



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KALP ATIM HIZI DEĞİŞKENLİĞİ GERİ BİLDİRİM
ANTRENMANININ BASKETBOLCULARIN SERBEST ATIŞ İSABETİ,
BİLİŞSEL VE DUYU MOTOR RİTİM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

RECEP GÖÇMEN
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
DOÇ. DR. YELİZ PINAR

II. DANIŞMAN
PROF. DR. ABDURRAHMAN AKTOP

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
HAREKET ve ANTRENMAN BİLİMLERİ DOKTORA PROGRAMI

İSTANBUL- 2023



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KALP ATIM HIZI DEĞİŞKENLİĞİ GERİ BİLDİRİM
ANTRENMANININ BASKETBOLCULARIN SERBEST ATIŞ İSABETİ,
BİLİŞSEL VE DUYU MOTOR RİTİM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

RECEP GÖÇMEN
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
DOÇ. DR. YELİZ PINAR

II. DANIŞMAN
PROF. DR. ABDURRAHMAN AKTOP

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
HAREKET ve ANTRENMAN BİLİMLERİ DOKTORA PROGRAMI

İSTANBUL- 2023



**Sağlık Bilimleri
Enstitüsü**

**DOKTORA
TEZ ONAY FORMU**

Doküman No: SBE-DR-9f

İlk Yayın Tarihi: 18.01.2022

Revizyon Tarihi: 09.05.2022

Revizyon No: 01

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Program türü : Doktora

Anabilim Dalı : Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Tez Sahibi : Recep GÖÇMEN

Sınav Tarihi ve Saati :

Tez Başlığı : Kalp Atım Hızı Değişkenliği Geri Bildirim Antrenmanının Basketbolcuların Serbest Atış İsabeti, Bilişsel ve Duyu Motor Ritim Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Bu çalışma, içerik ve kalite bakımından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

Unvan, Adı-Soyadı (Kurum adı)

İmza

Danışman

Üye

Üye

Üye

Üye

Üye

ONAY

Bu tez, yukarıda isimleri bulunan jüri üyeleri tarafından "Marmara Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca kabul edilmiş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Feyza ARICIOĞLU

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

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 çalışması ile elde edilmemiş bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Recep GÖÇMEN

İmzası

TEŞEKKÜR

Çalışma sürecinin her aşamasında, karşılaştığım tüm zorluklarda yardımını ve bilgilerini hiçbir zaman benden esirgemeyen ve varlığıyla her zaman yanımda hissettiğim kıymetli Danışmanım Doç. Dr. Yeliz PINAR'a, tezimin planlanması ve hazırlığı aşamasında akademik tecrübesiyle bilgilerini paylaşan fakat emekli olması nedeniyle tezimin kalan kısımlarda da varlığını hep hissettiğim sayın hocam Prof. Dr. Salih PINAR'a en içten duygularıyla kendilerine teşekkür ederim.

Akademik hayatımın en başından bu yana varlığını hep hissettiğim, engin bilgileri, öncü karakteri tezimin planlanması, uygulanması ve yazımı aşamalarında tecrüberiyle de her anlamda katkı sağlayan, akademik hayatta yol gösterecek olan kıymetli II. Danışmanım Prof. Dr. Abddurahman AKTOP'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Akademik anlamda farklı bakış açıları kazandıran, çalışmama engin ve derin bilgileriyle vakitlerini esirgemeyen, her zaman olumlu yaklaşımlarıyla destek veren, teşvik eden ve tezime izleme komite üyeleri olarak kattıkları derinliklerle farklı boyut kazandıran Prof. Dr. Hasan Birol ÇOTUK ve Dr. Öğr. Üyesi Dilek Göksel DURU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Yine tüm sorunlarda ve planlama bilgilerini ve yardımını benden esirgemeyen, çalışmamın tüm sürecinde ve karşılaştığım zorluklarda varlığıyla ve katkılarıyla yanımda olan Doç. Dr. Adil Deniz DURU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Aynı fakültede çalışmaktan gurur duyduğum, bilgileri, tecrübeleri ve kıymetli tavsiyeleri ile hem akademik hem de sosyal olarak hep yanımda olan Prof. Dr. Fatih DERVENT'e, Prof. Dr. Nusret RAMAZANOĞLU'na, Prof. Dr. Cengiz KARAGÖZOĞLU'na, Dr. Öğr. Üyesi Serdar Orkun PELVAN'a, Doç. Dr. Ümit ORHAN'a, Dr. Öğr. Üyesi Müfide ÇOTUK'a, Dr. Öğr. Üyesi Nejla GERÇEK'e, Öğr. Gör. Savaş AKBAŞ'a, Arş. Gör. Ozan KUMBASAR'a, Arş. Gör. Göktuğ ŞANLI'ya çok teşekkür ediyorum.

Tezimin ölçüm aşaması pandemiye denk gelmesi nedeniyle katılımcılara ulaşmanın neredeyse imkansız seviyeye geldiği süreçte hem profesyonel basketbol takımına hem de üniversiteye beni kabul eden sayın Öğr. Gör. Rıza DARENDELİOĞLU'na ve bu süreçte fakülte dekanım olarak ölçümleri Akdeniz Ünivertesi'nde sürdürmem de destek olduğu için Prof. Dr. Ali KIZILET'e teşekkürü bir borç bilirim.

Yine bu süreçte hep yanımda olan doktora dönem arkadaşlarımdan Arş. Gör. Birgül ARSLAN'a ve Öğr. Gör. Serra Ayşe ÇAKAR'a teşekkür ediyorum. Akdeniz Üniversitesi'nde gerçekleştirdiğim ölçümler esnasında yine yanımda olan Öğr. Gör. Esin KAPLAN'a teşekkür ederim.

Tezime zorlu, yoğun maç programı ve pandemik süreçlerde olmalarına rağmen gönüllü olarak katılan, tüm basketbolculara çalışmama verdiği katkılarından dolayı kendilerine ayrı ayrı teşekkürü bir borç bilirim.

Emeğini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli annem ve çok sevgili babama çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olan, tez sürecimin tamamlamasında varlığıyla bana desteğini esirgemeyen, tez sürecinin yoğunluğu sebebiyle kendisine ayıramadığım vakitlerin hiçbirinde bana en ufak bir olumsuzluk yansıtmayan, kimi zaman stresli kimi zaman da yaşadığım zorluklarda içinde bulunduğum durumda beni hep pozitif yönde tutmaya çalışan değerli eşim Reyhan GÖÇMEN'e en içten duygularıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR LİSTESİ.....	i
TABLO LİSTESİ	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER.....	4
4.1. Spor Psikolojisi.....	4
4.2. Sporda Psikolojik Faktörler.....	4
4.2.1 Stres ve Stresle Başa Çıkma.....	4
4.2.2. Kaygı.....	5
4.2.3. Motivasyon.....	6
4.2.4. Uyarılmışlık.....	8
4.2.5. Odaklanma	9
4.2.6. Özgüven	9
4.3. Spor Psikolojisinde Kullanılan Yöntemler.....	10
4.3.1. Nefes Egzersizleri	10
4.3.2. Dereceli Gevşeme	10
4.3.3. Otojen Antrenman	11
4.3.4. İmgeleme (Zihinde Canlandırma)	11
4.4. Psikofizyoloji.....	12
4.5. Biyolojik Geribildirim.....	13
4.5.1. Elektrokardiyografi (EKG).....	13
4.5.2. Elektroensefalografi (EEG).....	14
4.6. Kalp Atım Hızı Değişkenliği.....	15
4.7. Kalp ve Beyin Bağlantısı.....	16
4.8. Bilişsel Özellikler	17
4.8.1. Hafıza	17
4.8.2. Dikkat	18
4.8.3. Uzamsal Algı.....	18
4.9. Solunum Frekansı.....	19
5. GEREÇ ve YÖNTEM.....	20
5.1. Çalışma ve Çalışma Grubunun Özellikleri.....	20

5.1.1. Çalışmanın Grubu	20
5.1.2. Çalışmanın Modeli	20
5.1.3. Katılımcıların Çalışmaya Dahil Olma Kriterleri	20
5.1.4. Katılımcıların Çalışmadan Hariç Tutulma Kriterleri	21
5.1.5. KAHD-GB Antrenman ve Ölçüm Süreçleri.....	21
5.1.6. Çalışmanın Hipotezleri.....	22
5.1.7. Çalışmanın Uygulandığı Yer.....	22
5.1.8. Çalışmanın Değişkenleri	233
5.1.9. Çalışmanın Sınırlılıkları	23
5.2. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geri Bildirim Antrenmanı.....	23
5.3. Çalışmada Uygulanan Testler.....	24
5.3.1. Elektrokardiyografi Kayıt ve Ölçümü (Kalp Atım Hızı Değişkenliği)	24
5.3.2. Elektroensefalografi Kayıt ve Ölçümü.....	25
5.3.3. Basketbol Serbest Atış Testi ve Antrenmanı.....	27
5.3.4. Bilişsel Beceri Testleri	28
5.3.5. Hafıza Testi (Corsi Blocks Test).....	29
5.3.6. Dikkat Testi (Stroop Test).....	31
5.3.7. Uzamsal Algı Testi (Zihinde Döndürme Testi-Rotation Test).....	33
5.4. Verilerin Analizi Toplama Yöntemleri.....	35
6. BULGULAR	36
Tablo 2. KAHD ve Serbest Atış Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	37
Tablo 3. Bilişsel Özelliklere Ait Verilerin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	39
Tablo 4. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarında EEG-CZ Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	40
Tablo 5. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarında EEG-F3 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	42
Tablo 6. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarında EEG-F4 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	44
Tablo 7. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5'li Sayma Oturumlarında EEG-Cz Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	48
Tablo 8. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5'li Sayma Oturumlarında EEG-F3 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	48
Tablo 9. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5'li Sayma Oturumlarında EEG-F4 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	50
Tablo 10. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7'li Sayma Oturumlarında EEG-Cz Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	522

Tablo 11. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumlarında EEG-F3 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	544
Tablo 12. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumları EEG-F4 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	566
Tablo 13. Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	588
Tablo 14. Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırması	59
Tablo 15. Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırması	611
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	622
7.1. KAHD-GB Antrenmanının Bilişsel Özellikler Etkisinin Değerlendirilmesi	622
7.2. KAHD-GB Antrenmanının EEG Özellikleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi.....	644
7.3. KAHD-GB Antrenmanının Basketbol Serbest Atış İsabeti Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi.....	666
7.4. Sonuç ve Öneriler.....	677
8. KAYNAKLAR	69
9. ÖZGEÇMİŞ.....	844
10. BİLİMSEL FAALİYETLER.....	855
11.EKLER.....	866

KISALTMALAR LİSTESİ

BGB	: Biyolojik Geribildirim
BMI	: Bilişsel Motivasyonel İlişki
CS	: Corsi Block Test
DMR	: Duyu Motor Ritim
EDA	: Elektrodermal Aktivite
EEG	: Elektroensefalografi
EKG	: Elektrokardiyografi
EMG	: Elektromiyografi
GA	: Gözler Açık
GA5	: Gözler Açık 5'li Geri Sayma,
GA7	: Gözler Açık 7'li Geri Sayma,
GK	: Gözler Kapalı
GK5	: Gözler Kapalı 5'li Geri Sayma
GK7	: Gözler Kapalı 7'li Geri Sayma
HF	: High Frequency
KAH	: Kalp Atım Hızı
KAHD	: Kalp Atım Hızı Değişkenliği
KAHD-GB	: Kalp Atım Hızı Değişkenliği Geri Bildirim
LF	: Low Frequency
LF/HF	: Low Frequency/ High Frequency
NGB	: Nöro Geribildirim
PEBL	: The Psychology Experiment Building Language
PNN50	: The proportion of NN50 divided by the total number of NN intervals,
PSS	: Parasempatik Sinir Sistemi
rMSSD	: Root Mean Square Standard Deviation
ROT	: Rotation Test
SDNN	: Standard Deviation NN Intervals,
SSA	: Solunum Sinüs Aritmisi
SSS	: Sempatik Sinir Sistemi
ST	: Stroop Test

TABLO LİSTESİ

Sayfa Numarası

Tablo 1. Çalışmaya Katılan Kadın Basketbolcuların Yaş, Boy ve Antrenman Yaşı Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (SS).....	36
Tablo 2. KAHD ve Serbest Atış Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	37
Tablo 3. Bilişsel Özelliklere Ait Verilerin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	39
Tablo 4. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarında EEG-CZ Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması	40
Tablo 5. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarında EEG-F3 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması	42
Tablo 6. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarında EEG-F4 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması	44
Tablo 7. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumlarında EEG-Cz Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması	46
Tablo 8. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumlarında EEG-F3 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması	48
Tablo 9. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumlarında EEG-F4 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması	50
Tablo 10. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumlarında EEG-Cz Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması	52
Tablo 11. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumlarında EEG-F3 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	54
Tablo 12. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumları EEG-F4 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması.....	56
Tablo 13: Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırması	58
Tablo 14: Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırması	59

Tablo 15: Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırması	61
---	----



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa Numarası

Şekil 1. Çalışma Akış Şeması.....	22
Şekil 2. HeartMath eMwave Pro+ Yazılım Arayüzü.....	24
Şekil 3. EEG Kaydı ve Bilişsel Testler Uygulama Aşamaları.....	27
Şekil 4. PEBL Corsi Blok Test Ekranı.....	30
Şekil 5. PEBL Corsi Blok Test Seçim Tamamlama Ekranı.....	31
Şekil 6. PEBL Corsi Blok Test Zamanlama Görseli.....	31
Şekil 7. Stroop Testi Test Tasarım Örneği.....	32
Şekil 8. Stroop Testi Ekranı.....	33
Şekil 9. Zihinsel Döndürme Test Ekranı.....	34
Şekil 10. Ölçümlerarası EEG-Cz Kanalı Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumları Frekans Dağılımı.....	41
Şekil 11. Ölçümlerarası EEG-F3 Kanalı Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumları Frekans Dağılımı.....	43
Şekil 12. Ölçümlerarası EEG-F4 Kanalı Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumları Frekans Dağılımı.....	45
Şekil 13: Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırması	47
Şekil 14: Ölçümlerarası EEG-F3 Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 5’li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı.....	49
Şekil 15: Ölçümlerarası EEG-F4 Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 5’li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı.....	51
Şekil 16: Ölçümlerarası EEG-CZ Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 7’li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı.....	53
Şekil 17: Ölçümlerarası EEG-F3 Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 7’li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı.....	55
Şekil 18: Ölçümlerarası EEG-F4 Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 7’li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı.....	57

1. ÖZET

Tezin başlığı: Kalp Atım Hızı Değişkenliği Geri Bildirim Antrenmanının Basketbolcuların Serbest Atış İsabeti, Bilişsel ve Duyu Motor Ritim Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Öğrencinin Adı Soyadı: Recep Göçmen

Danışmanın Adı Soyadı: Doç. Dr. Yeliz PINAR

Programın Adı: Hareket ve Antrenman Doktora Programı

Amaç: Bu çalışmanın amacı 6 haftalık Kalp Atım Hızı Değişkenliği Geribildirim (KAHD-GB) Antrenmanının bilişsel özelliklere, duyu-motor ritim, serbest atış isabeti performansı üzerine etkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya Türkiye Basketbol Federasyonu'na bağlı liglerde lisanslı olarak basketbol oynamış 18-35 yaş aralığındaki 24 kadın profesyonel basketbol sporcusu katılmıştır. KAHD-GB antrenmanı toplamda 6 hafta boyunca haftada 3 seans olarak sadece müdahale grubuna uygulanmıştır. Toplamda 3 test (ön test, son test ve takip testi) uygulanmıştır. Verilerin dağılımı Shapiro Wilk testi ile değerlendirilirken ayrıca verilerin çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılmıştır. Bilişsel testlere ait veriler standart puana dönüştürülerek hesaplanmıştır. İki grup ve üç ölçüm içeren çalışmada (2x3) Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measurements Anova) testi kullanılmıştır. Grup içi ölçüm çiftleri için eşleştirilmiş T-test kullanılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalarda Bağımsız T-Test kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 kabul edilmiştir ($p<0,05$).

Bulgular: KAHD-GB Antrenmanının müdahale sonrası serbest atış verilerinde müdahale grubu lehine anlamlı bir fark görülmüştür ($p=,049$). Bilişsel özellikler ve KAHD verilerinde gruplar arası veya içinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p<0,05$). EEG verileri genellikle grup içinde farklılaşırken, gruplar arası karşılaştırmada sadece takip testlerinde belirli değerlerde (GK_DMR3, GA5_Alfa3) anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Sonuç: KAHD-GB antrenmanının serbest atış isabeti performansını arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu sonucun GB antrenmanları ile katılımcılarda yaratılan psikolojik durumun bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu antrenman profesyonel basketbolcuların serbest atış antrenmanlarına destek olabilecek ek bir yöntem olarak önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kalp atım hızı değişkenliği, biyolojik geribildirim, basketbol serbest atış, bilişsel özellikler, psikofizyoloji.

2. SUMMARY

Title of Thesis: Investigation of the Effect of Heart Rate Variability Feedback Training on Free Throw Accuracy, Cognitive and Sensory Motor Rhythm Characteristics of Basketball Players

Student Name, Surname: Recep Göçmen

Supervisor Name: Ass. Prof. Yeliz PINAR

Program Name: Exercise and Training Science PhD Program

Objective: The aim of this study was to investigate the effect of 6-week Heart Rate Variability Biofeedback (HRV BF) Training on cognitive abilities, sensory-motor rhythm and free throw accuracy performance.

Materials and Methods: Twenty-four female professional basketball players between the ages of 18-35 who played licensed basketball in leagues affiliated to the Turkish Basketball Federation participated in the study. The HRV-BF training was applied only to the intervention group as 3 sessions per week for a total of 6 weeks. A total of 3 tests (pre-test, post-test and follow-up test) were applied. The distribution of the data was evaluated with the Shapiro Wilk test, and the skewness and kurtosis values of the data were examined. The data of the cognitive tests were calculated by converting them into standard scores. In the study including two groups and three measurements (2x3), Repeated Measurements Analysis of Variance (Repeated Measurements Anova) test was used. Paired T-test was used for within-group measurement pairs. Independent T-test was used for intergroup comparisons. Statistical significance level 0.05 was accepted ($p<0.05$).

Results: There was a significant difference in favour of the experimental group in the free throw data after the intervention of HRV BF Training ($p=,049$). There was no significant difference between or within the groups in cognitive characteristics and CAHD data ($p<0.05$). While EEG data generally differed within groups, significant differences were found only in certain values (GK_SMR3, GA5_Alpha3) in follow-up tests ($p<0.05$).

Conclusion: It was observed that HRV BF training increased free throw accuracy performance. It is thought that this result is an effect of the psychological state created in the participants with feedback training. This training can be recommended as an additional method that can support professional basketball players' free throw training.

Keywords: Heart rate variability, biofeedback, basketball free throw, cognitive abilities, psychophysiology.

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Bu çalışmada Kalp Atım Hızı Değişkenliği Geri Bildirim (KAHD-GB) antrenmanının, basketbolda serbest atış isabeti, bilişsel ve duyu motor özellikler üzerine etkisi incelemek amaçlanmıştır. KAHD-GB antrenmanı ile vagus sinir aracılığıyla otonom sinir sistemi dengesini parasempatik sistem aktivasyonu (artışı) ile kişide pozitif duygu ve uygun fizyolojik durumların yaratılması planlanmıştır. Oluşan bu durum ile beyin ve kalp arasındaki uyumun artacağı düşünülmektedir. Parasempatik sistem aktivasyonunun hem psikolojik hem de fizyolojik etkileri görülmektedir (kalp atım hızı (KAH) düşüşü, dikkatin ve odaklanmanın artışı, kan basıncının düşmesi, vücudun kendini güvende hissederek sakinleşmesi). Bu durumun ortaya çıkması ile bilişsel fonksiyonlarda başarının artacağı, beynin bilişsel özelliklere ve motorsal harekete daha hazır ve uygun olacağı düşünülmüştür. Basketbol müsabakalarının sonucuna doğrudan etki eden serbest atış isabeti, katılımcılara uygulanmış müdahale sürecinden sonra yeni bir antrenman yöntemi önerisi olarak sunulabilir. Sadece fizyolojik antrenmanlar değil aynı zamanda bilişsel fonksiyonların da iyileştirilmesi ile performansın arttırmak, sporculara bütüncül bakış açısı ile yaklaşmakta önemlidir. Çalışma hedeflerimizden bir diğeri ise; KAHD-GB antrenmanının beyni nasıl etkilediğinin aydınlatılmasıdır. Kalp ve beynin; bağlantılı ve birbirlerini etkileyen iki önemli anahtar sistem olduğu düşünülürse yapılan antrenmana beynin nasıl tepki verdiği ve performans ile bağlantısının ortaya çıkarılması açısından çok önemlidir. Kalp ve beynin uyumu hem bilişsel fonksiyonlarda hem de sportif performansta olumlu sonuçlar doğuracağı beklenmektedir. Bu çalışmanın hipotezi; KAHD-GB antrenmanının basketbolcuların serbest atış isabeti, bilişsel özellikleri ve duyu-motor ritim genliğini olumlu etkileyerek hem sportif performans artışı hem de bilişsel özellikler de başarı artışı sağlayacaktır. Gerçekleştirdiğimiz bu çalışma kapsamında aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmıştır;

KAHD-GB antrenmanı ile vücutta ahenk durumunun arttırılması ile;

- Basketbolcuların serbest atış isabetlerinde artış oluşturacak mı?
- Basketbolcuların bilişsel fonksiyonlarında gelişme görülecek mi?
- Kalp Atım Hızı Değişkenliği parametreleri ve otonom sinir sisteminde nasıl bir değişiklik olacak?
- EEG frekansları aktivasyonlarında nasıl bir değişim olacak?

