal Dikkat

İçsel odaklanmış dikkat, sporcunun beyzbol vuruşunu uyguladığı sıradaki el ve ayak hareketlerindeki pozisyon alma durumundaki dikkat faaliyetini kapsar. Bir beceri sergilemek içsel odaklanmış dikkat için iyi bir örnek olabilir, dışsal odaklanmış dikkat ise beyzbolcuya gelen bir topa sağladığı dikkat ya da sopasının hareketine sağladığı dikkat olarak, yani vücut hareketinin dış ortamdaki etkilerine karşı sağladığı dikkat olarak tanımlanabilir (Wulf, ve Prinz, 2001; Castaneda ve Gray 2007).

Bunun yanında bir sporcunun duruma gösterdiği iki tür dikkat tanımı da yapılabilir, Bunlardan birincisi “genişlik” ikincisi “içsel dışsal ayrım” tanımıdır. Genişlik kavramı sporcunun dikkat ettiği ve odaklandığı ipuçlarının dağılımını anlatır. Sporcunun kendi içindeki içsel ipuçlarına odaklanması içsel dikkati, dışarıdaki uyarıcıların etkilerine odaklanması ise dışsal dikkati tanımlar. Kapalı becerilerde ve genellikle bireysel

branşlarda içsel dikkat önem kazanırken takım sporlarında sergilenen açık becerilerde ise dışsal dikkat daha önemlidir. Dikkatin daralması, sporculardaki aşırı uyarılmışlık hali korku ve kaygılarındaki yükseklik sonucunda meydana gelir. Başka bir kavram ise dikkatin esnekliğidir. Sporcu bireysel olarak ya da antrenörünün etkisi ile dikkatini daraltıp genişletebilmelidir. Bir voleybolcunun servis atarken dikkatini karşı alandaki hedeflediği bölgeye yoğunlaştırması, dikkatin daralması, rakibin hücum ettiği sırada dikkatini tüm hücum oyuncularına, topun nerede olduğuna gibi unsurlara yöneltebilmesi dikkatin genişletilmesine örnektir (Nidiffer, 1978; akt. Çolakoğlu ve ark., 1993).

2.6.2.2. İkili Görev – Bölünmüş Dikkat

İkili görev ya da bölünmüş dikkat olarak anılan "motor ve bilişsel işlevlerin eşzamanlı bir değerlendirmesi" doğası gereği işlevseldir, çünkü çoğu aktivite, özellikle sporda olanlar, uygun motor ve bilişsel tepkiler üretirken bir dikkat bölüşümü gerektirir. Çok sayıda çalışma bu paradigmaları incelemesine rağmen, tıp alanında yaygın olarak kullanılmamaktadır. Sabit dikkat görevleri bir dikkatsel süreci kapsarken, bölünmüş dikkat görevleri, eşzamanlı görevler arasında dikkat kaynakları arasında bir tür rekabete yol açar. Bireye hangi göreve öncelik vereceği konusunda belirli talimatlar verilmemişse, beyninin hangi göreve bilinçsizce öncelik vereceğine karar vermesi gerekir. Dikkati sağlamak için yapılan bu rekabet veya bilişsel yükteki artış, tipik olarak performansa etki eder (Mihalik ve ark., 2013).

2.6.2.3. İstemli ve İstemsiz Dikkat

1800'lü yıllardan bu yana uzamsal dikkati değiştirmenin iki yolu olduğu varsayılmaktadır. İstemli dikkat bazen hedefe yönelik dikkat veya yüksek dikkat olarak adlandırılır. Özellikle acil görev hedefleri için önemli olan bilgileri içerebilecek mekansal konuma gönüllü olarak dikkat verilmektedir. Öte yandan mevcut hedefe yönelik faaliyet ile ilgisiz olduğunda bile uyaran olaya istemsizce dikkat çekebilir. İstemsiz dikkat bazen uyaran güdümlü yakalama veya dışsal dikkat olarak adlandırılır (Prinzmetal ve ark., 2009).

2.6.2.4. Görsel Dikkat

Görsel dikkat, birincil görsel kortekse gelen bilginin küçük bir bölümünü görsel çalışma belleği ve örüntü tanıma ile ilgili yüksek düzeyli merkezlere yönlendiren bir süreçtir (Anderson ve ark., 2005).

Görsel dikkat; görme alanının belirli bir bölgesindeki her şeyi aydınlatan bir spot ışığı örneği ile tanımlanabilir. Buradaki spot ışığının aydınlatma süreci gözlemcinin ilgilendiği şeylerle doğru orantılıdır. Buradaki karanlık bölgeler gözlemci tarafından seçilmez. Gözlemcinin görsel sinyalin uzayda nerede meydana geleceği hakkındaki bilgisi hem beklenen pozisyondaki gecikmeleri kolaylaştırmada hem de beklenmedik pozisyonlardaki işlem verimliliğini etkiler. Eğer dikkat eylemi bir zamana bağlı ise (a) dikkatin değiştirilebileceği gecikme süresinin belirlenmesi mümkün olmalıdır (b) hedefe ulaşmada mesafenin etkisi (c) dikkat gerektiren görsel alanın gözlerin hareketiyle ilişkili olduğu irdelenmelidir. Algılamamanın verimliliği yönlendirmeden etkilenir. Bu bağlamda yönlendirme ya etki-tepki ile paralel olmalı ya da algılamadan önce olmalıdır. Yani algılama bir sinyale yönelmede sinyalin saptanmasından önce gelebileceği konusunu beraberinde getirir. Sabit olmayan ve beklenmeyen sinyallere dikkatin odaklandırılması algılama sürecindeki bilişsel işlevlerin tahminsel bir ürünü olarak ortaya çıkar (akt. Posner, 2018).

Özel bir dikkat türü olan uzamsal görsel dikkat, dikkat ve bilinç arasındaki ilişkiyi anlamak için önemli bir belirteçdir. Dikkat bilincin aksine psikofiziksel deneylerde sistematik olarak araştırılabilir, bunun için de uzamsal görsel dikkat içeren araştırmalar oldukça önemlidir (Keller, 2011).

Görsel bir sinyalin tespiti; katılımcının ihtiyaç duyduğu tepkileri ortaya çıkarabilen bir sisteme ulaşması için bir bilgi bütünüdür. Katılımcılar sinyalin görsel alanda nerede oluşacağını belirten bir işaret aldığında algılama gecikmeleri azalır, verimlilikteki bu değişim merkezi dikkat sistemini görsel girdi tarafından etkinleştirilecek yollarla hizalamasından kaynaklanıyor gibi görülmektedir. Buradaki dikkat performansına etki eden en önemli unsurlardan bir tanesi de katılımcının gelebilecek uyarıya olan beklentisidir (Posner ve Davidson, 1980).

Primat görsel sisteminin daha yüksek aşamalarındaki nöronlar tipik olarak çok büyük alıcı alanlara (RF'ler) sahiptir ve bu, nesneleri konumdan bağımsız bir şekilde tanımlamak için önemli olabilir.

Genel olarak, dikkatin etkisi kortikal görsel alanların hiyerarşisi boyunca artar, bu da bilginin davranışsal alaka düzeyinden etkilenen görsel dünyanın nöral temsiliyle sonuçlanır (Treue, 2001).

Görsel dikkat; gözlerin veya başın hareketleri olmadan uzaydaki belirli konumlara istemli olarak yönlendirilmesini sağlar. Bu da sonradan ortaya çıkabilecek (bilinmeyen) görsel uyarıların daha iyi işlenmesini sağlar. Davranışsal olarak, bu fayda, azalan reaksiyon süreleri ve gelişmiş tespit oranları ile ifade edilir (Posner, 2018).

Uzayı (space), nesnelerin mekandaki yerlerine, uzaydaki olaylar ve nesneler arasındaki ilişkilere, vücudumuzun kendi kısımları arasındaki ilişkilere ve vücudumuzun nesnelerle olan ilişkilerine göre algılarız. Uzaysal algılama görsel, işitsel, vestibüler, somestetik ve proprioseptif afferent sistemlerden gelen girdilerin düzenlenmesini gerektirmektedir (Mountcastle, 1995).

Görsel uyarıcı, organizmaya çevre hakkında birçok bilgi sağlamaktadır. Üç boyutlu görsel-uzaysal (visuospatial) temsiller görsel ipuçları üzerine temellendirilmiştir. Görsel-uzaysal kodların üç boyutlu olmasından dolayı dünya üç boyutlu olarak algılanmaktadır. Algılar farklı duyuşsal modalitelerden gelen bilgi kaynaklarının birleştirilebilme yeteneğine bağlıdır. Bunun da ötesinde algılar bir duyuşsal modalite içerisindeki bilgi kaynaklarını birleştirme yeteneğine de bağlıdır. Bir diğer ifadeyle bir nesnenin rengi, şekli, uzaydaki yeri ve hareketi bir bütün olarak algılanmaktadır (Kurt, 2002).

2.6.3. Konsantrasyon

Konsantrasyon, dış dikkat, iç dikkat, odaklanma yeteneği, odak noktası ve odak süresi gibi çeşitli faktörleri içerir. Bu nitelikler sporcunun dikkat becerileri ile ilgilidir. Sporcunun oryantasyonu, sporcunun; odaklanma, dışsal motivasyon ve optimal aktivasyon unsurlarını kullanabilme yeteneğini kapsar.

Müسابaka profilini değerlendirirken antrenörler, sporcuları konsantrasyon, denge ve içsel motivasyonları açısından değerlendirmelidir. Bir sporcunun içsel motivasyon düzeyi, motivasyonsuz olmaktan güçlü bir iç güdüye sahip olmaya kadar değişebilir. Sporcunun harekete geçme yeteneği, kendi aktivasyonunu veya yarışma için gerekli olan enerji seviyelerini yükseltebilmesini içerir. Önemli olan kazanma arzusudur; sporcunun müسابaka sonuçlarına karşı tutumu, kazanma isteğini yansıtmalıdır. Konsantrasyon, sporcunun oyuna odaklanmasını içeren önemli bir faktördür. Sporcunun yarışmadan önce, yarışma sırasında görüntüler veya seslerle dikkatinin dağılmasına karşı etkinliği veya başka dış kaynaklardan etkilenme eğilimini değerlendirilmesi çok önemlidir. Rekabet ederken zihinsel sessizliği sağlamak için kişinin kendi düşüncelerinin iç gürültüsünü kontrol etme yeteneği başka önemli bir unsurdur. Odaklanma yeteneği, sporcunun dikkatini ve konsantrasyonunu yalnızca sporun rekabetine yönlendirme yeteneğidir. Sporcunun oryantasyonu, optimal aktivasyonu ve durumsal odaklanmayı içerir. Durumsal odaklanma, sporcunun yalnızca kritik durumda iken gerçekleştirdiği odaklanma eğilimiyken, dışsal motivasyon, sporcunun genellikle tanınma, statü veya ödüller tarafından yönlendirilmeyi içeren dış kaynaklardan gelen motivasyon seviyesini kapsar. Bununla birlikte optimal aktivasyon, sporcuların en iyi şekilde rekabet etme veya performans gösterme eğiliminde olduğu enerji veya aktivasyon seviyesidir (Miller ve Adams, 2000).

Weinberg ve Gould (2015) konsantrasyonu; odaklanmayı ilgili çevresel ipuçlarına sağlama kabiliyeti olarak tanımlamıştır. James'e (1981) göre konsantrasyon; birçok farklı obje veya düşünce dizinleri arasından birine dikkatin açık olarak yönlendirilmesidir. Spor ortamında konsantrasyon tanımı 4 kısımdan oluşmaktadır; (a) Dikkat gerektiren unsurla alakalı olarak çevresel ipuçlarına odaklanma süreci ya da seçici dikkat, (b) Dikkat unsuruna zamansal açıdan yaklaşarak dikkat odağının sürdürülebilirliğini müسابaka boyunca sağlamak, (c) Durum ve performanstaki olumlu ve olumsuz koşulların, yapılan hataların farkında olmak. Sporcunun etrafında olan biteni anlama yeteneği ya da durumsal farkındalık, (d) Dikkat odağını gerektiği durumda hedeflere yönelik olarak analitik olarak değiştirebilme kabiliyeti (akt. Coşkun, 2019).

Sporda Konsantrasyon; Bir sporcunun başarılı olmasındaki en önemli faktörlerden bir tanesi, kendini uğraştığı spor dalına vermesi için iç ve dış faktörlerden etkilenmeyerek, belirli bir zaman periyodu içerisinde seçilmiş uyaran veya uyaranlar üzerinde dikkatini sürdürebilmesidir. Konsantrasyon, fiziksel uygunluk unsurları kadar öneme sahiptir. Sporcunun performansını bozucu unsurlar ya da müsabaka şartlarının değişmesi beraberinde sporcunun dikkat odağının da değişmesini gerektirmektedir. Konsantrasyon, yapısı gereği hedefe odaklanırken bazı şeylerden vazgeçmeyi de kapsamaktadır.

Yarışma ile ilgili stresle başa çıkma yönünden ele alındığında konsantrasyon becerilerini geliştirme önemli bir unsur olarak karşımıza çıkar.

Sporcu müsabaka şartları, seyirci ve medya baskısı, yanlış hakem kararları gibi durumlardan en az biçimde etkilenmelidir. Motivasyonunu korumak ve konsantrasyonunu arttırmak için kendi kendine konuşma veya zihinsel imajinasyon tekniklerini yeri geldiğinde kullanmalıdır. Gerektiğinde yarışma alanı ve aletleri üzerlerinde bir örtü olduğunu düşünme, sporcunun kendisine verilen görevi içsel olarak tekrar etme ve kendi kendisiyle konuşması konsantrasyon tekniklerine örnek olarak verilebilir. Bununla birlikte yarış planı yapma, uyarıcı antrenman, zihinsel antrenman, göz kontrolü, kendini kontrol, simülasyon teknikleri yararlı konsantrasyon teknikleridir. Konsantrasyon, dar boyutu ile ele alındığında sadece yapılacak harekete yönelmeyi kapsarken, geniş boyutta ele alındığında çevresel ipuçlarına da duyarlı olmayı kapsamaktadır. Sporcunun kendi duyularına ve düşüncelerine yönelmesi içsel konsantrasyonu, kendi dışındaki faktörlere yönelmesi ise dışsal konsantrasyonu tanımlamaktadır (akt. Orhan, 2018).

2.6.4. Kaygı ve Stres

Stres, bir tür organizmanın çevreden gelen engelleme, ya da ortaya çıkan fırsatların oluşturduğu baskıya tepki olarak verdiği cevaptır. Her stres durumu olumsuz olarak nitelendirilmemelidir. Belli oranda olan stresin ve bunu bir tür konsantrasyon aracı olarak kullanabilme yeteneğinin olumlu sonuçlar doğurabilmesi muhtemeldir. Kaygı geniş anlamıyla ele alındığında bireyin dış çevrede oluşan olaylara gösterdiği bir duygusal tepki olarak nitelendirilirken; dar anlamda ise kökeni ve başlangıcı bilinçli olmamasına rağmen yoğun olarak hissedilen ve bireyde fizyolojik değişimlerin izlendiği

(kalp atım hızı, terleme vb.) bir durum olarak nitelendirilebilir. Kaygı bir tür korkudur ve nedensel koşulları çok çeşitli faktörlere dayanabilen, doğurabileceği sonuçların tahmin edilememesi durumunun oluşturduğu belli belirsiz korkudur (akt. Alpertonga ve ark., 2016).

2.6.5. Motivasyon

Duygular, çevre ile etkileşimli olarak geçmiş ve şimdiki zamanı yansıtan çok yönü öznel bir olgudur. Duygular, anlamlı, bilişsel, motivasyonel, fizyolojik ve ifade edici veya davranışsal bileşenleri kapsayan, birbiriyle ilişkili psikolojik süreçler dizisini içerir. Duygular, ilgili uyaranların duyuşal tespitini, davranış tepkilerine hazırlığı, karar verme, hafıza ve kişilerarası etkileşimleri geliştirerek insan adaptasyonunda ve performansında temel bir rol oynar. Bu yararlı etkiler, spor, iş ve sanat dahil olmak üzere her türlü çabada insan sağlığını ve performansını geliştirir. Bununla birlikte, duygular aynı zamanda davranış, biliş ve çevreyle uyumsuz da olabilir. Uyumlu veya uyumsuz etkileri, içeriklerine, oluşma zamanlarına ve yoğunluk düzeylerine bağlıdır. Duygusal olarak kendini düzenleme, bireylerin duygularının türünü, kalitesini, zaman akışını ve yoğunluğunu değiştirdiği süreçleri ifade eder. Bireyler, olumlu etkilere ulaşmak, olumsuz koşullarla başa çıkmak için duygularını düzenlemeye çalışırlar. Duygusal olarak kendini düzenleme, kişinin yaşadığı bir duyguyu anlaması ve bu duyguyu değiştirmeye veya sürdürmeye çalışmasıyla gerçekleşir. Bu, organizma tarafından otomatik olarak, çaba sarf ederek, bilinçli ya da bilinçsiz olarak gerçekleşir. Duygusal olarak kendini düzenlemenin süreç modeli, öncül ve yanıt odaklı düzenleme süreçlerinin sınıflandırılması için bir çerçeve sağlar. Bu süreçler, duygu üretme sürecinde öncül etkilerinin olduğu noktaya göre kategorize edilir; durum seçimi (örneğin, savaş ya da kaç), durum değişikliği (örneğin, doğrudan durum değişikliği, destek arama ve çatışma çözümü), dikkat dağıtımı (örneğin, dikkat dağıtma, konsantrasyon ve farkındalık), bilişsel değişim (örneğin, öz-yeterlik değerlendirmeleri, meydan okuma / tehdit değerlendirmeleri, olumlu değerlendirme ve kabul), yanıt modülasyonu (örneğin, deneyimin düzenlenmesi, uyarılma düzenlemesi ve ifade edici bastırma). Duygusal olarak kendini düzenlemenin süreç modeline ek olarak, diğer öne çıkan yaklaşımlar, performans geliştirme için adaptasyon ve kendini düzenleme çalışmalarına yararlı bilgiler sağlar. Bunlar, kendini kontrolün güç modeli, ikili süreç teorileri,

biyopsikososyal model, dikkat kontrolü teorisi ve optimal işleyen modelin bireysel alanlarını içerir. İkinci modele dayanarak, sporda kendini düzenleme için duygu merkezli ve eylem merkezli olarak birbiriyle ilişkili stratejiler önerilmiştir (Robazza ve Ruiz, 2018).

Motivasyonu anlamak ve geliştirmek, psikolojinin yanı sıra spor ve egzersiz psikolojisindeki en popüler araştırma alanlarından biridir. Psikoloji ve spor psikolojisinde, bazı araştırmalar özellikle başarı bağlamlarında motivasyonu ele alırken, öncelik olarak bireysel yaşamlarda motivasyonun rolü de ele alınmıştır. Motivasyon kavramında genellikle başkalarının motivasyonunu yönetme biçimi de ele alınır. Bununla birlikte bir başkasının motivasyonunu yöneten kişinin de kendi motivasyonunu yönetmesi önemli bir konudur (Singer ve ark., 2001).

Zihinsel Dayanıklılık; Spor psikolojisinin önemli alanlarından biri olan zihinsel dayanıklılık kavramı farklı bilim insanları tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmaya çalışılmıştır. Zihinsel dayanıklılık özellikle sporcular ve antrenörler tarafından maksimum performansa ulaşma noktasında en önemli faktörlerden birisi olarak görülmektedir. Zihinsel dayanıklılık “genel olarak yarışma, antrenman ve diğer bazı koşullarda, sporcuların zihinsel gereksinim gerektiren durumlarla rakiplerinden daha iyi başa çıkmaları; özel olarak da rakiplerinden daha fazla görevine odaklı, kendine güvende ve baskı altında kontrollü olmayı ve bunları sürdürebilmelerini sağlayan doğal veya gelişmiş psikolojik güçtür” şeklinde tanımlanabilmektedir (Bull ve ark., 2005).

Zihinsel dayanıklılık, spor toplulukları ve medya tarafından bir oyuncunun üstün zihinsel niteliklerini tanımlamak için dünya çapında yaygın olarak kullanılan bir terimdir (Gucciardi ve Gordon, 2008).

Zihinsel dayanıklılık, sporcunun oyuna bakış açısını, kendi kendine konuşma becerisini, kendine güvenini ve oyun koşullarında kendini toparlama becerisini içerir. Bu nitelikler, bir sporcunun yarışmaya yaklaşımını, sporcunun performansını destekleyen kişisel özelliklerini ve sporcunun spordaki olumsuz koşullar sırasında ve sonrasındaki eğilimlerini yansıtır (Miller ve Adams, 2000).

2.7. EEG ile İlgili Kavramlar

2.7.1. Niyet Temelli ve Uyarıcı Temelli Mekanizma

İnsan eylemleri ya daha uyarıcıya dayalı ya da daha çok niyet temelli olarak sınıflandırılabilir. Eylem kontrolünün ideomotor (eylemin fikirden etkilenmesi durumu) çerçevesine göre, niyet temelli eylemler öncelikle beklenen eylem etkilerine (başka bir deyişle yanıt-uyarıcı [RS]) atıfta bulunurken, uyarıcı temelli eylemlerin genellikle uyarıcı-yanıt [SR] tarafından daha güçlü bir şekilde belirlendiği varsayılır.

İnsan eylemi iki paradigmatik durumda incelenebilir. Birinde, insanlar çevrelerinde istenen belirli etkileri elde etmek için buna uygun olarak hareket ederler. Diğer yandan, insanlar çevresel taleplere uyum sağlamaya çalışırken dış olaylara tepki olarak hareket ederler. İki durum arasındaki fark, genellikle farklı terminoloji kullanılarak ele alınır. İlk eylem türü genellikle "gönüllü", "operant" veya "kasıtlı" olarak adlandırılır. Burada eylem, denegin önceki niyetlerine göre seçilir. İkinci tür eylem genellikle tepki gibi kavramlara göre değerlendirilir. Burada, belirli bir eylemin seçimi, önceki uyaran olayları temelinde gerçekleştirilir. Her iki durumda da gerçekleştirilen hareketler aynı olabilse de niyet temelli eylemlerin ve uyarıcı temelli eylemlerin altında yatan mekanizmaların farklı olabileceğine inanmak için nedenler vardır (Waszak ve ark., 2005).

İnsanın temel özelliklerinden biri, eylemleri niyetlerine göre gerçekleştirme ve dolayısıyla dışarıdan bir uyaranla değil, içten yönlendirilen bir şekilde hareket etme kabiliyetleridir (Dirnberger ve ark., 1998).

İdeomotor eylem kontrolü teorisine göre, amaçlanan eylem etkilerinin temsillerinin uygun eylemlerin seçiminden nedensel olarak sorumlu olduğu düşünülmektedir (Greenwald, 1970).

Öte yandan, uyarıcıya dayalı etki, reaksiyon süresi deneylerinde kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu deneylerde, katılımcılar, genellikle talimatlarda belirtilen belirli bir haritalama kuralına göre belirli uyaranlara belirli yanıtlarla yanıt verirler. Örneğin,

talimatlar kırmızı bir uyarıcıya sol taraftaki bir tuşa basarak ve yeşil bir uyarıcıya sağ taraftaki bir tuşa basarak yanıt vermeyi isteyebilir (Waszak ve ark., 2005).

Niyet temelli ve uyarıcı temelli eylemler arasındaki ayrım abartılmamalıdır. Niyet temelli eylemler her zaman bir miktar uyarıcı rehberliği gerektirir ve uyarıcı temelli eylemler her zaman bir miktar kasıtlı bir rehberlik gerektirir. Niyete dayalı eylemlerin niyetler yoluyla ortaya çıktığı doğru olabilir, ancak bu niyetleri gerçekleştirirken planlama süreci yalnızca kasıtlı bilgilere dayanamaz; aynı zamanda gerçek ortamdan gelen uyarıcı bilgilerinin de hesaba katılması gerekir. Benzer şekilde, uyarıcı temelli eylemlerin çevreden gelen uyarıcı bilgileriyle tetiklendiği doğru olsa da uygun tepkilerin planlanmasında belirli kasıtlı durumların mevcut olması gerekir. Uyaran bilgisinin hem gerekli hem de yeterli bir koşul olduğu reflekslerin aksine, uyarıcıya dayalı eylemler her zaman uyaran bilgilerinin yalnızca birisinin daha geçerli olduğu iki işlevsel kaynaktan türer. Prinz (1997), çalışmasından çıkan ilk sonuç, uyaranların bazı özellikleri planlanan eylemlerle paylaştığı koşullarda, bu uyaranların, eldeki görevin yapısına bağlı olarak, benzerlik nedeniyle ya bu eylemleri tetikleme ya da bunlara müdahale etme eğiliminde olduğudur. Bu, bir yanda belirli algı ürünlerinin ve diğer yanda ortak bir temsili alanı paylaşan belirli eylem öncüllerinin olduğu anlamına gelir. Bu ortak kodlama ilkesidir. İkinci sonuç, eylemlerin etkileri açısından planlanmış ve kontrol edilmiş olmasıdır; yani, eylem etkilerinin temsilleri, bu eylemlerin planlanmasında ve kontrolünde önemli bir rol oynar. Bu eylem-etki ilkesidir (Prinz, 1997).

Lau, H. C., Rogers (2004), çalışmalarında fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme kullanarak, katılımcıların kendi hızlarında hareket ettikleri ve hareket etme niyetlerine veya gerçek harekete katıldıkları koşulları karşılaştırmışlardır. Katılımcıların niyet, karar verme ve hareketi yapma potansiyellerini ölçmek için Benjamin Libet deneyini yapmaları istenmiştir. Çalışma sonunda hareketlerinden önce harekete niyetlendiklerinde, tamamlayıcı motor alandaki (SMA öncesi) aktivitede bir artış gözlemlenmiştir. Ayrıca sağ dorsal prefrontal korteks ve sol intraparietal kortekste de aktivasyonlar bulmuşlardır. Özellikle prefrontal aktivite ile, pre-SMA'daki aktivite arasında daha güçlü bir ilişki gözlemlenmişler ve SMA öncesi faaliyetin niyetin temsiliyi yansıttığı sonucuna varmışlardır (Lau ve ark., 2004).

İnsan eylemleri, içsel olarak mı (organizma dahilinde) yoksa dışsal olarak mı (dışarıdan çevre tarafından) yürütüldüğüne ilişkin bir süreklilik dahilinde devam eder. Bu sürekliliğin bir ucunda, kendiliğinden ve içsel olarak tetiklenen eylemler yatar (örneğin, sevinçli bir şekilde şarkı söylemek). İkinci olarak, çevre tarafından istenen etkileri üretmeye yönelik içsel güdümlü eylemler (örneğin, bir çocuğu eğlendirmek için bir çocuk şiirini söyleme) ve yine gönüllü olarak, dışsal biçimde yürütülen eylemler (örneğin, çocuğun melodiyi duyduğunda alkışlaması). Bu eylemleri sırasıyla niyet temelli ve uyarıcı temelli olarak adlandırıyoruz. Son olarak, istemsiz dış kaynaklı eylemler vardır (örneğin, aşırı coşkulu alkışlamanız performansını bozduğunda ağlayan çocuk) (Keller ve ark., 2006).

Üst düzey bilişsel bir süreci yansıtan ve analitik bir yapıya sahip olan karar verme, farklı zihinsel ve psikolojik fonksiyonların birlikte çalışması ile ortaya çıkmaktadır. Gerek bilişsel gerekse davranışsal açıdan incelendiğinde insanın sahip olduğu en önemli yeteneklerden birisidir. Organizmadaki düşünce sistematığının yapı taşlarından biridir, insan beyni fizyolojik ve psikolojik yetenekleri ile birlikte düşünme analiz yapma sentezleme ve karar verme için mükemmele yakın bir kapasite ve donanımına sahiptir (Küçükay, 2018).

2.7.2. İlişki ve Ayrışma

Morgan ve Pollock (1997), tarafından vurgulanan dikkat ve odaklanma sürecindeki iki geniş kategori “ilişki ve ayrışmadır”. Bu kategori odaklanma ve buna etki eden fiziksel çaba arasında bir ilişki kurmaktadır. Sporcuların duyuşsal girdiyi izlemeye ve çabalarını buna göre ayarlamaya çalıştıkları bir iç dikkat tarzı “ilişki” olarak tanımlanır. Dikkati içsel uyarılardan uzaklaştırmaya ve dışsal uyarıya yönlendirmeye “ayrışma” denir. İlişki ve ayrışma (A / D), sporcuların dikkatlerini fiziksel geri bildirime ne ölçüde odakladıklarını gösteren bilişsel stratejileri tanımlar. Egzersizdeki bilişsel stratejilerle ilgili araştırmaların çoğu, A / D ile performans ve algılanan eforun derecelendirilmesi gibi görevle ilgili bazı değişken türleri arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Bu alandaki araştırma çalışmalarının çoğu, antrenmanları ve yarışma sırasında yüksek düzeyde fiziksel efor ve efora maruz kalan mesafe koşucularına odaklanmıştır (Hutchinson ve Tenenbaum, 2007).

Masters ve Ogles, 20 yıllık bir süre boyunca A / D literatürünün bir incelemesini yapmışlar ve birkaç sonuca ulaşmışlardır. İlk olarak, ilişkinin kullanımı genellikle daha hızlı çalışan performanslarla ilişkilendirilirken, ayrışma için bunun tersi geçerlidir. Dahası, koşucular genellikle antrenman koşullarında ayrışma ve yarışlarda ilişki kurmaya odaklanırlar. Masters ve Ogles, bu iki bulguyu "muhtemelen aynı madalyonun iki yüzüdür " şeklinde adlandırmışlardır (Masters ve Ogles, 1998).

2.7.3. Uyarılma Potansiyeli

Uyarılma potansiyeli, dış dünyadan ya da organizma içinden gelen uyarının türüne ve şiddetine doğru orantılı olarak beyinde sürekli olarak var olan spontan elektriksel durumda uyarının ilgili merkezlerce işlenmesiyle oluşan elektrofizyolojik bir yanıttır. Uyarıcı görsel hisse yanıt sağlıyorsa görsel uyarılma potansiyeli, uyarıcı işitsel ise işitsel, uyarılma potansiyeli ya da uyarıcı somatik ise somatik uyarılma potansiyeli olarak tanımlanır. Görsel uyarılma potansiyeli, yaş grubu ayrımı olmaksızın her yaş grubuna güvenle uygulanabilir. Gözün retina tabakasında uyarıcının algılanması aşamasından oksipital kortekse iletilmesine kadar devam eden olaylar hakkında görsel uyarılma potansiyeli anlamlı yanıtlar verir. Oksipital korteksten alınan EEG verileri için dama tahtası flash ışığı gibi uyaranlar en az 100 adet dikkat çekici şemadan oluşabilir, uyarının uygulanma anı zaman skalasında sıfıra getirilir ve ortalama bir cevap alınır. Uyarıya verilen tepkinin milisaniye cinsinde oluşturduğu genlik değeri kaydedilir. Görsel uyaran potansiyelinde verilen yanıt, uyarıcının verilmesinin ardından 100 milisaniye içinde oluşan ilk pozitif “P1” veya “P100” dalgası ve bu dalgadan sonra gerçekleşen negatif “n1” veya “n100” dalgasının latans ve genlik değerleri ölçülür. Görsel uyaran potansiyelinin kullanım alanları içerisinde, emes hastalığı, optik sinirlerde gerçekleşen travma, tümör, ödem gibi patolojik durumlar, retina patolojileri, gelişme geriliğini izleme ve yeni doğan bebeklerde görme duyusunun izlenmesi gibi birçok alan yer almaktadır. Oddball uyaran tekniği ile katılımcıya bir kulaklık ile iki farklı ses dinletilir. Sık olarak tekrar eden sesler standart seslerdir. Katılımcı bu sesleri sadece dinler, ilk verilen sese göre daha seyrek olan farklı frekanstaki sesler hedef seslerdir. Katılımcı bu daha seyrek gerçekleşen, farklı türdeki sesleri algıladığında ya zihninden bir kod belirler (sayı gibi) ya da sesi duyduğu zaman bir butona basar. Katılımcının duyduğu standart ve standart dışı seslere verdiği tepkiler ayrı ayrı hesaplanır. Hedef

seslere karşı oluşan yanıtta, standart seslerde oluşmayan pozitif bir dalga vardır. İşitsel uyaran potansiyeli yanıtını izleyerek yaklaşık 300-500 milisaniye içerisinde deneye verilen hedef sesleri belirleme görevi ile ilişkili olarak bir tür pozitif dalga oluşur buna “p300” ya da “P3” yanıtı adı verilmektedir. “P300” bileşeni standart yanıtlarda oluşmaz hedef uyaran yanıtlarında oluşur. Bu da dikkat, karar verme, odaklanma, konsantrasyon gibi değerlendirmelerde etkin ve yaygın olarak kullanılmaktadır. EEG ile ölçülebilen bilişsel potansiyellerin (P300) değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar, birçok hastalığın tanısında ve tedavisinde beynin işleyişinin incelenmesi açısından son derece kullanışlıdır. Beynin uyarılma potansiyelinin değerlendirilmesi, duygusal olarak kişide meydana gelen bir etkinliğin nesnel olarak incelenmesi (özellikle somut olarak cevap verme yoksunluğu olan hastalar için) çok önemlidir. EEG yöntemi, miyelin kılıfının zarar görmesi ile meydana gelen hastalıkların teşhisi, duygusal yollar üzerinde yer alan lezyonların oluşumlarının tespit edilmesi, bilişsel bozuklukların teşhisi, incelenmesi ve tedavisinde çok yaygın olarak kullanılır (akt. Alkaç, 2009).

2.7.4. ERP (Olaya İlişkin Potansiyel)

İnsan kafa derisinin yüzeyine bir çift elektrot bağlandığında ve bir diferansiyel amplifikatöre bağlandığında, amplifikatörün çıkışı, zaman içinde voltajda bir değişim modelini ortaya çıkarır. Bu voltaj değişimi "elektroensefalogram" (veya EEG) olarak bilinir. Normal EEG'nin genliği yaklaşık -100 ile +100 PV arasında değişebilir ve frekans aralıkları 40 Hz veya daha fazla olabilir. EEG'yi kaydederken bir insan deneğe zamana bağlı bir uyarı verildiğinde, beynin uyarıcıya verdiği tepkiyle doğru orantılı olarak EEG'de voltaj değişiklikleri olabilir. Bu voltaj değişikliği şeklindeki tepki, uyarının başlamasından 100 ms önce başlayabilir ve 1000 ms sonra sona erebilir. Olayla ilgili potansiyeli veya ERP'yi oluşturan bu voltaj değişimleridir (Coles ve Rugg, 1995).

Refleksif yönlendirme, dikkati beklenmedik bir olaya hızla kaydırarak devam eden davranışı kesintiye uğratır. Laboratuvarında, bu davranış tipik olarak Posner Cuing görevi kullanılarak ortaya çıkarılır ve ölçülür; burada katılımcıların dikkatini uzayda bir yanıt hedefi içerebilecek bir konuma çekmek için bir işaret kullanılır (Posner, 1980; Posner ve Cohen, 1984).

Olayla ilgili potansiyeller (ERP'ler), belirli olaylara veya uyaranlara yanıt olarak beyin yapılarında üretilen çok küçük voltajlardır (Blackwood ve Muir, 1990).

Olayla ilgili potansiyeller (ERP'ler), dikkat gibi çeşitli bilişsel süreçlerin elektrofizyolojik bir indeksidir. Ancak bu tür bir analiz, duysal, bilişsel veya motor görev sırasında yer alan spektral içerikteki farklılıkların gözlemlenmesine izin vermez (Marrufo ve ark., 2001).

Olayla ilgili potansiyeller (ERP'ler), zihinsel süreçlerin psikofizyolojik ilişkilerini incelemek için güvenli ve invazif olmayan bir yaklaşım sağlayan, duysal, motor veya bilişsel olaylara zaman ile endekslenmiş EEG değişiklikleridir. Olayla ilgili potansiyeller, çok çeşitli duysal, bilişsel veya motor olaylarla ortaya çıkarılabilir. Bilgiyi işlerken çok sayıda benzer şekilde yönlendirilmiş kortikal piramidal nöron (binlerce veya milyonlarca) senkronize olarak ateşlendiğinde üretilen postsinaptik potansiyellerin toplam aktivitesini yansıttığı düşünülmektedir (Peterson ve ark. 1995).

İnsanlardaki ERP'ler 2 kategoriye ayrılabilir. Erken dalgalar veya uyarandan sonraki ilk 100 milisaniye içinde zirveye çıkan bileşenler, büyük ölçüde uyarının fiziksel parametrelerine bağlı olduklarından "duysal (içsel)" veya "dışsal" olarak adlandırılır. Buna karşılık, sonraki bölümlerde üretilen ERP'ler, deneğin uyarıcıyı değerlendirme şeklini yansıtır ve bilgi işlemeyi incelerken "bilişsel" veya "endojen" ERP'ler olarak adlandırılır. Dalga biçimleri gecikme ve genliğe göre tanımlanır (Sur ve Sinha, 2009).

Bir deneğin dikkati görsel alandaki uzamsal bir konuma veya duysal bir modaliteye yönlendirildiğinde, dikkat değişiklikleri görsel bir hedef sunulmadan önce bile araştırılabilir. Görsel sinyalin sunumundan önce, olayla ilgili potansiyeller (ERP'ler) kortikal bir potansiyel ortaya çıkarır (Worden ve ark., 2000).

Henüz sinyal verilmeden duysal ipucu algılandığında ilgili kortekslerde potansiyel hareketlilik gözlemlenebilir (Foxe ve ark., 1998).

2.7.5. Hareket İlişkili Kortikal Potansiyel

Hareket İlişkili Kortikal Potansiyeller, hareket veya hareket benzeri aktivite ile yakın zamansal ilişki içinde ortaya çıkan bir dizi potansiyeli gösterir. Bunlar hareketin

öncesinde / sırasında veya sonrasında meydana gelebilir ve kortekste hareket için ilgili hazırlığa işaret eder. Kornhuber ve Deecke (1965), MRCP'lerin 4 bileşenini, yani (1) Bereitschafts potansiyeli, (2) Reafferent potansiyel, (3) Ön-hareket pozitifliği ve (4) Motor potansiyeli ayırdı (akt. Sur ve Sinha, 2009).

Dikkat, oldukça kapsamlı bir şekilde şu dört sürece ayrılabilir: (a) dikkat yönelimi (belirli bir uyarıcıya basit dikkat yönü); (b) seçici (veya odaklanmış) dikkat (bir diğerinin lehine bir tahmine öncelik verme); (c) bölünmüş dikkat (dikkati iki veya daha fazla farklı uyaran arasında bölmek); ve (d) sürekli dikkat (artan bir süre boyunca bir uyarıcıya odaklanmak). Birçok araştırmacı, mekansal dikkati de temel alt süreçlerden biri olarak göstermektedir. Bununla birlikte, uzamsal dikkat, yukarıda bahsedilen dördünün her birinin bir alt kategorisi olarak düşünülebilir. Burada hatırlanması gereken bir diğer önemli nokta, dikkatin hem uzay hem de zamana dağılmış olmasıdır. Dikkatin mekansal dağılımı çok iyi araştırılırken, dikkatin zamansal dağılımına yönelik çalışmalar daha azdır (Coull, 1998).

2.7.6. Görev Temelli Dikkat

Özellikle EEG içeren dikkat araştırmalarında beynin dikkat gerektiren durumlara vereceği tepkileri ölçme amacı ile katılımcılara çeşitli dikkat gerektiren görevler verilmiş ve EEG ölçümü bu esnada yapılmıştır. Literatürde bu tür çalışmalar genel anlamda bilişsel görevleri kapsamaktadır. Berka ve ark. (2007) mental görevler ve öğrenmeyi EEG ile ilişkilendirmişlerdir. Çalışmalarına 80 katılımcı dahil olmuştur. Katılımcılara çeşitli bilişsel görevler içeren testler yapılmıştır. Bunlar; grid lokasyon (karelerdeki resimleri eşleştirme), iz oluşturma (monitördeki rakamları işaretleyerek şekil oluşturma), rakam aralığı (rakamlar gösterilir ve sonrasında katılımcı aynı sırada olmak koşuluyla rakamları tahmin eder) şeklindedir. Katılımcılar bu dikkat görevleri yanında mental aritmetik görevleri de gerçekleştirmişlerdir. Bu görevler gerçekleştirilirken F3-F4, C3-C4, Cz-POz, F3-Cz, Fz-C3 ve Fz-POz elektrotlarından kablosuz EEG cihazı ile ölçümler alınmıştır. Çalışma sonucunda EEG parametreleri ve bilişsel görevlerdeki dikkat durumları arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır (Berka ve ark., 2007).

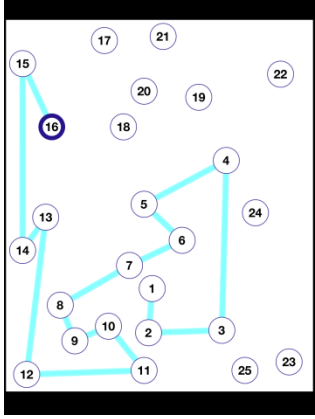
Yuhang ve ark. (2007) “sürekli dikkat görevleri sırasında çok ölçekli EEG beyin dinamikleri” isimli çalışmalarında sürekli dikkat görevini bir araba sürüş simülasyonunda katılımcılara uzun süreli araba sürdürmek koşuluyla sağlamışlardır.



Şekil 2.5. Sürüş Sahnesi (Simülatör)

Katılımcılar simülatörde sürüş yaparken dikkat seviyelerindeki değişimleri ölçmek için EEG ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, ICA (bağımsız değişken analizi) ve zaman frekansı analizinin, sürekli dikkat ve yanıtlar gerektiren davranışsal bir görevde çok ölçekli olayla ilişkili EEG beyin dinamiklerini algılayıp modelleyebileceği sonucuna ulaşmışlardır (Huang ve ark., 2007).

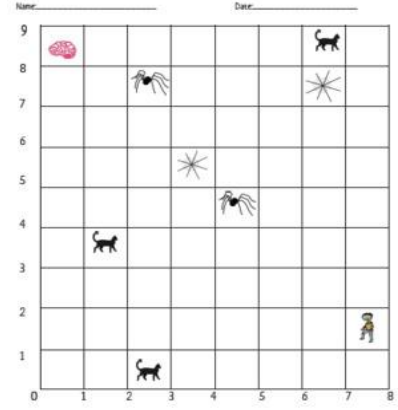
Hedefe yönelik spor performansında yetenekli bir oyuncu, iç ve dış bilgileri etkili bir şekilde işleme ve hangi bilgi parçalarının önemli, hangilerinin ilgisiz olduğuna karar verme yeteneğine sahiptir. Odaklanmış dikkat ve somatosensoriyel bilgi işleme, bu süreçte çok önemli bir rol oynar. Elektroensefalografik (EEG) kayıtları, bu konsept ile bağlantılı olarak kortikal değişiklikleri gösterebilir ve bir uzman-acemi paradigmasında belirleyici rol oynayabilir (Baumeister ve ark., 2008).



Trail-Making Task



Digit Span



Grid Location

Şekil 2.6. Görev Temelli Dikkat Modülleri

2.7.7. P300 Dalgası

P300 dalgası, Sutton ve ark. Tarafından 1965 yılında keşfedilmiş ve o zamandan beri ERP alanındaki araştırmaların ana bileşeni olmuştur. İşitsel uyarılar için gecikme aralığı, 20 ila 70 yaş arasındaki çoğu yetişkin denek için 250-400 milisaniyedir. Gecikme, genellikle bir olayın diğerinden ayırt edilmesinden kaynaklanan uyarın sınıflandırmasının hızı olarak yorumlanır. Daha kısa gecikmeler, daha uzun gecikmelere göre üstün zihinsel performansı gösterir. P3 genliği, daha fazla dikkatin, daha büyük P3 dalgaları oluşturmasını sağlayacak şekilde uyarın bilgilerini yansıtır gibi görünmektedir. P300'ü ortaya çıkarmak için çok çeşitli paradigmlar kullanılmıştır; bunlardan en çok bilinen "oddball" paradigması, bir dizide farklı uyarınların sunulduğu ve bunlardan birinin nispeten seyrek meydana geldiği bir düzlemde seyreder. Deneğe, sık sık sunulan veya standart uyarına değil, seyrek veya hedef uyarına yanıt vermesi talimatı verilir (akt. Sur ve Sinha, 2009).

2.8. EEG ile ilgili Hipotezler

2.8.1. Benzerlik Seçim Hipotezi

Benzerlik seçimi teorisi üzerine ilk çalışma Shepard (1957) ve Luce (1959, 1963) tarafından yapılmıştır. Benzerlik seçimi teorisinin temel amacı, benzerlik ve öncelikli tahminlerinden seçim olasılıklarını tahmin etmektir. Teoriye göre, x uyarıcıya verilen yanıtın seçilme olasılığı Shepard-Luce seçim kuralı ile verilmektedir (Shepard, 1957).

$$P(i|x) = \frac{\eta(x, i)\beta_i}{\sum_{j \in R} \eta(x, j)\beta_j},$$

2.8.2. Sinyal Algılama Hipotezi

Sinyal algılama teorisi 1950'lerde ve 1960'larda Tanner & Swets (1954) ve Green & Swets (1966) ve ark. tarafından geliştirilmiştir. Thurstone (1927) karşılaştırmalı yargı üzerine çalışmalar yapmış, karşılaştırmalı yargılardan psikofiziksel ölçekler geliştirmekle ilgilenmiştir. Sinyal algılama teorisinin asıl amacının, duyarlılığı çeşitli algısal ayrımlarda önyargıdan ayırmak olduğu sonucu Thurstone'nun çalışmalarından elde ettiği bir sonuçtur. Sinyal algılama teorisindeki anahtar kavramlardan biri, iç ses (gürültü) olarak belirlenmiştir. İç ses; algısal temsillerdeki farklılığa yani benzer uyaranların örtüşen temsillere sahip olmasına neden olacaktır. Klasik sinyal algılama durumu; organizmanın gerçekleştirmiş olduğu; bir uyaranın (bir sinyalin) belirlenmesi için gereken bir evet hayır ayrımcılık görevidir. Denek, algısal sistemden tek bir örnek alır ve bunu bir karar ölçütü ile karşılaştırır, örnek ölçütü aşarsa "evet", yoksa "hayır" diye karar verir. Sinyalin derecesine göre sinyal olup olmamasındaki dağılımlarındaki örtüşme (bu da sinyal ve iç ses oranına göre belirlenir) deneklerdeki hassasiyeti belirler. Örtüşme ne kadar büyükse hassasiyet o kadar düşük olur. Karar kriterinin karar eksenindeki konumu, deneğin tepki eğilimini yansıtır. Sinyal algılama teorisi, nesnelerin çok boyutlu uzayda dağılımlar olarak temsil edildiğini varsayar. Benzerlik seçimi teorisinde olduğu gibi, benzerlik çok boyutlu uzaydaki nesneler arasındaki mesafe olarak yorumlanabilir. Daha benzer nesneler, daha fazla örtüşen dağılımlarla temsil edilir; Daha az benzer nesneler, daha az örtüşen dağılımlarla temsil edilir. Eşit varyanslara ve kovaryanslara sahip çok değişkenli normal dağılımların özel durumunda, dağılımların

örtüşmesinden hesaplanan benzerlikler, noktalar arasındaki mesafelerden hesaplanan benzerliklere eşdeğerdir (Logan, 2004).

2.8.3. Geçici Hipofrontalite Hipotezi

Transient Hypofrontality Hypothesis, hafızanın; bilişsel bir görevi yerine getirmenin aksine, metabolik ve bilişsel kaynakların hareketi sürdürmek için tahsis edilmesi ihtiyacının bir sonucu olduğu ve yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında işlevinin bozulacağı anlamı taşımaktadır (Loprinzi ve ark., 2019).

2.8.4. Nöral Verimlilik Hipotezi

"Nöral verimlilik" hipotezi, psikometrik kökenlidir ve bireyler arasında değişen bir yapı olarak kabul edilir. Bilişsel işlevleri araştıran testlerde en iyi puana sahip kişilerde daha verimli bir kortikal işlevi varsayar. Daha verimli bir kortikal işlevden kasıt, uzman olmayanlara kıyasla uzmanların, uzmanlıklarıyla ilgili görevler sırasında daha düşük kortikal yanıtlar göstermesinin beklenmesiyle ilişkilidir. "Nöral verimlilik" hipotezi, pozitron emisyon tomografisi (PET), tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi (SPECT) ve fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanılarak yapılan nörogörüntüleme çalışmaları tarafından tekrar tekrar test edilmiştir. Kortikal sinir ağlarının uyarılabilirliğini düzenleyen ana nörofizyolojik mekanizmanın, alfa ritimleri olarak adlandırılan yaklaşık 8-12 Hz'de beyin elektromanyetik aktivitesinin baskın salınımlarının modülasyonu olduğu iyi bilinmektedir (Percio ve ark., 2010). Bu hipoteze göre uzmanlar amatörlerden daha iyi performans gösterirler çünkü beyinleri sadece o anki odaklandıkları görevi gerçekleştirmek için gereken uzay-zamansal alanları dikkate alarak akıllıca çalışırlar (Grabne ve ark., 2006). Nöral verimlilik" hipotezi, uzmanlarda nöral aktivitenin azaldığını öne sürer (Guo ve Yu, 2017). Haufler ve arkadaşları (2000) nöral verimlilik hipotezinden yola çıkarak 36 katılımcı ile yaptıkları çalışmalarında 15 uzman atıcı ile 21 atıcı olmaya bireyi karşılaştırdılar. EEG kayıtlarını katılımcının nişan almaya başladığı andan tetik çekme anına kadar aldılar. Çalışma sonucunda uzman atıcıların sol merkez-temporal-parietal alanda belirgin bir farkla, nişan alma süresi boyunca acemi atıcılardan daha az aktivasyon sergilediği sonucuna vardılar (Haufler ve ark., 2000).

Krings ve ark. (2000) profesyonel piyanistler ile kontrol gruplarını karmaşık parmak hareketleri görevi esnasında MRI kullanarak karşılaştırdıkları çalışmalarında primer motor korteks, suplemer motor alan, premotor korteks ve superior parietal lob bölgelerinde önemli aktivasyonlar gözlemleniler. Çalışma sonucunda karmaşık parmak hareketleri esnasında kontrol grubuna kıyasla uzman piyanistlerin kortikal aktivitesinde bir azalma gözlemleniler (Krings ve ark., 2000).

2.8.5. Lactate Shuttle Hipotezi

Çeşitli araştırmalarda anaerobik enerji sisteminde oluşan laktat ürününün beyinde yakıt görevi gördüğü sonucu yer almaktadır. (Dienel, 2012). Uyarıcı nörotransmitter glutamat, laktat oluşturmak ve salmak için astrositteki glikolizi uyarır; bu daha sonra nöronlar tarafından, nöronların aktivasyona dayanmasına izin veren bir aerobik enerji substratı olarak alınır (Pellerin ve Magistretti, 1994). Laktatın kan-beyin bariyerini kolayca geçmediğine dair erken kanıtlar yer almaktaydı ve bununla birlikte kanla taşınan laktatın hayati bir beyin laktatı kaynağı olduğu bu erken kanıtlarda yer almıyordu (Pardridge ve Oldendorf, 1977). Memeli beyni, laktatın kan-beyin bariyerini özel monokarboksilat taşıyıcılar (MCT) yoluyla geçmesine izin veren taşıma mekanizmalarını içerir (Price ve ark., 1998). Laktat, aktiviteye bağlı glutamatın aracılık ettiği beyindeki astrositler tarafından lokal olarak üretilir (Pellerin ve Magistretti, 1994). Laktat geçişinin yeterliliğinin kan-beyin bariyerinin karşı tarafındaki glikozun %25 ila %50'si arasında olduğu tahmin edilmektedir (Cremer ve ark., 1979). Bu nedenle, anaerobik yorgunluk koşulunda, beynin laktatı bir enerji kaynağı olarak kullanması, anaerobik yorgunluk koşulunda dikkat performansını olumlu etkileyebilir. Bu da dikkat, konsantrasyon, reaksiyon süresi gibi anaerobik durumla doğrudan ilişkili olan unsurların doğasına etki edebilir ve motivasyon olgusuna farklı bir açı ile yaklaşmayı beraberinde getirebilir.