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Spor Psikolojisi

Spor psikolojisi, spor yapan bireylerin antrenman verimliliğini artırmayı, öğrenme süreçlerini hızlandırmayı ve sporculardaki psikolojik engelleri aşmayı amaçlayan bir spor bilim dalıdır. Spor psikolojisi, genel olarak evrensel spor faaliyetleriyle ilgili birçok sorunu ele alır ve elde ettiği deneyimsel ve teorik sonuçları özellikle sporcuların eğitiminde bilimsel yöntemlerin geliştirilmesine katkı sağlamak amacıyla eğitimcilere sunar (Eygü, 2009). Spor psikolojisi alanındaki çalışmalar, sportif performansını artırmayı amaçlayan psikolojik ve zihinsel antrenman yöntemlerini kullanmaktadır. Greenspan ve Feltz (1989), inceledikleri 20 çalışmanın 17'sinde psikolojik hazırlık çalışmaları uygulayan grupların, bu tür çalışmaları yapmayan gruplara göre daha iyi performans sergilediğini bulmuşlardır. Zihinsel antrenmanlar, motivasyonu artırmak (hedef belirleme, destekleme, güdüleme), fizyolojik tepkileri kontrol altına almak (gevşeme, becerileri otomatikleştirme), zihinsel tepkileri kontrol etmek (uyarılmışlık, dikkat, düşünme) ve stres altında performansını sergilemek (müsabaka öncesi hazırlık, kritik anlarda performans, zihinsel toparlanma) amacıyla kullanılmaktadır. Spor psikolojisi uygulamaları, stres ve kaygı ile baş etme, dikkat ve odaklanma çalışmaları, gevşeme egzersizleri, biyolojik geribildirim (BGB), bilişsel toparlanma, imgeleme, kendini düzenleme ve uyarılmışlık uygulamalarını içermektedir. Bu teknikler, sporcuların özellikle müsabaka gibi yüksek stres ve yorgunluk altındaki durumlarda yüksek performans göstermelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır (Aktop ve Seferoğlu, 2014).

4.2. Sporda Psikolojik Faktörler

4.2.1 Stres ve Stresle Başa Çıkma

Spor psikolojisinin sportif popülasyonlarda yoğun akademik ilgi gören bir alanı stres ve başa çıkmadır (Nicholls ve Polman, 2007; Polman, 2012). Geleneksel sporlarda yapılan çalışmalar, bir sporcunun stresle başa çıkma becerisinin performansı etkilediğini göstermiştir (Polman, 2012). Sporda stres ve başa çıkma araştırmalarının son 20 yılında, Lazarus'un (1999) bilişsel-

motivasyonel ilişki (BMİ) stres teorisi ağırlıklı olarak benimsenen modeldir (örn. Crocker ve ark., 2015). BMİ stres ve başa çıkma teorisi, stres faktörlerinin değerlendirilmesini, başa çıkma stratejilerinin seçimini ve başa çıkmanın algılanan etkinliğini sporcu ve çevresi arasında dinamik bir işlem olarak görmektedir. BMİ teorisine göre, değerlendirmenin birincil değerlendirme ve ikincil değerlendirme olmak üzere iki farklı adımı vardır. Birincil değerlendirme yoluyla, sporcular stres faktörünü ya bir tehdit (gelecekteki zararın değerlendirilmesi) ya da bir meydan okuma (gelecekteki faydanın değerlendirilmesi) olarak belirler. İkincil değerlendirme, sporcunun stresörle başa çıkmak için mevcut olan algılanan iç kaynaklarına erişmesini içerir. Birincil değerlendirme her zaman önce yapılmaz ve ikincil değerlendirmeden bağımsız olarak yapılmaz, değerlendirmeler bir olayın yaşanması boyunca sürekli olarak meydana gelir ve tekrarlanır. Bu değerlendirmelerin sporcunun düşünce ve davranışlarını etkilediği, sporcu-çevre ilişkisini etkilediği ve duygusal deneyimi düzenlediği öne sürülmektedir (Lazarus, 2000). Bir stresörün algılanan talepleri (birincil değerlendirme), sporcunun stresörlerle başa çıkma kaynaklarına ilişkin içsel algısından (ikincil değerlendirme) daha ağır basarsa, sporcu stres yaşar ve bir başa çıkma stratejisi veya stratejileri kullanır (Lazarus, 1999). Sporcuların karşılaştığı zorluklar genellikle tüm takım tarafından deneyimlendiğinden, başa çıkma kişiler arası (grup veya takım) veya kişi içi (bireysel) düzeyde gerçekleşebilir (Crocker ve ark., 2015; Tamminen ve Gaudreau, 2014). Bu zorluklar (kişiler arası veya kişiler içi) birden fazla spor bağlamında ortaya çıkabilir ve süre, sıklık ve yoğunluk bakımından farklılık gösteren birçok stres faktörünü içerebilir (Crocker ve ark., 2015; Nicholls ve Thelwell, 2010).

4.2.2. Kaygı

Kaygı, spor ve egzersiz psikolojisinde en yaygın duygulardan biridir (Gill ve Williams, 2008). Cox (2007) tarafından belirtildiği üzere kaygı, "çevresel bir durumu rekabet olarak yorumlamamıza ve değerlendirmemize ve belirsiz, varoluşsal bir tehditle karşı karşıya kalmamıza tepki olarak ortaya çıkan bir duygudur" şeklinde yorumlamıştır. Weinberg ve Gould (2003) ise kaygıyı "sıklıkla bir dizi fizyolojik (örn. terleme, artan kalp atış hızı), davranışsal (örn. tırnak yeme, kıpırdama) ve/veya bilişsel (örn. olumsuz düşünceler, dikkatsizlik) belirti ve semptomlarla karakterize edilir" şeklinde tanımlamaktadır. Spor bağlamında kaygı genellikle sporcunun becerilerinin değerlendirildiği bir duruma verilen tipik bir tepki olarak kabul edilir

(Smith ve Smoll, 1990). Kaygının zihinsel bir bileşeni (bilişsel kaygı) olduğu gibi fiziksel bir bileşeni de (somatik kaygı) vardır ve durumla ya da özellikle ilgili olabilir (Weinberg ve Gould, 2003). Durumluk kaygı, bir sporcunun kaygısının oyunun farklı yönleri sırasında değişmesi iken, sürekli kaygı sporcunun kişiliğinin bir parçasıdır ve bu nedenle bazı sporcular gerçekte tehdit edici olmadığı halde durumları tehdit edici olarak yaşarlar (Weinberg ve Gould, 2003). Bilişsel kaygı, sporcunun zihnindeki olumsuz düşüncelere atıfta bulunarak sporcunun ne kadar endişe yaşadığını ifade ederken, somatik kaygı fizyolojik tepkiler ve durumla birlikte ortaya çıkan değişikliklerle karakterize edilir (Weinberg ve Gould, 2003). Woodman ve Hardy (2003) bilişsel kaygının spor performansı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu belirtmiştir. Weinberg ve Gould'a (2003) göre kaygının atletik performansı etkilemesinin birçok nedeni vardır: gerginlik, artan kas gerilimi, zayıf koordinasyon ve konsantrasyon gibi fizyolojik değişiklikler, dikkat değişiklikleri ve görsel modellerdeki değişiklikler. Hall ve Kerr (1997) genç sporcularda, yeteneğin daha az olmasının özellikle müsabakalarda daha yüksek kaygı yaşamalarına neden olduğunu belirtmektedir. Genç sporcuların bu kaygıyla başa çıkmalarını desteklemek ve müsabakadan çekilmemelerini sağlamak için antrenörlerin müsabakayı dikkatli bir şekilde yönetmeleri gerekir. Yakın zamanda yapılan bir inceleme, rekabetçi durum kaygısı, rekabetçi sürekli kaygı, bedensel kaygı, bilişsel kaygı, davranışsal kaygı, performans kaygısı, kolaylaştırıcı kaygı, zayıflatıcı kaygı, yarışma kaygısı ve yarışma öncesi ve sonrası kaygı terimlerinin de sporu tanımlamak için kullanıldığını ortaya çıkarmıştır (Patel ve ark., 2010).

4.2.3. Motivasyon

Motivasyon konusu insan davranışının 'ne' ve 'neden'ini ele alır (Deci ve Ryan, 2000) ve "enerji, yön, süreklilik ve eşitlik- aktivasyon ve niyetin tüm yönleri" ile ilgilidir (Ryan ve Deci, 2000). Optimal motivasyon seviyeleri, rekabetçi sporlarda stres ve baskıya dayanmak için gerekli bir psikolojik özellik olarak sürekli rapor edilmektedir (Standage, 2012). Fletcher ve Sarkar (2012) Olimpiyat şampiyonlarının en üst düzeyde yarışmak için "olabileceğinin en iyisi olmak", sosyal tanınma, spora duyulan tutku, aşamalı yaklaşım hedeflerine ulaşmak, yetkinliklerini göstermek ve başkalarına değerlerini kanıtlamak gibi çok sayıda güdüye sahip olduklarını bulmuştur. Psikolojik dayanıklılık bağlamında özellikle önemli olan, Olimpiyat altın madalya sahipleri bilinçli olarak dış talepleri önemli olarak değerlendirmiş ve bu nedenle zorlu spor ortamlarında aktif olarak performans göstermeyi seçmişlerdir. Kişinin hedeflerinin öz kimliğiyle uyumlu hale getirildiği bu düzenleme ve değerlerin içselleştirilmesi ve bütünleştirilmesi süreci, öz

belirleme teorisinin merkezinde yer alır (Ryan ve Deci, 2000) ve en iyi sporcuları stres faktörlerinin potansiyel olumsuz etkilerinden koruyan önemli bir psikolojik varlık olarak görünmektedir.

Elit sporcuların motivasyonunu inceleyen önceki araştırmalar, davranışlarının yalnızca içsel olarak motive edilmediğini, birden fazla güdünün var olabileceğini ve kişinin katılımını tanımlayan sosyal koşulların motivasyonel süreçler üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini öne sürmüştür. Chantal ve ark. (1996) Spor Motivasyon Ölçeğinin Bulgarca versiyonunu (Pelletier ve ark., 1995) kullanarak çeşitli spor dallarından 98 elit Bulgar sporcunun motivasyon profillerini incelemiştir. Daha az başarılı sporcularla karşılaştırıldığında, en iyi performans gösteren sporcuların daha yüksek düzeyde kendi kendine belirlenmeyen motivasyon türleri sergilediklerini bulmuşlardır. Özellikle, ünvan sahipleri ve madalya kazananlar, birincil motivasyon kaynakları olarak dış ödülleri, yükümlülük duygularını ve baskıyı daha sık bildirmişlerdir. İlginç bir şekilde yazarlar, o dönemde Bulgaristan'da hakim olan yüksek rekabetçi spor yapısının, her ne pahasına olursa olsun kazanmayı güçlü bir şekilde vurgulaması nedeniyle sporcuların motivasyonunu etkilemiş olabileceğini öne sürmüşlerdir. Mallet ve Hanrahan (2004), daha az kontrol edici sosyal koşullarda elit sporcuların motivasyonu hakkında daha fazla bilgi sağlamak için yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanarak Avustralya'daki elit atletizm sporcularının motivasyon süreçlerini araştırmıştır. Bu bireylerin hem kendi kendini belirleyen hem de kendi kendini belirlemeyen çoklu motivasyonlarla karakterize olduklarını bulmuşlardır. Görüşme verileri heyecan, keyif ve diğer sporcularla yakınlık hissinin önemli güdüler olduğunu ortaya koysa da daha az öz belirleyici nedenler de ortaya çıkmıştır. Gerçekten bazı sporcular rakiplerini yenmeyi, parayı ve sosyal tanınırlığı en üst düzeyde yarışmak için güdüler olarak tanımlamıştır. Ancak Mallett ve Hanrahan'ın (2004) çalışmasının sonuçları, elit sporcularda dışsal motivasyonun biçimlerinin içselleştirilebildiğini ve entegre edilebildiğini göstermektedir. Yani, dışsal düzenlemeleri kademeli olarak öz düzenlemeye dönüştürebilmektedirler. Daha spesifik olarak ve özellikle psikolojik dayanıklılık bağlamında önemli olarak, sporun çevresel taleplerini kişisel olarak sahip oldukları değerler ve inançlarla değerlendirmenin ve uyumlu hale getirmenin yollarını bulurlar. Kendi kaderini tayin teorisinin temel ilkelerinden biri, bir faaliyete kendi tercihleriyle katılan bireylerin, katılımı daha az özerk olanlara kıyasla daha iyi sonuçlar elde edeceğidir (Ryan ve Deci, 2000).

Spor ortamlarında, özerk motivasyonun daha iyi refah ve canlılık (Gagne ve ark., 2003), daha yüksek akış seviyeleri (Kowal ve Fortier, 1999), daha fazla rapor edilen çaba, ilgi ve kararlılık (Pelletier ve ark., 2001) ve olumlu sportmenlik yönelimleri (Ntoumanis ve Standage, 2009) gibi uyarlanabilir sonuçları öngördüğü gösterilmiştir. Ancak elit spor söz konusu olduğunda, antrenmanların büyük bir kısmı ilgi çekici olmayabilir ve performansı artırmak için gerekli olsa da son derece tekrarlayıcı ve monoton olabilir. Bununla birlikte, araştırmalar, antrenmanın en sıkıcı yönlerinin bile, bireyin kendi belirlediği motivasyon düzenlemelerini içselleştirmesine yardımcı olan ilgi artırıcı stratejilerin kullanılmasıyla aşılabileceğini göstermiştir (Green-Demers ve ark., 1998). Önceki araştırma bulguları, optimal motivasyonun sporcularda psikolojik dayanıklılık için önemli bir varlık olduğunu göstermektedir. Özellikle, özerk değerlere ve inançlara sahip olmanın sporcuların düşünce süreçleri üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir.

4.2.4. Uyarılmışlık

Uyarılma, "derin uykudan yoğun heyecana kadar bir süreklilik içinde değişen organizmanın genel fizyolojik ve psikolojik aktivasyonu" olarak tanımlanmaktadır (Gould ve Krane, 1992). Özellikle fizyolojik uyarılma kendini çeşitli şekillerde gösterir ve bu nedenle kalp atış hızı, solunum hızı, kan basıncı ve hatta öz bildirim ölçekleri gibi çeşitli ölçümlerle incelenebilir (Gould ve Krane, 1992). Uyarılma diğer biyolojik yöntemlerle de ölçülebilir. Bir kişi stres yaşadığında, vücut iki ana süreç yoluyla homeostatik bir duruma dönmeye çalışır. İlk olarak, algılanan bir tehdit ilk görüldüğünde kortikotropin hormon salgılanır, bu da limbik-hipotalamik-hipofiz-adrenal eksenini aktive ederek kortizol gibi glukokortikoidleri kana salgılar (Lozovaya ve Miller, 2003). İkinci yol, otonom (sempatik) sinir sisteminin aktivasyonundan sonra norepinefrin gibi katekolaminlerin kan akışına salınmasını içerir (Chrousos ve Gold, 1992).

Uyarılma üzerine yapılan biyolojik araştırmaların çoğu ilk yola odaklanır ve performansla ilişkili olarak kortizol salınımını ölçer (Gonzalez-Bono ve ark., 1999, Haneishi ve ark., 2007). Ancak araştırmacılar, yalnızca tükürük kortizolüne odaklanmanın araştırmacılara stres tepkisi hakkında sınırlı bir anlayış kazandırabileceğini öne sürmektedir (Granger ve ark., 2008). Atletik performansla ilgili olarak uyarılmayı tanımlayan, araştırmalarda tutarsızlıklar bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar, kortizol veya kalp atış hızı seviyeleriyle ölçülen zirve uyarılmanın müsabakadan önce gerçekleştiğini bulmuştur (McCaul ve ark., 1992; Salvador ve

ark., 2003). Ancak, diğer araştırmacılar müsabakadan sonra ortaya çıkan en yüksek uyarılma seviyelerini ölçmüştür (Filaire ve ark., 2009; Gonzalez-Bono ve ark., 1999; Haneishi ve ark., 2007). Bu çelişkili bulgular, çalışılan sporların çeşitliliğinden, küçük örneklem sayılarından veya ölçümlerin alındığı farklı zamanlardan kaynaklanıyor olabilir. Nedeni ne olursa olsun, uyarılma seviyelerinin sporcularda performans kalitesini etkilediği bulunmuştur (Janelle ve Hatfield, 2008) ve bu nedenle bu ilişki incelenmeye devam edilmelidir.

4.2.5. Odaklanma

Odaklanma, diğer psikolojik beceriler üzerindeki etkisi ve kontrolü nedeniyle çok etkili bir sportif psikolojik beceri olarak tanımlanmaktadır ve olumsuz tepkileri ortadan kaldıracıdır (Karageorghis ve Terry, 2011). Odaklanma, bir sporcunun çevresindeki değişikliklere rağmen antrenman ya da müsabaka sırasında görevine kilitlenmesidir (Smith ve Christensen, 1995). Odaklanma dinamiktir ve uyarılar değiştiğinde yeni duruma göre sporcunun etkili olabilmesi için en ilgili uyarılara konsantre olması gerekir ve uygun olmayan uyarılar tarafından bölünür veya etkilenirse beceri seviyesi olumsuz etkilenir (Karageorghis ve Terry, 2011). Seçicilik odaklanmanın boyutlarından biridir. Beyin herhangi bir durumda çok sayıda farklı uyarı alır ve sporcu bilinçli ya da bilinçsiz olarak hangi uyarılara odaklanacağını seçer ve bu da odağın kaymasına yol açabilir (Karageorghis ve Terry, 2011). Odaklanma, sporun tüm aşamalarında ve yönlerinde çok önemli bir psikolojik beceridir ve hafif bir kayıp bile performansın başarısız olmasına neden olabilir (Dosil, 2006).

4.2.6. Özgüven

Özgüven, Vealey ve Chase (2008) tarafından "kişinin başarıya ulaşmak için iç kaynaklarına ve özel yeteneklerine duyduğu inanç" olarak tanımlanmaktadır. Özgüven istikrarlıdır ve durumlara göre değişebilir ancak mümkün olduğunca istikrarlı olmalı ve bir spor katılımcısı kötü sonuçlar için suçu üzerine almamalıdır (Karageorghis ve Terry, 2011). Özgüven, sporcular, antrenörler ve spor psikologları tarafından da sporda başarıya ulaşmak için gerekli önemli bir sportif psikolojik beceri olarak kabul edilmektedir (Vealey ve Chase, 2008). Birçok araştırmacı başarılı sporcuların daha az başarılı sporculara göre daha yüksek özgüven düzeyine sahip olduğunu belirtmiştir (Andrew ve ark., 2007; Cox ve ark., 2010; Woodman ve Hardy, 2003). Ellerinden gelenin en iyisini yapmak isteyen sporcuların yüksek düzeyde özgüvene ihtiyaç duyduğu, düşüncelerin eylemler ve nihai sonuç üzerinde doğrudan etkiye sahip olduğu bildirilmektedir.

Genç sporcular kaybettiklerinde kolayca motivasyonlarını kaybedebilirler ve rekabet seviyeleri yükseldikçe zorluklar artar ve kaybetme olasılığı daha yaygındır (Karageorghis ve Terry, 2011). Özgüvenin motivasyon üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve sporcu performansını olumsuz etkileyen psikolojik bariyerlerin özgüvenle aşılabileceği düşünülmektedir (Karageorghis ve Terry, 2011). Tod ve ark. (2010), bir sporcunun kendine inanmasının, performansa katkıda bulunan olumlu duygusal düşünceler ve davranışlar üzerindeki etkisi nedeniyle performansı artırabileceğini belirtmektedir. Özgüveni düşük olan genç sporcuların, yüksek olan genç sporculara kıyasla antrenörlerin destek ve teşviklerine daha fazla güvendiklerini bildirmiştir (Gallucci, 2013).