2.9. Beyin Görüntüleme Araç ve Sistemleri

Günümüzde beyin aktivitesini ölçmek için birçok farklı kayıt teknolojisi kullanılır. Elektroensefalografi ve invaziv mikroelettrot kayıt teknikleri yanında elektrokortikografi, manyetoensefalografi, yakın kızılötesi spektrofotometri, manyetik rezonans görüntüleme, pozitron emisyon tomografisi teknikleri de beyin aktivitesini ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden her birinin

kendine özgü zamansal ve mekansal çözünürlük, maliyet ve kullanım kolaylığı açısından avantajları ve dezavantajları vardır. Bu sistemlerdeki araştırmalar nitelik ve nicelik olarak çoğaldıkça alandaki gelişme artacaktır, bunun için de karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Hill ve ark., 2006).

Beyin aktivitesini ölçme amacı ile manyetoensefalogram (MEG), kızılötesi spektroskopi (NIRS), elektrokortikogram (ECoG), elektromiyografik (EMG), fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve elektroensefalografi (EEG) teknikleri kullanılabilir. (Rezai ve ark., 2013).

2.9.1. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Beynin yapı ve işlev olarak incelenmesi, bilgisayarlı tomografi yöntemi ile beynin ince kesitlerinin belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilebilir. Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi ile hasta, manyetik bir alan içerisine sokulur, bu alan içerisinde radyo frekansı uygulanmak suretiyle manyetik rezonans ölçümleri gerçekleştirilir. Bu ölçümde farklı yoğunluktaki dokular 2mm uzaysal çözünürlüklü olarak görüntülenir.

2.9.2. Pozitron Emisyonu Tomografisi

Beyinde var olan kan akımı kana verilen uygun bir traser ile görüntülenir pozitron emisyonu tomografisi için 2 dakika gibi radyoaktif traserler kullanılır. Bir elektronla foton üretilir ve bunlar ölçülür kan akımı görüntülenir.

2.9.3. Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme

Bu yöntemle dışarıdan traser verilmesi gerekmez. Vücut içerisindeki var olan bir maddenin manyetik özelliklerinden yararlanılır. Nöral bir aktivite gerçekleştiği zaman kan akımında ve hemoglobinde artış olur, oksijen-hemoglobin manyetik özellikleri deoksi-hemoglobin özelliklerinden ayrıştığı için aktif alanlar sinyal yoğunluğundaki değişimlerle izlenebilir.

2.9.4. Transkranial Manyetik Stimölasyon

Beyin aktivitesinde oluşan değişimler, uyarıcı bir bobin aracılığıyla meydana getirilen gúçlü bir manyetik alan tarafından serebral kortekste küçük ve geçici bir elektrik akımının oluşturulmasıyla ölçölür.

2.9.5. Elektroensefalografi (EEG)

Beyin korteksindeki postsinaptik potansiyeller saçlı deri üzerinden kaydedilebilen elektriksel potansiyel değişimleri ölçebilen elektronlarla yapılır. EEG yöntemi Manyetoensefalografi (MEG), Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntölleme (fMRI) gibi beyin görüntölleme yöntemlerine göre daha kolay uygulanması, daha düşük maliyetli olması, gerçek zamanlı olarak daha uygun çalışma fırsatı sunması, noninvazif ve daha iyi çözünürlük sunmasından dolayı daha çok tercih edilmektedir. Yavaş kortikal potansiyel, (scp), p300, uyarılmış potansiyeller gibi farklı sinyaller ile beyin-bilgisayar arayüzü mekanizmaları tasarlanır, daha yüksek hızda ve daha pratik beyin-bilgisayar arayüzü sistemleri gerçekleştirilebilir (Chen ve ark., 2015).

EEG, beyin kompleksindeki hücrelerin sinaptik olarak uyarılmasındaki elektrik akımlarını ölçer. Piramidal hücreler EEG'nin oluşumunda en fazla etkili olan hücrelerdir. Bunun nedeni hücre gövdesi ve dendrit yapılarının korteks yüzeyinde dik uzanmasıdır. Bir nöron topluluğunun eş zamanlı olarak aktive olduğu durumlarda EEG verileri saçlı deriden alınabilir, aktive olan nöron ile veri kaydeden elektrot arasında deri, kafatası ve çeşitli tabakalar olduğundan elektrot tarafından kaydedilen ilk sinyalin genliği düşüktür. Bu nedenle sinyal, EEG cihazı tarafından şiddeti artırılarak bir veri haline getirilir ve sayısallaştırılması sonrasında veri bilgisayara kaydedilir (Alkaç, 2009).

Organizmaya dış dünyadan, görsel, işitsel ve benzeri bir uyarı geldiğinde EEG'de oluşan yanıtlar uyarılma potansiyeli olarak tanımlanır. Dış dünyadan alınan uyarılar primer duyuşal sistemlerde işlem gördükten sonra unimodel asosiyasyon merkezlerine ve multimodel asosiyasyon merkezlerine iletilir (Sälejärvi ve ark., 2002).

EEG'nin Kaynağı; EEG dikey ve yatay eksenin frekans olarak meydana getirdiği bir voltaj zaman grafiğidir. Belirlenmiş bir anda iki ayrı elektrot alanı arasındaki voltaj farkı EEG ölçömlerini oluşturur. İşlemsel olarak EEG'nin tanımını yapmak gerekirse,

belirlenmiş bir zamanda kaydedilen iki farklı kayıt bölgesi arasındaki voltaj farkı denilebilir. Başka bir tanımda ise korteks piramidal hücrelerinin ürettiği inhibitör ve eksitator postsinaptik potansiyellerden oluşmaktadır. Piramidal hücre membranı boyunca elektrik yükü hücresel aktivite sayesinde değişir, bu değişiklikler kortikal postsinaptik potansiyel değişiklikleridir. EEG dalgalarının kaynağı olarak kabul edilen postsinaptik potansiyellerden kaynaklanan elektrik akımlarının zamansal ve uzamsal toplamı farkı EEG ölçümlerinin temelini oluşturur. Bu potansiyel değişikliklerin kortikal bölgedeki yansımaları, temelde dikey yerleşimli kortikal piramidal hücrelerde gerçekleşir. Beynin yapısına doğru orantılı olarak beyin çeşitli bölümleri ritmik olarak uyumlu bir dalga salınımı biçiminde seyreder.

EEG Cihazları; Kablolu EEG cihazlarında elektrot giriş paneli ölçüm yapılacak kişinin yakınında olmalı, kablo uzunluğu 1 metreyi geçmemelidir. Daha uzun kablolar interferans açısından sorun teşkil edebilir. Dijital EEG cihazlarında amplifikatörün giriş panelinde tümleşik olması ve çıkan kablonun yalıtıldığından dolayı daha uzun olmasında bir sakınca yoktur. Analog cihazlarda standart duyarlılık 7 mikrovolt/mm'dir. Bu şekilde ayarlandığında gönderilen her 50 mikro voltluk akım için 7.14 mm bir sapma elde edilmelidir. Amplifikatörlerin iki temel işlevi vardır. Bunlar diferansiyel diskriminasyon ve amplifikasyondur. Amplifikasyon potansiyel farklılıkların boyutlarını artırır ve fark edilebilir hale getirir. Diskriminasyon ise amplifikatörün giriş 1 ile 2 arasındaki elektrot potansiyel farklarını ortaya çıkarır.

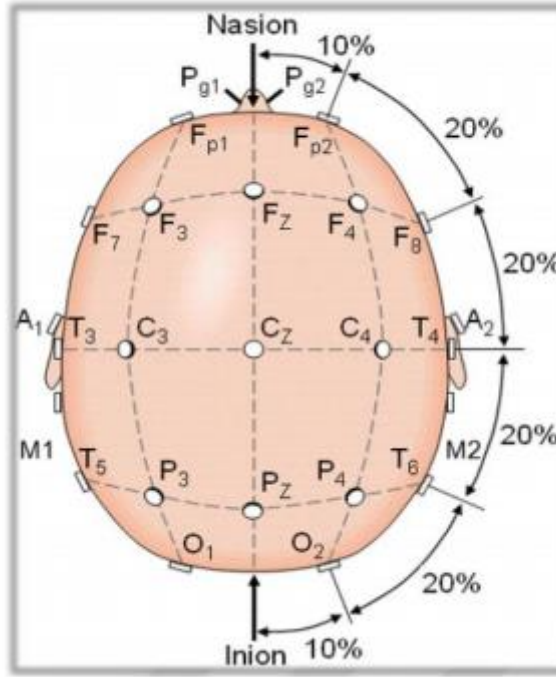
Diskriminasyon amplifikatörün 2 girişinde potansiyeller toprak hattına göre ters yönde aynı güçte güçlendirirler. Böylelikle giriş 2 ye uygulanan sinyalin polaritesi giriş 1 sinyal gücünden çıkarılması ile differansiasyon gerçekleşmiş olur. 1 ve 2 arasındaki sinyal farkının güçlendirilmesi, potansiyel girişin elde edilmesine neden olur. Giriş 1'e gelen negatif potansiyel yukarı, pozitif potansiyel aşağı doğru sapmaya neden olurken, giriş 2 için negatif potansiyel aşağı, pozitif potansiyel yukarı doğru sapmaya neden olmaktadır.

Diferansiyel amplifikasyonun amacı beyin dışında gelen uyarıcıları elimine etmektir. EEG'den gelen görece düşük ve yüksek frekanslardaki dalgaları elimine etmek için filtreler kullanılmaktadır. Uygulanan filtreler EEG sinyali diferansiyel amplifikatörden

tek çıkışlı 2. amplifikatöre alındıktan sonra devreye girmektedir. EEG 3 farklı filtre içermektedir. Elektrik hat girişinden kaynaklanan gürültüleri engelleyen filtre, yüksek frekans filtreleri ve alçak frekans filtreleridir.

50 Hz filtre şebeke akımının neden olduğu etkileri ortadan kaldırmak için uygulanır. EEG analizindeki bir avantaj da filtre ayarlarının geriye dönük olarak EEG değerlendirilmesi yapılırken uygulanabilmesidir. En yaygın kullanılan üç yöntem, sonlu sinyal yanıtı (FIR), sonsuz sinyal yanıtı (IIR), hızlı fourier dönüşümü (FFT)'dir. Amplitüt averajlaması olarak özetlenebilecek olan FIR, EEG cihazlarında sıklıkla kullanılır. Analog filtrelerde ve dijital filtrelerin kullanılmasında dikkatli olmak gerekmektedir (Öztura, 2016).

10-20 Sistemi; Kafa derisi elektrotlarının lokasyonlarını belirlemek için uluslararası kabul görmüş sistem 10/20 sistemi olarak adlandırılır. '10' ve '20' numaraları, komşu elektrotlar arasındaki mesafenin kafatasının ön-arka veya sağ-sol toplam mesafesinin %10'u veya %20'si olarak kabul görülmesine dayanmaktadır.



Şekil 2.7. Uluslararası 10-20 Sistemi Elektrot Yerleşim Noktaları

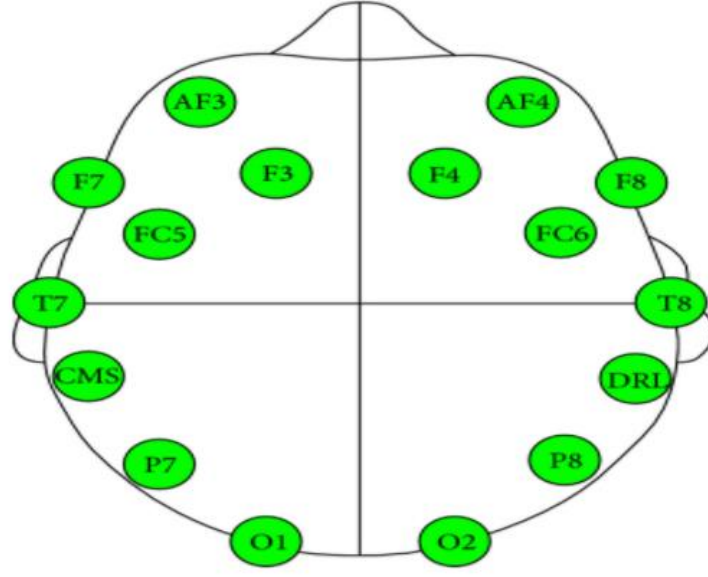
Dört anatomik yer işareti, elektrotların konumlandırılması için kullanılmaktadır. İlk olarak alın ile burun arasındaki nokta nasion; sonrasında, baş arkasından kafatasının en alt noktasına kadar olan ve normal olarak belirgin bir yumru ile gösterilen inion; kulak öncesi ve kulak iliği noktaları olmak üzere konumlandırılmıştır. 10/20 sistemi arasındaki boşlukları kullanmak koşuluyla ekstra pozisyonlar da ilave edilebilir (Okamoto ve ark., 2009; Kabdebon ve ark., 2014; Duarte, 2017).

Elektrot	Beyin Lobu
F	Frontal
T	Temporal
C	Central
P	Parietal
O	Oksipital

Şekil 2.8. Beyin Loblarının İsimlendirilmesi

2.9.5.1. Emotiv EPOC

Cihazda yer alan sensörler üzerindeki elektrotların her biri iyon değeri yüksek olan lens solüsyonu tarafından ıslatılır. Bu işlem elektrik sinyalinin geçişine izin vererek elektrotlardan daha verimli sinyal almayı sağlamaktadır. Kanallar; AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4, CMS ve DRL olarak isimlendirilmiştir. CSM ve DRL referans noktaları olarak kabul edilmekte; CMS, diğer sensörlerin voltajını ölçmek için bir toprak referans noktası iken, DRL harici kaynaklardan elektriksel paraziti azaltmak için ileriye doğru bir referans noktasıdır (Badcock ve ark., 2015).



Şekil 2.9. Emotiv EPOC Elektrot İsimleri ve Yerleşim Noktaları

BBA (Beyin Bilgisayar Arayüzü); Beyin-bilgisayar arayüzü bilgisayar ile insan arasında iletişim kurma imkanı sağlayan yeni ve gelişmiş bir teknolojidir. Sistem elektroensefalogram adı verilen beyin dalgaları ile veri kaydetmektedir. Beyin-bilgisayar arayüzü bireylerin kendi motor sinirlerini kullanmadan sadece EEG sistemine yansıyan beyin dalgaları ile yani düşünceleriyle bir bilgisayarı, elektromekanik bir kolu ya da nöroprotezleri kullanmaya olanak sağlar. Özellikle felçliler ve amiotrofik lateral skleroz (ALS) hastalarına ışık tutabilmesi için çok önemli bir teknolojik gelişmedir. Günümüzde EEG'nin yanısıra fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme, yakın kızılötesi spektroskopisi, elektrokortikografi, magnetoensefalografi gibi teknikler beyin bilgisayar arayüzü sistemleri için kullanılmaktadır (Aydemir ve Kayıkçıoğlu, 2009).

Beyin-bilgisayar arayüzü BBA ilk olarak 1970'li yıllarda Vidal tarafından öne sürülen “gözlemlenebilir elektriksel beyin dalgaları” insan bilgisayar iletişimde bir bilgi aktarımı aracı olarak harici cihazların kontrol edilmesinde kullanılabilir mi sorusu ile meydana geldi diyebiliriz. Vidal (1973) çalışmasında zihinsel tepkilerin elektroensefalografik beyin dalgalarından gözlemlenebilir şekilde elde edilebileceğini savunmuştur (Vidal, 1973).

BBA'nın gelişmesi; kas sisteminde sağlık problemleri yaşayan bireyler ile engelliler için yaşam kalitelerini arttırma anlamında önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Özellikle felçli hastaların hayata tutunmaları için hareket kabiliyetlerini arttıran teknolojiler geliştirmek BBA'nın temel amaçlarından birisi olmuştur. Günümüzde birçok bilimsel çalışma bu konu üzerine odaklanmıştır literatürde beyin-bilgisayar arayüzü alanına ait birçok yöntemsel çalışma bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında en çok kullanılan ise görsel uyaran tabanlı yöntemdir (Çiğ, 2017).

Beyin-bilgisayar arayüzleri bir çalışma alanı olarak son yıllarda oldukça dikkat çeken bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. En fazla kullanım alanlarından bir tanesi vücut fonksiyonlarını kaybeden kişiler için tasarlanan ve kaybedilen vücut fonksiyonlarını geri kazanmaya imkan sağlamayı hedefleyen teknolojiler üretmektir (Kokswijk ve Van Hulle, 2010; Sellers ve ark., 2010).

2.10. Spora Yönelik EEG İçerikli Dikkat Çalışmaları

Arcelin ve ark. (2008) çalışmalarında, orta şiddette bir egzersizin (maksimum aerobik gücün %60'ı) belirli bilgi işleme mekanizmaları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 22 öğrenci 3 set 10 dakikalık bisiklet ergometresinde yüklenme yapmıştır. Aynı zamanda, katılımcılar iki seviyede dikkat görev değişkenlerini (sinyal yoğunluğu, uyaran-tepki uyumluluğu ve zaman belirsizliği) manipüle ederek altı manuel seçim-tepki görevi gerçekleştirmiştir. Rastgele sıralanan reaksiyon testleri dinlenik ve egzersiz sırasında uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, reaksiyon sürelerinin dağılımının en yüksek iki parametresinde “zaman belirsizliği” ile “egzersiz” arasında önemli ölçüde negatif bir etkileşim bulunmuştur. Diğer değişkenler için başka etkileşim etkisi elde edilmemiştir. Bu sonuçlar, makul düzeyde aerobik egzersizin bilgi işleme üzerinde genel etkilerden ziyade seçici etkiler gösterdiğini desteklemektedir (Arcelin ve ark., 1998).

2008 yılında yapılan bir başka çalışmada, fizyolojik ve bilişsel süreçler arasındaki etkileşimi daha iyi anlamak için orta düzeyde fiziksel egzersizin, reaksiyon değişkeni üzerindeki kolaylaştırıcı etkileri incelenmiş, karar verme sporlarında özel uzmanlığa sahip on altı katılımcı, bisiklet sürerken reaksiyon süresinin seçiminden oluşan ikili bir görev gerçekleştirmiştir. Sinyal kalitesi, uyarıcı-yanıt uyumluluğu ve zaman belirsizliği parametreleri incelenmiştir. Katılımcılar dinlenik durumda ve bisiklet sürerken

maksimum aerobik güçlerinin %20'si ve %50'si ile test edilmiştir. Aynı zamanda testten önce ve sonra ruh hali değerlendirme anketi ve “critical flicker fusion test” uygulanmıştır. Sonuçlar, orta yoğunlukta egzersizin (%50 maksimum aerobik güç) bilişsel performansı iyileştirdiği ve düşük yoğunluklu egzersizin (%20 maksimum aerobik güç) katılımcıların “negatif ikili görev etkisi”ne olumlu katkı sağladığı yönünde olmuştur (Davranche ve Audiffren, 2004).

1991 yılındaki bir başka çalışma, fiziksel egzersiz koşullarının insandaki bilgi işleme mekanizmasını nasıl etkilediğini araştırmak için tasarlanmıştır. On altı denek, iki egzersiz koşulu sırasında (dayanıklılığa karşı aralık protokolleri) ve iki kontrol koşulu sırasında (dinlenmeye karşı minimum yük protokolleri) iki bilgi işleme görevi (algılama ve karar verme) gerçekleştirmiştir. Kontrol koşulları, deneklerin bilgi işleme görevlerini dinlenme koşullarında veya minimum iş yükünde bir bisiklet ergometresinde pedal çevirirken gerçekleştirmesini içermektedir. Egzersiz protokolleri sırasındaki iş yükü, deneğin maksimum iş yükünün sabit bir yüzdesinden oluşturulmuştur. Her 40 dakikalık protokol ardışık aşamalardan oluşuyordu. Başlangıç, ısınma, egzersiz ve soğuma, evrelerinde kalp atış hızı ve algılanan efor dereceleri belirlendi. Algılama görevinde deneklerin, kısaca sunulan üç harfli bir satırı tanımlaması gerekiyordu. Karar verme görevinde denekler, üç basamaklı bir sıradaki dış sayılardan hangisinin daha büyük olduğunu belirtmek ile sorumluydu. Sonuçlar, iki kontrol protokolünün bilişsel görev performansını etkilemediğini göstermiştir; bununla birlikte, egzersiz protokollerinde, fiziksel iş yükündeki artışlar karar verme görevinde performansı artırmış ve algılama görevindeki performansı düşürmüştür. Fiziksel iş yükündeki azalmalar karar verme görevindeki performansı düşürmüş ve algılama görevindeki performansı iyileştirmiştir (PAAS ve Adam, 1991).

Dietrich ve Sparling (2004) çalışmalarında egzersizin farklı biliş türlerini seçici olarak etkileme olasılığını inceleyen iki deney yapmışlardır. Yapılan bu deneyler egzersiz sırasında yüksek bilişsel süreçleri incelemeye yöneliktir. Çalışmalarında “hipofrontalite” hipotezinden yola çıkmışlardır. Sürekli, orta tempoda egzersiz yapan sporcular, biri genel olarak ön bilişe büyük ölçüde bağımlı olarak kabul edilen ve diğeri prefrontal operasyona nispeten duyarsız olan iki nöropsikolojik testi egzersiz sürecinde

gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar, egzersiz performansı sırasında prefrontal bağımlı biliş gerektiren testlerin olumsuz etkilendiği, aynı zamanda çok az prefrontal aktivite gerektiren bilişsel süreçlerin etkilenmediğini göstermiştir (Dietrich ve Sparling, 2004).

İnsanlarda yapılan elektroensefalografik çalışmalar, görsel dikkatin yönlendirilmesinin, işleme katılan görsel alana ayarlanmış kortikal kısımlar üzerinde salınımlı α - bant aktivitesinde (α - desenkronizasyon) bir azalmaya neden olduğunu göstermiştir. Bu, sonraki görsel işlemeyi kolaylaştırmak için ilgili alanların kasıtlı olarak artırılmış uyarılabilirliğini yansıttığı şeklinde yorumlanmaktadır. Ancak ters mekanizma da geçerli olabilir. Dikkat dağıtıcı bilgi girdisine karşı koruma sağlamak için artan α - aktivitesi (α -senkronizasyonu) ile ilgili alan aktif olarak bastırılabilir (Rihs ve ark., 2007).

Marrufo ve ark. (2001) uzaysal görsel dikkat görevlerinde alfa ve beta dalgasındaki değişimlere bakmışlar ve 18-24 yaşları arasındaki 11 kadın katılımcıyı incelemişlerdir. Görsel dikkat uyarını olarak; 70 cm öne yerleştirilmiş yüksek çözünürlüklü bir video monitörü parlayan uyanları rastgele sol veya sağ görme alanına yansıtmıştır ve hedefleri tespit etmek için deneklerden dönüşümlü olarak farklı bloklar halinde sola veya sağa dikkat etmeleri istenmiştir. Bu sırada EEG ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda 375–500 ms'lik bir zaman penceresinde alfa bandında bir azalma ve 500–875 ms'de beta bandında bir artış olduğunu ortaya çıkmıştır. İstatistiksel analiz, dikkat koşulu sırasında alfa'daki düşüş ve beta'daki artışın daha belirgin olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, alfa bantındaki azalma ve beta bandındaki artışın görsel uzaysal dikkatin elektrofizyolojik belirteçleri olduğunu göstermektedir (Marrufo ve ark., 2001).

Bununla beraber; dikkatin bilinçli olarak verilmediği bölgeden gelen sinyallerin dikkatsel olarak işlenmesinde alfa bandında artışın olduğu yönünde çalışmalar da vardır (Worden ve ark., 2000; Kelly ve ark., 2006).

Görsel dikkat araştırmalarındaki alfa bandının artış ya da azalmasına dair bu farklılıklar paradigmlar olarak karşımıza çıkar. Bu paradigmların tümü, yaklaşmakta olan bir zorunlu görsel görev uyarıcısı beklentisiyle dikkatin gizli konumlara doğru yönlendirilmesinde aynı çatı altına toplanmaktadır, ancak görsel görev taleplerinde farklılık gösterir. Bu da çalışmalarda dikkat odağının bilinçli ya da bilinçsiz olmasına

göre ya da dikkati dağıtıcı etmenlerin sunuluşundaki çeşitliliğe göre farklılık gösterir (Rihs ve ark., 2007).

EEG ve / veya manyetoensefalografi (MEG) ile görsel dikkatin gizli yönelim ilişkilerini araştıran çalışmalar, dikkatin yönüne göre posterior sitelerde salınımlı α - bant aktivitesinin (8-14 Hz) azaldığını bulmuştur (Thut ve ark., 2006).

Sauseng ve ark. (2005) 22 erkek katılımcı ile yaptıkları çalışmada, katılımcılara bilgisayar monitöründe uzaysal görsel dikkat gerektiren görevler verdiler ve EEG aktivitesi, bir görsel uzaysal dikkat görevi yerine getirilirken ölçüldü. Geçerli veya geçersiz olabilecek bir işarete göre dikkatlerini sol veya sağ görsel yarım alana kaydırmaları talimatı verildi. Sonuçlar, bir dikkat değişikliğinin, arka parietal korteksin uyarılabilirliğini seçici olarak modüle ettiğini ve alfa aktivitesinin bu arka modülasyonunun prefrontal bölge tarafından kontrol edildiği yönünde olmuştur (Sauseng ve ark., 2005).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Katılımcılar

Çalışmaya yaş ortalaması 24.4 ± 9.25 , boy ortalaması 173.45 ± 7.48 , kg ortalaması 70.33 ± 6.71 olan 11 Milli bisiklet sporcusu ve yaş ortalaması 26.00 ± 8.63 , boy ortalaması 174.81 ± 4.77 , kg ortalaması 81.15 ± 10.52 olan 11 Amatör ve Rekreasyon amaçlı bisiklet kullanan toplam 22 erkek katılımcı dahil edildi. Milli Sporcularda haftanın en az 4 günü yoğun şiddetli bisiklet sporuna özgü antrenman yapma ve uluslararası bisiklet yarışlarında ülkemizi temsil etme şartı aranmıştır. Amatör Sporcular ise düşük yoğunluklu bisiklet antrenmanları yapan ya da rekreasyonel amaçlı bisiklet kullanan sporculardan oluşmaktadır. Ayrıca katılımcılarda;

- a) Zihinsel bir hastalığının olmaması,
- b) Antidepresan kullanmama,
- c) 18-30 yaş arasında erkek birey olma,
- d) Gönüllü olarak katılım sağlama,
- e) Yukarıdakilerin dışında herhangi başka bir sağlık problemlerinin olmaması şartları aranmıştır.

3.2. Uygulama

Çalışmamızda, 11 Milli ve 11 Amatör Bisikletçinin dikkat düzeylerini belirlemeye yönelik olarak iki aşamalı test prosedürü gerçekleştirilmiştir. Bunlardan ilki olan bilgisayar destekli Bisiklet Simülatöründe, katılımcının tarafımızca tasarlanan dikkat ve konsantrasyon düzeyi yüksek Bisiklet Simülatörünü kullanımı esnasında Emotiv EPOC kablosuz EEG cihazı ile parkur başlangıcından bitişine kadar beyin dalga analizleri yapılmıştır. İkinci aşamada katılımcının, PEBL bataryalarından Pattern Comparison ve Mental Rotation testlerini gerçekleştirirken Emotiv EPOC kablosuz EEG cihazı ile EEG kayıtları alınmış ve beyin dalga analizleri yapılmıştır.

İki aşamalı yapılan testlerde Emotiv EPOC tarafından (Alfa, Beta, Teta, Delta dalgaları) alınan veriler belirli hesaplamalar yapılarak istatistiksel işlemler gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Ölçüm Araçları

3.2.1.1. Emotiv EPOC Kullanımı ve Kayıt Sistemi

Çalışmamızda EEG kayıtları Emotiv EPOC+ kablosuz EEG cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Emotiv EPOC, piyasada düşük maliyetli olarak geçen, 14 kanallı ıslak elektrot sistemi ile kablosuz olarak çalışan bir EEG cihazıdır. Cihazdan ham veri alabilmek için EmotivPro yazılımı ile birlikte kullanılmaktadır. Cihazda yer alan sensörler üzerindeki elektrotların her biri iyon değeri yüksek olan lens solüsyonu tarafından ıslatılır. Bu işlem elektrik sinyalinin geçişine izin vererek elektrotlardan daha verimli sinyal almayı sağlamaktadır. Kanallar; AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4, CMS ve DRL olarak isimlendirilmiştir.

CSM ve DRL referans noktaları olarak kabul edilmekte; CMS, diğer sensörlerin voltajını ölçmek için bir toprak referans noktası iken, DRL harici kaynaklardan gelen elektriksel paraziti azaltmak için ileriye doğru bir referans noktasıdır (Badcock ve ark., 2015).

Çalışmamızdaki Bilgisayar destekli simülatör, Pattern Comparison, Mental Rotation PEPL Uygulaması testleri esnasında testlerin başlama anı ve bitiş anı ile senkronize bir şekilde EEG kayıtları alınmış ve ham veriler kaydedilmiştir. Tüm testler video kaydı altına alınmıştır.

EEG analiz aşamaları ve değişkenleri aşağıdaki gibidir;

Verilerin analiz edilmesinden önce filtreleme aşaması gerçekleştirilmiştir ve filtreler aşağıda belirtildiği biçimde kullanılmıştır:

Low passband filter: 0.01 Hz

High passband filter: 45 Hz

Elektrik şebeke etkisi nedeniyle bu aralık tercih edilmiştir. Devamında 100 milisaniye için 200 mikrovolt'luk eşik değeri üzerinden veri temizliği yapılmıştır.

Power Spectral Density yöntemi üzerinden gerekli frekans bazlı analizler ve hesaplamalar yapılmıştır.

EEG Attention değişkeni;

Low alpha etkinliği (8-10 Hz)

Occipital Lobedaki kanallar (O1 ve O2) / Çevresindeki P7 ve P8 kanalları referans olarak alınmıştır.

EEG Positiveness değişkeni;

Frontal right alpha/Frontal left alpha etkinliği

(AF3-F3-F7-FC5) / (AF4-F4-F8-FC6) Formülü kullanılmıştır.

EEG Mental Workload değişkeni;

Frontal-central theta / Frontal-central alpha etkinliği

(AF3-F3-F7-AF4-F4-F8) theta / (AF3-F3-F7-AF4-F4-F8) alpha formülü kullanılmıştır.

EEG ölçümlerindeki tüm ham verilerin filtreleme ve anlamlı veri haline getirilmesindeki hesaplama süreci “Neurolize” paket program tarafından yapılmıştır.



Şekil 3.1. Emotiv EPOC Kablosuz EEG Cihazı



Şekil 3.2. Emotiv EPOC Başta Uygulama

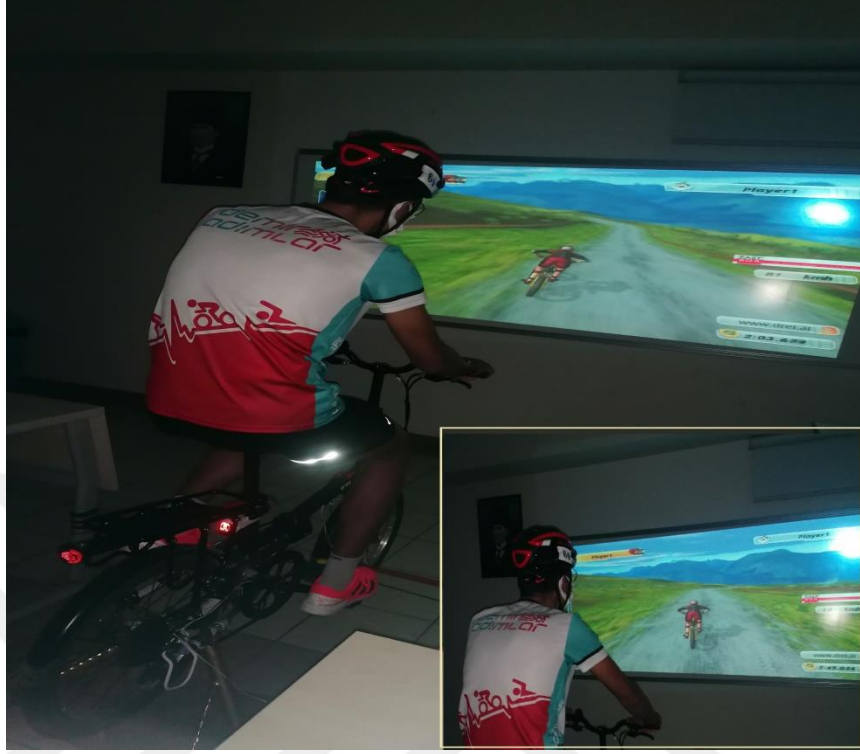
Emotiv EPOC EEG Parametreleri Puanlama sistemi;

Emotiv EPOC EEG verileri beyin dalgalarına doğru orantılı olarak “Dikkat”, “Motivasyon” ve “Mental İş Yüğü” parametreleri ile ölçülmüştür. Bu değişkenlerdeki skor ve puanlama sistemi katılımcıların bu değişkenlerden aldıkları olumlu puanlara göre değerlendirilmiştir. Buna göre katılımcılardaki Dikkat ve Motivasyon

parametrelerinde yüksek aldıkları puan başarılı olarak nitelendirilmişken, Mental Yük parametresinde düşük aldıkları puan başarılı olarak nitelendirilmiştir.

3.2.1.2. Bilgisayar Destekli Bisiklet Simülatörü

Çalışmamızda dikkat ve konsantrasyon performansını değerlendirmek amacı ile tarafımızca bilgisayar destekli bir Bisiklet Simülatörü tasarlanmıştır. Simülatör, bir dağ inişi PC oyunu olan "MTB09 Challenge" uygulamasının gerçek bir bisiklete uyarlanması şeklinde tasarlanmıştır. Gerçek bir bisikletin arka tekerleği simülatördeki sağa-sola yatma durumunu tatbik etme amacıyla yaylar üzerine monte edilmiş dinamik bir askı üzerinde durmaktadır. Askının, üzerinde durduğu yaylar sayesinde virajlarda katılımcının vücut ağırlığı ile simülatör sağa ve sola yatış durumunu gerçekleştirmiştir. MTB09 Challenge uygulamasında bisikleti sağa ve sola yönlendirmek amacı ile gerçek bisikletin direksiyonuna iki adet limit switch yerleştirilmiştir. Limit Switchler bir yardımcı program ile MTB09 Challenge uygulamasının yön tuşlarına atanmıştır. Fren sistemi de benzer şekilde gerçek bisikletin fren sistemine adapte edilmiş limit switchler ile gerçekleşmiştir. Fren sistemindeki limit switchler yardımcı program ile MTB09 Challenge uygulamasının fren tuşuna atanmıştır. MTB09 Challenge uygulamasının ekran görüntüsü bir projeksiyon ile bisiklet üzerindeki katılımcının karşısına geniş bir şekilde aktarılmış ve gerçek bir yol algısı oluşturulmuştur. Projeksiyondan daha iyi verim alınması amacı ile ortam siyah perdeler ile kapatılarak her katılımcı için aynı görüş durumu sağlanmıştır. Dışarıdan gelebilecek dikkat dağıtıcı unsurlar elimine edilmiş ve ölçümler tamamen sessiz bir koşulda gerçekleşmiştir.



Şekil 3.3. Bisiklet Simülatörü Uygulaması



Şekil 3.4. Bisiklet Simülatörü Uygulaması Esnasında EEG Ölçümü

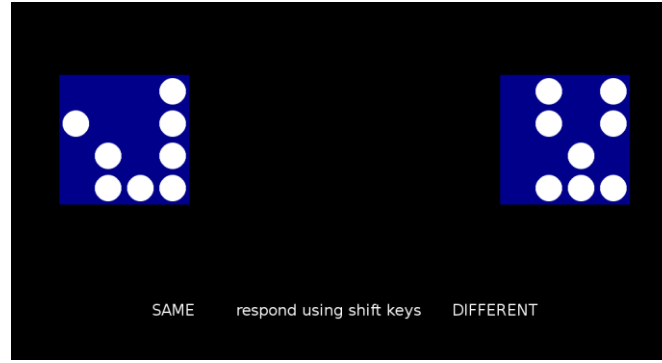
Ortalama 4 dakikalık bir parkuru kapsayan Bisiklet Simülatörü virajlar, engeller, yokuş ve inişlerden oluşmaktadır. Simülatör bir dağ inişi şeklinde olduğundan kullanıcılar pedal çevirmeden parkuru tamamlamışlardır. Katılımcılardan en hızlı sürede ve en az düşme ile parkuru tamamlamaları istenmiş ve katılımcının total süresi ve toplam düşme sayısı kayıt altına alınmıştır. Bu ölçüm sırasında, ölçümün başlama ve bitiş zamanı ile senkronize bir şekilde EEG kayıtları gerçekleşmiştir. Katılımcılardan bu ölçüm esnasında konuşmamaları ve ani tepkiler vermemeleri istenmiştir. EEG verileri için artefakt oluşturabilecek durumlar elimine edilmiştir. Tüm ölçümler video kaydı altına alınmıştır. Simülatör uygulamasından önce her katılımcıya 2 dakikalık bir deneme hakkı verilmiştir.

3.2.1.3. PEPL TESTİ

A. Pattern Comparison (PEPL Uygulaması)

PEBL, bilgisayar tabanlı psikoloji deneyleri için tasarlanmış çapraz platform bir bilgisayar programlama dilidir. Kaynak kodu ve çalıştırılabilir dosyaları ücretsiz olarak mevcuttur ve araştırmacılar bunu deneyler tasarlamak, çalıştırmak ve bunları birbirleriyle özgürce paylaşmak için kullanabilirler. Test bataryaları, çoğu bilişsel işlev için önerilen 50'ye yakın yaygın psikoloji deney paradigmasından oluşur.

PEBL test bataryalarından olan “Pattern Comparison” ekrana yansıyan iki kutu içerisindeki beyaz noktaların sayı ve biçim olarak iki kutuda da aynı olup olmadığını belirlemeye yönelik bir görsel dikkat testidir. Eğer iki kutudaki noktalar sayı ve biçim olarak aynı ise katılımcı klavyede sağ shift, değil ise sol shift'e basar. Katılımcıların toplam süre, doğru ve yanlış skorlarını program otomatik olarak kaydeder.



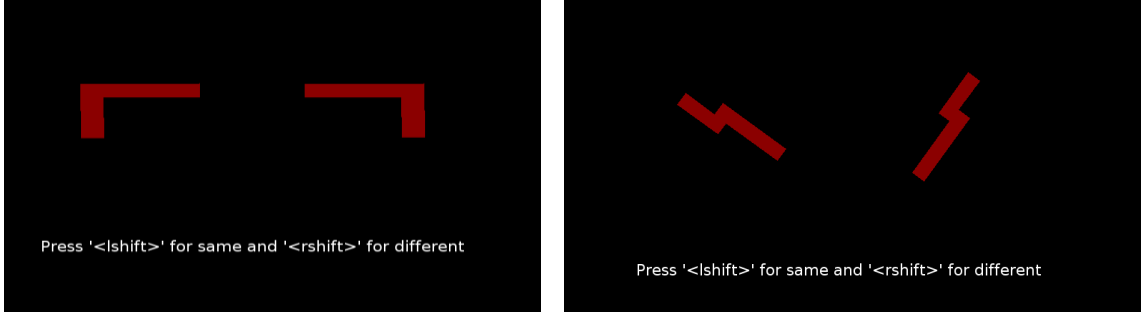
Şekil 3.5. PEBL Pattern Uygulaması



Şekil 3.6. PEBL Pattern Uygulaması Esnasında EEG Ölçümü

B. Rotation (PEPL Uygulaması)

PEBL test bataryalarından olan “Rotation” ekrana yansıyan iki adet biçim olarak aynı olan tetris şekillerine benzeyen figürün yön olarak da aynı olup olmadığını belirlemeye yönelik üç boyutlu bir görsel dikkat testidir. Katılımcı bu testi iki figürü üç boyutlu düşünerek birbiri ile denkleştirmeye çalışır. Eğer iki figür yön olarak da birbirinin aynı ise klavyede sağ shift, değil ise sol shift’e basar. Toplam test süresi ve doğru-yanlış skorları program tarafından otomatik olarak kaydedilir.



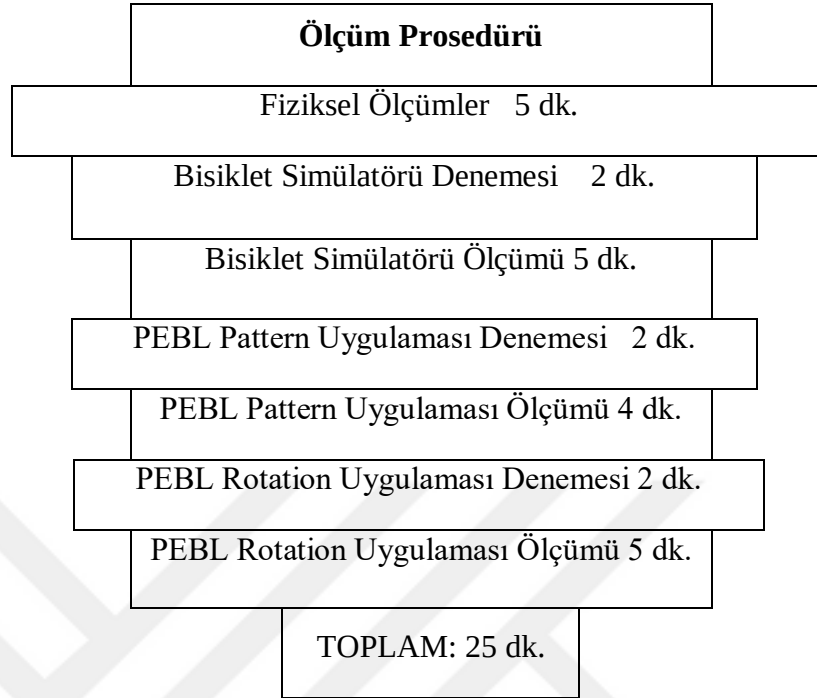
Şekil 3.7. PEBL Rotation Uygulaması



Şekil 3.8. PEBL Rotation Uygulaması Esnasında EEG Ölçümü

3.3. Ölçüm Prosedürü

Ölçümler dış ortamdan uzak bir şekilde katılımcıların dikkatini dağıtmayacak sessiz ve kapalı bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümlerde projeksiyon kullanıldığından ortamdaki ışık miktarı siyah perde kullanılarak en aza indirilmiş ve tüm katılımcılar için aynı şartlar oluşturulmuştur. Tüm katılımcıların ölçümleri 5 günlük bir zamanı kapsamaktadır. Milli ve Amatör Bisikletçilere uygulanan ölçüm prosedürü 25 dakikalık sürede gerçekleştirilmiştir. Ölçüm prosedürü aşağıdaki gibidir;



Ölçüm Parametrelerinin Çıktısal Değerleri; Ölçüm parametrelerinden elde edilen değerler pozitif skor anlamında parametrenin niteliğine göre değişiklik göstermektedir. Parametrenin niteliğine göre pozitif skorun küçüktür “<” ya da büyüktür “>” şeklindeki dağılımı aşağıda verilmiştir. Buna göre bazı değişkenlerde “<” olumlu skor iken bazı değişkenlerde “>” olumlu skoru ifade etmektedir.

Değişken	Değer	Pozitif Skor
Yaş	(yıl)	
Vücut Ağırlığı	(kg)	
Boy	(cm)	
Patt_Doğru_Oran	(%)	>
Patt_Aynı_Doğru_Oran	(%)	>
Patt_Farklı_Doğru_Oran	(%)	>
Patt_Doğru_Ort_RT	(ms)	<

Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT	(ms)	<
Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT	(ms)	<
Rot_Doğru_Oran	(%)	>
Rot_Ort_RT	(ms)	<
Rot_Doğru_Ortalama_RT	(ms)	<
Sim_Süre	(dak.)	<
Sim_Hata	(Puan)	<
Dikkat	(Puan)	>
Motivasyon	(Puan)	>
Mental_İş_Yükü	(Puan)	<

3.4. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi istatistik paket programında yapılmıştır. Katılımcı sayısının toplamda 22 olması ve yapılan tanımlayıcı analize göre verilerin normal dağılmadığı belirlenmiş ve tüm istatistikte nonparametrik testler kullanılmıştır. İki grup arasındaki farkların ve tüm değişkenlerin birbiriyle olan korelasyonunu ifade etmek için “p” değeri kullanılmıştır. İki grup arasındaki farkları belirleme amacı ile yapılan istatistiksel analizde, aritmetik ortalama ve standart sapmaları hesaplamak için betimleyici istatistikten yararlanılmıştır. Çalışma dahilindeki değişkenlerde iki grup arasında fark olup olmadığını belirleme amacı ile Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Milli ve Amatör Bisikletçi ayırımı yapmadan tüm değişkenlerin birbirleri ile korelasyonunu belirleme amacı ile Spearman's Korelasyon analizinden faydalanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Çalışmaya Katılan Bireylerin Demografik Özellikleri

Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uygun olarak 22 erkek birey çalışmaya alınmıştır. Katılımcılardan 11 tanesi Milli düzeyde yarışmalara katılmış ve ülkemizi bisiklet sporunda temsil etmiş aktif sporculardır. Diğer 11 katılımcı ise rekreasyonel anlamda bisiklet kullanmaktadır. Milli düzeydeki sporcular haftanın ortalama 5 günü profesyonel şekilde bisiklet sporuna özgü antrenmanlara katılırken, rekreasyonel anlamda bisiklet kullanan katılımcılar ortalama haftada 3 gün rekreasyon amaçlı düşük şiddette bisiklet kullanmaktadır. Milli ve Amatör Bisikletçilerin demografik özellikleri tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Milli ve Amatör Sporcuların Demografik Özellikleri

Değişken	Milli (n=11)	Amatör (n=11)	p=
	ART. ORT±SS	ART. ORT±SS	
Yaş (yıl)	24.4±9.25	26.00±8.63	p=0.14
Boy (cm)	173.45±7.48	174.81±4.77	p=0.55
Ağırlık (kg)	70.33±6.71	81.15±10.52	p=0.02
BKI	26.52±11.06	25.85±3,20	p=0.17

4.2. Çalışmaya Katılan Milli ve Amatör Bisikletçilerin Davranışsal Testler Açısından karşılaştırılması

Çalışmada Milli ve Amatör Sporcuları davranışsal açıdan karşılaştırmak ve dikkat-konsantrasyona dayalı EEG ölçümlerini kayıt altına almak amacı ile iki adet PEBL ve Bisiklet Simülatörü uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan Milli ve Amatör Bisikletçilerin davranışsal test sonuçları Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Milli ve Amatör Sporcuların Davranışsal Test PEBL Pattern- Rotation ve Bisiklet Simülatörü Hata-Süre Performansı Sonuçlarının Karşılaştırılması “*Mann-Whitney U Test*”.

Parametreler	Milli n=11	Amatör n=11	z=	p=
	ART. ORT ± SS	ART. ORT ± SS		
Patt_Doğru_Oran (%)	0.93±0.06	0.94±0.03	z=-0.47	p=0.64
Patt_Aynı_Doğru_Oran (%)	0.95±0.04	0.93±0.04	z=-0.88	p=0.38
Patt_Farklı_Doğru_Oran (%)	0.92±0.09	0.95±0.03	z=-1.01	p=0.32
Patt_Doğru_Ort_RT (ms)	1341.19±643.61	1218.89±195.58	z=-0.82	p=0.41
Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT (ms)	1366.69±748.31	1219.16±235.45	z=-0.49	p=0.62
Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT (ms)	1318.95±541.42	1218.49±173.14	z=-0.43	p=0.67
Rot_Doğru_Oran (%)	0.62±0.15	0.56±0.09	z=-0.66	p=0.51
Rot_Ort_RT (ms)	1435.64±326.86	1554.25±389.80	z=-1.02	p=0.31
Rot_Doğru_Ortalama_RT (ms)	1389.44±298.23	1498.12±385.59	z=-0.82	p=0.41
Sim_Süre (dak.)	4.38±0.93	4.40±0.79	z=-1.38	p=0.17
Sim_Hata (Puan)	8.18±5.38	10.18±4.49	z=1.322	p=0.19

4.3. Çalışmaya Katılan Milli ve Amatör Bisikletçilerin Davranışsal Testler Esnasındaki EEG Verilerinin Karşılaştırılması

Çalışmaya katılan Milli ve Amatör Bisikletçilerin EEG’ye dayalı dikkat ve konsantrasyon düzeylerini değerlendirme amacı ile davranışsal testler olan PEBL uygulamaları ve Bisiklet Simülatörü esnasında eş zamanlı olarak Emotiv EPOC kablosuz EEG cihazı ile beyin dalgaları kayıt altına alınmıştır. Mevcut kayıtlar Dikkat,

Motivasyon ve Mental İş Yüğü parametrelerinde incelenmiş ve her davranışsal test esnasındaki EEG kaydı, ilgili testin genel süresinin 1. Bölüm, 2. Bölüm ve 3. Bölüm olmak suretiyle 3 bölüm olarak ayrılması yöntemiyle değerlendirilmiştir. Milli ve Amatör Sporcuların Davranışsal Test PEBL Pattern, Rotation ve Bisiklet Simülatörü Ölçümleri Esnasındaki “Dikkat, Motivasyon, Mental İş Yüğü” Parametrelili EEG kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üçe Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması Tablo 4.3., 4.4. ve 4.5.’ de verilmiştir.

Tablo 4.3. Milli ve Amatör Sporcuların “Davranışsal Test PEBL Pattern” Ölçümleri Esnasındaki “Dikkat, Motivasyon, Mental İş Yüğü” Parametrelili EEG Kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üçe Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması “Mann-Whitney U Test”.

Test Süresi	Emotiv EPOC (EEG) Parametreleri (Puan)	Milli n=11	Amatör n=11	z=	p=
		ART. ORT ± SS	ART. ORT ± SS		
1.Bölüm	Patt_Dikkat	-0.49±0.56	-0.78±0.43	z=-1.28	p=0.20
	Patt_Motivasyon	0.72±1.77	0.07±0.19	z=-1.21	p=0.22
	Patt_Mental İş Yüğü	-0.43±1.66	0.37±0.30	z=-2.60	p=0.009
2.Bölüm	Patt_Dikkat	-0.38±0.51	-0.80±0.60	z=-1.74	p=0.08
	Patt_Motivasyon	0.35±0.78	0.11±0.18	z=-1.15	p=0.25
	Patt_Mental İş Yüğü	-0.21±0.67	0.35±0.43	z=-2.13	p=0.03
3.Bölüm	Patt_Dikkat	-0.53±0.68	-0.87±0.43	z=-1,35	p=0,18
	Patt_Motivasyon	0.17±0.29	0.16±0.17	z=-0.56	p=0.58
	Patt_Mental İş Yüğü	0.06±0.37	0.27±0.35	z=-01.15	p=0.25
Genel Süre	Patt_Dikkat	-0.46±0.56	-0.81±0.47	z=-01.54	p=0.12
	Patt_Motivasyon	0.41±0.92	0.11±0.16	z= -00.56	p=0.58
	Patt_Mental İş Yüğü	-0.20±0.86	0.33±0.33	z= -02.27	p=0.02

Tablo 4.4. Milli ve Amatör Sporcuların “Davranışsal Test PEBL Rotation” Ölçümleri Esnasındaki “Dikkat, Motivasyon, Mental İş Yüğü” Parametrelili EEG Kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üç Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması “*Mann-Whitney U Test*”.