4.3. Spor Psikolojisinde Kullanılan Yöntemler

4.3.1. Nefes Egzersizleri

Nefes egzersizleri, yapılış şekillerine göre iki ana kategoriye ayrılır: göğüs solunumu ve diyafram solunumu. Göğüs solunumunda, akciğerlerin tamamı hava ile dolmaz ve soluk alma işlemi yüzeysel gerçekleşir. Diyafram solunumunda ise diyafram karına doğru hareket eder ve akciğerler daha fazla miktarda hava ile dolar. Diyaframik solunum aynı zamanda iç organlara "masaj" benzeri bir etki yaratarak olumlu bir durum ortaya çıkarır. Bu masaj sindirim sistemi için faydalı olabilir, iç organlara kan akışını artırabilir ve bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkileri olabilir (Tiryaki, 2000).

Başka bir sınıflandırma, soluk alma ve verme süresi ile ilgilidir ve üç türü içerir: "dengeli soluk alma ve verme" (soluk alma ve verme süreleri eşittir), "temizleyici soluk alma ve verme" (soluk alma süresi soluk verme süresinden daha uzundur) ve "enerji verici soluk alma ve verme" (soluk alma süresi soluk verme süresinden daha kısadır). Solunum egzersizlerinin uygulanmasında, diyaframik solunumun öğrenilmesi ve günde 2-3 kez 5-10 dakika süreyle uygulanması önerilmektedir (Doğan, 2005).

4.3.2. Dereceli Gevşeme

1930'lu yıllarda dereceli gevşemeyi geliştiren Edmund Jacobson, kaslardaki gevşemenin zihinsel olarak da bir gevşemeye neden olacağını düşünmüştür. Temel ilke, bu yöntemde "kas gruplarını sistematik olarak kasıp gevşetmektir." Sporcular, belirli bir kas grubuna odaklanır, bu kas grubunu kasarlar (5-7 saniye), sonra gevşetirler ve tekrar o kas grubuna odaklanırlar. Dereceli gevşeme egzersizleri uygun bir şekilde yapıldıktan sonra, bu egzersizler dört büyük

kas grubu ile gerçekleştirilebilir. Bu şekilde antrenman süresi 10 dakikaya kadar azaltılabilir ve bu sürenin kısaltılması etkinliği azaltmaz (Doğan, 2005).

Dereceli gevşeme, vücuttaki on altı kas grubunun gerilip gevşetilmesine dayanır. Bu kasları gererken ve gevşetirken, kişinin gerginlik ile gevşeme durumu arasındaki farkı ayırt edebilmesi önemlidir. Bu nedenle, bu tekniği ustalıkla uygulayan bir sporcu, bir müsabaka öncesi vücudundaki kasların hangilerinin normalden daha gergin olduğunu tespit edebilir. Gevşeme tekniği, sporcuların antrenmanlarının bir parçası olarak düzenli olarak yaptıkları germe egzersizlerine benzer. Harris ve Harsmen, bu tekniği tam anlamıyla uygulamadan önce, kas gruplarıyla aşama aşama çalışmanın yapılması gerektiğini önermiştir (Tiryaki, 2000).

4.3.3. Otojen Antrenman

Otojenik eğitim, progresif kas gevşemesi, gevşeme-biofeedback ve gevşeme-hipnoz gibi gevşeme yöntemleri, birçok psikolojik tedavi yaklaşımında ve ortamında çeşitli bozuklukların tedavisinde ve önleyici veya rehabilite edici programlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Stetter, 1998). Otojenik antrenman, kendi kendine telkinlerle kolaylaştırılan bedensel algıların (örneğin, kolların, bacakların ve karnın ağırlığı ve sıcaklığı; nefesin ritmi ve kalp atışı) pasif konsantrasyonuna dayanır ve ilk olarak 1932 yılında J. H. Schultz tarafından bir monografide tanımlanmıştır (Stetter, 1998). 1920-1924 yılları arasında yapılan psikolojik deneyler, sakin bir hipnoz sırasında insanların fiziksel değişiklikler hissettiklerini açıkça göstermiştir. Bireyler, kendilerine dinginlik, ağırlık ve sıcaklık hissi veren fiziksel değişimleri algırlar. Ağırlık hissi, kasların gevşemesiyle ilişkilidir. Sıcaklık hissi ise damarların genişlemesi ve artan kan dolaşımı ile ilgilidir. Hipnozun temel amacı organizmanın derin bir gevşeme haline girmesidir, benzer şekilde kaslar ve damarlar üzerinde yoğunlaşma hedeflenir (Konter, 1999).

Otojen antrenman ile dereceli gevşeme egzersizleri arasındaki fark, otojen antrenmanın herhangi bir aktif kas hareketini gerektirmemesidir. Bir anlamda dereceli gevşeme, kaslardan zihne bir yaklaşım olarak düşünülürken, otojen antrenman ise zihinden kaslara gevşeme tekniği olarak kabul edilir. Otojen antrenman aynı zamanda self-hipnoz olarak da adlandırılır. Otojen antrenmanın uykusuzluk, aşırı kilo, konsantrasyon eksikliği, yüksek tansiyon, kabızlık gibi sorunları azalttığı belirtilmektedir (Tiryaki, 2000).

4.3.4. İmgeleme (Zihinde Canlandırma)

Spor psikolojisi alanında, psikolojik, bilişsel, fizyolojik ve eğitimsel sonuçlar için zihinsel

becerilerin (yani, kendi kendine konuşma ve imgeleme) kullanımına odaklanan çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Munroe-Chandler ve Guerrero, 2018). İmgeleme, "zihinde bir deneyimi yeniden yaratmak veya oluşturmak için tüm duyuları kullanmak" olarak tanımlanmaktadır (Williams, 1993). Bu tanım içerisinde, imgelemeyi diğer teknik veya becerilerden ayıran üç farklı bileşen vardır. İlk olarak, imgeleme zihinde deneyimlerin yaratılması veya yeniden oluşturulmasıdır ve kişinin imgelemeyi seçtiği şey iç ve dış anılardan gelebilir. Sporcular imgelemeyi önceki performanslarını yeniden yapılandırmak ve güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirmek için bir araç olarak kullanmayı ya da antrenman veya müsabakada gerçekleştirmeden önce gördükleri spora özgü bir beceriyi zihinsel olarak prova etmeyi tercih edebilirler. İkinci olarak, imgeleme tüm duyularınızı kullanmayı içerdiği için çok duyuludur. İmgelemeye çalışan sporcular görsel, işitsel ve kinestetik gibi mümkün olduğunca çok duyuyu kullanmayı hedeflemelidir. Tüm duyulara ek olarak, etkinlik sırasında kişinin duygusal tepkisini kontrol etmesine yardımcı olmak için deneyimin duygusal yönleri de dikkate alınmalıdır. Bu bileşenin dahil edilmesi, baskı altında duyguların yönetilmesine yardımcı olur. İmgelemenin çok duyulu doğası sayesinde deneyimler daha canlı hale gelir ve imge ne kadar canlı olursa performansı artırmada o kadar etkili olur. Son olarak, imgelemenin önemli bir özelliği de sadece zihinle yapılması ve imgeleme için herhangi bir dış uyarana ihtiyaç duyulmamasıdır. İmgeleme, sporcuların faydalarından yararlanmak için bir antrenman veya yarışma ortamında bulunmalarına gerek olmaması açısından idealdir. Birey zihninde canlı bir deneyim yaratmak veya yeniden yaratmak için mümkün olduğunca çok duyuyu kullanmaya çalıştığı sürece, imgeleme elde etmeyi umdukları gerekli sonuçları geliştirmeye yardımcı olabilir (Williams, 1993).

4.4. Psikofizyoloji

Psikofizyoloji, "bilişsel, duyuşsal ve davranışsal fenomenlerin fizyolojik prensipler ve olaylar yoluyla anlaşılması ve açıklanmasına çalışan bilimsel çalışmalar" olarak tanımlanabilir. Psikofizyoloji, spor performansı gibi karmaşık ve süreçleri incelemek için kullanılan nispeten ağrısız ve objektif bir yöntemdir (Collins, 1995). Psikofizyolojinin temel fikri, organizmada meydana gelen her fizyolojik değişikliğin, zihinsel ve duygusal durumlarda da değişikliklere neden olacağı varsayımına dayanmaktadır, bu da beden ve zihin arasındaki ilişkiyi yansıtır (Bar-Eli, 2002).

Psikofizyoloji, zihinsel ve duygusal durumları elektrofizyolojik ve psikoendokronolojik tepkilerden elde edilen sonuçlarla anlamaya çalışan davranış biliminin bir dalı olarak kabul edilebilir. Bilişsel düzeydeki etkiler, olumsuz beklentiler, dikkat eksikliği, odaklanma eksikliği, başarısızlık hissi ve tehdit altında hissetme gibi faktörlerle ilişkilendirilirken, fizyolojik düzeydeki etkiler, otonom sinir sisteminin doğrudan etkisiyle meydana gelir, bunlar arasında "kalp atış hızının artması, nefes alışverişinde hızlanma, kaslarda gerginlik ve ellerde terleme" gibi tepkisel reaksiyonlar bulunur (Tiryaki, 2000; Özerkan, 2004; Morris ve Summer, 1995)

4.5. Biyolojik Geribildirim

Biyolojik geribildirim kavramı, 1960'lı yılların sonlarında ortaya çıkmıştır. O günden günümüze kadar, hızla birçok alanda gelişmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Biyolojik geribildirim, bireyin fizyolojik aktivitelerini, bu aktiviteler ile ilgili bilgi almasını sağlayarak, istemli olarak kontrol etmesini arttırmaya çalışan teknikler olarak tanımlanabilir. Biyolojik geribildirim, kısaca, "biyolojik süreçler ile ilgili bilgi edinme" olarak tanımlanmıştır (Olton ve Noonberg, 1980). Biyolojik geribildirim kullanılarak, biyolojik fonksiyonlar ile ilgili elde edilen bilginin temel amacı, bireyin bu fonksiyonları kendisinin düzenleyebilmesini sağlamaktır (Petrusello ve ark., 1991).

BGB önem kazanan güncel yöntemlerden bir tanesidir. BGB de kullanılan farklı modüller vardır. Bunlar; Elektromiyografi (EMG), Elektrokardiyografi (EKG), Elektrodermal Aktivite (EDA), Elektroensefalografi (EEG), kan basıncı ölçümü ve solunum sıklığı gibi çeşitli tekniklerdir. Kardiyovasküler geri bildirim, araştırmacılar ve doktorlar tarafından kalp atım hızı (KAH) ile ilgili geri bildirim almak için kullanılır. Kardiyovasküler sistemin BGB antrenmanı ile kontrol altına alınması hem klinik çalışmalar hem de spor alanında başarı ile uygulanmaktadır (Blumenstein ve ark. 1995). Bu kontrollü durum için kullanılan yöntemlerden bir tanesi Kalp Atım Hızı Değişkenliği'dir (KAHD).

4.5.1. Elektrokardiyografi (EKG)

Elektrokardiyografi (EKG) bir asırdan uzun bir süre önce kullanılmaya başlanmış olmasına rağmen, noninvaziv olması, geniş çapta kullanılabilirliği ve maliyet etkinliği nedeniyle modern klinik uygulamada en sık yapılan kardiyak testlerden biri olmaya devam etmektedir (Kligfield ve ark., 2007). EKG, hasta takibinde ve prognostik bir araç olarak kullanılmasının yanı sıra aritmilerin, iletim bozukluklarının ve iskeminin teşhisinde hala merkezi bir rol oynamaktadır

(Kligfield ve ark., 2007; Narayanan ve Chugh, 2015). Kalp hızı muhtemelen EKG'den değerlendirilebilen en basit parametredir. Değiştirilemeyen ve değiştirilebilen çok sayıda faktör kalp hızını karmaşık bir şekilde etkiler ve otonom sinir sistemi önemli bir rol oynar (Valentini ve Parati, 2009). Yüksek istirahat kalp hızının kardiyak ve tüm nedenlere bağlı mortalite artışının bir öngörücüsü olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (Fox ve ark., 2007). Yüksek istirahat kalp hızı, genel popülasyondaki erkek bireylerde ani ölümle de ilişkilendirilmiştir ve risk istirahat kalp hızı seviyesiyle doğrusal olarak artmaktadır (Jouven ve ark., 2001). EKG cihazları zaman içinde elektriksel aktivitedeki değişiklikleri kaydeder, bu nedenle önemli bir tanı parametresi, EKG eğrisini tanımlayan ayrı harflerle temsil edilen kardiyak elektriksel aktivitedeki değişiklikler arasındaki zaman aralıklarıdır. Örneğin, normal PR aralığı 0,12-0,20 sn (120-200 ms) ve QRS kompleksinin normal süresi 0,12 sn'dir (120 ms). R-R aralığı 1 sn ile temsil edilir.

4.5.2. Elektroensefalografi (EEG)

Elektroensefalogram (EEG), merkezi sinir sistemi tarafından oluşturulan beyin korteksinden, özellikle nöronların elektriksel aktivitesinden ve beynin alanları arasında gönderilen bilgilerden elektriksel veriler toplar (Demos, 2004). Postsinaptik değişiklikler EEG kayıtlarına yansır ve beyin işleyişindeki hızlı değişiklikler izlenebilir. EEG dijital olarak kaydedilir ve elektriksel beyin aktivitesinin belirli frekans ve genliğini incelemek için kantitatif olarak analiz edilir. Beyin dalgaları delta, teta, alfa ve DMR gibi yavaş dalgalardan, her biri farklı davranışlarla ilişkili olan beta ve gamma gibi hızlı dalgalara doğru ilerler (Demos, 2004). Belirli bir zaman aralığında oluşan EEG döngüsünün sayısı “frekans” olarak adlandırılır ve “hertz (Hz)” veya saniyedeki döngü (cycles per second CPS) olarak ölçülür.

Elektroensefalografi (EEG) neurofeedback, kullanıcıya beyin aktivitesi hakkında gerçek zamanlı geri bildirim sağlar. Neurofeedback, beyin fonksiyonunun çeşitli ölçümlerini gerçek zamanlı olarak izleyen ve bilgileri kullanıcıya geri sunan bir biyo geribildirim çeşididir (Marzbani ve ark., 2016). Bu geribildirim tipik olarak kullanıcıya görsel bir formatta, işitsel formatta veya ikisinin bir kombinasyonunda sunulur ve zaman içinde değişen bazı göreceli ölçümleri yansıtır. EEG ölçümleri genellikle delta (1-4 Hz), teta (4-8 Hz), alfa (8-12 Hz), beta (13-30 Hz) ve gama (30-100 Hz) frekans dalgalarının genliği olarak ifade edilir ve bunların göreceli baskınlığının çeşitli psikolojik durumlara karşılık geldiği bilinmektedir. Özellikle delta uyku ile, teta yorgunluk ile, alfa rahatlama ile, beta uyanıklık ile ve gama düşünme veya

problem çözme ile ilişkilidir (Marzbani ve ark., 2016). Ancak araştırmalar, en azından alfa frekansı için bantların üst (10-12 Hz) ve alt (8-10 Hz) gibi alt gruplara ayrılması gerektiğini göstermektedir (Dempster, 2012). Geçmiş araştırmalar, alfa aralığının her bir alt kümesinin seçici dikkat ve bilişsel işlemede farklı amaçlara hizmet ettiğini öne sürmüştür (Dekker ve ark., 2014; Klimesch ve ark., 2007). Neurofeedback, kullanıcıyı beynini istenen bir duruma doğru kontrol etmesi için eğitmek üzere edimsel koşullandırma ilkelerini kullanır ve beyin yaralanmaları ve psikiyatrik bozuklukların tedavisinde bir eğitim yardımı ve müdahale olarak kullanılmış ve çeşitli alanlarda etkinlik göstermiştir (Demos, 2005; Marzbani ve ark., 2016).

4.6. Kalp Atım Hızı Değişkenliği

Sağlıklı bir kalp, bir metronom gibi mükemmel bir senkronizasyon içinde atmaz (Shaffer ve ark., 2014). Bunun yerine, her ardışık atım arasındaki süre değişir ve bu da KAHD'dir (Shaffer ve Ginsberg, 2017). EKG, QRS-kompleksi olarak temsil edilen kalbin nasıl depolarize olduğunu (kasıldığını) kaydederek KAHD'yi ölçer. QRS kompleksinin en yüksek noktası R dalgasının zirvesidir ve her bir R dalgası zirvesi arasındaki süreye R-R aralığı denir (Reed ve ark., 2005). KAHD, R-R aralıkları arasındaki değişkenliktir (Billman, 2011). Araştırmacılar KAHD'yi stresi düzenleyen otonom sinir sisteminin bölümleri arasındaki dengeyi araştırmak için kullanmaktadır (Berntson ve ark., 1997). "Savaş ya da kaç tepkisi" olarak da bilinen sempatik sinir sistemi (SSS) vücudu stresli durumlara hazırlar. "Dinlen ve sindir tepkisi" olarak da bilinen parasempatik sinir sistemi (PSS), vücudu dengeli bir duruma (yani homeostaz) yeniden kalibre etmek için vagus siniri aracılığıyla dinlendirici durumlarda harekete geçer (Massaro ve Pecchia, 2019). İki otonom sinir sistemi, kalbin sinoatriyal ve atriyoventriküler düğümlerini innerve ederek kalp atış hızını (KAH) etkiler. SSS, aksiyon potansiyellerini hızlandırmak için epinefrin ve norepinefrin salgılar, bu da daha yüksek bir KAH ve daha düşük KAHD ile sonuçlanır. Buna karşılık, PNS asetilkolin salgılar ve aksiyon potansiyeli üretimini yavaşlatır, bu da daha düşük bir KAH ve daha yüksek KAHD ile sonuçlanır (Berntson ve ark., 1997; Karim ve ark., 2011). KAHD bazen solunum sinüs aritmisi (SSA) ile karıştırılabilir (Billman, 2011). SSA, solunum döngüsü ile senkronize olan KAHD 'ni ifade eder. KAHD nefes alma esnasında artar ve nefes verme esnasında yavaşlar (Yasuma ve Hayano, 2004). KAHD antrenmanının bir sonucu olarak bilişsel (Vaschillo ve ark., 2002) ve duygusal tutarlılıkta (Applehans ve Lueken, 2006) iyileşmeler olduğu gösterilmiştir. KAHD geribildirim antrenmanları katılımcılara otonom sinir sistemini daha esnek bir şekilde kontrol etme şansı

vermiştir ve böylelikle duygusal ve zihinsel durumlarını özellikle yüksek stres gerektiren spor becerileri esnasında daha iyi düzenleme şansı vermiştir (Reid ve ark., 2013). KAHD hem fiziksel hem de duygusal stres için umut vadeden bir gösterge sağlayabilir (Reid ve ark., 2013). KAHD antrenmanı sonucunda zihinsel işlemlerde (Thayer ve ark., 2009) ve duygusal dengelemede (Appelhans ve Lueken, 2006) iyileşmeler gösterilmiştir. Benzer bir zihinsel durum, EEG biyofeedback antrenmanının DMR artırmak için ayarlandığında görülmüştür (Reid ve ark., 2013).

4.7. Kalp ve Beyin Bağlantısı

HeartMath Enstitüsü, duygusal istikrarı ve optimum bilişsel performansı destekleyen, psiko-fizyolojik uyum veya kısaca "kalp uyumu" olarak adlandırılan farklı bir uyumlu fiziksel ve psikolojik işleyiş modu keşfetmiş (Rozman ve McCraty, 2013) ve bu alanla ilgili araştırmalar gerçekleştirmiştir. Kalp-beyin etkileşimlerinin, zihnin, duyguların ve sinir sisteminin senkronize ve enerjik bir uyumlu bir şekilde çalıştığı bir durumu ifade eder. Uyum durumu, kalbin atış ritminin sinüs dalgası benzeri bir model ürettiğinde ortaya çıkar (McCraty, 2016). Birine ya da bir şeye karşı şefkat, merhamet, sevgi, takdir, nezaket gibi samimi olumlu duygular yaşadığımızda, kalp ritim kalıbı uyumlu hale gelir ve bu daha uyumlu kalıbı beyne ve tüm vücuda iletir (Rozman ve McCraty, 2013). Kalp ritmi tutarlılığı sırasında, kalp atış hızımızda değişkenliğinde bir artış olabilir ve bu da kalpten beyne gönderilen sinir sinyallerinde bir artışa neden olur ve daha yüksek KAHD'ye sahip kişiler bilişsel işlev testlerinde de daha iyi performans gösterme eğilimindedir (Rozman ve McCraty, 2013). Zihinsel ve duygusal süreçlerin, KAHD antrenmanı sonrasında geliştiği görülmüştür (Thayer ve ark., 2009). Özellikle beyinden gönderilen ve doğrudan kalp kasını innerve eden vagus siniri, nabzın yavaşlatılması ve kalp atış hızının (nabız hızlandıran sempatik innervasyona karşı gelerek) fizyolojik süreçlere devamlı uyum sağlaması ve fiziksel-bilişsel değişikliklerden sorumlu olmasında önemli bir kontrol fonksiyonuna sahiptir (Nann ve ark., 2021). En güçlü vagal adaptasyon süreci; solunum ritmi ve kalp atımının ayarlanmasıyla gerçekleşir ve buna solunum sinüs aritmisi (respiratory sinus arrhythmia) denir. Efferent sinirler yoluyla kalp aktivitesinin kortikal kontrolünün yanı sıra (yukarıdan aşağıya kontrol), aynı zamanda afferent sinir lifleri de kalpten beyine doğru iletim taşır (Cameron, 2001). KAHD beyinden kalbe (efferent nöronlar aracılığıyla) gönderilen iletimler ile parasempatik aktivasyonda azalmaya neden olmuştur (Shaffer ve ark., 2014). KAHD meydana gelen değişimler aynı zamanda beyindeki etkilerin

DMR kontrolünde görülür ve KAHD biyo geri bildirim antrenmanı, EEG güç çeşitliliğini etkilediği gösterilmiştir (Reid ve ark., 2013; Dessy ve ark., 2020).

4.8. Bilişsel Özellikler

Fiziksel aktivitenin bedenimiz ve zihnimiz üzerinde olumlu etkileri olduğu iyi bilinmektedir. Fiziksel aktivitenin bilişsel faydalarını araştıran literatür hızla büyümektedir. Meta analitik incelemeler hem uzun süreli fiziksel aktivitenin hem de tek bir egzersizin bilişsel performansı geliştirdiğine dair kanıtlar sunmaktadır (Colcombe ve Kramer, 2003; Lambourne ve Tomporowski, 2010; Chang ve ark., 2012).

4.8.1. Hafıza

İnsan hafızası sadece bilgi depolamak için pasif bir depo değildir, bunun yerine sürekli dinamik bir değişim halindedir (Penn, Holyoak ve Povinelli, 2008). Bu alandaki araştırmalar, iki ayırt edilebilir bellek türü olduğunu öne sürmüştür: sözel ve görsel bellek (Luck ve Vogel, 1997; Paulesu ve ark., 1993). Temel farklılıklar depoladıkları bilgiler, kullanılan kodlama stratejileri ve depolama süreleridir. Yani, isimlerinden de anlaşılacağı üzere, sözel bellek sözel bilgileri, görsel bellek ise görsel uyaranları saklar.

Bilişsel işlevin bir parçası olarak hafıza, günlük yaşamda hayati bir rol oynar. Çeşitli hafıza türleri vardır ve çalışma hafızası, kısa süreli hafıza ve uzun süreli hafıza, fiziksel aktivite literatüründe en yaygın olarak çalışılan hafıza türleridir. Hafıza sadece yaşadığımız olayları hatırlama becerisi değil, aynı zamanda bilgiyi yeni durumlara genelleme ve içinde yaşadığımız dünya hakkında çıkarımlar yapmak için kullanma becerisidir. Hafıza karmaşık bir yapıdır ve farklı türlere ayrılabilir. Fiziksel eylem literatüründe en yaygın olarak çalışılan türler kısa süreli bellek, çalışma belleği ve uzun süreli bellektir. Kısa süreli bellek ve çalışma belleği benzer ancak farklı kavramlardır. Her ikisi de hedef bilginin hatırlanması için gerekli olana kadar dikkat gerektirir. Ancak çalışma belleği kısa süreli bellekten farklıdır çünkü sadece bilginin geçici olarak depolanması değil, bilginin güncellenmesi ve manipüle edilmesi gibi özelliklere sahiptir (Baddeley, 2003). Kısa süreli bellek ile uzun süreli bellek arasındaki en belirgin farklar, süreleri ve kapasiteleri ile ilgilidir (Cowan, 2008). Özellikle, uzun süreli bellekle karşılaştırıldığında, kısa süreli bellekteki bilgi zaman içinde azalır. Buna ek olarak, kısa süreli bellekte tutulabilecek öğelerin sayısı sınırlıdır. Bu bilgiler kısa süreli bellekte kısa bir süre için (bir dakikadan az) veya uzun süreli bellekte uzun bir süre için (birkaç dakikadan ömür boyu)

saklanabilir.

4.8.2. Dikkat

Dikkat hem bir uyanıklık biçimi hem de bilişsel süreçler için öncelik sağlayan bir mekanizma olarak tanımlanabilir (Raz ve Buhle, 2006). Herhangi bir zamanda, beynin işleyebileceği çok sayıda duyuşsal bilgiye maruz kalırız. Dikkat, bu bilgilerin önemli olan unsurlarını etkin bir şekilde seçip geliştirmeye ve görsel sahnede daha ileri işlemler için seçilmesi gereken bilgi kümesini, ilgili olmayan ve filtrelenebilecek olanlardan ayırmaya olanak tanır (Carrasco, 2011; Gilbert ve Li, 2013). Dikkat sistemi ikiye ayrılır. Hem aşağıdan yukarıya hem de yukarıdan aşağıya doğru belirli uyaranlara yöneltiler. Aşağıdan yukarıya doğru dışsal yönlendirme, çevredeki bir değişikliğin dikkati, parlayan bir ışık ya da bir avcının ortaya çıkması gibi normalden farklı durumlarda gerçekleşir (Yau, 2019). Yukarıdan aşağıya doğru yönelim, dikkatin kalabalık içinde belirli bir kişiyi bulmak gibi önceden var olan amaçlara dayalı olarak belirli durumlarda ortaya çıkar (Chica ve ark., 2013). Bilinçli, aktif ve hedef odaklı bir dikkat sistemi olarak nitelendirilebilir. Yukarıdan aşağıya doğru yönelim, aşağıdan yukarıya doğru yönelimden daha fazla veya daha az refleksif olan daha bilinçli bir bilişsel kontrol gerektirir (Yau, 2019).

4.8.3. Uzamsal Algı

Algı, duyuşsal bilginin yorumlanması veya anlamlandırılması işlemidir ve bir uyarının anlamlandırılması için önce bilinmesi gerekir, eğer onunla ilgili bilgiye sahip yoksa uyarıcıya anlam vermesi imkânsızdır (Ömeroğlu ve Kandır, 2005). Yaşanılan ortamdaki mevcut etkenlere “uyaran” adı verilir. Çevreden organizmaya gelen bütün fiziksel uyarıcılar, belli duyu organlarında kimyasal ya da elektriksel değişikliklere neden olur (Baymur, 1998). Algı, duyuşsal bir bilgilenilme süreci şeklinde düşünülürse, beş duyunun elde ettiği duyma, görme, dokunma, hissetme, tatma, koklama duyuşları tarafından çevreden bilgiler elde edilmesidir (İnceoğlu, 2000). Duyularımız aracılığıyla reseptörlerin dış uyaranlar sonrasında oluşturduğu sinirsel uyarım beyin için işlenir ve sonucunda algısal olgular meydana gelir. Bu sürece algılama, meydana gelen bu ürüne ise algı denir (Morgan, 2000).

Görsel-uzamsal algının, resim, grafik ve imgeler algısı ya da görsel evreni doğru şekilde algılama ve kişinin kendi görsel dünyasını yeniden yaratma yeteneği olduğu belirtilmektedir. Şekil, renk, nicelik, biçim ve hissetmeyi "beyin gözü" ile görme ve bunları resmedilmiş olarak

somut verilere çevirebilme yeteneğini içerdiği ileri sürülmektedir (Wallace ve Mintzes, 1990). Uzamsal yetenek, üç ve daha fazla boyutlu uzayda birden fazla parçadan oluşmuş cisimlerin ve bu cisimlerin öğelerinin zihinde hareketinin sağlanması veya zihinde canlandırılabilmesidir (Turğut ve Yenilmez, 2012). Görsel-uzamsal algı içeriğinde yer alan uzamsal yetenek kavramı, görsel imgeleri meydana getirme, bir şekil ve simgenin devamını getirebilme, yeniden düzeltme ve farklı bir şekle dönüştürme yeteneği şeklinde açıklanmaktadır (Lohman, 1993; Sternberg, 2014).

4.9. Solunum Frekansı

Soluk alışverişlerinin kontrolü ve sıklığı performansı belirleyen önemli ölçütlerden biridir. Bununla ilgili literatür incelendiğinde; Lehrer ve ark. (2013) rezonans sıklığında ki kişisel farklılıkları göz önünde bulundurarak KAHD ölçümü esnasında dakikada alınacak solunum ritminin 6.5-4.5 (dk/solunum) arasında olması gerektiğini önermiştir. Birçok matematiksel yöntem insanların kardiyovasküler sistemin rezonans sıklığını beyin ve kalp döngüsüyle tanımlamaktadır (deBoer ve ark., 1987; Baselli ve ark. 1994). İnsanlarda ve diğer memelilere rezonans sıklığı sisteminin 0,1 Hz, yani 10 saniyelik 6 nefes ritminin uygun olduğu düşünülmektedir (Shaffer ve ark., 2014; Vaschillo ve ark. 2002). Biofeedback antrenmanları, 0,1 Hz genlikte solunum sinüs aritmisini (SSA) artırmak için kalp hızı salınımları için daha uygundur (Lehrer ve ark., 2000). Çalışmamızın tasarımında da solunum frekansı dakikada 6 nefes olacak şekilde planlanmıştır. Solunum ve sirkülasyon arasındaki fizyolojik etkileşimlerden biri olan SSA, EKG'deki R-R aralığının nefes alma sırasında kısaldığı ve nefes verme sırasında uzadığı kalp atış hızı değişkenliği için önemli bir noktadır. Nefes bağlantılı kalp ritminin düzenlenmesine SSA adı verilir (Hirsh ve Bishop, 1981). SSA, merkezi solunum yollarının, otonom afferent sinyallerin, beyin sapından efferent çıkışın ve toraks içindeki solunum mekaniğinin karmaşık etkileşimini yansıtır. Bu fenomen, solunumun sıklığına, genliğine ve organizmanın otonom durumuna bağlıdır (McCraty ve ark., 2009). Solunum sıklığı maksimum kalp salınımları, yaklaşık 0,1 Hz'de (dakikada altı solunum döngüsü) meydana gelir; bu frekansta nefes almak hem en yüksek SSA genliğini hem de en verimli gaz değişimini sağlar (Lehrer ve Gevirtz 2014). Solunum aracılığıyla uyarılan vagus sinir ve parasempatik sistem aktivasyonu ile vücutta ahenk durumu oluşturulması hedeflenmektedir. Böylece kalp ve beyin arasındaki iletişime katkıda bulunarak hem serbest atış isabetinde hem de bilişsel özelliklerde daha iyi sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir.

5. GEREÇ ve YÖNTEM

5.1. Çalışma ve Çalışma Grubunun Özellikleri

5.1.1. Çalışmanın Grubu

Çalışmamız için Marmara Üniversitesi Tıp fakültesi klinik araştırma etik kurul onayı alınmıştır. Çalışmamız Helsinki deklarasyonuna göre uygulanmıştır.

Bu çalışma, Türkiye Basketbol Federasyonu'na bağlı, üst düzey (profesyonel) liglerde lisanslı olarak basketbol oynamış 18-35 yaşları arasında 24 basketbol sporcusu (kadın) katılmıştır. Çalışma grubunu oluşturma için yapılan güç analizin göre 24 katılımcı sayısı belirlenmiştir. Etki büyüklüğü(f) = 0.35, α = 0.05, güç ($1 - \beta$) = 0.95, grup sayısı = 2 ve ölçüm sayısı = 3 etki gücü = 0,96 olan güç analizi, ideal örneklem büyüklüğünün 24 katılımcı olması gerektiğini belirlemiştir. Çalışmamız 2 katılımcının sezon içi sakatlıkları ve 1 katılımcının çalışmadan ayrılma talebi sonrasında 21 katılımcı ile tamamlanmıştır.

5.1.2. Çalışmanın modeli

Araştırma, nicel araştırma yöntemi ile bağımlı ve bağımsız değişkenlerin olduğu deneysel modeldir.

5.1.3. Katılımcıların çalışmaya dahil olma kriterleri

- 18-35 yaş aralığında son iki sezonda aktif olarak lisanslı basketbol sporcusu olmak.
- Daha önce herhangi bir biyolojik geribildirim çalışmasına katılmamış olmak.
- Psikolojik ve fizyolojik tanıli bir hastalık taşımamak.
- Fizyolojik ve psikolojik mekanizmaları etkileyecek ilaç kullanmıyor olmak.
- Çalışma bünyesinde uygulanacak ölçümlere, geribildirim antrenmanlarına katılmak için gönüllü olmak.

5.1.4. Katılımcıların çalışmadan hariç tutulma kriterleri

- Geribildirim antrenmanlarına toplamda 3 kez, art arda 2 kez gelmemek.
- Katılımcının antrenmanlara devam etmemesi ve değerlendirmelere katılmaması.
- Çalışma sürecinde antrenmanlara ve testlere katılmayı engelleyecek sakatlık yaşamak.
- Çalışma sürecinde psikolojik ve fizyolojik mekanizmaları etkileyecek ilaç kullanmak.
- Katılımcıların kendi istekleri üzerine çalışmadan ayrılması.

5.1.5. KAHD-GB Antrenman ve Ölçüm Süreçleri

Çalışmamız için Tıp fakültesi klinik araştırmalar etik kurul onayının alınmasının ardından katılımcılara çalışma hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Çalışma sürecinin pandemiye denk gelmesi sebebiyle daha fazla katılımcıya ulaşmak adına çalışmada İstanbul'a ek olarak Antalya'da kriterlere uygun katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir. İki farklı şehirde yürütülen çalışmamız, sezonsal farklılıkları elimine edebilmek için iki sezonda gerçekleştirilmiştir (7 ay). Katılımcıların belirlenmesi, uyum çalışmaları ve müdahale sürecinin 8-10 haftalık bir planlamada tamamlanmıştır. Ayrıca gerçekleştirilen üç ölçüm (ilk test, ikinci test ve üçüncü test) için ikişer haftalık planlama (tüm testler için 6 hafta) sonrasında iki şehirde tüm ölçümler ve müdahalelerin tamamlanması 32 hafta sürmüştür.

1. Katılımcılara çalışma hakkında bilgi verilmiştir. Katılımcı gönüllü olarak katılımını beyan edip sonrasında onam formunu imzalamıştır.
2. Proje sürecinde öncelikle kullanılacak olan ekipmanların kurulum ve kalibrasyonlarının yapılmıştır.
3. Daha sonra çalışmada kullanılması planlanan cihazlar (EmWave Pro+ KAHD geribildirim cihazı, EKG Cihazı (BioGraph Infinity), EEG cihazı (BioGraph Infinity), bilgisayar, testler ve araçların (basketbol topu, saha, pota) bakımlarının yapılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir.
4. Cihazların uygunlukları kontrol edildikten sonra katılımcılara kalp atım hızı geri bildirim antrenmanı için katılımcılara 2 haftalık, 6 seanslık solunum frekansı çalışmaları uygulanmıştır. Aynı zamanda bu süreç katılımcıları özel bireysel geribildirimlerin verilebilmesi ve kişilerin kendilerine en uygun solunum frekansının tespit edilmesi açısından uygulanmıştır.

5. Bilişsel testler ve basketbol serbest atış prosedürleri için ise denemeler yine 2 haftalık süreç içerisinde 4 seans içerisinde gerçekleştirilmiştir.
6. İlk ölçümler iki oturumda gerçekleştirilmiştir. İlk oturumda EKG-EEG kayıtları alınmıştır ve bilişsel testler uygulanmıştır. İkinci oturumda ise basketbol serbest atış testi uygulanmıştır. İlk oturumlar bütün katılımcılara günün aynı saatinde uygulanmıştır. İkinci oturumlar ise katılımcının antrenman ve maç programına uygun olarak maç ve antrenmanı olmayan günlerde uygulanmıştır.
7. Müdahale grubu katılımcıları KAHD-GB antrenmanları 6 hafta (18 seans) uygulanmıştır. Kontrol grubu ise sadece basketbol antrenmanlarına devam etmiştir.
8. İkinci test (KAHD-GB antrenmanı sonrası) ve üçüncü testin (takip testi) uygulaması ilk ölçüm ile benzer şekilde iki oturumda ve aynı durumlarda gerçekleştirilmiştir.
9. Tüm ölçümlerden bir gün önce katılımcıların kahve, çay ve alkol vb. ürünleri tüketimi ile ilgili uyarılar ve hatırlatmalar yapılmıştır.

1.-2. Hafta	Ön Eğitim, Deneme Çalışmaları ve Uyum Süreci
3.-4. Hafta	İlk Test
5.-10. Hafta	Kalp Atım Değişkenliği Geri Bildirim Antrenmanı
13.-14. Hafta	İkinci Test (KAHD-GB Antrenmanı Sonrası)
15.-16. Hafta	Üçüncü Test (Takip Testi)

Şekil 1. Çalışma Akış Şeması

5.1.6. Çalışmanın hipotezleri

H1: Basketbolcuların serbest atış isabetlerinde artış görülecektir.

H2: Basketbolcuların bilişsel fonksiyonlarında pozitif yönde gelişim görülecektir..

H3: Kalp Atım Hızı Değişkenliği parametreleri ve otonom sinir sisteminde parasempatik aktivasyon artışı ve yansıması görülecektir.

H4: EEG frekansları aktivasyonlarında KAHD ve otonom sinir sistemi etkisinin yansıması görülecektir.

5.1.7. Çalışmanın uygulandığı yer

Çalışmanın ölçümleri Marmara Üniversitesi ve Akdeniz Üniversitesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

5.1.8. Çalışmanın değişkenleri

Bağımlı (etkilenen) değişkenler: Basketbol serbest atış, EEG ve EKG parametreleri ile bilişsel özellikler (hafıza, uzamsal algı, dikkat) bu çalışmanın bağımlı değişkenlerini oluşturmuştur.

Bağımsız (etkileyen) değişkenler: Kalp Atım Hızı Değişkenliği geribildirim antrenmanları bu çalışmanın bağımsız değişkenlerini oluşturmuştur.

5.1.9. Çalışmanın sınırlılıkları

- Bu çalışma Türkiye Basketbol Federasyonu'na bağlı, üst düzey (profesyonel) liglerde lisanslı olarak basketbol oynamış 18-35 yaşları arasındaki kadın sporcular ile sınırlıdır.
- Çalışmamızda kullanılan bilişsel özellikler testleri yeterli bütçe olmaması nedeniyle geçerli alternatif testler arasından tercih edilmek durumunda kalınmıştır.
- Pandemi dönemine denk gelen çalışmamız nedeniyle sporcuların maksimum nabızlarını belirleyebilecek fakültemiz bünyesinde bulunan gaz analizörü tercih edilememiştir. Aynı zamanda daha fazla sporcuya ulaşmak adına takımlar ile görüşmeler yapılmasına rağmen kabul edilmemesi çalışmaya dahil edilen katılımcı sayısını kısıtlamıştır.
- Thought Technology Procomp Infiniti cihazımızın EEG kayıtları için, mevcut imkanlarımızın (EEG sensörlerinin) 3 kanala kadar kullanmaya imkan vermesi nedeniyle daha fazla kanal dahil edilememiştir.

5.2. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geri Bildirim Antrenmanı

KAHD biyolojik geri bildirim çalışmaları Heart Math marka emWave Pro cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, nefes alıp verme ritmi ise katılımcıların rezonans frekanslarına göre belirlenmiştir. Rezonans frekans belirleme Lehrer ve ark. (2000) tarafından belirlenen protokole göre uygulanmıştır. KAHD-GB Antrenmanı için her katılımcının kendine özgü rezonans frekansının bulunmasını içermektedir. Katılımcıların (sadece müdahale grubu) rezonans frekanslarını belirlemek için Heart Math marka emWave Pro+ cihazı kullanılarak 4.5-6.5 nefes ritmi (dakika/solunum) 3'er dakikalık oturumlar ile katılımcılara uygulanarak ideal ritmin bulunması hedeflenmiştir. Bu aşamada katılımcının elde ettiği skor, hissettiği rahatlık seviyesi ile uyum (coherence) değerlerine göre KAHD-GB antrenmanında kullanacakları frekanslar belirlenmiştir. Başarı skoru ve uyum skoru yazılım aracılığıyla elde edilmiştir (Resim 1.HeartMath emWave Pro+ cihazı çalışmamızın oturumundan alınmıştır).