Test Süresi	Emotiv EPOC (EEG) Parametreleri (Puan)	Milli n=11	Amatör n=11	z=	p=
		ART. ORT ± SS	ART. ORT ± SS		
1.Bölüm	Rot_Dikkat	-0.67±0.41	-0.67±0.38	z=-0.09	p=0.92
	Rot_Motivasyon	0.15±0.16	0.06±0.11	z=-1.41	p=0.16
	Rot_Mental İş Yüğü	0.17±0.34	0.04±0.32	z=-1.22	p=0.22
2.Bölüm	Rot_Dikkat	-0.44±0.52	-0.86±0.35	z=-2.07	p=0.03
	Rot_Motivasyon	0.13±0.17	0.09±0.16	z=-0.95	p=0.34
	Rot_Mental İş Yüğü	0.15±0.35	0.29±0.36	z=-1.15	p=0.25
3.Bölüm	Rot_Dikkat	-0.51±0.52	-0.73±0.39	z=-0.88	p=0.38
	Rot_Motivasyon	0.14±0.16	0.10±0.16	z=-0.69	p=0.49
	Rot_Mental İş Yüğü	0.11±0.26	0.27±0.24	z=-1.21	p=0.22
Genel Süre	Rot_Dikkat	-0.54±0.44	-0.77±0.36	z= -0.82	p=0.41
	Rot_Motivasyon	0.14±0.15	0.08±0.13	z= -1.35	p=0.18
	Rot_Mental İş Yüğü	0.14±0.28	0.29±0.28	z= 1.15	p=0.25

Tablo 4.5. Milli ve Amatör Sporcuların “Bisiklet Simülatörü” Performansı Esnasındaki “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü Parametrelili EEG Kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üçe Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması “*Mann-Whitney U Test*”.

Test Süresi	Emotiv EPOC (EEG) Parametreleri (Puan)	Milli n=11	Amatör n=11	z=	p=
		ART. ORT ± SS	ART. ORT ± SS		
1.Bölüm	Sim_Dikkat	-0.31±0.55	-0.50±0.40	z= -0.76	p=0.45
	Sim_Motivasyon	0.04±0.28	0.10±0.12	z= -0.56	p=0.58
	Sim_Mental_İş_Yükü	-0.01±0.40	0.13±0.25	z=-0.56	p=0.58
2.Bölüm	Sim_Dikkat	-0.34±0.63	-0.38±0.39	z= -0.10	p=0.92
	Sim_Motivasyon	0.03±0.24	0.15±0.24	z=1.15	p=0.25
	Sim_Mental_İş_Yükü	-0.10±0.52	0.04±0.29	z= -0.89	p=0.38
3.Bölüm	Sim_Dikkat	-0.33±0.59	-0.61±0.65	z= -1.15	p=0.25
	Sim_Motivasyon	0.15±0.08	0.08±0.17	z= -1.22	p=0.22
	Sim_Mental_İş_Yükü	-0.08±0.34	0.32±0.38	z= -2.46	p=0.01
Genel Süre	Sim_Dikkat	-0.33±0.56	-0.49±0.45	z=-0.78	p=0.43
	Sim_Motivasyon	0.08±0.18	0.11±0.16	z=-0.26	p=0.79
	Sim_Mental_İş_Yükü	-0.07±0.39	0.16±0.24	z= 1.28	p=0.20

4.4. Bisiklet Simülatöründe Başarılı ve Başarısız Katılımcıların EEG Kayıtlarının Karşılaştırılması

Çalışmaya katılan tüm bireyler Milli ve Amatör ayrımı yapılmadan Bisiklet Simülatöründen aldıkları puanlara göre Başarılı ve Başarısız olarak sınıflandırılmış ve bu iki grup arasındaki EEG verileri zamansal olarak üç bölüme ayrılarak

değerlendirilmiştir. Bisiklet Simülatöründe Başarılı ve Başarısız Katılımcıların “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü” Parametrelili EEG kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üçe Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması Tablo 4.6.’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Bisiklet Simülatöründe Başarılı ve Başarısız Katılımcıların “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü” Parametrelili EEG Kayıtlarının Toplam Test Süresinin Üçe Bölünmüş Şeklinde Karşılaştırılması “Mann-Whitney U Test” (Milli ve Amatör ayırımı yapılmamıştır).

Test Süresi	Emotiv EPOC (EEG) Parametreleri	BAŞARILI n=11	BAŞARISIZ n=11	z=	p=
		ART. ORT ± SS	ART. ORT ± SS		
1.Bölüm	Sim_Dikkat	-0.19±0.52	-0.61±0.35	z=-2.003	p=0.04
	Sim_Motivasyon	0.12±0.14	0.02±0.27	z=-1.018	p=0,31
	Sim_Mental_İş_Yükü	0.02±0.46	0.09±0.14	z=-0.098	p=0.92
2.Bölüm	Sim_Dikkat	-0.29±0.60	-0.43±0.41	z=-0.624	p=0.53
	Sim_Motivasyon	0.08±0.22	0.10±0.26	z=0.328	p=0.74
	Sim_Mental_İş_Yükü	-0.07±0.53	0.01±0.30	z=0.361	p=0.72
3.Bölüm	Sim_Dikkat	-0.29±0.69	-0.65±0.51	z=1.740	p=0.08
	Sim_Motivasyon	0.08±0.14	0.15±0.13	z=1.149	p=0.25
	Sim_Mental_İş_Yükü	0.07±0.55	0.18±0.20	z=0.821	p=0.41
Genel Süre	Sim_Dikkat	-0.26±0.56	-0.56±0.40	z=1.609	p=0.11
	Sim_Motivasyon	0.09±0.16	0.09±0.19	z=0.197	p=0.84
	Sim_Mental_İş_Yükü	0.005±0.45	0.09±0.17	z=0.230	p=0.82

4.5. Çalışmaya Katılan Tüm Katılımcıların Davranışsal Testler ve EEG Parametrelerinin Korelasyonu

Milli ve Amatör ayırımı yapılmadan çalışmaya katılan tüm bireylerin davranışsal test parametrelerinin birbiriyle ve EEG parametreleri ile olan korelasyonu tablo 4.7., 4.8., 4.9., 4.10., 4.11., 4.12., 4.13., 4.14., 4.15., 4.16. ve 4.17.' de verilmiştir.

Tablo 4.7. Tüm Katılımcıların PEBL “Pattern” Testi; “Patt Doğru Oran” (Doğru Yanıtların Oranı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Patt Doğru Oran Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat r =0.152 p=0.50	PATT_Motivasyon r =-0.353 p=0.11	PATT_Mental İş Yüğü r =0.206 p=0.36	ROT_Dikkat r =0.321 p=0.14
	ROT_Motivasyon r =0.123 p=0.59	ROT_Mental İş Yüğü r =0.089 p=0.69	SIM_Dikkat_1 r =0.370 p=0.09	SIM_Motivasyon_1 r =0.080 p=0.72
	SIM_Mental İş Yüğü_1 r =-0.436* p=0.04	SIM_Dikkat_2 r =0.235 p=0.29	SIM_Motivasyon_2 r =0.067 p=0.77	SIM_Mental İş Yüğü_2 r =-0.248 p=0.27
	SIM_Dikkat_3 r =0.272 p=0.22	SIM_Motivasyon_3 r =-0.023 p=0.92	SIM_Mental İş Yüğü_3 r =-0.096 p=0.67	SIM_Dikkat_Genel r =0.279 p=0.21
	SIM_Motivasyon_Genel r =0.015 p=0.95	SIM_Mental İş Yüğü_Genel r =-0.216 p=0.34	Rot Doğru Ort_RT r =0.146 p=0.52	Patt Aynı Doğru Oran r =0.802** p=0.00
	Patt Farklı Doğru Oran r =0.719** p=0.00	Patt Doğru Ort_RT r =0.074 p=0.74	Patt Aynı Doğru Ort_RT r =0.190 p=0.40	Patt Farklı Doğru Ort_RT r =-0.063 p=0.78
	Rot Doğru Oran r =-0.022 p=0.92	Rot Ort_RT r =0.113 p=0.62	Sim_Hata r =-0.250 p=0.26	Sim Süre r =-0.360 p=0.10

Tablo 4.8. Tüm Katılımcıların PEBL “Pattern” Testi; “Patt_Doğru_Ort_RT” (Doğru Yanıt Reaksiyon Süresi) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Patt_Doğru_Ort_RT_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat $r = 0.086$ $p = 0.70$	PATT_Motivasyon $r = -0.242$ $p = 0.28$	PATT_Mental_İş_Yükü $r = -0.113$ $p = 0.62$	ROT_Dikkat $r = -0.089$ $p = 0.69$
	ROT_Motivasyon $r = -0.072$ $p = 0.75$	ROT_Mental_İş_Yükü $r = -0.035$ $p = 0.88$	SIM_Dikkat_1 $r = -0.085$ $p = 0.71$	SIM_Motivasyon_1 $r = -0.180$ $p = 0.42$
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 $r = -0.485^*$ $p = 0.02$	SIM_Dikkat_2 $r = 0.065$ $p = 0.77$	SIM_Motivasyon_2 $r = -0.006$ $p = 0.98$	SIM_Mental_İş_Yükü_2 $r = -0.130$ $p = 0.56$
	SIM_Dikkat_3 $r = -0.130$ $p = 0.56$	SIM_Motivasyon_3 $r = 0.075$ $p = 0.74$	SIM_Mental_İş_Yükü_3 $r = 0.012$ $p = 0.96$	SIM_Dikkat_Genel $r = -0.081$ $p = 0.72$
	SIM_Motivasyon_Genel $r = -0.102$ $p = 0.65$	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel $r = -0.258$ $p = 0.25$	Patt_Doğru_Oran $r = 0.074$ $p = 0.74$	Patt_Aynı_Doğru_Oran $r = 0.156$ $p = 0.49$
	Patt_Farklı_Doğru_Oran $r = 0.116$ $p = 0.61$	Rot_Doğru_Ort_RT $r = 0.720^{**}$ $p = 0.00$	Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT $r = 0.957^{**}$ $p = 0.00$	Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT $r = 0.951^{**}$ $p = 0.00$
	Rot_Doğru_Oran $r = -0.129$ $p = 0.57$	Rot_Ort_RT $r = 0.710^{**}$ $p = 0.00$	Sim_Hata $r = 0.593^{**}$ $p = 0.004$	Sim_Süre $r = 0.616^{**}$ $p = 0.002$

Tablo 4.9. Tüm Katılımcıların PEBL “Pattern” Testi; “Patt_Aynı_Doğru_Oran” (Aynı Figür Doğru Yanıt Oranı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Patt_Aynı_Doğru_Oran_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat $r = 0.106$ $p = 0.64$	PATT_Motivasyon $r = -0.401$ $p = 0.06$	PATT_Mental_İş_Yükü $r = 0.206$ $p = 0.36$	ROT_Dikkat $r = 0.320$ $p = 0.15$
	ROT_Motivasyon $r = 0.124$ $p = 0.58$	ROT_Mental_İş_Yükü $r = 0.020$ $p = 0.93$	SIM_Dikkat_1 $r = 0.440^*$ $p = 0.04$	SIM_Motivasyon_1 $r = -0.071$ $p = 0.75$
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 $r = -0.394$ $p = 0.07$	SIM_Dikkat_2 $r = 0.368$ $p = 0.09$	SIM_Motivasyon_2 $r = 0.093$ $p = 0.68$	SIM_Mental_İş_Yükü_2 $r = -0.258$ $p = 0.25$
	SIM_Dikkat_3 $r = 0.260$ $p = 0.24$	SIM_Motivasyon_3 $r = -0.111$ $p = 0.62$	SIM_Mental_İş_Yükü_3 $r = -0.042$ $p = 0.85$	SIM_Dikkat_Genel $r = 0.320$ $p = 0.15$
	SIM_Motivasyon_Genel $r = -0.015$ $p = 0.95$	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel $r = -0.156$ $p = 0.49$	Patt_Doğru_Oran $r = 0.802^{**}$ $p = 0.00$	Rot_Doğru_Ort_RT $r = 0.146$ $p = 0.52$
	Patt_Farklı_Doğru_Oran $r = 0.304$ $p = 0.17$	Patt_Doğru_Ort_RT $r = 0.156$ $p = 0.49$	Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT $r = 0.230$ $p = 0.30$	Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT $r = 0.106$ $p = 0.64$
	Rot_Doğru_Oran $r = -0.155$ $p = 0.492$	Rot_Ort_RT $r = 0.096$ $p = 0.671$	Sim_Hata $r = -0.168$ $p = 0.454$	Sim_Süre $r = -0.247$ $p = 0.269$

Tablo 4.10. Tüm Katılımcıların PEBL “Pattern” Testi; “Patt_Farklı_Doğru_Oran” (Farklı Figür Doğru Yanıt Oranı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Patt_Farklı_Doğru_Oran_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat $r = 0.089$ $p = 0.69$	PATT_Motivasyon $r = -0.188$ $p = 0.40$	PATT_Mental_İş_Yükü $r = 0.192$ $p = 0.39$	ROT_Dikkat $r = 0.257$ $p = 0.25$
	ROT_Motivasyon $r = 0.033$ $p = 0.88$	ROT_Mental_İş_Yükü $r = 0.134$ $p = 0.55$	SIM_Dikkat_1 $r = 0.263$ $p = 0.24$	SIM_Motivasyon_1 $r = 0.216$ $p = 0.33$
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 $r = -0.374$ $p = 0.09$	SIM_Dikkat_2 $r = 0.221$ $p = 0.32$	SIM_Motivasyon_2 $r = 0.133$ $p = 0.56$	SIM_Mental_İş_Yükü_2 $r = -0.283$ $p = 0.20$
	SIM_Dikkat_3 $r = 0.251$ $p = 0.26$	SIM_Motivasyon_3 $r = 0.022$ $p = 0.92$	SIM_Mental_İş_Yükü_3 $r = -0.090$ $p = 0.69$	SIM_Dikkat_Genel $r = 0.263$ $p = 0.24$
	SIM_Motivasyon_Genel $r = 0.103$ $p = 0.65$	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel $r = -0.296$ $p = 0.18$	Patt_Doğru_Oran $r = 0.719^{**}$ $p = 0.00$	Patt_Aynı_Doğru_Oran $r = 0.304$ $p = 0.17$
	Rot_Doğru_Ort_RT $r = 0.257$ $p = 0.25$	Patt_Doğru_Ort_RT $r = 0.116$ $p = 0.61$	Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT $r = 0.198$ $p = 0.38$	Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT $r = -0.015$ $p = 0.95$
	Rot_Doğru_Oran $r = -0.098$ $p = 0.66$	Rot_Ort_RT $r = 0.262$ $p = 0.24$	Sim_Hata $r = -0.039$ $p = 0.86$	Sim_Süre $r = -0.100$ $p = 0.66$

Tablo 4.11. Tüm Katılımcıların PEBL “Pattern” Testi; “Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT” (Aynı Figür Doğru Yanıt Reaksiyon Süresi) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat $r = 0.133$ $p = 0.56$	PATT_Motivasyon $r = -0.161$ $p = 0.47$	PATT_Mental_İş_Yükü $r = -0.179$ $p = 0.43$	ROT_Dikkat $r = 0.003$ $p = 0.99$
	ROT_Motivasyon $r = -0.028$ $p = 0.90$	ROT_Mental_İş_Yükü $r = -0.041$ $p = 0.86$	SIM_Dikkat_1 $r = -0.038$ $p = 0.87$	SIM_Motivasyon_1 $r = -0.090$ $p = 0.69$
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 $r = -0.572^{**}$ $p = 0.005$	SIM_Dikkat_2 $r = 0.048$ $p = 0.83$	SIM_Motivasyon_2 $r = 0.045$ $p = 0.84$	SIM_Mental_İş_Yükü_2 $r = -0.181$ $p = 0.42$
	SIM_Dikkat_3 $r = -0.062$ $p = 0.786$	SIM_Motivasyon_3 $r = 0.112$ $p = 0.619$	SIM_Mental_İş_Yükü_3 $r = -0.086$ $p = 0.702$	SIM_Dikkat_Genel $r = -0.033$ $p = 0.885$
	SIM_Motivasyon_Genel $r = -0.043$ $p = 0.85$	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel $r = -0.326$ $p = 0.14$	Patt_Doğru_Oran $r = 0.190$ $p = 0.40$	Patt_Aynı_Doğru_Oran $r = 0.230$ $p = 0.30$
	Patt_Farklı_Doğru_Oran $r = 0.198$ $p = 0.38$	Patt_Doğru_Ort_RT $r = 0.957^{**}$ $p = 0.00$	Rot_Doğru_Ort_RT $r = 0.688^{**}$ $p = 0.00$	Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT $r = 0.863^{**}$ $p = 0.00$
	Rot_Doğru_Oran $r = -0.065$ $p = 0.77$	Rot_Ort_RT $r = 0.659^{**}$ $p = 0.001$	Sim_Hata $r = 0.543^{**}$ $p = 0.009$	Sim_Süre $r = 0.552^{**}$ $p = 0.008$

Tablo 4.12. Tüm Katılımcıların PEBL “Pattern” Testi; “Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT” (Farklı Figür Doğru Yanıt Reaksiyon Süresi) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat $r = 0.138$ $p = 0.54$	PATT_Motivasyon $r = -0.231$ $p = 0.30$	PATT_Mental_İş_Yükü $r = -0.196$ $p = 0.38$	ROT_Dikkat $r = -0.050$ $p = 0.82$
	ROT_Motivasyon $r = 0.065$ $p = 0.77$	ROT_Mental_İş_Yükü $r = -0.110$ $p = 0.63$	SIM_Dikkat_1 $r = -0.077$ $p = 0.73$	SIM_Motivasyon_1 $r = -0.228$ $p = 0.31$
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 $r = -0.446^*$ $p = 0.04$	SIM_Dikkat_2 $r = 0.088$ $p = 0.70$	SIM_Motivasyon_2 $r = -0.041$ $p = 0.86$	SIM_Mental_İş_Yükü_2 $r = -0.137$ $p = 0.54$
	SIM_Dikkat_3 $r = -0.172$ $p = 0.443$	SIM_Motivasyon_3 $r = 0.121$ $p = 0.590$	SIM_Mental_İş_Yükü_3 $r = 0.006$ $p = 0.978$	SIM_Dikkat_Genel $r = -0.097$ $p = 0.667$
	SIM_Motivasyon_Genel $r = -0.099$ $p = 0.66$	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel $r = -0.248$ $p = 0.27$	Patt_Doğru_Oran $r = -0.063$ $p = 0.78$	Patt_Aynı_Doğru_Oran $r = 0.106$ $p = 0.64$
	Patt_Farklı_Doğru_Oran $r = -0.015$ $p = 0.95$	Patt_Doğru_Ort_RT $r = 0.951^{**}$ $p = 0.00$	Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT $r = 0.863^{**}$ $p = 0.00$	Rot_Doğru_Ort_RT $r = 0.696^{**}$ $p = 0.00$
	Rot_Doğru_Oran $r = -0.238$ $p = 0.29$	Rot_Ort_RT $r = 0.694^{**}$ $p = 0.00$	Sim_Hata $r = 0.608^{**}$ $p = 0.003$	Sim_Süre $r = 0.656^{**}$ $p = 0.001$

Tablo 4.13. Tüm Katılımcıların PEBL “Rotation” Testi; “Rot_Doğru_Oran” (Doğru Yanıt Oranı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Rot_Doğru_Oran_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat $r = -0.134$ $p = 0.55$	PATT_Motivasyon $r = 0.235$ $p = 0.29$	PATT_Mental_İş_Yükü $r = -0.027$ $p = 0.91$	ROT_Dikkat $r = -0.115$ $p = 0.61$
	ROT_Motivasyon $r = 0.067$ $p = 0.77$	ROT_Mental_İş_Yükü $r = 0.046$ $p = 0.84$	SIM_Dikkat_1 $r = -0.100$ $p = 0.66$	SIM_Motivasyon_1 $r = -0.156$ $p = 0.49$
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 $r = 0.270$ $p = 0.22$	SIM_Dikkat_2 $r = -0.290$ $p = 0.19$	SIM_Motivasyon_2 $r = -0.424^*$ $p = 0.05$	SIM_Mental_İş_Yükü_2 $r = 0.479^*$ $p = 0.02$
	SIM_Dikkat_3 $r = -0.049$ $p = 0.83$	SIM_Motivasyon_3 $r = -0.192$ $p = 0.39$	SIM_Mental_İş_Yükü_3 $r = 0.219$ $p = 0.33$	SIM_Dikkat_Genel $r = -0.105$ $p = 0.64$
	SIM_Motivasyon_Genel $r = -0.332$ $p = 0.13$	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel $r = 0.356$ $p = 0.10$	Patt_Doğru_Oran $r = -0.022$ $p = 0.92$	Patt_Aynı_Doğru_Oran $r = -0.155$ $p = 0.49$
	Patt_Farklı_Doğru_Oran $r = -0.098$ $p = 0.66$	Patt_Doğru_Ort_RT $r = -0.129$ $p = 0.57$	Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT $r = -0.065$ $p = 0.77$	Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT $r = -0.238$ $p = 0.29$
	Rot_Doğru_Ort_RT $r = -0.190$ $p = 0.40$	Rot_Ort_RT $r = -0.209$ $p = 0.35$	Sim_Hata $r = -0.148$ $p = 0.51$	Sim_Süre $r = -0.093$ $p = 0.68$

Tablo 4.14. Tüm Katılımcıların PEBL “Rotation” Testi; “Rot_Doğru_Ort_RT” (Doğru Yanıt Reaksiyon Süresi) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Rot_Doğru_Ort_RT_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat $r = -0.090$ $p = 0.69$	PATT_Motivasyon $r = -0.429^*$ $p = 0.05$	PATT_Mental_İş_Yükü $r = 0.230$ $p = 0.30$	ROT_Dikkat $r = -0.032$ $p = 0.89$
	ROT_Motivasyon $r = -0.447^*$ $p = 0.04$	ROT_Mental_İş_Yükü $r = 0.188$ $p = 0.40$	SIM_Dikkat_1 $r = -0.085$ $p = 0.71$	SIM_Motivasyon_1 $r = -0.108$ $p = 0.63$
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 $r = -0.348$ $p = 0.11$	SIM_Dikkat_2 $r = 0.103$ $p = 0.65$	SIM_Motivasyon_2 $r = -0.177$ $p = 0.43$	SIM_Mental_İş_Yükü_2 $r = -0.028$ $p = 0.90$
	SIM_Dikkat_3 $r = -0.141$ $p = 0.53$	SIM_Motivasyon_3 $r = -0.085$ $p = 0.71$	SIM_Mental_İş_Yükü_3 $r = -0.135$ $p = 0.55$	SIM_Dikkat_Genel $r = -0.042$ $p = 0.85$
	SIM_Motivasyon_Genel $r = -0.241$ $p = 0.28$	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel $r = -0.208$ $p = 0.35$	Patt_Doğru_Oran $r = 0.146$ $p = 0.52$	Patt_Aynı_Doğru_Oran $r = 0.146$ $p = 0.52$
	Patt_Farklı_Doğru_Oran $r = 0.257$ $p = 0.25$	Patt_Doğru_Ort_RT $r = 0.720^{**}$ $p = 0.00$	Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT $r = 0.688^{**}$ $p = 0.00$	Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT $r = 0.696^{**}$ $p = 0.00$
	Rot_Doğru_Oran $r = -0.190$ $p = 0.40$	Rot_Ort_RT $r = 0.977^{**}$ $p = 0.00$	Sim_Hata $r = 0.340$ $p = 0.12$	Sim_Süre $r = 0.400$ $p = 0.06$

Tablo 4.15. Tüm Katılımcıların PEBL “Rotation” Testi; “Rot_Ort_RT” (Test Süresi Reaksiyon Süresi Ortalaması) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Rot_Ort_RT_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat $r = -0.075$ $p = 0.74$	PATT_Motivasyon $r = -0.411$ $p = 0.06$	PATT_Mental_İş_Yükü $r = 0.206$ $p = 0.36$	ROT_Dikkat $r = -0.041$ $p = 0.86$
	ROT_Motivasyon $r = -0.404$ $p = 0.06$	ROT_Mental_İş_Yükü $r = 0.137$ $p = 0.54$	SIM_Dikkat_1 $r = -0.066$ $p = 0.77$	SIM_Motivasyon_1 $r = -0.084$ $p = 0.71$
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 $r = -0.366$ $p = 0.09$	SIM_Dikkat_2 $r = 0.138$ $p = 0.54$	SIM_Motivasyon_2 $r = -0.192$ $p = 0.39$	SIM_Mental_İş_Yükü_2 $r = -0.018$ $p = 0.94$
	SIM_Dikkat_3 $r = -0.109$ $p = 0.63$	SIM_Motivasyon_3 $r = -0.109$ $p = 0.63$	SIM_Mental_İş_Yükü_3 $r = -0.067$ $p = 0.77$	SIM_Dikkat_Genel $r = -0.013$ $p = 0.95$
	SIM_Motivasyon_Genel $r = -0.249$ $p = 0.26$	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel $r = -0.202$ $p = 0.37$	Patt_Doğru_Oran $r = 0.113$ $p = 0.62$	Patt_Aynı_Doğru_Oran $r = 0.096$ $p = 0.67$
	Patt_Farklı_Doğru_Oran $r = 0.262$ $p = 0.24$	Patt_Doğru_Ort_RT $r = 0.710^{**}$ $p = 0.00$	Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT $r = 0.659^{**}$ $p = 0.001$	Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT $r = 0.694^{**}$ $p = 0.00$
	Rot_Doğru_Oran $r = -0.209$ $p = 0.35$	Rot_Doğru_Ort_RT $r = 0.977^{**}$ $p = 0.00$	Sim_Hata $r = 0.351$ $p = 0.11$	Sim_Süre $r = 0.417$ $p = 0.05$