Çalışmamızda bu frekans aralığında ve yakınında kalarak katılımcılara özgü belirlenen rezonans frekansı ile geri bildirim antrenmanları uygulanmıştır. Uygulanan KAHD biyolojik geribildirim çalışmasının amacını katılımcının gevşemesi değil daha çok pozitif düşünce yapısı ile bedende bir ahenk durumu oluşturmaktadır. Çalışmalara katılımcıların KAHD biyolojik geribildirime adaptasyonu ve nefes egzersizleri ile başlanarak, kolaydan zora ilerleyen bir çalışma dizaynı planlanmıştır. EmWave Pro cihazı ile kullanılan yazılım bu kademeli ilerleme olanağını katılımcının durumuna göre araştırmacıya sunmaktadır. KAHD-GB antrenmanı 6 hafta boyunca haftada 3 çalışma şeklinde toplamda 18 seanstan oluşmuştur. Her bir seans süresi 15-20 dakika sürmüştür (Doucette, LMHC Mindful Technology, 2010).



Şekil 2. HeartMath eMwave Pro+ Yazılım Arayüzü

5.3. Çalışmada Uygulanan Testler

Araştırmada ölçümler iki oturumda gerçekleştirilmiştir. İlk oturumda müdahale grubu ve kontrol grubuna bilişsel beceri testleri (Dikkat- PEBL Stroop Test, PEBL Zihinsel Döndürme Testi-Uzamsal Algı, PEBL Corsi Blok Test-Hafıza) uygulanmıştır ve EEG-EKG kayıtları alınmıştır. İkinci oturumda ise basketbol serbest atış testi uygulanmıştır. Ölçümler uygulamaya başlamadan önce (İlk-Test), 6 haftalık uygulama sonunda (Son Test) ve son test 2 hafta sonrası takip testi olmak üzere 3 kez uygulanmıştır.

5.3.1. Elektrokardiyografi Kayıt ve Ölçümü (Kalp Atım Hızı Değişkenliği)

Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD) ölçümlerinde Thought Technology firması tarafından üretilen Procomp Infinity cihazı ve Biograph Infiniti 6.1 Thought programı kullanılarak 2048

örneklem hızı ile kaydedilmiştir (BioGraph Procomp Infinity 6.1™, Thought Technology). Katılımcıların EKG ölçümleri bu cihazın EKG sensörleri (gövdeye yerleştirilen kaburgaların (costae) altına ve sternuma yerleştirilen toprak elektrotları aracılığıyla) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. EKG sinyallerinde; 50 Hz lik güç hattı girişimleri, elektrot, hareket, kas kasılması, solunum, elektriksel cihaz kaynaklı çeşitli gürültüler cihaz içerisinde bulunan filtreler ve Cardio Pro Infinity yazılımı kullanılarak normalleştirilmiştir. KAHD sinyallerinin elde edilebilmesi için, EKG kayıtlarındaki birbirini takip eden QRS kompleksleri üzerindeki R noktalarının görülme anlarının tespiti ve bunlar arasındaki zaman farkının (RR aralıkları) bulunması yazılım aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. KAHD sinyallerinin Güç Çeşitlilik Yoğunluğu kestirimleri yapılarak; Very Low Frequency (VLF), Low Frequency (LF), Hight Frequency (HF) güçleri ve LF/HF oranı tespit edilmiştir. Cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanan zamana dayalı kalp hızı değişkenliği parametreleri kullanılmıştır (Ortalama NN: Tüm normal RR intervallerinin ortalaması, SDNN: Tüm normal RR intervallerinin standart sapması, pNN50: Aralarında 50 ms'n'den fazla fark bulunan ardışık RR interval çiftinin yüzdesi, SDANN: Bütün beş dakikalık segmentlerdeki RR interval ortalamalarının standart sapması, rMSDD: Ardışık RR intervalleri arasındaki farkın karelerinin ortalamasının karekökü) (Doucette, LMHC Mindful Technology, 2010).

Literatürde incelendiğinde KAHD çalışmalarının süresi ile ilgili farklı sonuçlara ulaşılmıştır; HeartMath emWave cihazı kullanılarak Pichot ve ark. 2000'de gerçekleştirdikleri çalışmada 3 haftalık bir ölçüm yapmıştır, Tanis, 2012'de yapmış olduğu çalışma 6 hafta, Antti ve ark. yapmış oldukları çalışma 8 hafta (haftada 2 seans) sürmüştür. Göçmen ve ark., 2023 çalışmasında basketbolculara uygulanan 8 haftalık KAHD-GB antrenmanlarında sporcuların ulaştığı seviyenin en yüksek 6. haftada olduğu görülmüştür. Literatür bilgileri doğrultusunda Heart Math emWave Pro cihazı kullanılarak gerçekleştireceğimiz çalışmamızda 6 hafta ve haftada 3 seans olacak şekilde toplam 18 seans KAHD-GB antrenmanları planlanmıştır.

5.3.2. Elektroensefalografi Kayıt ve Ölçümü

Çalışmada EEG kayıtları BioGraph Procomp Infiniti (Thought Tecnology) cihazı (8 Kanallı) ile saniyede 256 örneklem hızı ile kaydedilmiştir. Çalışmada Broadman alanlarına (BA) da denk gelen duyu motor ritmi değerlendirmek için santral bölgeden (Cz) BA 4,5 ve 3-1-2 ve motor planlama, dikkat odaklama ve hedefe yönelim özelliklerini değerlendirmek için frontal bölgeden F3-F4 BA 8,9 (Herwig ve ark., 2003) kayıt alınmıştır. EEG kaydı literatüre uygun

şekilde Ag/AgCl elektrotu ile alınmıştır (Dong ve ark., 2015; Lefebvre ve ark. 2005). EEG ölçümlmeleri için kullanılan bant geçiren süzgeç 0,5-40 Hz'tir. EEG verileri Pro Comp Infinity'den Biograph Infinity yazılımı aracılığı ile EEG Suite yazılımına aktarılmıştır. Sağ kulak memesine toprak elektrot, sol kulak memesine ise referans elektrot yerleştirilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi motor planlama, imgeleme ve dikkat açısından önemli bulunan Teta (4-8 Hz), Alfa (8-12 Hz), DMR (12-15 Hz) ve Beta (15-30 Hz) frekansları çalışmamızda kullanılmıştır. EOG artefaktlarının (göz hareketi / göz kırpma) varlığı en çok 4Hz'in altında, EKG (kalp) artefaktları 1,2 Hz civarında ve EMG (kas) artefaktları 30 Hz'nin üzerinde ve elektrik hatlarının neden olduğu fizyolojik olmayan artefaktlar normalde 50 Hz'nin üzerinde bulunur. Çalışmada kullanılan Teta (4-8 Hz), Alfa (8-12 Hz), DMR (12-15 Hz) ve Beta (15-30 Hz) belirtilen artefaktlardan en az etkilenen aralıkta yer almaktadır. Tüm veriler kas ve göz hareketlerinden kaynaklanan yapay dalgalardan (artifakt) arındırılmıştır (Doppelmayr ve Emily, 2011; Weber ve ark, 2011). Analizlerin ilk aşamasında ham EEG sinyali artefaktlardan arındırmak için Butterworth süzgeç ile filtrelenmiştir. İkinci aşamada Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) kullanılarak sinyallerin frekans çeşitliliği incelenmiştir. Teta (4-8 Hz), Alfa (8-12 Hz), DMR (12-15 Hz) ve Beta (15-30 Hz) güç çeşitlilik düzeyleri hesaplanmıştır (Pfurtscheller ve Silva, 1999; Graimann ve ark. 2002).

Çalışmada öncelikle katılımcılardan dinlenme durumunda 10 dakikalık gözler açık, eş zamanlı EEG ve EKG kaydı alınmıştır. Bu süreçten sonra 3 dakikalık 6 oturumluk EEG kaydı gerçekleştirilmiştir ve bu oturumlarda mental işyükü (mental workload) yapılmıştır. Mental işyükü prosedürü Duru ve Assem'in (2017) ve Duru (2019)'nun yapmış oldukları çalışmalarda uyguladığı mental işyükü prosedürü ile aynıdır. Çalışmamızda uygulanmış mental işyükü prosedürü; birinci ve ikinci oturumlar sırasıyla gözler açık 3 dakika herhangi bir görev olmadan, gözler kapalı 3 dakika herhangi bir görev olmadan, üçüncü ve dördüncü oturum; gözler açık 3 dakika zihinden rakam eksiltme görevi(5'li), gözler kapalı 3 dakika zihinden rakam eksiltme görevi(5'li), beşinci ve altıncı oturum ise; gözler açık 3 dakika zihinden rakam eksiltme görevi(7'li), gözler kapalı 3 dakika zihinden rakam eksiltme görevi(7'li) biçiminde uygulanmıştır ve katılımcılara üç basamaklı (örneğin; 876) yüksek rakamlar verilmiştir ve 0 rakamına gelmeleri engellenmiştir.

EEG-EKG Kayıt ve Mental İşyükü Görevi						
EEG- EKG 10dk Kayıt	3dk Gözler Açık Kayıt	3dk Gözler Kapalı Kayıt	3dk Gözler Açık Mental İşyükü (5'li çıkarma)	3dk Gözler Kapalı Mental İşyükü (5'li çıkarma)	3dk Gözler Açık Mental İşyükü (7'li çıkarma)	3dk Gözler Kapalı Mental İşyükü (7'li çıkarma)

Şekil 3. EEG Kaydı ve Bilişsel Testler Uygulama Aşamaları

5.3.3. Basketbol Serbest Atış Testi ve Antrenmanı

Serbest atış testi, basketbol branşının içerdiği fizyoloji ve antrenman bilimine uygun bir şekilde tasarlanmıştır. Literatürde yapılan taramada bu özelliklere en yakın Tan ve ark. (2020) yaptığı çalışma gözlemlenmiştir. Çalışmada toplam yapılan 90 metrelik (15mt x 6 tur) koşudan sonra gerçekleştirilen 2 serbest atış, atışlar sonrası 2 dakikalık dinlenme ve 5 set şeklinde test uygulanmıştır. Çalışmamızda bu özelliklere benzer bir protokol izlenmiş olup istenilen hedeflere, fizyolojik kanıta dayalı şekilde ulaşmak için anlık kalp atım hızı takip edilmiş ve hedef ortalama müsabaka nabzına (Kadınlarda;168-183atım/dk) ulaşmak istenmiştir. Bu değer; 168,7 atım/dk (Narazaki ve ark., 2009), 172 atım/dk (McArdle ve ark., 1971; McInnes ve ark.,1995), 183 atım/dk (Higgs ve ark., 1982; Eren, 2017 tezinden ulaşılmıştır) şeklinde yer almıştır. Tüm katılımcıların hedef kalp atım yüzdesi (Maksimum Kalp Atımın %70-80) ulaşmak için yapacağı koşular ile katılımcıların hedef nabza ulaşması için standart hale getirilmiştir. Basketbol müsabakalarında sporcuların serbest atış esnasında maksimum kalp atımlarının %85-90'ından yaklaşık %70-75'lere düştüğü raporlanmıştır (Tan ve ark.,2020, McInnes ve ark., 1995). Hedeflenen nabızlara ulaşmak için standart bir protokol oluşturmak için katılımcıların bireysel farklılıkları nedeniyle doğabilecek etkilerin en aza indirilmesi için gereklidir. Bu bağlamda Karvonen Formülü ((220- yaş) – Dinlenik Nabız) x Hedef Nabız Şiddeti + Dinlenik Nabız (Karvonen ve ark., 1957) ile istenen KAH aralığı (%70-80) denk gelen nabızlar tespit edilmiştir. Hesaplamaları kullanılarak katılımcıların hedeflenen ortalama nabızlarına ulaşmaları için yapacakları koşu şiddeti standart hale getirilmiştir. Çalışmadaki nabız kontrolü Polar marka (H10, Polar® marka) sensör ile takip edilmiştir ve serbest atış esnasında istenen nabızda olunması kontrol edilmiştir.

Basketbol serbest atış ölçümü için Tan ve ark., (2020) kullanmış olduğu protokole yakın olarak

anlık kalp atım hızı takibi ile uygulanmıştır. Bu protokol standart basketbol sahasında (28x15mt) 6 tur x 15 metrelik tekrarlı koşular ile sporcuların yorgunluk ve nabız durumlarının müsabaka ortamına benzetilmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Literatür incelendiğinde basketbolda uygulanan tekrarlı koşu protokolleri 15 metre (Nikolaidis ve ark., 2016) ile 35 metre (Balčiūnas ve ark., 2006) arasında olduğu tespit edilmiştir. Uluslararası Basketbol Federasyonu'na (FIBA) göre resmi basketbol sahası ölçüleri 28 mt uzunlukta ve 15 mt genişliktedir. Protokoller arasında en uzun mesafe 35 mt olduğu görülmüş ve genelde uzun mesafe düşük koşu tekrar sayısı kullanıldığı görülmüştür. Koşular ile toplam mesafe (koşu sayısı x koşu başına mesafe) 90 metre (Te Wierikeve ark., 2014) ile 300 metre (Caprino ve ark., 2012; Castagna ve ark., 2007; Mokou ve ark., 2016) arasında olduğu saptanmıştır. Bu koşularda farklı protokoller tercih edilmesine karşın takım sporlarında laktat talepleri karşılaması için 5 ile 10 set arasında olması Gharbi ve ark., (2014) tarafından tavsiye edilmiştir. Test prosedürümüzün; katılımcı için serbest atış öncesi ortalama müsabaka nabza ulaşması, literatürde yer alan mesafe, set tekrarı, dinlenme ve atış sayısını dikkate alarak bir basketbol müsabakasına en yakın koşulları sağlayarak, o ortamı ve durumu canlandırmak istenmiştir. Sporcular istenilen ortalama nabız aralığına ulaştıktan sonra 3 adet serbest atış atmıştır ve bu şekilde 7 set gerçekleştirmiştir. Her set arası 2 dakikalık dinlenme aralığı verilmiştir.

5.3.4. Bilişsel Beceri Testleri

Bilişsel becerilerden Dikkat için “Stroop” Testi, Uzamsal Algı için “Zihinsel Döndürme” Testi ile Hafıza için “Corsi Blok Testi” Mueller ve Piper (2014) tarafından bilgisayar ortamında kullanabilecek şekilde geliştirilen ve güncellenen versiyonunu Psikolojik Test Bataryası'na (PEBL- The Psychology Experiment Building Language) uyarlamışlardır.

Bilişsel testlerin içerdiği kendine has parametrelerden elde edilmiş verileri standartlaştırmak adına “z skoru (1. Denklem)” ve “T skoru (2. Denklem)” denklemleri kullanılmıştır. Böylelikle testlerin içerdiği farklı parametreleri bireysel olarak ortalama performans skoru elde etmek hedeflenmiştir. Bu hesaplamalar tüm bilişsel testler için geçerli olmuştur (Alpar, 2006).

Z skoru; orijinal ortalaması 0, standart sapması 1 olan yeni bir skora dönüştürme işlemidir. Bu yeni skora, z değerleri ya da standart değerler adı verilir. Bu dönüşüm sonrasında tüm gözlemlerin z değerlerinin ortalaması ($Z=0$) olması nedeniyle, verilen bir puanın ortalamanın altında ya da üstünde olduğu kolayca söylenebilmiştir. Ancak zaman parametresinin dahil olduğu testlerde(hız) elde edilen parametrenin işareti “-” olarak kullanılmıştır. Z skorunun

denklemini (1.) aşağıda paylaşılmıştır (Alpar, 2006).

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$z = (\text{ham puan} - \text{ortalama}) / \text{standart sapma}$

T Puanı: İşlevi Z puanı ile aynıdır. Yani verileri belli bir standarda getirip karşılaştırmak için kullanılır. Z puanı ile farkı ise şudur: Z puanında 0 olarak kabul edilen aritmetik ortalama T puanında 50 kabul edilir. Z puanında 1 kabul edilen standart sapma T puanında 10 kabul edilir. Bu düzenleme ile veriler Z puanındaki negatif ve kesirli olabilen ifadelerden kurtularak pozitif ve tam sayı olarak ifade edilebilir. Bir grup verinin ya da puanın ortalama ve standart sapması bilindiğinde bu puanların her biri ayrı ayrı T puanına dönüştürülebilir. T skorunun denklemi (2.) aşağıda paylaşılmıştır (Alpar, 2006).

$$T \text{ skoru} = 10 \times z \text{ skoru} + 50$$

T skorları hesaplandıktan sonra, ilgili bilişsel testlerin açıklanmasında belirtilen parametrelerin değer aralığını standart puan yapısından kurtarıp, 0-100 aralığında değişen yapıya çevirmek için, aşağıda verilen açma formülü (3.Denklem) kullanılmıştır (Alpar, 2006).

$$\text{Açma Formülü} = (\text{değer} - \text{minimum}) / (\text{maksimum} - \text{minimum}) * 100$$

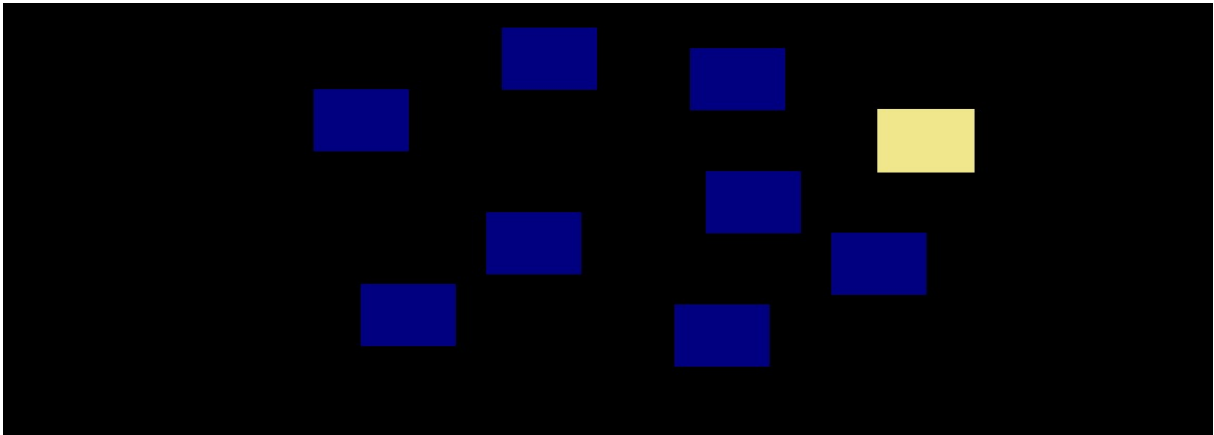
5.3.5. Hafıza Testi (Corsi Block Test)

Bu test hafıza özelliğinin ölçümü için tercih edilmiştir. Literatürde Corsi Block Test birçok araştırmacı tarafından çalışmalarında (Kessels ve ark., 2000; Kessels ve ark., 2008; Martins ve ark., 2014; Allen ve ark., 2014; Fajnerova ve ark., 2014) tercih edilmiştir. Corsi Block Test; Mueller ve Piper, (2014) tarafından denenmiş ve bilgisayar ortamında PEBL Psychological Test Bataryasının'da güncellenerek yerini almıştır. Test prosedürü; bilgisayar ekranında, siyah arka plan üzerinde aynı anda gösterilen 9 mavi küp şeklinin tamamıyla rastgele bir yöntemle tek tek yanıp sönmektedir (hatırlanması istenen küp sayısı 2 ile başlayarak ilerlemektedir (Şekil 3- Bu şekilde bulunan görüntü Mueller ve Piper, (2014) tarafından geliştirilen PEBL Corsi Block Test'inden alınmıştır). Hatırlanması istenen küp sayısı (2,3,4,5,6,7,8,9...) ve bu yanıp sönen küplerin sırayla hatırlanması istenmektedir. Her bir hatırlama aşaması bundan sonra "sıra" olarak adlandırılmıştır. Bu işlemden sonra aynı sıra ile doğru bir şekilde hatırlanmasını içermektedir. Küplerin doğru sıralamasını fare ile tıklayarak gerçekleştirilmiştir. Tıklama işleminden sonra ekranın alt kısmında bulunan "Tamam" seçeneği ile tamamlandığı katılımcı tarafından tıklayarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4- Bu şekilde bulunan görüntü Mueller ve Piper, (2014) tarafından geliştirilen PEBL Corsi Block Test'inden alınmıştır). Her sıra 2 defa

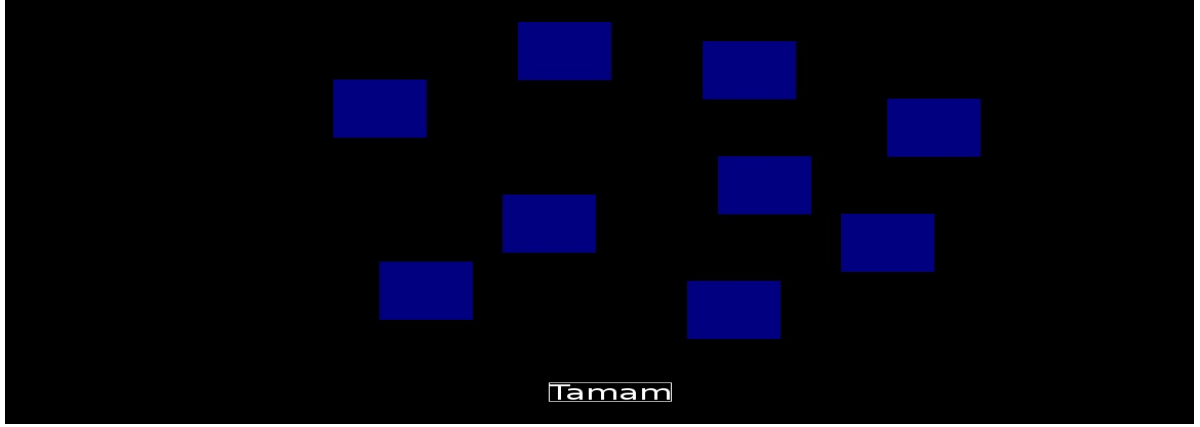
gerçekleştirilip en azından 1 sıra doğru olması koşulu ile seviye ilerlemiştir. Seviye ilerleme; hatırlanan küp sayısının 1 artması şeklinde ifade edilmektedir. Testin sonlanması aynı seviyede yapılan 2 yanlış dizilim ile son bulmaktadır. Test değerlendirmesi hatırlanan doğru küp sayısı ve seviye ile “t skor” ve “z skor” puanlarına çevrilmiştir. Küplerin boyutu 3x3 cm² olup, yanıp sönme ve bir sonraki küpe geçmesi için geçen süre 1000 milisaniyedir (Şekil 5- Bu şekilde bulunan görüntü Mueller ve Piper, (2014) tarafından geliştirilen PEBL Corsi Block Test’inden alınmıştır).

Hafıza özelliğinin değerlendirilmesi aşamasında, ölçüm sırasında eş zamanlı gerçekleşen süre, doğru sayısı ve seviye puanı değişkenlerinin, grupların hafıza özelliğinin karşılaştırılması sırasında ayrı ayrı ele alınmasının doğru olmayacağı düşünülmüştür. Tepki süresi, doğru cevap ve ulaştığı seviye değişkenlerinin bir arada ele alınıp, hepsinin eşit oranda etkilediği yeni bir değer elde edilmesinin ve karşılaştırılmanın bu yönde gerçekleştirilmesinin, grupların hafıza özellikleri hakkında daha doğru sonuç vereceği varsayılmıştır.

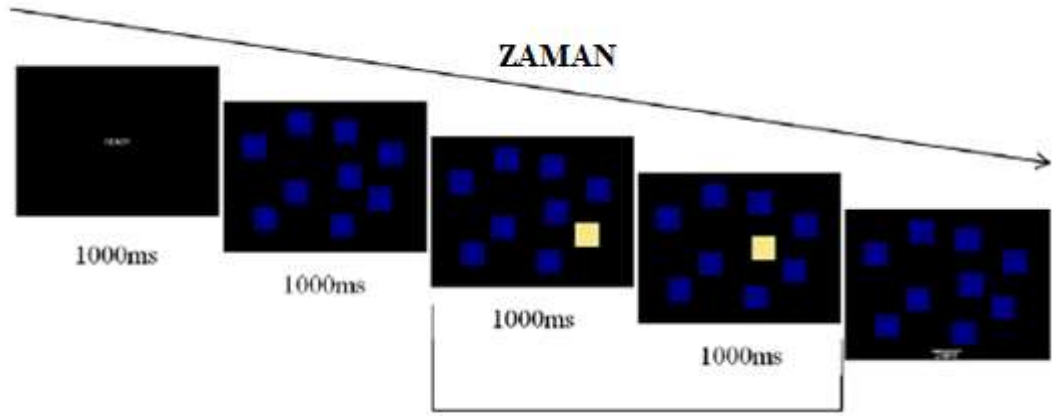
Bu aşamadan sonra, toplam süre, toplam doğru ve ulaşılan seviye değerleri için daha önce paylaşılan formüller kullanılarak “z” ve “t” skorları (1. ve 2. denklem) hesaplanmıştır. T skorları hesaplandıktan sonra, grubun tepki süresi t-skor (Toplam Süre-t), toplam doğru cevap t- skor (Doğru-t) ve toplam ulaşılan seviye t-skor (Seviye Puanı-t) değer aralığını standart puan yapısından kurtarıp, 0-100 aralığında değişen yapıya çevirmek için, daha önce paylaşılan açma formülü (3. Denklem) kullanılmıştır. Katılımcıların tepki süre, toplam doğru ve toplam seviye puanları daha önce açıklanan formüller kullanılarak, hesap süre, hesap doğru ve hesap seviye puanları elde edilmiştir. Bu puanlar “Hafıza Skoru” olarak kullanılmıştır.



Şekil 4. PEBL Corsi Blok Test Ekranı



Şekil 5. PEBL Corsi Blok Test Seçim Tamamlama Ekranı



Şekil 6. PEBL Corsi Blok Test Zamanlama Görseli

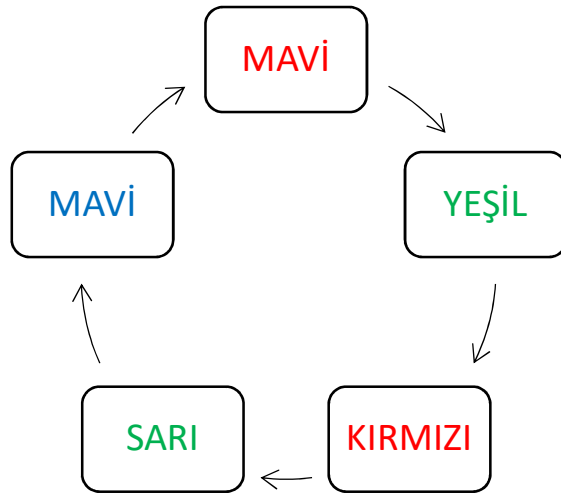
5.3.6. Dikkat Testi (Stroop Test)

Dikkat ölçümü için tercih edilen testlerden yaygın olan Stroop Testi literatürde uzun süredir kullanılmaktadır (Stroop, 1935; Rodriguez ve ark., 2014; Kane ve Engle, 2003). Çalışmamızda kullanılan Stroop Testi dikkat özelliğinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Klasik Stroop Testi (Stroop, 1935) ile benzerlik göstermekte olan test; Mueller ve Piper, (2014) tarafından yine denenmiş ve bilgisayar ortamında PEBL bataryasına uyarlanmıştır. Stroop Testi'nde görsel uyaranlar tercih edilmiştir ve renk isimleri uyaran olarak kullanılmıştır. Renk isimleri, anlamı ile uyumlu renklerde veya çeldirici renklerde sunulmaktadır. Stroop Testi sırasında katılımcılardan, yazı ile renk uyumu tercihleri yapılması için dört rengi temsil eden 1,2,3,4 (kırmızı, mavi, yeşil, sarı) tuşlarına basarak görseldeki renk ile eşleştirilmesi istenmiştir (Şekil 6 ve Şekil 7) (Şekil

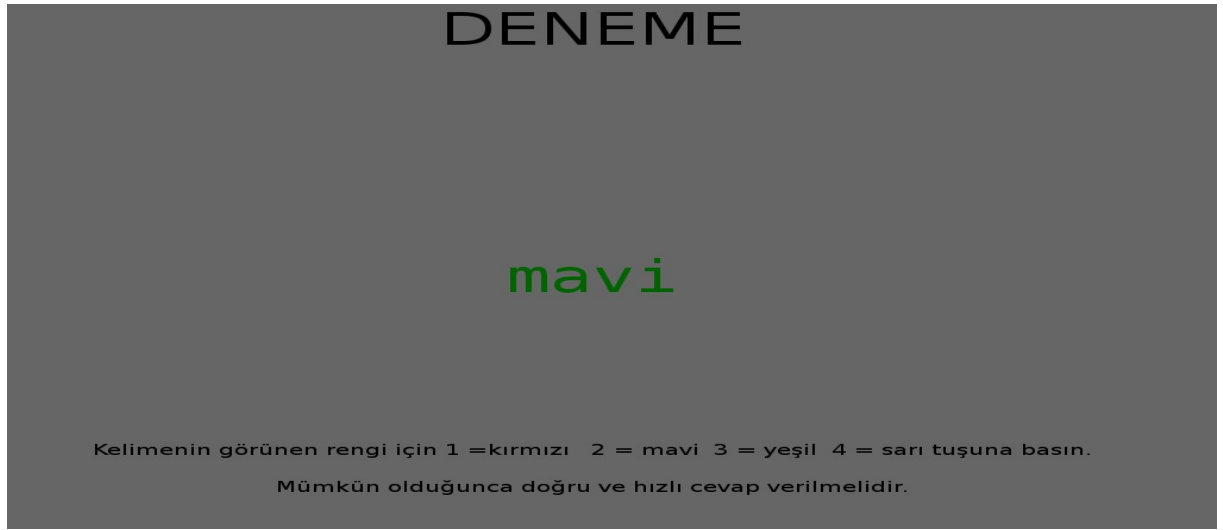
7’de bulunan görüntü Mueller ve Piper, (2014) tarafından geliştirilen PEBL Stroop Test’inden alınmıştır ve tarafımda Türkçe’ye çevrilmiştir). Stroop performansının ölçümü için tepki süresi, doğru sayısı ve hata sayısı gibi parametreler hesaplanmıştır.

Dikkat özelliğinin değerlendirilmesi aşamasında, ölçüm sırasında eş zamanlı gerçekleşen tepki süresi ve toplam doğru sayısı ve toplam hata değişkenlerinin, grupların dikkat özelliğinin karşılaştırılması sırasında ayrı ayrı ele alınmasının doğru olmayacağı düşünülmüştür. Tepki süresi, doğru cevap ve hatalı cevap değişkenlerinin bir arada ele alınıp, hepsinin eşit oranda etkilediği yeni bir değer elde edilmesinin ve karşılaştırılmanın bu yönde gerçekleştirilmesinin, grupların dikkat özellikleri hakkında daha doğru sonuç vereceği varsayılmıştır.

Bu aşamadan sonra, süre, toplam doğru ve toplam hata değerleri için daha önce paylaşılan formüller kullanılarak “z” ve “T” skorları (1. ve 2. denklem) hesaplanmıştır. T skorları hesaplandıktan sonra, grubun tepki süresi t-skor (Tepki Süresi-t), toplam doğru cevap t skor (Doğru-t) ve toplam hatalı cevap t-skor (Hata-t) değer aralığını standart puan yapısından kurtarıp, 0-100 aralığında değişen yapıya çevirmek için, daha önce paylaşılan açma formülü (3.Denklem) kullanılmıştır. Katılımcıların tepki süresi, toplam doğru ve toplam hata puanları ve yukarıda açıklanan formüller kullanılarak, hesap süre, hesap doğru ve hesap hata puanları elde edilmiştir. Bu puanlar “Dikkat Skoru” olarak kullanılmıştır.



Şekil 7. Stroop Testi Test Tasarım Örneği



Şekil 8. Stroop Testi Ekranı

5.3.7. Uzamsal Algı Testi (Zihinde Döndürme Testi-Rotation Test)

Shepard ve Metzler (1971) bu fenomeni ilk araştıran kişilerdi. Deneylerinde, özellikle üç boyutlu nesnelerin zihinsel dönüşü ile ilgili konuları test etmişlerdir. Test içeriğinde; çok sayıda üç boyutlu, asimetrik çizgili veya küp şeklinde nesneler bulunmaktadır. Testler, her bir katılımcının, nesne çiftinin gerçekten aynı nesne mi yoksa iki farklı nesne mi olduğunu belirlemesinin ne kadar süreceğini ölçmek için tasarlanmıştır. Araştırmaları, katılımcıların öge çiftinin eşleşip eşleşmediğine karar vermeleri için tepki süresinin, orijinal konumdan dönme açısıyla doğrusal orantılı olduğunu göstermiştir. Zihinde Döndürme (mental rotasyon) özelliği literatüre bakıldığı zaman birçok çalışma tarafından (Kail ve ark., 1980; Just ve Carpenter, 1985; Kail, 1985; Khooshabeh ve ark., 2013; Feng ve ark., 2007; Jansen ve Lehmann, 2013; Yasen ve ark., 2015) incelenmiştir. Uzamsal Algı Testi (Rotasyon Testi; Rotation Test, The Psychology Experiment Building Language, Version 0.13. <http://pebl.sourceforge.net>) Mueller ve Piper (2014) tarafından bilgisayar versiyonu geliştirilmiştir ve makale olarak yayınlanmıştır. Test prosedürü; ekranın sol tarafında verilen orijinal şekil ile sağ tarafta verilen ikinci şekil aynı mı yoksa farklı olduğunu tespit edilmesi istenmektedir. Tespit edilme aşamasında farklı derecelere rotasyon ettirilen şekil aynı dereceye getirildiğinde eşleşiyorsa aynı (sadece rotasyon yaptırılmıştır), farklı gözükyorsa ayna görüntüsü olduğu yani farklı olduğu şeklinde yorumlanır (aynalanmıştır). Toplamda 133 görsel, katılımcıların karşlarına gelmiştir ve cevaplanması istenmektedir (Şekil 8. Bu şekilde bulunan görüntü Mueller ve Piper, (2014)

tarafından geliştirilen PEBL Rotation Test'inden alınmıştır ve tarafımca Türkçe'ye çevrilmiştir).

Uzamsal Algının değerlendirilmesi aşamasında, ölçüm sırasında eş zamanlı gerçekleşen süre, doğru sayısı ve hata sayısı değişkenlerinin grupların uzamsal algı özelliğinin değerlendirme sırasında ayrı ayrı ele alınmasının doğru olmayacağı düşünülmüştür. Süre, doğru cevap ve hatalı cevap değişkenlerinin bir arada ele alınıp, hepsinin de eşit oranda etkilediği yeni bir değer elde edilmesinin ve karşılaştırılmanın bu yönde gerçekleştirilmesinin, grupların uzamsal algı özellikleri hakkında daha doğru sonuç vereceği varsayılmıştır.

Bu aşamadan sonra, hem toplam süre, doğru cevap ve toplam hata değerleri için daha önce paylaşılan (1. ve 2. Denklem) formüller kullanılarak “z” ve “t” skorları hesaplanmıştır. T skorları hesaplandıktan sonra, grubun toplam süre-t skor, toplam doğru-t skor ve hata-t skor değer aralığını standart puan yapısından kurtarıp, 0-100 aralığında değişen yapıya çevirmek için, daha önce paylaşılan açma formülü (3.Denklem) kullanılmıştır. Katılımcıların tepki süresi, toplam doğru ve toplam hata puanları ve yukarıda açıklanan formüller kullanılarak, hesap süre, hesap doğru ve hesap hata puanları elde edilmiştir. Bu puanlar “Uzamsal Algı Skoru” olarak kullanılmıştır. Katılımcıların süre, toplam doğru ve toplam hata puanları ve yukarıda açıklanan formüller kullanılarak, hesap süre, hesap doğru ve hesap hata puanları elde edilmiştir. Bu puanlar “Uzamsal Algı Skoru” olarak kullanılmıştır.



Şekil 9. Zihinsel Döndürme Test Ekranı

5.4. Verilerin Analizi Toplama Yöntemleri

Verilerin işlenişi, hesaplamaları ve istatistiksel analizleri için IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) sürüm 24 Paket Program aracılığı ile yapılmıştır. İlk olarak verilerin tanımlayıcı istatistikleri (aritmetik ortalama, standart sapma ve normallik testi) yapılmıştır. Verilerin dağılımının normal olup olmadığı test edilirken Shapiro Wilk test sonuçları ile Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) değerleri dikkate alınmıştır. Müdahalenin etkisini belirlemek amacı ile iki grup üzerinde üç ölçüm içeren çalışmada 2 x 3 (Grup x Ölçüm) dizaynı kullanılarak Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measurements Anova) testi kullanılmıştır. Grup içi ölçüm çiftlerinin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren veriler için eşleştirilmiş T-test (Paired T-Test) testi kullanılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalarda normal dağılım gösteren veriler için Bağımsız T-Test (Independent T-test), kullanılarak çalışmanın istatistiği tamamlanmıştır. Ortalamalar arasında farkın anlamlılığı için $\alpha=0,05$ düzeyi dikkate alınmıştır ($p<0,05$) (Alpar, 2006).

6. BULGULAR

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara ait tablolar bu bölümde yer almaktadır. Çalışmaya dahil olan katılımcı bilgileri Tablo 1’de paylaşılmıştır.

TABLO 1: Çalışmaya Katılan Kadın Basketbolcuların Yaş, Boy ve Antrenman Yaşı Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (SS)

	Müdahale grubu (n=10)		Kontrol grubu (n=11)	
	ORT	SS	ORT	SS
Yaş (yıl)	25,9	5,89	22,5	4,61
Boy Uzunluğu (cm)	177,6	10,85	172,18	4,64
Antrenman Yaşı(yıl)	7,8	0,63	7,72	1

Tablo 1’de çalışmayı tamamlayan tüm katılımcıların sayısı, katılımcıların yaş ve boy uzunluklarının ortalama ile standart sapma değerleri bulunmaktadır.

Tablo 2. KAHD ve Serbest Atış Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

KAHD ve Serbest Atış	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
SDNN_1(ms)	50,83	16,37	56,85	20,11	0,71	0,50	1,27	0,29	-0,75	0,46
SDNN_2(ms)	57,16	19,52	52,57	23,99					0,48	0,64
SDNN_3(ms)	53,21	15,53	47,13	14,19					0,94	0,36
NN50_1	20,22	15,81	27,97	17,18	1,50	0,24	0,95	0,40	-1,07	0,30
NN50_2	23,93	18,09	21,70	21,82					0,25	0,80
NN50_3	18,67	16,77	14,51	11,93					0,66	0,52
PNN50_1(%)	0,11	0,08	0,14	0,10	1,06	0,36	1,01	0,37	-0,89	0,39
PNN50_2(%)	0,13	0,11	0,11	0,12					0,37	0,72
PNN50_3(%)	0,11	0,11	0,08	0,07					0,79	0,44
rMSSD_1(ms)	38,88	16,28	46,33	19,26	2,20	0,12	1,42	0,26	-0,95	0,35
rMSSD_2(ms)	48,92	26,27	39,61	24,32					0,84	0,41
rMSSD_3(ms)	35,74	16,82	33,15	15,89					0,36	0,72
VLF_1(ms ² /Hz)	442,69	251,24	387,70	240,84	1,68	0,20	1,68	0,20	0,51	0,62
VLF_2(ms ² /Hz)	436,14	263,74	424,37	339,70					0,09	0,93
VLF_3(ms ² /Hz)	334,66	141,97	298,55	137,23					0,59	0,56
LF_1(ms ² /Hz)	308,26	197,00	402,46	270,17	0,37	0,69	1,08	0,35	-0,91	0,38
LF_2(ms ² /Hz)	327,21	202,61	300,98	191,32					0,31	0,76
LF_3(ms ² /Hz)	363,54	205,94	325,23	179,78					0,46	0,65
HF_1(ms ² /Hz)	237,80	220,08	254,34	195,72	1,04	0,36	0,09	0,92	-0,18	0,86
HF_2(ms ² /Hz)	248,73	205,71	261,64	269,54					-0,12	0,90
HF_3(ms ² /Hz)	194,40	175,80	169,67	117,38					0,38	0,71
LF/HF_1	2,17	1,51	2,11	1,57	3,17	0,05	0,26	0,78	0,08	0,94
LF/HF_2	1,65	1,09	2,02	1,62					-0,61	0,55
LF/HF_3	2,56	2,00	3,04	1,54					-0,61	0,55
Power_1 (ms ² /Hz)	988,74	585,47	1088,33	706,60	0,99	0,38	0,49	0,62	-0,35	0,73
Power_2 (ms ² /Hz)	1089,77	673,71	986,98	760,32					0,33	0,75
Power_3 (ms ² /Hz)	950,12	536,41	741,04	282,16					1,13	0,27
Serbest Atis_1 (isabet)	15,30	1,89	14,27	2,24	0,30	0,74	3,06	0,06	1,13	0,27
Serbest Atis_2 (isabet)	16,50	2,22	14,00	3,10					2,10	,049*
Serbest Atis_3 (isabet)	14,80	3,19	15,27	1,79					-0,42	0,68

SDNN: Standard Deviation NN Intervals, PNN50: The proportion of NN50 divided by the total number of NN intervals, rMSSD: Root Mean Square Standard Deviation, LF: Low Frequency, HF: High Frequency, LF/HF: Low Frequency/ High Frequency, 1: İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi, *p<0,05

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının KAHD ve serbest atış verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 2’de verilmektedir.

Tekrarlayan Anova Analizi sonucunda; Her bir grubun KAHD ve serbest atış verileri kendi içerisinde zaman bağlı karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farkın olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$).