Tablo 4.16. Tüm Katılımcıların Bisiklet Simülatörü; “Sim_Hata” (Hata Sayısı) Parametresi Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Sim_Hata_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat $r = 0.003$ $p = 0.99$	PATT_Motivasyon $r = 0.177$ $p = 0.43$	PATT_Mental_İş_Yükü $r = -0.182$ $p = 0.42$	ROT_Dikkat $r = -0.127$ $p = 0.57$
	ROT_Motivasyon $r = 0.019$ $p = 0.93$	ROT_Mental_İş_Yükü $r = -0.021$ $p = 0.92$	SIM_Dikkat_1 $r = -0.230$ $p = 0.30$	SIM_Motivasyon_1 $r = -0.261$ $p = 0.24$
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 $r = -0.260$ $p = 0.24$	SIM_Dikkat_2 $r = -0.038$ $p = 0.87$	SIM_Motivasyon_2 $r = 0.126$ $p = 0.57$	SIM_Mental_İş_Yükü_2 $r = -0.047$ $p = 0.83$
	SIM_Dikkat_3 $r = -0.251$ $p = 0.26$	SIM_Motivasyon_3 $r = 0.255$ $p = 0.25$	SIM_Mental_İş_Yükü_3 $r = 0.206$ $p = 0.36$	SIM_Dikkat_Genel $r = -0.203$ $p = 0.37$
	SIM_Motivasyon_Genel $r = 0.065$ $p = 0.77$	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel $r = -0.095$ $p = 0.67$	Patt_Doğru_Oran $r = -0.250$ $p = 0.26$	Patt_Aynı_Doğru_Oran $r = -0.168$ $p = 0.45$
	Patt_Farklı_Doğru_Oran $r = -0.039$ $p = 0.86$	Patt_Doğru_Ort_RT $r = 0.593^{**}$ $p = 0.004$	Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT $r = 0.543^{**}$ $p = 0.009$	Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT $r = 0.608^{**}$ $p = 0.003$
	Rot_Doğru_Oran $r = -0.148$ $p = 0.51$	Rot_Ort_RT $r = 0.351$ $p = 0.11$	Rot_Doğru_Ort_RT $r = 0.340$ $p = 0.12$	Sim_Süre $r = 0.966^{**}$ $p = 0.00$

Tablo 4.17. Tüm Katılımcıların Bisiklet Simülatörü; “Sim_Süre” (Toplam Test Süresi) Değişkeni Sonuçlarının, Tüm Davranışsal ve EEG Verileri ile Korelasyonu

Sim_Süre_Parametresi Spearman Correlation n=22	PATT_Dikkat r =-0.039 p=0.86	PATT_Motivasyon r =0.167 p=0.46	PATT_Mental_İş_Yükü r =-0.161 p=0.47	ROT_Dikkat r =-0.176 p=0.43
	ROT_Motivasyon r =-0.033 p=0.88	ROT_Mental_İş_Yükü r =-0.032 p=0.89	SIM_Dikkat_1 r =-0.280 p=0.21	SIM_Motivasyon_1 r =-0.221 p=0.32
	SIM_Mental_İş_Yükü_1 r =-0.242 p=0,28	SIM_Dikkat_2 r =-0062 p=0,79	SIM_Motivasyon_2 r =0.073 p=0,75	SIM_Mental_İş_Yükü_2 r =0.012 p=0,96
	SIM_Dikkat_3 r =-0.294 p=0.18	SIM_Motivasyon_3 r =0.228 p=0.31	SIM_Mental_İş_Yükü_3 r =0,213 p=0,34	SIM_Dikkat_Genel r =-0.240 p=0.28
	SIM_Motivasyon_Genel r =0.033 p=0.88	SIM_Mental_İş_Yükü_Genel r =-0.060 p=0.79	Patt_Doğru_Oran r =-0.360 p=0.10	Patt_Aynı_Doğru_Oran r =-0.247 p=0.27
	Patt_Farklı_Doğru_Oran r =-0.100 p=0.66	Patt_Doğru_Ort_RT r =0.616** p=0.002	Patt_Aynı_Doğru_Ort_RT r =0.552** p=0.008	Patt_Farklı_Doğru_Ort_RT r =0.656** p=0.001
	Rot_Doğru_Oran r =-0.093 p=0.68	Rot_Ort_RT r =0.417 p=0.05	Rot_Doğru_Ort_RT r =0.400 p=0.06	Sim_Hata r =0.966** p=0.00

5. TARTIŞMA

5.1. Ölçüm Cihazı Geçerliliği (Emotiv EPOC Kablosuz EEG Cihazı)

Kablosuz EEG cihazının geçerliliği ile ilgili bir çalışma Badcock, Mousikou, Mahajan, de Lissa, Thie ve McArthur tarafından (2013) “İşitsel temelli EEG ölçümlerinde (ERPs), Emotiv EPOC cihazının geçerliliği” adı altında yapılmıştır. Çalışmada Neuroscan ve Emotiv Olmak üzere iki ayrı EEG yöntemi ile 21 katılımcıdan işitsel uyarılar aracılığı ile veri almışlardır. Çalışma sonucunda her iki ölçüm yönteminde de katılımcıların dalga formlarının benzer nitelikte olduğu ve kablosuz EEG sisteminin işitsel uyarılara dayalı ölçümlerde uygun bir metot olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Badcock ve ark., 2013).

ERAT ve ark. (2021) düşük maliyetli EEG cihazı niteliğindeki iki farklı EEG cihazını dikkat ve rahatlama gerektiren görevlerde test etmişler ve bu iki cihazın etkinlik ve güvenilirliğini incelemişlerdir. Adı geçen cihazlardan birisi de bizim araştırmamızda EEG ölçüm cihazı olan Emotiv EPOC, diğeri ise NeuroSky MindWave EEG cihazıdır. Çalışmada yaş ortalaması 25.5 olan 5 kadın, 7 erkek toplam 12 katılımcının rahatlama ölçümlerinde meditasyon, dikkat ölçümlerinde ise Stroop testi uygulamışlardır. Çalışma sonucunda rahatlama gerektiren görevlerde NeuroSky MindWave cihazının daha iyi performans verdiği, dikkat gerektiren görevlerde ise her iki cihazında iyi performans verdiği sonucuna ulaşmışlardır (Erat ve Durdu, 2021).

Bir başka çalışmada E.W. Anderson ve ark. (2011) “EEG ve bilişsel yük kullanarak görselleştirme etkinliği” isimli çalışmalarında farklı türde görsel uyarılar ile kişinin görsel uyarılara verdikleri reaksiyon zamanlarını Emotiv EPOC kablosuz EEG cihazı ile değerlendirmeyi başarmışlardır. Çalışma ile EEG verilerinden, bilişsel yüke doğru orantılı olarak görselleştirmelerin etkinliğini nicel olarak değerlendirmenin mümkün olabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Anderson ve ark., 2011).

Barfoot ve ark. (2012) kompakt EEG cihazının verimliliğini okçular üzerinde test etmişlerdir. Çalışmalarında görsel odaklanmayı ölçmek için göz izleme cihazından yararlandılar. Amaçları performansı görsel odaklanma ve zihinsel faaliyetlerle karşılaştırmaktı. EEG ölçümleri, 4 Hz'den 45 Hz'e (teta, alfa ve beta frekans bantları)

kadar olan genel frontal korteks nörobilişsel aktiviteyi kapsamaktadır. Çalışmalara 8 elit okçu dahil olmuştur. 176 ok atışı esnasındaki EEG kayıtları incelenmiştir. Çalışmada çıkarılan anahtar frekanslar: Teta, 4 ila 8 Hz: genellikle Alfa'ya geçiş durumu, Alfa, 8 ila 13 Hz: içsel olarak odaklanmış, rahat, düşünmeden, Beta, 13 ila 30 Hz: dışsal odaklanmış, uyanık, tetikte, düşünme sırasında şeklinde gerçekleşmiştir. EEG ve göz izleme cihazı değerlendirildiğinde; okçunun göz hareketlerinin en aza indiği sırada hedefe odaklanmasında artan alfa dalgalarının gerçekleştiği görülmektedir. Çalışma sonucunda her okçu atışında EEG ile ölçülebilecek nitelikte değişiklikler vardır, bireysel bir okçu için ortalama bir EEG profili oluşturulabilir, EEG profili okçudan okçuya değişebilir, ancak daha iyi okçular daha tutarlı bir EEG profili sergilerler, ilk karşılaştırmada okun bırakılmadan önceki EEG profili atış skor ile doğrudan ilişkili değildir, sonuçlarına ulaşmışlardır. Ayrıca göz izleme ve EEG, ok bırakılmadan önce bir "sessiz göz" döneminin göstergesidir çıkarımlarında bulunmuşlardır. Bu çalışma okçuluk sporunun EEG ölçümleri için uygun bir branş olduğunu ortaya koymuştur (Barfoot ve ark., 2012).

Khushaba ve ark. (2012) “Karar verme modellemesi ve beyin” isimli çalışmalarında Tobii-Studio göz izleme sistemi ile birlikte Emotiv EPOC kullanarak beyin aktivitesini incelemişler ve karar vermenin doğasını araştırmışlardır. Deneklerin tercihlerini belirttiklerinde frontal (F3 ve F4), parietal (P7 ve P8) ve oksipital (O1 ve O2) alanlarında önemli EEG spektral değişiklikleri gözlenmiştir (Khushaba ve ark., 2012).

Reinecke ve ark. (2011) sporda saha ölçümleri ile laboratuvar ölçümlerini karşılaştırmak için 11 erkek öğrencinin EEG verilerini golf atışı esnasında değerlendirmişlerdir. Çalışmada EEG parametresi olarak çalışma belleği niteliğindeki Frontal Theta ve Parietal Alpha dalgaları iki farklı koşulda yapılan atışlar esnasında kaydedildi ve karşılaştırıldı. Katılımcıların yaş ortalaması 25 olarak tespit edilmiştir. Golf tecrübeleri ise 3,5 yıldır. Katılımcılar haftada 4 saat golf oynamaktadır. Tümü sağ elini kullanmaktadır. Ölçümlerde katılımcılardan saha ortamında ve laboratuvar ortamında olmak üzere 3'er metreden 2'şer dakikalık golf atışı yaptırıldı ve bu esnada EEG ölçümleri alındı. Çalışma sonucunda saha ortamı ve laboratuvar arasındaki EEG karşılaştırmasında sadece F4 elektrotundaki teta gücünde önemli bir fark olduğu sonucuna ulaşıldı. Bu

sonuçlar, laboratuvar koşullarında elde edilen beyin aktivitesi modellerinin saha ile karşılaştırılabilir olduğu ancak birebir örtüşmediğini ortaya koymuştur. Ek olarak, EEG metodolojisinin bir golf atışı esnasında, saha koşullarında beyin aktivitesini gözlemlemek için güvenilir bir araç olabileceğini vurgulamışlardır. Bununla beraber EEG ölçümleri sırasında var olan hareket artefaktları göz önüne alındığında, nispeten hareketsiz olan sporların, bu ölçümler için daha uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Reinecke ve ark., 2011).

5.2. PEBL Uygulaması

Çalışmamızda Milli ve Amatör Bisikletçilerin dikkat performanslarını değerlendirmek amacı ile kullanılan Pattern ve Rotation PEBL uygulamaları davranışsal skorlar açısından incelendiğinde iki grup arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır.

Meng ve ark. (2019) uzman sporcular ile sporcu olmayan bireylerin görsel dikkat performanslarını karşılaştırdıkları çalışmalarında katılımcıların görsel dikkat parametresini iki PEBL uygulaması ile değerlendirmişlerdir. PEBL uygulamasının ilki görsel-uzaysal dikkati ölçme amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu PEBL bataryası iki kare bölüm içerisindeki disk şeklindeki figürlerin sayı ve biçim bakımından farklı olanlarını belirlemeyi kapsamaktadır. Bu test sonucunda sporcu olanlar ile sporcu olmayanlar arasında reaksiyon süresi açısından anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($F(2,90) = 0.051$, $p = 0.95$, $\eta^2 = 0.005$). Aynı çalışmada kullanılan bir başka PEBL uygulaması karmaşık bir şekilde ekrana gelen ardışık ve ardışık olmayan birçok ok figürünün merkezindeki ok yönünü tespit etme amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada da dikkate bağlı reaksiyon süresi değerlendirilmiş ve iki grup arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($F(2,90) = 7.52$, $p = 0.001$, $\eta^2 = 0.146$). Çalışmamızda davranışsal açıdan elit bisikletçiler ile rekreasyonel amaçlı bisiklet kullanan bireyler PEBL testinin benzer iki bataryası ile değerlendirilmiş ve reaksiyon süresi performansında iki grup açısından anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p < 0.05$). Bu yönüyle iki çalışma benzerlik göstermektedir (Meng ve ark., 2019).

Gümüş ve ark. (2020) “eskrimcilerde branşlar arası bilişsel test skorlarının ve reaksiyon zamanlarının karşılaştırılması” isimli çalışmalarında eskrim branşının iki farklı dalı olan Flore ve Kılıç sporcularının bilişsel performanslarını ve reaksiyon sürelerini

karşılaştırmışlardır. Bilişsel performans ve reaksiyon sürelerini karşılaştırmak için iki daldaki sporcularda da PEBL testi kullanmışlardır. Kullandıkları PEBL bataryalarından ilki reaksiyon süresi performansı temelli olan Mackworth Clock Testinde; yuvarlaklardan oluşan daire boyunca bir kırmızı ışık yanıp sönerek ilerlemektedir. Işık, her pozisyon atladığında gönüllü katılımcıların bunu fark edip tuşa basması gerekmektedir. Test, sürekli dikkat, vijilans ve reaksiyon zamanını ölçmekte ve 1 dk. sürmektedir. Çalışmada kullanılan ikinci PEBL bataryası ise görsel uzamsal konum tespiti amacı ile tasarlanan Timewall Testidir. Bu test, gönüllü katılımcıların, ekranın üst orta noktasından aşağıya doğru sabit bir hızla inmekte olan kenar uzunluğu 0,5 cm boyutundaki bir yeşil karenin, ekranın alt 1/3'ünü kaplayan bir duvar arkasında yere düştüğü anı tahmin etmesini ve tahmin ettiği anda tuşa basmasını kapsamaktadır. Eskrim sporundaki iki farklı daldaki yaşları 13-17 arasındaki toplam 53 katılımcıyı dahil ettikleri çalışma sonucunda Mackworth Clock testinde iki grup arasında Flore sporcuları lehine anlamlı bir farka ulaşılmışken ($p=0,02$), Timewall testinde iki grup arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır (Gümüş ve ark., 2020).

Gökçe ve ark. (2021) "tenis oynamanın bilişsel etkileri" isimli çalışmalarında tenis sporcuları ve sedanter bireyler arasındaki bilişsel farklılıkları incelemiş ve iki gruba PEBL bataryalarından olan Küp İşaretleme ve Mental Rotasyon testini uygulamışlardır. Küp İşaretleme testinde ekranda farklı konumlarda duran birden fazla küpten birkaç tanesinin yanıp sönme şeklindeki işaretlemesinin ardından işaretlenen küplerin konumlarını tekrar tespit etme hedeflenmektedir. Bu çalışmada da yer alan bir batarya olan Mental Rotasyon testi ise ekranda arka arkaya gelen tetris biçimindeki iki şeklin yön ve biçim olarak aynı olup olmadığını belirleme amacı taşımaktadır. Tenis sporcuları ile sedanter bireylerin bilişsel fonksiyonlarını karşılaştırmak amacı ile yapılan çalışmanın sonucunda Küp İşaretleme testinde tenis sporcularının lehine olacak şekilde anlamlı fark ortaya çıkmışken, Mental Rotasyon testinde iki grup arasında anlamlı farka rastlanmamıştır (Gökçe ve ark., 2021).

Radan ve ark. (2020) "öğrenci fizyoterapistler ve uzman fizyoterapistlerin görsel-uzamsal yeteneklerinin incelenmesi" isimli çalışmalarında her iki grupta 16 olmak üzere toplam 32 katılımcıyı araştırmaya dahil etmişlerdir. İki grup arasında görsel-uzamsal seviyeyi tespit etmek amacı ile kullandıkları testler arasında çalışmamızda kullandığımız

Pattern Comparison ve Mental Rotasyon testleri de yer almıştır. Öğrenci fizyoterapistler ve uzman fizyoterapistlerin görsel-uzamsal yeteneklerini karşılaştırdıkları çalışma sonuçlarında çalışmamıza benzer olarak iki PEBL bataryasında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır (Radan ve ark., 2020).

Bazzini ve ark. (2022) yeni motor becerilerin öğrenilmesindeki etkileri inceledikleri çalışmalarında hangi unsurun motor öğrenmeye daha çok katkıda bulunduğunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmaya 54 katılımcı dahil edilmiştir. İki grup, birçok denizci düğümünü öğrenme seviyelerine göre değerlendirilmiş ve katılımcılar bir ön koşul olarak nöropsikolojik açıdan da test edilmiştir. Araştırmada nöropsikolojik değerlendirme PEBL bataryası kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bir PEBL bataryası olan Küp İşaretleme testi uygulanmıştır. Küp İşaretleme testinde ekranda farklı konumlarda duran birden fazla küpten birkaç tanesinin yanıp sönme şeklindeki işaretlemesinin ardından işaretlenen küplerin konumlarını tekrar tespit etme hedeflenmektedir. Çalışma sonucunda motor öğrenme çerçevesinde eğitim alan iki farklı grup katılımcılarının PEBL testi skorları incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır (Bazzini ve ark., 2022).

Genel olarak ele alındığında araştırmacıların benzer çalışmalarda elde etmiş olduğu sonuçlar ile bizim çalışmamızdaki sonuçların benzerlik gösterdiği görülmüştür.

5.3. EEG Ölçümleri

Çalışmamızda EEG ölçümleri Emotiv EPOC kablosuz EEG cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, davranışsal testler olan Bisiklet Simülatörü kullanımı esnasında ve iki adet PEBL uygulaması esnasında kayıt altına alınmıştır. EEG ölçümleri davranışsal testlerin başlama ve bitiş zamanlarıyla senkronize olarak başlamış ve sonlandırılmıştır. Tüm davranışsal testler, başlama ve bitiş zamanı dikkate alınarak; birinci, ikinci, üçüncü ve genel süre olarak bölünmüş her kısımdaki EEG parametreleri ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca Bisiklet Simülatöründe performans gösteren tüm katılımcılar Milli ve Amatör ayrımı yapılmadan simülatörden aldıkları başarı sırasına göre “başarılı” ve “başarısız” olarak gruplandırılmış ve iki grup arasındaki EEG parametreleri karşılaştırılmıştır. EEG ölçümlerinden alınan sonuçlara göre Milli ve Amatör Bisikletçiler arasında anlamlı farklar PEBL Pattern uygulamasında birinci ($p=0.009$), ikinci ($p=0.033$) ve genel süre

($p=0.023$) bölümlerinde “EEG Mental_İş_Yükü” parametresinde Milli Sporcular lehine olacak şekilde gerçekleşmiştir. Bir başka PEBL bataryası olan PEBL Rotation uygulamasında Milli ve Amatör Sporcular arasındaki tek anlamlı farklılık PEBL Rotation uygulamasının ikinci bölümünde ve “EEG Dikkat” parametresinde Milli Sporcular lehine olacak şekilde gerçekleşmiştir ($p=0.039$). Bir başka EEG ölçümü Bisiklet Simülatörü kullanımı esnasında gerçekleşmiştir. Bisiklet Simülatörü testinin üçüncü bölümünde “EEG Mental_İş_Yükü” parametresinde Milli ve Amatör Bisikletçiler arasında anlamlı farklılık Milli Bisikletçiler lehine olacak şekilde gerçekleşmiştir ($p=0.014$). Milli ve Amatör ayrımı yapılmadan Bisiklet Simülatöründe Başarılı ve Başarısız olarak nitelendirilen iki grup arasında yapılan istatistiksel analize göre iki grup arasında simülatör birinci bölümde “EEG Dikkat” parametresinde Başarılı Sporcular lehine anlamlı farka rastlanmıştır ($p=0.045$). Çalışmamızda EEG ölçümlerinde Milli ve Amatör Sporculardaki en belirgin farklılık Mental İş Yükü değişkeninde meydana gelmiştir. Mental İş Yükü değişkeni görevin zorluğuna bağlı olarak gerçekleşen zihinsel çabayı yansıtan bir unsurdur (akt. Roy ve ark., 2016). Mental iş yükü insanın bilişsel kapasitesi ile belirli bir işlevi işlemek için gereken çaba arasındaki ilişki olarak da tanımlanmıştır (akt. Hou ve ark., 2015). Mental iş yükünün temel dayanağı zihinsel kaynakların gerektiğinde çeşitli görevler üzerine yoğunlaşması ve bu görevleri takip etmesi için çaba sarf etmesidir (Lim ve ark., 2015). Daha yüksek ve güçlü dalga boylarının olmasının yüksek Mental iş yükünün göstergesi olduğunu savunan nöral verimlilik hipotezi, çalışmamız ile uyumlu bir yapı ortaya koymaktadır.

Del Percio ve ark. (2009) çalışmalarında “nöral verimlilik” hipotezinden yola çıkarak 10 elit karateci, 10 elit eskrim sporcusu ve 10 sporcu olmayan bireyin içinde denge de olan çeşitli duruş pozisyonlarında EEG ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir. Duruş şekilleri bipodalik (Romberg) pozisyonda, katılımcının ayakları kapalı ve kollar yanda olarak ve monopodalik pozisyonda, katılımcının bir ayağı yerde ve bir ayağı yukarıda, kolları yanda olarak gerçekleşmiştir. Elit karateci, elit eskrim sporcusu ve sporcu olmayan bireylerin EEG verilerini bu duruş pozisyonlarında F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4 elektrotlarından 60sn boyunca kaydetmişlerdir. Bunun yanında EMG verileri de kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda, düşük frekanslı alfa (yaklaşık 8-10 Hz), sol merkez, sağ merkez, orta parietal ve sağ parietal alanlarda atlet olmayanlara göre karate ve

eskrim sporcularında daha düşük bir amplitüd gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde, yüksek frekanslı alfa'nın (10-12 Hz) amplitüdü, karate ve eskrim sporcularında sağ frontal, sol merkez, sağ orta ve orta parietal alanlarda, atlet olmayanlara göre daha düşük çıkmıştır. Bu sonuçlar, "nöral verimlilik" hipotezi ile uyumlu olarak alfa ritimlerindeki kortikal aktivitenin güç azalmasının, elit atletlerde, atlet olmayanlara göre büyük ölçüde azaldığını göstermektedir (Del Percio ve ark., 2009).

Guo ve ark. (2017) görsel-uzaysal görevlerde sporcular ve sporcu olmayanlar arasındaki olası beyin aktivasyon farkını araştırmak için fMRI kullanmışlardır. Nöral verimlilik hipotezi ile destekledikleri çalışmalarında 14 masa tenisi sporcusu ve 14 sporcu olmayan bireye bilgisayar aracılığı ile görsel-uzaysal görevler vermişler ve katılımcıların bu görevlere verdiği yanıtlar esnasında fMRI ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda sporcuların bilateral orta frontal girus, sağ orta orbitofrontal alan, sağ motor alan, sağ parasantral lobül, sağ prekuneus, sol supramarjinal girus, sağ angular girus, sol inferior temporal girus, sol orta temporal girus, bilateral lingual girus ve sol serebellum crus alanlarında sporcu olmayanlara göre daha az beyin aktivasyonu sergilediği sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuçlar nöral verimlilik teorisini destekler niteliktedir (Guo ve ark., 2017).

Babiloni ve ark. (2009) nöral verimlilik hipotezinden yola çıkarak yaptıkları çalışmalarında, iki farklı hipotezi test ettiler. Bunlardan birincisi; Sporcu olmayanlara kıyasla, elit sporcular, sportif hareketlerdeki karar verme eylemi sırasında azalmış kortikal aktivasyon ile karakterize edilir, ikincisi ise; elit sporculardaki karar verme eyleminin iyi olduğu durumlarda düşük kortikal aktivasyonla doğrudan ilişkilidir. EEG verilerini 15 elit ritmik cimnastikçi ve 13 cimnastikçi olmayan birey 120 ritmik cimnastik videosu izlerken aldılar. Tüm katılımcılar videolardaki sanatsal ve atletik düzeyi için 0-100 arası puanlar verdiler. Vermiş oldukları puanlar antrenörlerinin tutumu ile karşılaştırıldı ve antrenörleri ile olan uyum ve uyumsuzluk katılımcıların karar verme-yargılama puanlarını belirledi. Çalışma sonunda düşük ve yüksek frekanslı ERD'nin amplitüdü, oksipital, temporal yollarda ve dorsal yolda cimnastikçi olmayanlara kıyasla elit ritmik cimnastikçilerde daha düşüktü. Ayrıca elit cimnastikçilerdeki yüksek frekanslı alfa dalgası, başarısız oldukları karar verme

görevlerine göre, başarılı olduklarında daha düşük genlikte gerçekleşti. Bu da nöral verimlilik hipotezini desteklemektedir (Babiloni ve ark., 2009).