Müdahale ve Kontrol gruplarının KAHD ve Serbest Atış İlk Test verileri karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Çalışma gruplarının müdahale sonrası ikinci ve üçüncü testlerine ait veriler karşılaştırıldığında sadece ikinci basketbol serbest atış testine ait değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı farka sahip olduğu bulunmuştur ($p<0,05$).



Tablo 3. Bilişsel Özelliklere Ait Verilerin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

BİLİŞSEL TEST VERİLERİ	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
CS_1(skor)	51,04	6,12	49,06	4,31	0,11	0,89	0,45	0,64	0,86	0,40
CS_2(skor)	48,77	5,13	49,66	6,41					-0,35	0,73
CS_3(skor)	50,71	6,30	48,66	7,06					0,70	0,49
ROT_1(skor)	47,84	5,54	47,28	12,53	0,14	0,87	0,14	0,87	0,13	0,90
ROT_2(skor)	44,33	9,59	51,92	8,68					-1,91	0,07
ROT_3(skor)	48,96	9,08	48,25	7,62					0,19	0,85
ST_1(skor)	50,23	7,21	49,32	7,08	0,17	0,85	0,06	0,94	0,29	0,78
ST_2(skor)	50,01	6,81	48,45	8,62					0,46	0,65
ST_3(skor)	49,75	10,57	47,49	7,03					0,58	0,57

1: İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi, CS: Corsi Block Test, ROT: Rotation Test, ST: Stroop Test

Çalışmamız katılımcılarının bilişsel özellikleri verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 3’de verilmektedir. Tekrarlayan Anova Analizi sonucunda; bilişsel özellikler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Müdahale ve Kontrol gruplarının bilişsel özellikler verilerinin ilk, ikinci ve üçüncü testlere ait verileri karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Tablo 4. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarında EEG-CZ Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

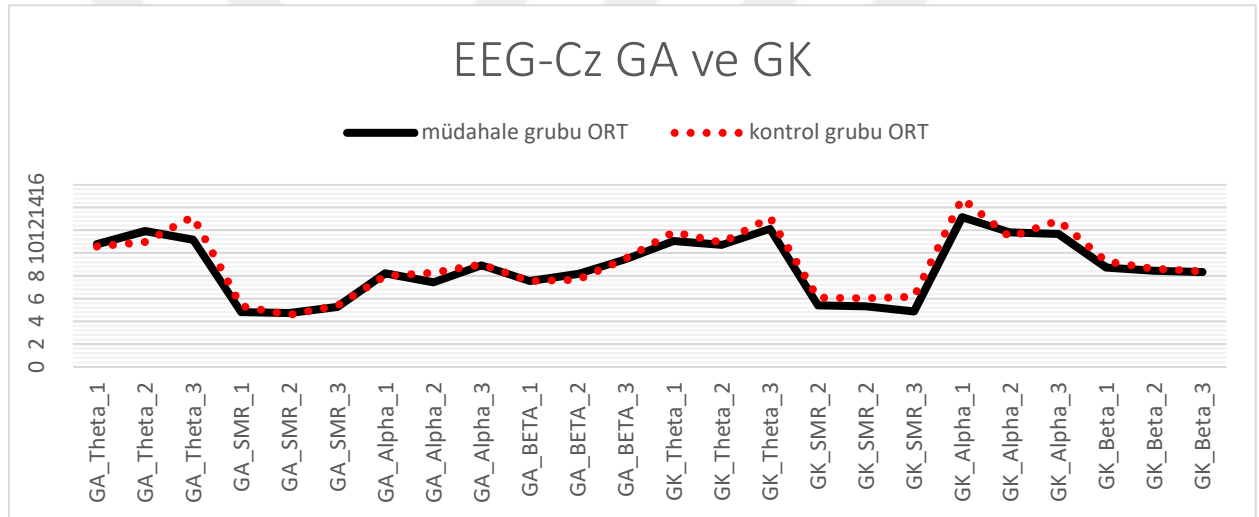
EEG -CZ VERİLERİ	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
GA_Beta_1(μ V)	7,54	1,00	7,54	0,61	7,36	,002^a	0,17	0,85	0,02	0,99
GA_Beta_2(μ V)	8,16	1,87	7,65	1,73					0,66	0,52
GA_Beta_3(μ V)	9,46	2,98	9,51	3,25					-0,04	0,97
GA_DMR_1(μ V)	4,81	0,80	5,36	1,45	2,95	0,06	0,81	0,45	-1,06	0,30
GA_DMR_2(μ V)	4,71	0,65	4,56	0,74					0,50	0,62
GA_DMR_3(μ V)	5,25	1,65	5,36	1,15					-0,19	0,86
GA_Teta_1(μ V)	10,76	1,88	10,56	1,94	4,26	,021^a	4,46	0,018^b	0,24	0,81
GA_Teta_2(μ V)	11,94	2,56	10,98	2,29					0,91	0,38
GA_Teta_3(μ V)	11,16	2,31	13,21	2,63					-1,88	0,08
GA_Alfa_1(μ V)	8,20	2,22	7,97	2,08	1,95	0,16	0,44	0,65	0,24	0,81
GA_Alfa_2(μ V)	7,42	0,59	8,27	2,14					-1,22	0,24
GA_Alfa_3(μ V)	8,92	3,48	9,00	2,09					-0,07	0,95
GK_Beta_1(μ V)	8,71	1,16	9,26	1,99	1,79	0,18	0,29	0,75	-0,77	0,45
GK_Beta_2(μ V)	8,42	1,01	8,60	2,30					-0,22	0,83
GK_Beta_3(μ V)	8,33	1,53	8,37	1,44					-0,06	0,96
GK_DMR_2(μ V)	5,39	0,99	6,06	1,67	0,67	,021^a	0,36	0,05	-1,11	0,28
GK_DMR_2(μ V)	5,32	1,58	6,03	1,60					-1,01	0,33
GK_DMR_3(μ V)	4,85	1,01	6,17	1,74					-2,09	0,05
GK_Teta_1(μ V)	11,04	1,57	11,83	3,05	4,72	,015^a	0,24	0,79	-0,73	0,47
GK_Teta_2(μ V)	10,72	2,00	10,91	2,08					-0,21	0,83
GK_Teta_3(μ V)	12,13	3,46	13,11	4,15					-0,58	0,57
GK_Alfa_1(μ V)	13,14	5,15	14,79	6,51	2,84	0,07	0,56	0,58	-0,64	0,53
GK_Alfa_2(μ V)	11,81	2,59	11,40	2,64					0,36	0,73
GK_Alfa_3(μ V)	11,67	3,85	12,86	3,68					-0,73	0,48

1:İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi, GA: Gözler Açık, GK:Gözler Kapalı, *p<0,05 ^{a,b} p<0,05

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının GA ve GK EEG-Cz verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 4’de verilmektedir.

Zamana bağlı karşılaştırma sonucunda (İlk, İkinci ve Üçüncü Test); zaman faktörüne bağlı olarak; GA_Beta verisinin ($p=0,002$), GK_DMR verisinin ($p= 0,021$), GK_Teta verisinin ($p= 0,015$) değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. GA_Teta verisinin zaman faktörüne bağlı olarak değişimi ve grup x zaman etkileşimine göre değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (sırasıyla, $p=0,021$, $p= 0,018$).

Gruplar arası karşılaştırma sonucunda; Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarının ilk, ikinci ve üçüncü test EEG-Cz Verileri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).



Şekil 10. Ölçümlerarası EEG-Cz Kanalı Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumları Frekans Dağılımı

Tablo 5. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarında EEG-F3 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

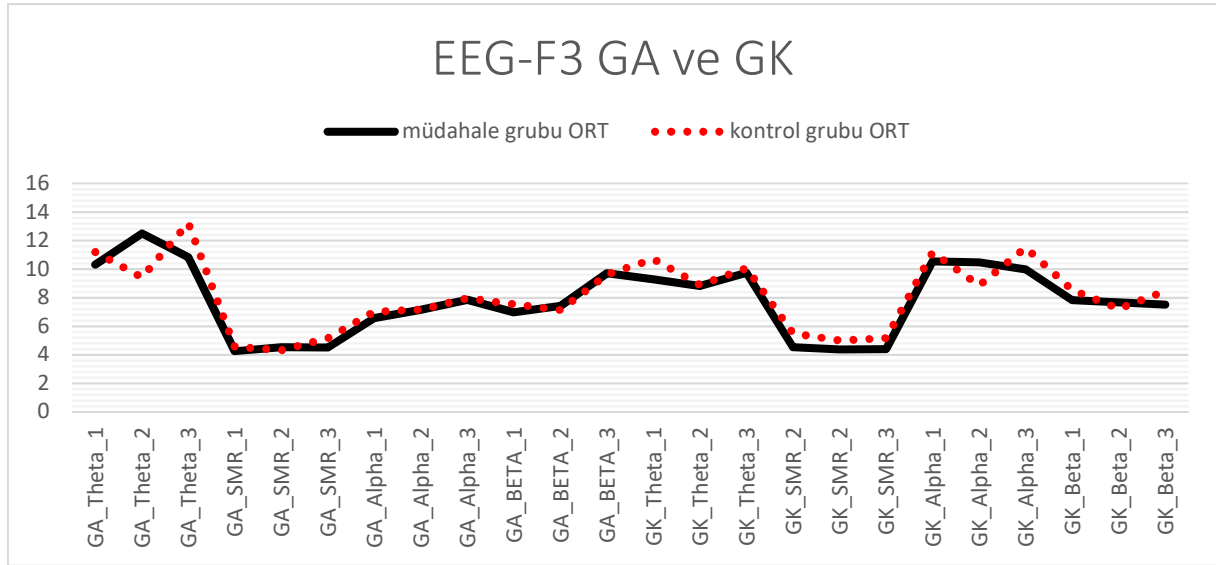
EEG-F3 VERİLERİ	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
GA_Beta_1(μ V)	6,98	1,40	7,53	1,48	11,55	,001^a	0,30	0,68	-0,88	0,39
GA_Beta_2(μ V)	7,43	2,42	7,13	2,71					0,27	0,79
GA_Beta_3(μ V)	9,71	3,43	9,62	3,99					0,05	0,96
GA_DMR_1(μ V)	4,26	0,82	4,56	0,96	1,38	0,26	1,13	0,33	-0,76	0,45
GA_DMR_2(μ V)	4,53	1,10	4,33	1,75					0,32	0,75
GA_DMR_3(μ V)	4,50	1,29	5,17	1,67					-1,02	0,32
GA_Teta_1(μ V)	10,33	2,84	11,20	3,12	1,74	0,19	7,42	,002^b	-0,67	0,51
GA_Teta_2(μ V)	12,50	5,18	9,43	2,48					1,76	0,10
GA_Teta_3(μ V)	10,84	2,99	13,23	3,46					-1,69	0,11
GA_Alfa_1(μ V)	6,58	1,51	7,02	1,70	2,11	0,14	0,08	0,92	-0,62	0,54
GA_Alfa_2(μ V)	7,16	2,08	7,16	2,45					0,00	1,00
GA_Alfa_3(μ V)	7,86	2,79	7,97	1,70					-0,11	0,92
GK_Beta_1(μ V)	7,83	1,65	8,56	2,39	2,01	0,16	1,96	0,17	-0,80	0,43
GK_Beta_2(μ V)	7,68	2,08	7,22	2,17					0,50	0,62
GK_Beta_3(μ V)	7,52	1,58	8,46	2,55					-1,01	0,33
GK_DMR_1(μ V)	4,54	0,93	5,51	1,58	0,75	0,48	0,20	0,82	-1,70	0,11
GK_DMR_2(μ V)	4,39	1,48	5,02	1,54					-0,95	0,35
GK_DMR_3(μ V)	4,41	1,48	5,16	1,38					-1,21	0,24
GK_Teta_1(μ V)	9,30	1,29	10,71	0,63	2,24	0,12	0,70	0,50	-1,55	0,14
GK_Teta_2(μ V)	8,83	1,75	8,88	2,65					-0,05	0,96
GK_Teta_3(μ V)	9,73	2,29	10,08	2,56					-0,32	0,75
GK_Alfa_1(μ V)	10,55	4,82	11,18	3,48	1,78	0,18	2,65	0,08	-0,35	0,73
GK_Alfa_2(μ V)	10,47	3,29	8,87	1,93					1,38	0,19
GK_Alfa_3(μ V)	9,99	3,23	11,51	4,13					-0,93	0,36

GA: Gözler Açık, GK: Gözler Kapalı, DMR: Duyu Motor Ritim, ^{a,*}p<0,05 1: İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının GA ve GK EEG-F3 verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 5’de verilmektedir.

Zamana bağlı karşılaştırma sonucunda (İlk, İkinci ve Üçüncü Test); zaman faktörüne bağlı olarak, GA_Beta verisinin ($p=0,001$) değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. GA_Teta verisinin grup x zaman etkileşimine göre değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,002$).

Gruplar arası karşılaştırma sonucunda; Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarının ilk, ikinci ve üçüncü test EEG-F3 Verileri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).



Şekil 11. Ölçümlerarası EEG-F3 Kanalı Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumları Frekans Dağılımı

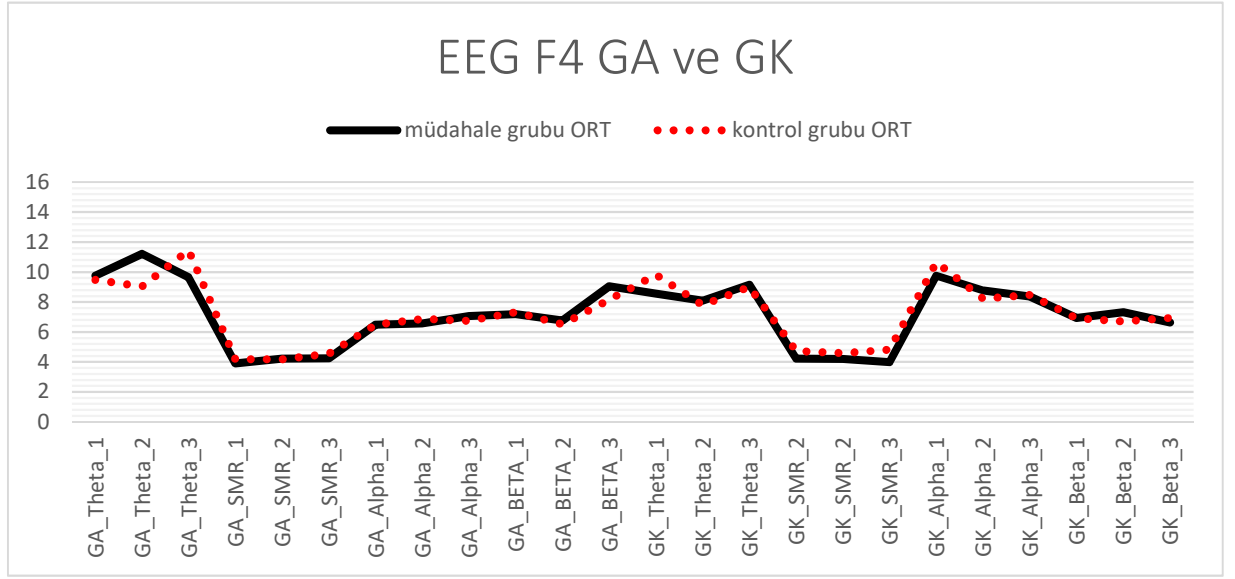
Tablo 6. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarında EEG-F4 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

EEG -F4 VERİLERİ	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
GA_Beta_1(μ V)	7,20	1,51	7,33	1,95	4,57	,034^a	0,30	0,65	-0,17	0,87
GA_Beta_2(μ V)	6,77	1,55	6,50	1,50					0,40	0,69
GA_Beta_3(μ V)	9,06	4,52	8,16	2,89					0,55	0,59
GA_DMR_1(μ V)	3,90	0,78	4,19	0,96	0,86	0,43	0,27	0,76	-0,75	0,47
GA_DMR_2(μ V)	4,22	1,15	4,18	1,58					0,08	0,94
GA_DMR_3(μ V)	4,24	1,43	4,55	1,49					-0,48	0,64
GA_Teta_1(μ V)	9,76	2,88	9,48	1,93	0,98	0,38	4,44	,019^b	0,26	0,80
GA_Teta_2(μ V)	11,22	4,07	9,04	1,94					1,59	0,13
GA_Teta_3(μ V)	9,65	2,98	11,45	3,77					-1,21	0,24
GA_Alfa_1(μ V)	6,48	1,85	6,49	1,51	0,55	0,53	0,32	0,66	-0,01	0,99
GA_Alfa_2(μ V)	6,58	1,84	6,88	2,15					-0,35	0,73
GA_Alfa_3(μ V)	7,07	2,55	6,74	1,57					0,36	0,72
GK_Beta_1(μ V)	6,94	1,14	6,91	1,43	0,19	0,83	0,80	0,46	0,06	0,95
GK_Beta_2(μ V)	7,31	1,86	6,70	1,80					0,77	0,45
GK_Beta_3(μ V)	6,64	1,69	6,94	2,38					-0,33	0,75
GK_DMR_1(μ V)	4,23	0,71	4,73	0,96	0,09	0,87	0,49	0,57	-1,35	0,19
GK_DMR_2(μ V)	4,20	1,22	4,58	1,32					-0,69	0,50
GK_DMR_3(μ V)	4,00	1,31	4,81	1,87					-1,15	0,27
GK_Teta_1(μ V)	8,55	0,76	9,81	0,59	3,35	,046^a	1,32	0,28	-1,47	0,16
GK_Teta_2(μ V)	8,10	1,84	7,79	1,74					0,40	0,70
GK_Teta_3(μ V)	9,16	3,07	9,01	3,44					0,11	0,92
GK_Alfa_1(μ V)	9,75	3,35	10,65	3,42	4,45	,018^a	0,57	0,57	-0,61	0,55
GK_Alfa_2(μ V)	8,77	2,50	8,22	2,08					0,55	0,59
GK_Alfa_3(μ V)	8,36	2,01	8,47	2,91					-0,11	0,92

GA: Gözler Açık, GK: Gözler Kapalı, DMR: Duyu Motor Ritim, ^a *p<0,05, 1: İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının GA ve GK EEG-F4 verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 6’da verilmektedir.

Zamana bağılı karşılaştırma sonucunda (İlk, İkinci ve Üçüncü Test); zaman faktörüne bağılı olarak, GA_Beta verisinin ($p=0,034$), GA_Teta verisinin ($p= 0,019$), GK_Teta verisinin ($p=0,046$), GK_Alfa ($p= 0,018$) değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırma sonucunda; Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumlarının ilk, ikinci ve üçüncü test EEG-F4 verileri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).