Haufler ve ark. (2000) dikkat performansındaki beyin dalgalarını karşılaştırmak amacı ile 13 yıl deneyimi olan 26 yaş ortalamasına sahip 13 erkek ve 2 kadın nişancı ile deneyimi olmayan 23 yaş ortalamalı 21 sporcuyla çalışmalarına dahil etmişlerdir. Çalışmaya katılan deneyimsiz nişancıların silah ile atış yapmada pozisyon alma konusunda hiçbir deneyimi yoktur. Tüm katılımcıların sağ eli dominanttır. Katılımcılar ayakta olmak koşuluyla spesifik bir tüfekle 40 atış yaparak görevlerini tamamlamışlardır. Hedef sonuçları bilgisayar ile çalışan Noptel sistemi ile değerlendirilmiştir. Noptel sistemi, her bir deneme boyunca anlık hedefleme noktasının konumunun iki boyutlu uzayda kaydedilmesini sağlayan namluya monte edilmiş bir ışık yayma, algılama ünitesi ve yansıtıcı bir hedef sınırlaması içeren optik cihazlardan oluşmaktadır. Çalışmada EEG, sol ve sağ frontal (F3, F4), merkezi (C3, C4), temporal (T3, T4), parietal (P3, P4) ve oksipital (O1, O2) konumlardan kaydedilmiştir. EEG, 1-100 Hz bant geçiş filtresi ayarlarına sahip Grass model 12A5 Neurodata Toplama amplifikatörleri kullanılarak 50 000 kez amplifiye edilmiş, veri toplama sırasında 60 Hz'lik bir çentik filtresi de kullanılmıştır. Amplifikatörler, her test seansından önce tüm kanallara aynı anda sunulan 10 Hz, 50 mV sinüzoidal giriş sinyali ile kalibre edilmiştir. Veriler, Gateway 2000 Pentium bilgisayarına yüklenmiş Neuroscan yazılımı kullanılarak 256 Hz örnekleme hızında elde edilmiştir. Katılımcılar atış yaparken EEG verileri kaydedilmiştir. Katılımcıların yaptığı atış performansı puan olarak derecelendirilmiştir. Çalışma sonucunda “hedef atış” görevinin nişan alma süresi boyunca deneyimli ve deneyimsiz nişancıardan elde edilen kortikal aktivite örüntülerinin karşılaştırılması, grupların önemli ölçüde farklılaştığını ve değerlendirilen frekans bantlarının her birinde farklılıkların gözlemlendiğini ortaya koymuştur. Aktivasyon modellerine dayanarak, başarılı sporcuların, yüksek ölçüde uygulandıkları belirli görsel-uzamsal zorlukları analiz ederken daha verimli oldukları sonucuna varılmıştır. Bu sonuca dayanak olarak; deneyimli nişancılarda ölçülen tüm bölgelerde daha düşük beta ve gama gücünün gözlemlenmesi ile birlikte, sol merkezdeki, temporal ve parietal bölgelerinde artan alfa gücünün (10-11 Hz) bulunması gösterilmektedir (Haufler ve ark., 2000).

Del Percio ve ark. (2010) çalışmalarında 10 elit karateci ve 12 sporcu olmayan bireyi motor hareketler içeren bilek hareketlerini yapmak suretiyle değerlendirdiler. Ölçüm parametresi olarak EEG kullandılar. Katılımcılara olayla ilgili senkronizasyon çözme (ERD) görevini bilek hareketleri ile sergilemeleri istendi. Ölçüm sonuçları, atlet olmayanlarla karşılaştırıldığında, elit sporcuların, basit istemli hareket sırasında, azalmış kortikal aktivasyon ile karakterize olduğu sonucunu destekler nitelikte idi. Bu da “nöral verimlilik” hipotezi ile uyumaktadır (Del Percio ve ark., 2010).

Krings ve ark. (2000) profesyonel piyanistler ile kontrol gruplarını karmaşık parmak hareketleri görevi esnasında MRI kullanarak karşılaştırdıkları çalışmalarında primer motor korteks, suplemer motor alan, premotor korteks ve superior parietal lob bölgelerinde önemli aktivasyonlar gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda karmaşık parmak hareketleri esnasında kontrol grubuna kıyasla uzman piyanistlerin kortikal aktivitesinde bir azalma olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Krings ve ark. 2000).

Genel olarak ele alındığında araştırmacıların benzer çalışmalarda elde etmiş olduğu sonuçlar ile bizim çalışmamızdaki sonuçların benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Atış ve ark. (2015) çalışmalarında elit karateciler ile herhangi bir spor dalında elit olmayan bireylerin beyin fonksiyonlarındaki farklılıkları tespit edebilme amacı ile 10 elit karateci ve 10 elit olmayan bireye stroop renk yazı testi uygulamışlar bu esnada Fp1, Fp2, F3, Fz, F4, FCz, T3, Cz, T4, CPz, Pz, P7, P8, C3, C4, Oz elektrotlarından EEG kayıtları almışlardır. Çalışma sonucunda yapılan istatistiksel analizde, karate sporu yapan grup ile kontrol grubu arasında uyumlu ve uyumsuz kelimelere verilen yanıtın 390- 410 ms tepesi için anlamlı bir fark bulunamamıştır (Atış ve ark., 2015).

Baumeister ve ark. (2008) çalışmalarında 9 uzman golfçü ile 9 golf sporunda tecrübesi olmayan bireyi karşılaştırmıştır. Ölçümler laboratuvarında tüm katılımcıların 9m uzaklığındaki bir golf deliğine atış yapmalarını kapsamaktadır. Atış skoru hedefe topu atma ve hedefe yakın atma performansına göre 0-5 arası puan verilerek gerçekleştirildi. EEG kayıtları atışlar esnasında Fz, F3, F4, Cz, C3, C4, Pz, P3, P4, T3, T4, T5, T6 elektrotlarından yapıldı. Çalışma sonucunda artan beceri seviyesiyle birlikte, golfçülerin somatosensoriyel kortekste, duyuşsal bilgi işleme sırasında odaklanmış dikkat ve nöral

aktivitede daha verimli (ekonomik) görev çözüme stratejileri geliştirdiklerini göstermektedir. Uzman golfçüler deneyimsiz bireylere kıyasla daha yüksek frontal ve orta alan Theta gücü ve daha yüksek parietal Alfa-2 güç değerleri sergilemişlerdir (Baumeister ve ark., 2008).

Del Percio ve ark. (2019) çalışmalarında futbolculardaki, futbol sahneleri ile ilgili görsel-uzamsal bilgi işlemede kortikal nöral verimlilik (uzmanlarda azaltılmış beyin aktivasyonu) hipotezini test etti. Her biri 2,5 sn süren 70 futbol hareketi içeren 70 videonun gözlemlenmesi sırasında 13 futbolcu ve 8 futbolcu olmayan bireyin EEG ölçümlerini gerçekleştirdiler. İzlenen videolara istinaden katılımcılara videodaki futbolcuların arasındaki mesafeyi tahmin etmeye yönelik testler de uygulandı. Buradaki amaç görsel uzamsal olarak katılımcıları test etmektir. Kortikal aktivite, videolar sırasında kafa derisi alfa ritimlerinin gücündeki yüzdelik azalma (yaklaşık 8-12 Hz) olarak, olayla ilişkili zaman desenkronizasyon (ERD) ile karşılaştırıldı. Çalışma sonucunda, nöral verimlilik hipotezinin aksine, futbolcularda belirgin ve iki taraflı bir paryetal alfa ERD'nin (kortikal aktivasyon), futbolcu olmayanlara göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşıldı. Herhangi bir koşulda iki grup arasında davranışsal tepki süresi ve doğru yanıt açısından bir fark ortaya çıkmamıştır (Del Percio ve ark., 2019).

Motorik özellikler ve EEG verilerini inceleyen Türkçe bir çalışmada Dumlu ve ark. (2016) motor hareket ve motor hareketin hayal edilmesi anlarında beyin fonksiyonlarının EEG yöntemiyle incelenmesini konu etmişlerdir. Çalışma modelinde ilk kısımda sağ ve sol yönlü oklar gösterilerek, katılımcılardan sağ yönlü ok gördüklerinde sağ ellerindeki topu sıkmalarını, sol yönlü ok gözlemlediklerinde ise sol ellerindeki topu sıkmaları istenilmiştir, ikinci deneyde ise sağ ve sol yönlü oklar gösterilerek, katılımcılardan sağ ok gördüklerinde sağ ellerindeki topu sıkıklarını hayal etmeleri, sol yönlü ok gözlemlediklerinde ise sol ellerindeki topu sıkıklarını hayal etmeleri istenmiştir. Beyindeki elektriksel aktivitenin motor harekete bağlı olarak sensorimotor bölgede oluşan alfa aralığında gözlemlenen sinyaller değerlendirildiğinde; Beyindeki elektriksel aktivitenin nörofizyolojik belirleyicisi olarak, ritim motor hareket sırasında motor hareketin hayal edilmesi durumuna göre daha çok baskılanmaktadır. Bununla birlikte yüksek alfa aralığında katılımcıların motor hareket yaptıkları durum ile

motor hareket yaptıklarını hayal ettikleri durum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmiştir sonucuna ulaşmışlardır (Dumlu ve ark., 2016).

Türkiye’de yapılan “havalı tabanca atıcılarında atış performansı sırasında spektral EEG (elektroensefalografi) analizi” isimli yüksek lisans çalışmasında aktif olarak atıcılık yapan 7 sporcu kullanılmış ve katılımcılar havalı tabanca ile atış yaptıkları sırada EEG verileri kaydedilmiştir. Hedefleri vurmadaki başarıları ve EEG verileri karşılaştırıldığında katılımcıların gözler açık ve gözler kapalı durumlardaki alfa gücünde, tetik düşme öncesi ve tetik düşme sonrası frontal, pariyetal ve oksipital alanlardaki alfa gücüne göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu sonuç alfa dalgaları ile odaklanma arasında bir ilişkinin varlığını ortaya koyabilir (Ünal, 2014).

Bogacz ve ark. (2020) çalışmalarında çalışmamıza benzer olarak bir Bisiklet Simülatörü kullanmışlardır. Çalışmalarındaki amaç, bisiklet sürme uygulamasını sanal gerçeklik teknolojisine dayalı bir Bisiklet Simülatörü ve klavye ile yaptırıp ikisi arasındaki uyumu test etmek ve sanal gerçeklik teknolojisine dayalı simülatörün güvenilirliğini incelemektir. Çalışmalarında altı farklı trafik senaryosunu iki yöntem ile katılımcılara uygulatmışlardır. EEG ölçümlerinde alfa genliğine bakmışlardır. Hızlanma, fren, kafa hareketleri, değişkenlerini inceledikleri çalışmaların sonucunda klavye kullanımı ile Bisiklet Simülatörü kullanımı arasında EEG verilerinde benzerlik bulmuşlar ve sanal gerçeklik teknolojisine dayalı bir Bisiklet Simülatörünün gerçeğe uyum sağlama konusunda başarılı bir yol olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Bogacz ve ark., 2020).

Scanlon ve ark. (2017) 14 katılımcıya bisiklet sürme hareketleri gerçekleştirdikleri sırada ve sabit duruş sırasında işitsel dikkat gerektiren testler uyguladılar. Amaçları her iki koşulda güvenilir EEG verisi alıp alamayacaklarını test etmektir. Çalışma sonucunda bireylerin sabit bir bisiklet üzerinde bisiklet sürerken ERP verilerini doğru bir şekilde kaydetmenin ve ölçmenin mümkün olduğunu ortaya koydular (Scanlon ve ark., 2017).

Zink ve ark. (2016) EEG ölçümlerinin farklı koşullarda ne tür sonuçlar verdiğini araştırdıkları çalışmalarında, bisiklet üzerinde üç farklı ölçüm metodu uyguladılar. Bunlardan ilki hareket etmeyen sabitlenmiş bir bisiklet üzerinde, ikincisi yine sabit bir bisiklette katılımcının pedal çevirdiği bir durum, üçüncüsü ise üniversite kampüsünde

bağımsız olarak normal şekilde bisiklet sürmekten oluşmaktadır. Çalışmanın içeriği Oddball paradigmasından oluşmaktadır. Oddball paradigmasına doğru orantılı olarak işitsel görevler üç koşulda katılımcılara uygulanmıştır. Hipotezleri ise sabit bisiklet koşullarına kıyasla gerçek bisiklet koşullarında P300'de bir düşüş olacağı yönündedir. Katılımcılara ölçümler esnasında standart bir ton (900Hz) ve 62ms süreli (10ms yükselme / düşme süresi) iki sapma tonu (600Hz, 1200Hz), bir kulaklık aracılığıyla rastgele olarak sunuldu. Katılımcıların görevi, hedef tonları sessizce saymak ve diğer iki sapma tonunu görmezden gelmekti. Katılımcıların belirli bir tona olan dikkati, sapma tonlara (hedef olmayanlar) kıyasla ayırt edilebilir bir P300 (hedef) ortaya çıkarmalıdır. Çalışma sonucunda, normal sürüş ölçüm modelinde P300'lerde bir azalma tespit edilmiştir. Bunun nedeni gerçek hayat senaryosu olması nedeniyle artan bilişsel yüke bağlanabilir, sonucuna ulaşmışlardır (Zink ve ark., 2016).

Chang ve ark. (2015) çalışmalarında orta yoğunluktaki bir bisiklet egzersizinin öncesi ve sonrasındaki beyin aktivasyonunu değerlendirmek amacı ile 30 katılımcıya egzersiz öncesi ve sonrasında dikkat ağı testi (ANT) uygulamışlardır. Çalışma, bisiklet egzersizini uygulayan ve uygulamayan deney ve kontrol grubunu kapsamaktadır. Çalışmanın amacı, akut orta yoğunlukta aerobik bisiklet egzersizinin, dikkat ağının nöroelektrik ve davranışsal endeksleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Uyguladıkları dikkat ağı testi, dikkat ve reaksiyon süresi performansına dayanmaktadır. Deney grubu orta yükte bir bisiklet egzersizi uygularken kontrol grubu ise egzersiz ile ilgili bir kitap okumuştur. Çalışma sonucunda, genel olarak, egzersizden sonra, göreve ilişkin uyarılara daha fazla kaynak tahsis edildiği ve bunun da daha iyi dikkat performansına dönüştüğünü göstermektedir. Bununla birlikte, nöroelektrik endeksler hem uyarı hem de yönetici kontrol ağları için, egzersizden sonra daha gelişmiş kaynak tahsisi sergilemesine rağmen, bu bulgu sadece yürütme kontrol ağındaki bir performans iyileşmesi ile paralel olmuştur (Chang ve ark., 2015).

Adamos ve ark. (2017) çalışmalarında üç farklı video oyununun beyin üzerindeki EEG temelli etkilerini incelemişler, 19-23 yaş aralığındaki 4 katılımcıya, bulmaca, spor ve aksiyon içerikli oyunları 20 dakika süresince oynatmışlardır. Oyunlar süresince 128 Hz örnekleme hızına sahip Emotiv EPOC kablosuz düşük maliyetli EEG cihazı ile beyin

aktivasyonları kayıt altına alınmıştır, katılımcılar üç oyunu birer gün arayla oynamışlardır. Oyun oynayan katılımcıların oyunlar üzerinde bir deneyimi yoktur. Çalışma sonucunda aksiyon ve bulmaca video oyunu türleri karşılaştırıldığında, F7, F3, FC5, P8 ve F4 kanallarında önemli bir farklılık gözlemlenmiştir. Bu kanallar, duyuşal bilginin veri alma ile entegrasyonunu gerektiren becerilerle ilişkilendirilebilir. Ayrıca bu kanallar beynin ön lobunda, planlama ve motivasyonla birlikte bilişsel işleminin dahil olduğu aktivitede rol oynayabilir. Aksiyon ve spor video oyunu türleri arasındaki karşılaştırma, F3, FC5, F4 ve O2 kanallarında önemli bir fark olduğunu göstermiştir. Bu kanallar, görsel ilişkilendirmeyle ilgili işlem bilgilerine bağlanabilir ve el-göz koordinasyonu ile ilişkilendirilebilir sonucuna ulaşmışlardır ve bu tip çalışmalar ile beyin haritalandırma metotlarının ortaya koyulabileceğini vurgulamışlardır (Adamos ve ark., 2017).

Aliyari ve ark. (2020) çalışmalarında zekaya dayalı video oyunlarının, katılımcıların merkezi sinir sistemi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yaş ortalaması 20, toplam 40 katılımcıyı araştırmaya dahil etmişlerdir. Deney ve kontrol grubu olarak ayırdıkları katılımcılardan deney grubunun, video oyunu ve sonrasında EEG verilerini kayıt altına almışlardır. EEG ölçümlerinde Emotiv EPOC kablosuz EEG cihazı kullanmışlardır. Kontrol grubu ise video oyunu oynamamıştır. Ayrıca katılımcıların hormonal değişikliklerini de incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, oyun sırasında stres türleri arasında yer alan mantık stresinin ve sınır stresinin var olduğu, zeka oyununun, olumlu stresi ve oyuncuların dikkatini olumlu yönde etkilediği, adı geçen iki stres türünün, beynin ön lobunun aktivasyonu yoluyla dikkat, konsantrasyon ve problem çözme gibi bilişsel yetenekleri geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır (Aliyari ve ark., 2021).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Milli ve Amatör Bisikletçilerin, dikkat ve konsantrasyon düzeylerinde gerçekleşen değişikliklerin analiz edilmesi amaçlanan bu çalışmada, dikkat ve konsantrasyon olguları psikofizyolojik olarak değerlendirilmiş ve bu unsurların beyindeki yansımaları analitik olarak incelenmiştir. Milli ve Amatör Bisikletçilere dikkat ve konsantrasyon gerektiren iki adet PC destekli PEBL uygulaması ve bir adet tarafımızca tasarlanan hızlanma, yavaşlama, engel ve viraj koşullarını içeren PC destekli Bisiklet Simülatörü performansı uygulatılmıştır. Davranışsal olarak nitelendirilen bu uygulamalar gerçekleşirken eş zamanlı olarak Emotiv EPOC kablosuz EEG cihazı ile EEG kayıtları alınmıştır. Gerçekleştirilen EEG ölçümlerinden elde edilen veriler tüm testlerde zamansal olarak birinci- ikinci- üçüncü bölüm olmak üzere ayrı ayrı incelenerek dikkat ve konsantrasyon olgularının test performansındaki başlangıç – işleyiş ve sonuç kısmındaki seyri değerlendirilmiş ve Milli ve Amatör Sporcular bu zamansal parametreler baz alınarak karşılaştırılmıştır. EEG ölçümleri “Dikkat”, “Motivasyon” ve “Mental Yük” değişkenlerini içermektedir. Bunun dışında, Bisiklet Simülatöründen alınan puanlar değerlendirilerek Milli ve Amatör Sporcu ayırımı yapılmadan “Başarılı” ve “Başarısız” olmak üzere iki grup oluşturulmuş, Bisiklet Simülatöründe başarılı ve başarısız olan sporcuların EEG verileri karşılaştırılmıştır.

Davranışsal testler incelendiğinde;

PEBL uygulamalarında iki grup arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Bisiklet Simülatöründe zaman ve hata parametrelerinde Milli Sporcular daha iyi performans ortaya koymuş ancak iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır.

EEG ölçümleri incelendiğinde;

Milli ve Amatör Sporcuların “davranışsal test PEBL pattern” ölçümleri esnasındaki “dikkat, motivasyon, mental_iş_yükü” parametrelili EEG kayıtlarının toplam test süresinin üçe bölünmüş şeklinde karşılaştırılması yapılmış ve birinci bölüm, ikinci bölüm ve genel süre kısımlarında “Mental İş Yüğü” değişkeninde Milli Sporcular,

Amatör Sporculara göre anlamlı fark oluşturacak şekilde olumlu performans ortaya koymuştur.

Milli ve Amatör Sporcuların “Davranışsal Test PEBL Rotation” ölçümleri esnasındaki “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü” Parametrelili EEG kayıtlarının toplam test süresinin üçe bölünmüş şeklinde karşılaştırılması yapılmış ve ikinci bölüm kısmında “Dikkat” değişkeninde Milli Sporcular, Amatör Sporculara göre anlamlı fark oluşturacak şekilde olumlu performans ortaya koymuştur.

Milli ve Amatör Sporcuların “Bisiklet Simülatörü” Performansı Esnasındaki “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü Parametrelili EEG kayıtlarının toplam test süresinin üçe bölünmüş şeklinde karşılaştırılması yapılmış ve üçüncü bölüm “Mental İş Yükü” değişkeninde Milli Sporcular, Amatör Sporculara göre anlamlı fark oluşturacak şekilde olumlu performans ortaya koymuştur.

Milli ve Amatör ayırımı yapılmadan Bisiklet Simülatöründe Başarılı ve Başarısız Katılımcıların “Dikkat, Motivasyon, Mental_İş_Yükü” Parametrelili EEG kayıtlarının toplam test süresinin üçe bölünmüş şeklinde karşılaştırılması yapılmış ve birinci bölüm “Dikkat” değişkeninde Başarılı Sporcular, Başarısız Sporculara göre anlamlı fark oluşturacak şekilde olumlu performans ortaya koymuştur.

Milli ve Amatör Bisikletçi ayırımı yapılmadan tüm değişkenlerin birbiriyle olan korelasyonunu değerlendirme amacıyla yapılan analizde;

PEBL I. Uygulaması olan Pattern testinde, genel anlamıyla Pattern Reksiyon Süreli Parametrelerin diğer Reaksiyon Süresi Parametrelili değişkenler ile pozitif bir ilişkide olmasının yanında, özellikle Reaksiyon Süresi parametrelili değişkenler ile Similatör I. Bölüm Mental İş Yükü değişkeni arasında istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde pozitif bir ilişki kaydedilmiştir. Bununla birlikte yine Pattern Reaksiyon Süresi parametrelili değişkenler ile Simülatör Süre ve Hata değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde pozitif bir ilişki ortaya çıkmıştır.

PEBL II. Uygulaması olan Rotation testinde, genel anlamıyla Rotation Reksiyon Süreli Parametrelerin diğer Reaksiyon Süresi Parametrelili değişkenler ile pozitif bir ilişkide

olmasının yanında, Rotation Doğru Oran ve Doğru Oran Reaksiyon Süresi değişkenleri Simülatör Mental iş yükü ve Motivasyon 2. Bölüm, Pattern ve Rotation Motivasyon değişkenleri ile anlamlı bir ilişki içerisindedir.

Bu sonuçlar, katılımcıların PEBL Pattern uygulaması verileri ile Simülatör 1. Bölümü arasında bir korelasyona işaret ederken, PEBL Rotation uygulaması ile Simülatör 2. Bölüm arasında bir korelasyonun varlığına işaret etmektedir.

Simülatör Süre ve Hata değişkenleri sadece PEBL I. Uygulaması olan Pattern uygulamasındaki Reaksiyon Süresi parametrelili değişkenler ile istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde pozitif bir ilişki içerisindedir.

Elde ettiğimiz verilere dayanarak, Milli Sporcuların özellikle dikkate ve konsantrasyona dayalı Mental iş_Yükü düzeylerinin Amatör Sporculara göre daha verimli olduğu görülmüştür. Milli Bisikletçilerin mental iş yükü anlamında daha ekonomik ve efektif performans sergiledikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar çerçevesinde uzun yıllar ve sürekli spor yapmanın dikkat ve konsantrasyon düzeyini olumlu etkilediği söylenebilir.

6.2. Öneriler

Spor koşullarında, psikofizyolojik ölçümler ile sporda başarıya etki eden dikkat, konsantrasyon gibi unsurları değerlendirmeyi hedefleyecek gelecekteki çalışmalarda, katılımcı sayısı daha fazla olabilir. Daha homojen gruplarda kapsamlı çalışmalar yapılabilir. Daha farklı branşlar EEG çalışmalarına adapte edilebilir. Çeşitli psikolojik antrenman modellerinin dikkate olan etkisi EEG temelli incelenebilir. Çalışmamızda tasarladığımız Bisiklet Simülatörü gibi gereçlerin kapsamı artırılabilir ve daha çok boyutlu bir gerçeğe uygunluk, step motorlar ya da hidrolik sistemler eklenerek sağlanabilir. Ayrıca EEG'ye dayalı beyin bilgisayar ara yüzü sistemleri spora da uygun olarak tasarlanabilir.

Sporda psikofizyolojik araştırmaların çoğalması, spor olgusunun gelişimi kadar psikofizyoloji alanının da kapsamının artmasında önemli bir unsur olarak anahtar bir rol üstlenebilir.

KAYNAKLAR

Adamos, A. C., Beredo, J. D., Garcia, C. J. G., Mateo, W. B., Villalobos, M. J. M., Prado, S. V., ... & San Buenaventura, C. V. (2017, December). A comparison of brain activities stimulated by playing different video game genres using Electroencephalogram signal analysis. In 2017IEEE 9th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM) (pp. 1-5). IEEE.

Akyürek, E. G., Eshuis, S. A., Nieuwenstein, M. R., Saija, J. D., Başkent, D., & Hommel, B. (2012). Temporal target integration underlies performance at lag 1 in the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(6), 1448.

Aliyari, Hamed, et al. "The Effect of Brain Teaser Games on the Attention of Players Based on Hormonal and Brain Signals Changes." *Basic and Clinical Neuroscience* 12.5 (2021): 587-596.

Alkaç, Ü. (2009). Beyin araştırmaları tarihinde bir gezinti: Elektronörofizyoloji. *Klinik Gelişim*, 3, 14-19.

Alpertonga, H., Ünsar, A. S., & Akın, Y. K. (2016). Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğrencilerinin Kaygı ve Stres Düzeylerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Alan Araştırması. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 16(32), 71-83

Anderson, C. H., Van Essen, D. C., & Olshausen, B. A. (2005). Directed visual attention and the dynamic control of information flow. In *Neurobiology of attention* (pp. 11-17). Academic Press.

Anderson, E. W., Potter, K. C., Matzen, L. E., Shepherd, J. F., Preston, G. A., & Silva, C. T. (2011, June). A user study of visualization effectiveness using EEG and cognitive load. In Computer graphics forum (Vol. 30, No. 3, pp. 791-800). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Arcelin, R., Delignières, D., & Brisswalter, J. (1998). Selective effects of physical exercise on choice reaction processes. *Perceptual and motor skills*, 87(1), 175-185.

Atış, E. S., Özcan, C. E., Assem, M., Duru, A. D., & Çotuk, H. B. (2015, October). Investigation of stroop effect using event related potentials of elite karate players. In 2015 Medical Technologies National Conference (TIPTEKNO) (pp. 1-4). IEEE.

Aydemir, Ö., & Kayıkçıoğlu, T. (2009). EEG tabanlı beyin bilgisayar arayüzleri. *Akademik Bilişim 2009*, 11-13.

Badcock, N. A., Preece, K. A., de Wit, B., Glenn, K., Fieder, N., Thie, J., & McArthur, G. (2015). Validation of the Emotiv EPOC EEG system for research quality auditory event-related potentials in children. *PeerJ*, 3, e907.

Badcock, N. A., Mousikou, P., Mahajan, Y., De Lissa, P., Thie, J., & McArthur, G. (2013). Validation of the Emotiv EPOC® EEG gaming system for measuring research quality auditory ERPs. *PeerJ*, 1, e38.

Barfoot, K. M., Matthew, M. C., & Callaway, A. J. (2012, July). Combined EEG and eye-tracking in sports skills training and performance analysis. In World Congress of Performance Analysis of Sport IX University of Worcester.

Bazzini, M. C., Nuara, A., Scalona, E., De Marco, D., Rizzolatti, G., Avanzini, P., & Fabbri-Destro, M. (2022). The Proactive Synergy Between Action Observation and Execution in the Acquisition of New Motor Skills. *Frontiers in Human Neuroscience*, 141.

Babiloni, C., Del Percio, C., Rossini, P. M., Marzano, N., Iacoboni, M., Infarinato, F., ... & Eusebi, F. (2009). Judgment of actions in experts: a high-resolution EEG study in elite athletes. *Neuroimage*, 45(2), 512-521.

Baumeister, J., Reinecke, K., Liesen, H., & Weiss, M. (2008). Cortical activity of skilled performance in a complex sports related motor task. *European journal of applied physiology*, 104(4), 625-631.

Berka, C., Levendowski, D. J., Lumicao, M. N., Yau, A., Davis, G., Zivkovic, V. T., ... & Craven, P. L. (2007). EEG correlates of task engagement and mental workload in vigilance, learning, and memory tasks. *Aviation, space, and environmental medicine*, 78(5), B231-B244

Blackwood, D. H. R., & Muir, W. J. (1990). Cognitive brain potentials and their application. *The British Journal of Psychiatry*, 157(S9), 96-101.

. Bogacz, M., Hess, S., Calastri, C., Choudhury, C. F., Erath, A., van Eggermond, M. A., ... & Awais, M. (2020). Comparison of cycling behavior between keyboard-controlled and instrumented bicycle experiments in virtual reality. *Transportation research record*, 2674(7), 244-257.

Bull, S. J., Shambrook, C. J., James, W., & Brooks, J. E. (2005). Towards an understanding of mental toughness in elite English cricketers. *Journal of applied sport psychology*, 17(3), 209-227.

Carlén, M. (2017). What constitutes the prefrontal cortex?. *Science*, 358(6362), 478-482.

Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision research*, 51(13), 1484-1525.

Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., & Berntson, G. (Eds.). (2007). *Handbook of psychophysiology*. Cambridge university press.

Castaneda, B., & Gray, R. (2007). Effects of focus of attention on baseball batting performance in players of differing skill levels. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(1), 60-77.

Chang, Y. K., Pesce, C., Chiang, Y. T., Kuo, C. Y., & Fong, D. Y. (2015). Antecedent acute cycling exercise affects attention control: an ERP study using attention network test. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 156.

Chen X., Wang Y., Nakanishi M., Gao X., Jung T.P., Gao S. 2015. High-speed spelling with a noninvasive brain–computer interface. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (44): 1–10. doi:10.1073/pnas.1508080112

Coşkun, Y. (2019). Dans egzersizine bağlı denge ve dikkat özelliğinin incelenmesi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Coles, M. G., & Rugg, M. D. (1995). *Event-related brain potentials: An introduction*. Oxford University Press.

Coull, J. T. (1998). Neural correlates of attention and arousal: insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. *Progress in neurobiology*, 55(4), 343-361.

Cremer, J. E., Cunningham, V. J., Pardridge, W. M., Braun, L. D., Oldendorf, W. H. (1979). Kinetics of blood-brain barrier transport of pyruvate, lactate and glucose in suckling, weanling and adult rats. *Journal of neurochemistry*, 33(2), 439-445.

Çiğ, H. (2017). Eeg sinyalleri ile cihaz kontrolü (Master's thesis, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Çolakoğlu, M., Tiryaki, Ş., & Moralı, S. (1993). Konsantrasyon Çalışmalarının Reaksiyon Zamanı Üzerine Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 4(4), 32-47.

Davranche, K., & Audiffren, M. (2004). Facilitating effects of exercise on information processing. *Journal of Sports Sciences*, 22(5), 419-428.

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.

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

Del Percio, C., Franzetti, M., De Matti, A. J., Noce, G., Lizio, R., Lopez, S., ... & Babiloni, C. (2019). Football Players Do Not Show “Neural Efficiency” in Cortical Activity Related to Visuospatial Information Processing During Football Scenes: An EEG Mapping Study. *Frontiers in psychology*, 10, 890.

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

Dirnberger G, Fickel U, Lindinger G, Lang W, Jahanshahi M (1998) The mode of movement selection: Movement-related cortical potentials prior to freely selected and repetitive movements. *Exp Brain Res* 120:263–272

Dienel, G. A. (2012). Brain lactate metabolism: the discoveries and the controversies. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 32(7), 1107-1138.

Dietrich, A., & Sparling, P. B. (2004). Endurance exercise selectively impairs prefrontal-dependent cognition. *Brain and cognition*, 55(3), 516-524.

Doğutepe Dinçer, E., & Karakaş, S. (2008). Nöropsikolojik Dikkat Testleri Arasındaki İlişkilerin Modellenmesi. *Klinik Psikofarmakoloji Bulteni*, 18(1).

Duarte, R. M. (2017). Low Cost Brain Computer Interface System for AR.Drone Control, *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Santa Catarina, Portugal.

Dumlu, S., Şahin, D., Vardar, B., Akın, A., & Duru, A. D. (2014, April). Detecting the functionality of executive motor task and motor imagery through electroencephalography (EEG). In *2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 2126-2129). IEEE.

Edwards, D. J., & Barker, J. B. (2015). Practitioners' perceptions of sport and exercise psychology in South Africa and the United Kingdom. *African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance*, 21(2), 619-637.

Fazel-Rezai, R., Amiri, S., Rabbi, A., & Azinfar, L. (2013). A Review of P300, SSVEP, and Hybrid P300/SSVEP Brain-Computer Interface Systems.

Fischer, M., Moscovitch, M., & Alain, C. (2021). A systematic review and meta-analysis of memory-guided attention: Frontal and parietal activation suggests involvement of fronto-parietal networks. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 12(1), e1546.

Foxe, J. J., Simpson, G. V., & Ahlfors, S. P. (1998). Parieto-occipital~ 10 Hz activity reflects anticipatory state of visual attention mechanisms. *Neuroreport*, 9(17), 3929-3933.

Frith, C., & Dolan, R. (1997). The role of the prefrontal cortex in higher cognitive. *Brain and Mind: For Better Understanding of the Dynamic Function of Mind and Its Supporting Brain Mechanism*, 9, 323.

Görgülü, R. (2018). Spor ve egzersiz psikolojisinde kariyer basamakları, güçlükler ve tehlikeler: Birleşik Krallık'tan model uygulamalar. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 164-178.

Gökçe, E., Güneş, E., Hayme, S., Aslan, E., Asutay, O., Aşar, B., ... & Çevik, F. (2021). Effects of Playing Tennis on Cognition: A Pilot Study to Examine Hand Preference Effect. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası= Journal of Ankara University Faculty of Medicine*, 74(1), 27.

Grabner, R. H., Neubauer, A. C., & Stern, E. (2006). Superior performance and neural efficiency: The impact of intelligence and expertise. *Brain research bulletin*, 69(4), 422-439.

Greenwald AG (1970) Sensory feedback mechanisms in performance control: With special reference to the ideo-motor mechanism. *Psychol Rev* 77:73–99

Guyton, A. C. ve Hall, J. E., (2007). *Tıbbi Fizyoloji*. (Çev: Çavuşoğlu, H., Yeğen, B. Ç., Aydın, Z. ve Alican, İ.), Nobel Tıp Kitabevleri.

Gucciardi, D.F. & Gordon, S. (2008). Personal construct psychology and the research interview: The example of mental toughness in sport. *Personal Construct Theory & Practice*, 5, 118129.

Guo, Z., Li, A., & Yu, L. (2017). “Neural efficiency” of athletes’ brain during visuo-spatial task: an fMRI study on table tennis players. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 11, 72.

Gümüş, H., Kosova, S., Mancı, E., Koca Kosova, M., Gençoğlu, C., & Özdalyan, F. (2020). Eskrimcilerde Branşlar Arası Bilişsel Test Skorlarının ve Reaksiyon Zamanlarının Karşılaştırılması. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 12(3).

Hartmann, P., Ramseier, A., Gudat, F., Mihatsch, M. J., & Polasek, W. (1994). Normal weight of the brain in adults in relation to age, sex, body height and weight. *Der Pathologe*, 15(3), 165-170.

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.

Hill, N. J., Lal, T. N., Schröder, M., Hinterberger, T., Widman, G., Elger, C. E., ... & Birbaumer, N. (2006, September). Classifying event-related desynchronization in EEG, ECoG and MEG signals. In Joint pattern recognition symposium (pp. 404-413). Springer, Berlin, Heidelberg.

Hou, X., Liu, Y., Sourina, O., & Mueller-Wittig, W. (2015, October). CogniMeter: EEG-based emotion, mental workload and stress visual monitoring. In 2015 International Conference on Cyberworlds (CW) (pp. 153-160). IEEE.

Hurst, H. T., Swarén, M., Hébert-Losier, K., Ericsson, F., Sinclair, J. K., Atkins, S., & Holmberg, H. C. (2012). Influence of course type on upper body muscle activity in elite cross-country and downhill mountain bikers during off road downhill cycling. *Journal of Science and Cycling (JSC)*, 1(2), 2-9.

Hutchinson, J. C., & Tenenbaum, G. (2007). Attention focus during physical effort: The mediating role of task intensity. *Psychology of Sport and Exercise*, 8(2), 233-245.

Huang, R. S., Jung, T. P., & Makeig, S. (2007, April). Multi-scale EEG brain dynamics during sustained attention tasks. In 2007 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing-ICASSP'07 (Vol. 4, pp. IV-1173). IEEE.

Johnson, M. H. (2003). Development of human brain functions. *Biological psychiatry*, 54(12), 1312-1316.

Kabdebon, C., Leroy, F., Simmonet, H., Perrot, M., Dubois, J., & Dehaene-Lambertz, G. (2014). Anatomical correlations of the international 10–20 sensor placement system in infants. *Neuroimage*, 99, 342-356.

Keller, P. E., Wascher, E., Prinz, W., Waszak, F., Koch, I., & Rosenbaum, D. A. (2006). Differences between intention-based and stimulus-based actions. *Journal of Psychophysiology*, 20(1), 9-20.

Keller, A. (2011). Attention and olfactory consciousness. *Frontiers in Psychology*, 2, 380.

Kelly, S. P., Lalor, E. C., Reilly, R. B., & Foxe, J. J. (2006). Increases in alpha oscillatory power reflect an active retinotopic mechanism for distracter suppression during sustained visuospatial attention. *Journal of neurophysiology*, 95(6), 3844-3851.

Khushaba, R. N., Greenacre, L., Kodagoda, S., Louviere, J., Burke, S., & Dissanayake, G. (2012). Choice modeling and the brain: A study on the Electroencephalogram (EEG) of preferences. *Expert Systems with Applications*, 39(16), 12378-12388.

Koçak, F., Kiliç, F., Karabulak, A., & Mahmut, A. L. P. (2015). Sezon İçi Yıldız Dağ Bisikletçilerine Uygulanan Mukavemet, Tirmanış ve İnterval Antrenmanlarının Fiziksel, Fizyolojik ve Biyomotorik Performansları Üzerine Durum Raporu. *Beden eğitimi ve spor bilimleri dergisi*, 9(9), 1-9.

Krings, T., Töpper, R., Foltys, H., Erberich, S., Sparing, R., Willmes, K., & Thron, A. (2000). Cortical activation patterns during complex motor tasks in piano players and control subjects. A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience letters*, 278(3), 189-193.

Kurt, M. (2002). Görsel-uzaysal yeteneklerin bileşenleri. *Klinik Psikiyatri*, 5(2), 120-125.

Kübra, E. R. A. T., & DURDU, P. O. (2021). Düşük maliyetli EEG başlıklarının kullanıcı deneyimi değerlendirmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 27(5), 646-659.

Küçükay, A. (2018). Karar Vermenin Psikolojisi. Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, (35), 607-640.

Lau, H. C., Rogers, R. D., Haggard, P., & Passingham, R. E. (2004). Attention to intention. science, 303(5661), 1208-1210.

Lim, W. L., Sourina, O., Liu, Y., & Wang, L. (2015, December). EEG-based mental workload recognition related to multitasking. In 2015 10th International Conference on Information, Communications and Signal Processing (ICICS) (pp. 1-4). IEEE.

Lochbaum, M., & Gottardy, J. (2015). A meta-analytic review of the approach-avoidance achievement goals and performance relationships in the sport psychology literature. Journal of Sport and Health Science, 4(2), 164–173. Doi: 10.1016/j.jshs.2013.12.004

Logan, G. D. (2004). Cumulative progress in formal theories of attention. Annu. Rev. Psychol., 55, 207-234.

Loprinzi, P. D., Day, S., & Deming, R. (2019). Acute Exercise Intensity and Memory Function: Evaluation of the Transient Hypofrontality Hypothesis. Medicina, 55(8), 445.

Masters, K. S., & Ogles, B. M. (1998). Associative and dissociative cognitive strategies in exercise and running: 20 Years later what do we know? The Sport Psychologist, 12, 253–270.

Marrufo, M. V., Vaquero, E., Cardoso, M. J., & Gomez, C. M. (2001). Temporal evolution of α and β bands during visual spatial attention. *Cognitive Brain Research*, 12(2), 315-320.

Mehmet, S. Ü. M. E., & Özsoy, S. (2010). Osmanlı'dan günümüze Türkiye'de bisiklet sporu. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (24), 345-360.

Meng, F. W., Yao, Z. F., Chang, E. C., & Chen, Y. L. (2019). Team sport expertise shows superior stimulus-driven visual attention and motor inhibition. *PloS one*, 14(5), e0217056.

Miller, T. W., Ogilvie, B., & Adams, J. (2000). Sports psychology: Issues for the consultant. *Consulting Psychology Journal: Practice and Research*, 52(4), 269.

Mihalik, J. K., Littleton, A. C., & Guskiewicz, K. M. (2013). Are divided attention tasks useful in the assessment and management of sport-related concussion?. *Neuropsychology review*, 23(4), 300-313.

Mountcastle, V. B. (1995). The parietal system and some higher brain functions. *Cerebral cortex*.

Nidiffer, R.M. (1978) Relationship of attention and anxiety to performance: In *Sport Psychology: An analysis of athletic behaviour*. Ithaca, NY: Mavement Publications.

Okamoto, M., Dan, H., Sakamoto, K., Takeo, K., Shimizu, K., Kohno, S., ... & Dan, I. (2004). Three-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation via the international 10–20 system oriented for transcranial functional brain mapping. *Neuroimage*, 21(1), 99-111.

Onan, B. (2010). Beynin bilişsel işlevleri üzerine yapılan araştırmalar ve ana dili eğitimine yansımaları.

Orhan, S. (2018). Oyun eğitiminin sedanter çocukların dikkat ve konsantrasyon düzeyi ile el-göz koordinasyonuna etkisi/The effects of game education on attention and concentration levels and hand-eye coordination of the sedentary children.

Öztura, İ. (2016). Elektrofizyolojinin Temelleri. Journal of Turkish Sleep Medicine, 3(1), 20.

Öztürk, B. (1999). Öğrenme ve öğretmede dikkat. Milli Eğitim Dergisi, 144, 51-58.

PAAS, F. G., & Adam, J. J. (1991). Human information processing during physical exercise. Ergonomics, 34(11), 1385-1397.

Pardridge, W. M., & Oldendorf, W. H. (1977). Transport Of Metabolic Substrates Through The Blood- Brain Barrier 1. Journal of neurochemistry, 28(1), 5-12.

Pekmez, H., İlter, K. U. Ş., Çolakoğlu, N., Zararsız, İ., Ögetürk, M., & Sarsılmaz, M. (2004). Sıçanlarda Sigara İnhalasyonu Sonucu Prefrontal Kortekste Oluşan Yapısal Değişiklikler Üzerine Kafeik Asit Fenetil Ester (Cape)'in etkisi. Sağlık Bilimleri Dergisi, 13(3), 18-25.

Peterson, N. N., Schroeder, C. E., & Arezzo, J. C. (1995). Neural generators of early cortical somatosensory evoked potentials in the awake monkey. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section, 96(3), 248-260.

Pellerin, L., & Magistretti, P. J. (1994). Glutamate uptake into astrocytes stimulates aerobic glycolysis: a mechanism coupling neuronal activity to glucose utilization. Proceedings of the National Academy of Sciences, 91(22), 10625-10629.

Posner, M. I., Sheese, B. E., Odludaş, Y., & Tang, Y. (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural networks*, 19(9), 1422-1429.

Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of experimental psychology: General*, 109(2), 160.

Posner, M. I. (2018). Attention and the Detection of Signals Michael I. Posner, Charles RR Snyder, and Brian J. Davidson. *Human Perception*, 43.

Posner M. I. (1980). Orienting of attention. *Q. J. Exp. Psychol.* 32, 3–25

Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. *Attention and performance X: Control of language processes*, 32, 531-556.

Prinz, W. (1997). Perception and action planning. *European journal of cognitive psychology*, 9(2), 129-154.

Prinzmetal, W., Zvinyatskovskiy, A., Gutierrez, P., & Dilem, L. (2009). Voluntary and involuntary attention have different consequences: The effect of perceptual difficulty. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(2), 352-369.

Price, T. N., Jackson, N. V., & Halestrap, P. A. (1998). Cloning and sequencing of four new mammalian monocarboxylate transporter (MCT) homologues confirms the existence of a transporter family with an ancient past. *Biochemical Journal*, 329(2), 321-328.

Rathod M. S., Suresh Kondiba Rathod, (2020). *Sports Psychology*, International Conference on Enhancing Skills in Physical Education and Sport Science 2020, ISBN 978-1-913482-91-6, Editon:1st Published by: Rubicon Publications, London, WCIA 2RP, England

Radan, F., Johnston, N., Nguyen, C. H., Restrepo, A., Varga, R., Patterson, K. K., ... & Vaughan-Graham, J. (2020). Investigating Visual–Spatial Abilities in Students and Expert Physical Therapists. *Physiotherapy Canada*, 72(2), 132-136.

Reinecke, K., Cordes, M., Lerch, C., Koutsandréou, F., Schubert, M., Weiss, M., & Baumeister, J. (2011). From lab to field conditions: a pilot study on EEG methodology in applied sports sciences. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 36(4), 265-271.

Rihs, T. A., Michel, C. M., & Thut, G. (2007). Mechanisms of selective inhibition in visual spatial attention are indexed by α -band EEG synchronization. *European Journal of Neuroscience*, 25(2), 603-610.

Robazza, C., & Ruiz, M. C. (2018). Emotional self-regulation in sport and performance. *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*.

Roy, R. N., Charbonnier, S., Campagne, A., & Bonnet, S. (2016). Efficient mental workload estimation using task-independent EEG features. *Journal of neural engineering*, 13(2), 026019.

Sauseng, P., Klimesch, W., Stadler, W., Schabus, M., Doppelmayr, M., Hanslmayr, S., ... & Birbaumer, N. (2005). A shift of visual spatial attention is selectively associated with human EEG alpha activity. *European journal of neuroscience*, 22(11), 2917-2926.

Schefke, T., & Gronek, P. (2010). Improving attentional processes in sport: defining attention, attentional skills and attention types. *Studies in Physical Culture & Tourism*, 17(4).

Scanlon, J. E., Sieben, A. J., Holyk, K. R., & Mathewson, K. E. (2017). Your brain on bikes: P3, MMN/N2b, and baseline noise while pedaling a stationary bike. *Psychophysiology*, 54(6), 927-937.

Sellers, E. W., Vaughan, T. M., & Wolpaw, J. R. (2010). A brain-computer interface for long-term independent home use. *Amyotrophic lateral sclerosis*, 11(5), 449-455.

Sethi, C., Dabas, H., Dua, C., Dalawat, M., & Sethia, D. (2018, December). EEG-based attention feedback to improve focus in E-learning. In *Proceedings of the 2018 2nd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence* (pp. 321-326).

Shepard RN. 1957. Stimulus and response generalization: a stochastic model relating generalization to distance in psychological space. *Psychometrika* 22:325–45

Thompson, T., Steffert, T., Ros, T., Leach, J., & Gruzelier, J. (2008). EEG applications for sport and performance. *Methods*, 45(4), 279-288.

Strotzer, M. (2009). One century of brain mapping using Brodmann areas. *Clinical Neuroradiology*, 19(3), 179-186.

Stewart, D. W., & Furse, D. H. (1982). Applying psychophysiological measures to marketing and advertising research problems. *Current issues and research in advertising*, 5(1), 1-38.

Singer, R. N., Hausenblas, H. A., & Janelle, C. M. (Eds.). (2001). *Handbook of sport psychology* (2nd ed.). John Wiley & Sons Inc.

Sur, S., & Sinha, V. K. (2009). Event-related potential: An overview. *Industrial psychiatry journal*, 18(1), 70.

Tellinghuisen, D. J., & Oakes, L. M. (1997). Distractibility in infancy: The effects of distractor characteristics and type of attention. *Journal of experimental child psychology*, 64(2), 232-254.

Tewarie, P., Hillebrand, A., van Dellen, E., Schoonheim, M. M., Barkhof, F., Polman, C. H., ... & Stam, C. J. (2014). Structural degree predicts functional network connectivity: a multimodal resting-state fMRI and MEG study. *NeuroImage*, 97, 296-307.

Teder-Sälejärvi, W. A., McDonald, J. J., Di Russo, F., & Hillyard, S. A. (2002). An analysis of audio-visual crossmodal integration by means of event-related potential (ERP) recordings. *Cognitive Brain Research*, 14(1), 106-114.

Thut, G., Nietzel, A., Brandt, S. A., & Pascual-Leone, A. (2006). α -Band electroencephalographic activity over occipital cortex indexes visuospatial attention bias and predicts visual target detection. *Journal of Neuroscience*, 26(37), 9494-9502.

Treue, S. (2001). Neural correlates of attention in primate visual cortex. *Trends in neurosciences*, 24(5), 295-300.

Utkuğ, Ç., & Alkibay, S. (2013). Nöropazarlama: Reklam Etkinliğinin Psikofizyolojik Tekniklerle Değerlendirilmesi Üzerine Yapılmış Araştırmalarının Gözden Geçirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(2), 167-195.

Üngüren, E. (2015). Beynin Nöroanatomik ve Nörokimsyal Yapısının Kişilik ve Davranış Üzerindeki Etkisi. *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İisletme Fakültesi Dergisi*, 7(1).

Ünal, C. (2014). Havalı tabanca atıcılarında atış performansı sırasında spektral EEG (elektroensefalografi) analizi.

Van Kokswijk, J., & Van Hulle, M. (2010, May). Self adaptive BCI as service-oriented information system for patients with communication disabilities. In 4th International Conference on New Trends in Information Science and Service Science (pp. 264-269). IEEE.

Vidal, J. J. (1973). Toward direct brain-computer communication. *Annual review of Biophysics and Bioengineering*, 2(1), 157-180.

Waszak, F., Wascher, E., Keller, P., Koch, I., Aschersleben, G., Rosenbaum, D. A., & Prinz, W. (2005). Intention-based and stimulus-based mechanisms in action selection. *Experimental brain research*, 162(3), 346-356.

Worden, M. S., Foxe, J. J., Wang, N., & Simpson, G. V. (2000). Anticipatory biasing of visuospatial attention indexed by retinotopically specific α -band electroencephalography increases over occipital cortex. *Journal of Neuroscience*, 20(6), RC63-RC63.

Wulf, G., & Prinz, W. (2001). Directing attention to movement effects enhances learning: A review. *Psychonomic bulletin & review*, 8(4), 648-660.

Yarrow, K., Brown, P., & Krakauer, J. W. (2009). Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(8), 585-596.

Zink, R., Hunyadi, B., Van Huffel, S., & De Vos, M. (2016). Mobile EEG on the bike: disentangling attentional and physical contributions to auditory attention tasks. *Journal of neural engineering*, 13(4), 046017.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Özer	Uyruğu	TC
Soyadı	MERDAN	Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Antalya Karatay Lisesi	2001
Lisans	Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi	2006
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü	2016
Doktora	Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü	2022

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Spor Koordinatörü	Antalya Bilim Üniversitesi	2018
Öğr. Gör.	Akdeniz Üniversitesi Elmalı MYO	2018-

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	YDS	57.5

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Yayınlar ve Bildiriler:

MERDAN, Ö. (2014). Aktif Spor Yapan Çocukların (8-17 Yaş) Kişilerarası İlişkilerde Sergiledikleri Bilişsel Çarpıtmaların Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi. *International Journal of Sport Culture and Science*, 2 (Special Issue 2), 203-210.

IŞIN, A., KAPLAN, E., GÜNDOĞDU, A., MERDAN, Ö., SADİ, M., & ÖZDOĞAN, E. Ç. (2020). Rezidüel Kuvvet Gelişimi Üzerine Etki Eden Faktörler. *Turkiye Klinikleri Spor Bilimleri*, 12(2).

MERDAN, Ö., & AKTOP, A. (2016). Dikkat ve koordinasyon çalışmalarının anaerobik yorgunluk altındaki dikkat, el-göz koordinasyonu ve reaksiyon süresi performansına etkisinin incelenmesi. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 7(4), 191-202.