Şekil 12. Ölçümlerarası EEG-F4 Kanalı Gözler Açık ve Gözler Kapalı Oturumları Frekans Dağılımı

Tablo 7. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumlarında EEG-Cz Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

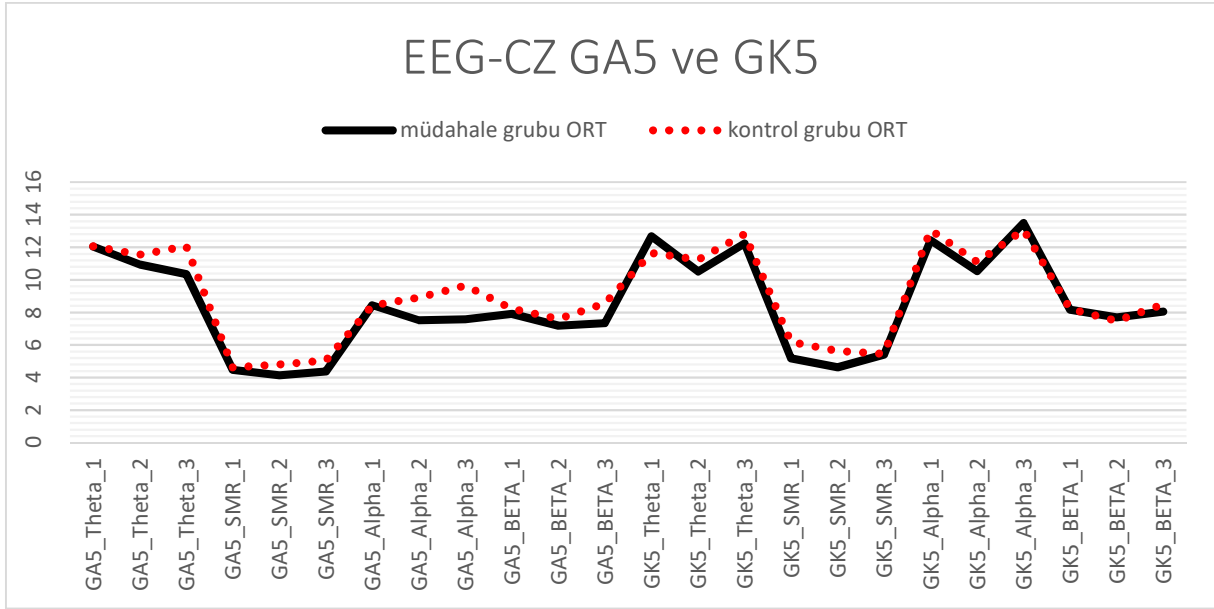
EEG -CZ VERİLERİ	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
GA5_Beta_1(μ V)	7,92	0,96	8,22	1,96	2,24	0,12	1,07	0,35	-0,44	0,66
GA5_Beta_2(μ V)	7,18	1,55	7,60	1,40					-0,66	0,52
GA5_Beta_3(μ V)	7,34	1,23	8,55	2,29					-1,50	0,15
GA5_DMR_1(μ V)	4,47	0,63	4,62	1,00	0,56	0,58	0,84	0,44	-0,40	0,70
GA5_DMR_2(μ V)	4,14	0,99	4,80	0,94					-1,57	0,13
GA5_DMR_3(μ V)	4,37	1,12	5,04	1,19					-1,31	0,21
GA5_Teta_1(μ V)	12,05	2,60	12,07	2,18	2,00	0,15	1,61	0,21	-0,02	0,99
GA5_Teta_2(μ V)	10,95	1,28	11,55	2,37					-0,70	0,49
GA5_Teta_3(μ V)	10,35	2,27	12,06	2,20					-1,76	0,10
GA5_Alfa_1(μ V)	8,45	1,96	8,43	1,82	0,33	0,72	2,39	0,11	0,02	0,98
GA5_Alfa_2(μ V)	7,52	1,88	8,91	1,90					-1,68	0,11
GA5_Alfa_3(μ V)	7,57	2,25	9,65	2,54					-1,98	0,06
GK5_Beta_1(μ V)	8,16	1,30	8,21	1,59	2,41	0,10	0,49	0,62	-0,07	0,94
GK5_Beta_2(μ V)	7,69	1,25	7,47	0,89					0,46	0,65
GK5_Beta_3(μ V)	8,04	1,39	8,50	2,00					-0,60	0,56
GK5_DMR_1(μ V)	5,19	1,30	6,19	1,77	1,94	0,16	1,88	0,17	-1,46	0,16
GK5_DMR_2(μ V)	4,63	0,73	5,63	1,35					-2,07	0,05
GK5_DMR_3(μ V)	5,42	1,41	5,46	1,13					-0,07	0,94
GK5_Teta_1(μ V)	12,67	3,12	11,64	2,50	5,18	,010 ^a	1,63	0,21	0,84	0,41
GK5_Teta_2(μ V)	10,52	1,45	11,24	2,20					-0,88	0,39
GK5_Teta_3(μ V)	12,24	3,12	12,81	4,34					-0,34	0,74
GK5_Alfa_1(μ V)	12,44	4,31	13,06	3,49	6,70	,003 ^a	0,35	0,71	-0,36	0,72
GK5_Alfa_2(μ V)	10,52	2,49	11,11	3,44					-0,44	0,66
GK5_Alfa_3(μ V)	13,50	5,09	13,07	3,50					0,22	0,83

GA5: Gözler Açık 5’li Geri Sayma, GK5: Gözler Kapalı 5’li Geri Sayma, DMR: Duyu Motor Ritim, 1: İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi *p<0,05 ^ap<0,05

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının GA ve GK Geriye 5’li Sayma Oturumları EEG-Cz verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 7’de verilmektedir.

Zamana bağlı karşılaştırma sonucunda (İlk, İkinci ve Üçüncü Test); zaman faktörüne bağlı olarak, GK5_Teta (p= 0,010), GK5_Alfa (p=0,003) verilerinin değişimi istatistiksel olarak

anlamli bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırma sonucunda; Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5'li Sayma Oturumlarının ilk, ikinci ve üçüncü test EEG-Cz verileri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).



Şekil 13. Ölçümlerarası EEG-CZ Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 5'li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı

Tablo 8. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumlarında EEG-F3 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

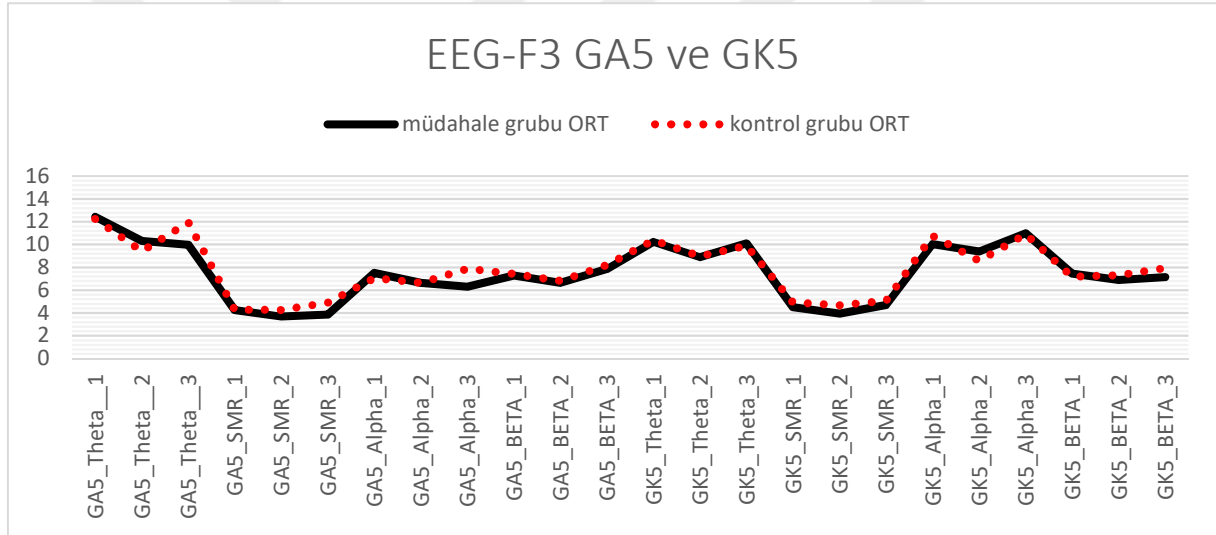
EEG-F3 VERİLERİ	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
GA5_Beta_1(μV)	7,29	1,35	7,44	1,38	5,23	,010^a	0,06	0,95	-0,24	0,81
GA5_Beta_2(μV)	6,65	1,86	6,80	1,89					-0,19	0,85
GA5_Beta_3(μV)	7,84	1,58	8,23	2,28					-0,44	0,66
GA5_DMR_1(μV)	4,27	1,39	4,30	0,78	2,05	0,15	2,83	0,07	-0,07	0,95
GA5_DMR_2(μV)	3,68	1,09	4,26	1,23					-1,14	0,27
GA5_DMR_3(μV)	3,87	0,87	4,91	1,69					-1,75	0,10
GA5_Teta_1(μV)	12,44	4,43	12,24	2,12	6,81	,003^a	2,53	0,09	0,13	0,90
GA5_Teta_2(μV)	10,34	2,83	9,42	2,39					0,81	0,43
GA5_Teta_3(μV)	9,98	2,95	11,95	3,03					-1,51	0,15
GA5_Alfa_1(μV)	7,52	2,16	7,07	0,59	1,62	0,21	4,23	,022^b	0,67	0,51
GA5_Alfa_2(μV)	6,65	1,81	6,64	1,38					0,02	0,99
GA5_Alfa_3(μV)	6,30	1,45	7,88	1,58					-2,38	,028[*]
GK5_Beta_1(μV)	7,47	1,46	7,18	0,87	0,73	0,49	1,17	0,32	0,54	0,59
GK5_Beta_2(μV)	6,90	1,42	7,33	2,12					-0,53	0,60
GK5_Beta_3(μV)	7,15	1,35	7,92	1,98					-1,04	0,31
GK5_DMR_1(μV)	4,51	1,24	4,94	1,07	2,96	0,06	0,30	0,74	-0,86	0,40
GK5_DMR_2(μV)	3,94	0,71	4,67	1,38					-1,50	0,15
GK5_DMR_3(μV)	4,72	1,24	5,08	1,27					-0,66	0,52
GK5_Teta_1(μV)	10,24	0,95	10,38	1,91	4,75	,014^a	0,07	0,93	-0,21	0,84
GK5_Teta_2(μV)	8,89	1,44	8,96	2,29					-0,09	0,93
GK5_Teta_3(μV)	10,09	2,68	9,90	2,43					0,17	0,87
GK5_Alfa_1(μV)	10,04	3,24	10,79	2,32	6,28	,004^a	0,93	0,41	-0,61	0,55
GK5_Alfa_2(μV)	9,40	2,97	8,58	2,66					0,66	0,52
GK5_Alfa_3(μV)	10,99	3,69	10,92	3,12					0,05	0,96

GA5: Gözler Açık 5’li Geri Sayma, GK5: Gözler Kapalı 5’li Geri Sayma, DMR: Duyu Motor Ritim, 1: İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi *p<0,05 ^{a,b}p<0,05

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının GA ve GK Geriye 5’li Sayma Oturumları EEG-F3 verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 8’de verilmektedir.

Zamana bağlı karşılaştırma sonucunda (İlk, İkinci ve Üçüncü Test); zaman faktörüne bağlı olarak, GA5_Beta ($p= 0,010$), GA5_Teta ($p=0,003$), GK5_Teta ($p=0,014$), GK5_Alfa ($p=0,004$) verilerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. GA5_Alfa verisinin grup x zaman etkileşimine göre değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,022$).

Gruplar arası karşılaştırma sonucunda; Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumlarının ilk ve ikinci test EEG-F3 verileri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Üçüncü teste ait verilerden sadece GA_Alfa_3’de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).



Şekil 14. Ölçümlerarası EEG-F3 Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 5’li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı

Tablo 9. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumlarında EEG-F4 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

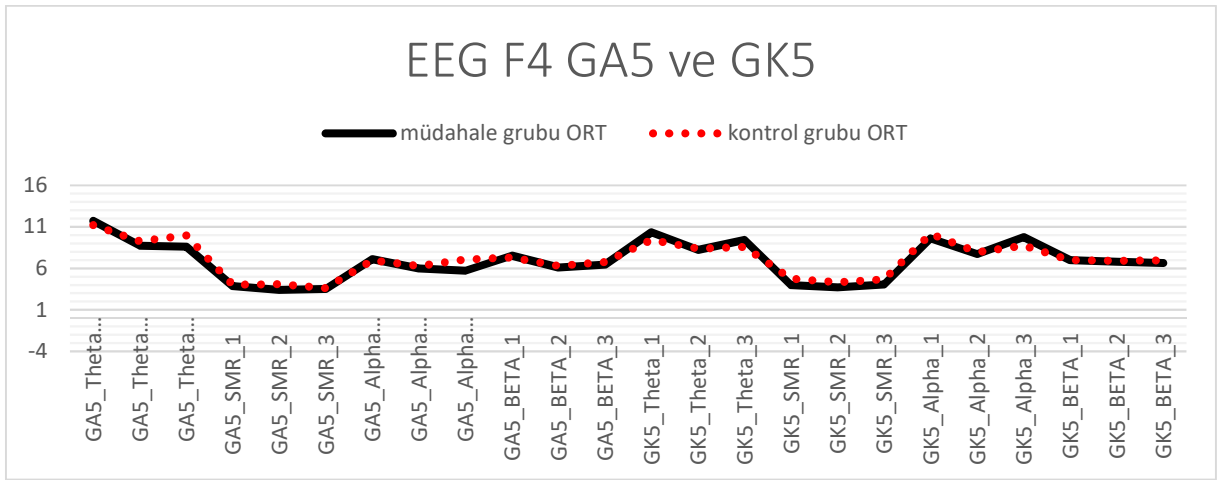
EEG -F4 VERİLERİ	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
GA5_Beta_1(μ V)	7,51	1,84	7,30	1,97	4,35	,020^a	0,22	0,81	0,26	0,80
GA5_Beta_2(μ V)	6,09	0,72	6,31	1,40					-0,45	0,66
GA5_Beta_3(μ V)	6,46	1,55	6,75	2,05					-0,36	0,72
GA5_DMR_1(μ V)	3,88	0,77	4,02	0,91	2,27	0,12	1,79	0,18	-0,39	0,70
GA5_DMR_2(μ V)	3,41	0,81	4,10	0,99					-1,73	0,10
GA5_DMR_3(μ V)	3,53	0,86	3,62	1,03					-0,21	0,84
GA5_Teta_1(μ V)	11,72	5,24	11,20	3,12	6,75	,003^a	0,80	0,46	0,28	0,78
GA5_Teta_2(μ V)	8,71	1,45	9,26	2,37					-0,63	0,54
GA5_Teta_3(μ V)	8,61	2,48	9,95	3,44					-1,01	0,32
GA5_Alfa_1(μ V)	7,11	2,21	6,93	1,42	2,19	0,13	1,65	0,21	0,23	0,82
GA5_Alfa_2(μ V)	6,00	1,72	6,31	1,37					-0,46	0,65
GA5_Alfa_3(μ V)	5,70	1,51	7,05	2,48					-1,49	0,15
GK5_Beta_1(μ V)	6,99	1,24	6,97	1,17	0,12	0,80	0,10	0,83	0,02	0,98
GK5_Beta_2(μ V)	6,80	1,39	6,90	1,95					-0,14	0,89
GK5_Beta_3(μ V)	6,63	1,59	6,95	1,95					-0,42	0,68
GK5_DMR_1(μ V)	4,00	0,39	4,77	0,99	2,07	0,16	0,10	0,84	-2,29	,033[*]
GK5_DMR_2(μ V)	3,71	0,22	4,32	1,10					-1,71	0,10
GK5_DMR_3(μ V)	4,04	0,99	4,66	1,75					-0,98	0,34
GK5_Teta_1(μ V)	10,35	2,90	9,43	2,28	5,18	,010^a	0,73	0,49	0,81	0,43
GK5_Teta_2(μ V)	8,23	1,95	8,38	2,40					-0,16	0,88
GK5_Teta_3(μ V)	9,40	2,93	8,55	3,34					0,62	0,55
GK5_Alfa_1(μ V)	9,61	2,87	10,17	2,58	7,89	,001^a	1,26	0,30	-0,47	0,65
GK5_Alfa_2(μ V)	7,71	1,85	7,96	2,43					-0,27	0,79
GK5_Alfa_3(μ V)	9,75	3,37	8,72	2,89					0,75	0,46

GA5: Gözler Açık 5’li Geri Sayma, GK5: Gözler Kapalı 5’li Geri Sayma, DMR: Duyu Motor Ritim, 1: İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi *p<0,05 ^ap<0,05

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının GA ve GK Geriye 5’li Sayma Oturumları EEG-F4 verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 9’da verilmektedir.

Zamana bağılı karşılaştırma sonucunda (İlk, İkinci ve Üçüncü Test); zaman faktörüne bağılı olarak, GA5_Beta ($p= 0,020$), GA5_Teta ($p= 0,003$), GK5_Teta ($p= 0,010$), GK5_Alfa ($p=0,001$) verilerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Gruplar arası karşılaştırma sonucunda; Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumlarının ilk test EEG-F4 verileri incelendiğinde GK5_DMR_1 verisinin kontrol grubu lehine gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Diğer ilk test verileri, ikinci ve üçüncü teste ait verilerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).



Şekil 15. Ölçümlerarası EEG-F4 Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 5’li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı

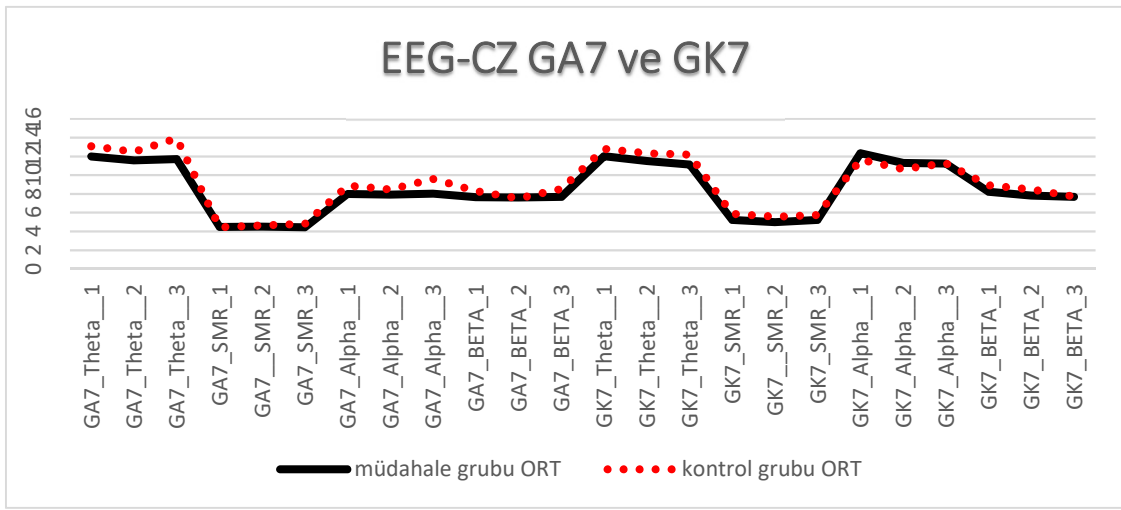
Tablo 10. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumlarında EEG-Cz Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

EEG-Cz VERİLERİ	Müdahale grubu		Kontrol grubu		Zaman		Zaman*grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p (*)
GA7_Beta_1(μV)	7,65	1,20	8,30	1,89	1,32	0,28	0,96	0,39	-0,93	0,36
GA7_Beta_2(μV)	7,61	1,10	7,50	1,05					0,24	0,81
GA7_Beta_3(μV)	7,70	1,32	8,53	1,99					-1,11	0,28
GA7_DMR_1(μV)	4,48	1,04	4,44	0,77	0,40	0,62	0,57	0,53	0,09	0,93
GA7_DMR_2(μV)	4,52	0,83	4,64	0,68					-0,38	0,71
GA7_DMR_3(μV)	4,44	0,95	4,83	1,02					-0,91	0,38
GA7_Teta__1(μV)	11,99	2,16	13,09	3,59	0,98	0,39	0,78	0,47	-0,84	0,41
GA7_Teta_2(μV)	11,59	1,49	12,50	1,70					-1,29	0,21
GA7_Teta_3(μV)	11,71	2,07	13,92	2,10					-2,42	,026*
GA7_Alfa_1(μV)	7,99	1,70	8,89	2,62	1,07	0,35	0,73	0,49	-0,93	0,37
GA7_Alfa_2(μV)	7,92	1,72	8,48	1,75					-0,74	0,47
GA7_Alfa_3(μV)	8,03	2,01	9,61	2,65					-1,53	0,14
GK7_Beta_1(μV)	8,23	1,49	8,91	2,17	3,06	0,06	0,57	0,57	-0,83	0,42
GK7_Beta_2(μV)	7,83	1,47	8,46	1,56					-0,95	0,35
GK7_Beta_3(μV)	7,70	1,24	7,71	1,31					-0,02	0,99
GK7_DMR_1(μV)	5,23	1,25	5,87	1,61	0,75	0,48	0,05	0,96	-1,02	0,32
GK7_DMR_2(μV)	5,00	1,06	5,58	1,35					-1,09	0,29
GK7_DMR_3(μV)	5,23	1,65	5,75	1,82					-0,68	0,51
GK7_Teta_1(μV)	12,02	3,37	12,81	4,41	1,00	0,38	0,03	0,97	-0,45	0,66
GK7_Teta_2(μV)	11,50	2,34	12,34	3,64					-0,63	0,54
GK7_Teta_3(μV)	11,13	2,51	12,18	3,33					-0,81	0,43
GK7_Alfa_1(μV)	12,34	3,97	11,64	3,12	1,58	0,22	0,24	0,79	0,45	0,66
GK7_Alfa_2(μV)	11,31	2,78	10,67	3,50					0,47	0,65
GK7_Alfa_3(μV)	11,24	2,72	11,27	1,62					-0,03	0,98

GA7: Gözler Açık 7’li Geri Sayma, GK7: Gözler Kapalı 7’li Geri Sayma, DMR: Duyu Motor Ritim, 1:İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi *p<0,05 *p<0,05

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının GA ve GK Geriye 7’li Sayma Oturumları EEG-Cz verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 10’da verilmektedir.

Zamana bağılı karşılaştırma sonucunda (İlk, İkinci ve Üçüncü Test); zaman faktörüne bağılı olarak, verilerinin değişimlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Gruplar arası karşılaştırma sonucunda; Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7'li Sayma Oturumlarının ilk ve ikinci test EEG-Cz verileri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Üçüncü teste ait GA_Teta_3 verisinin kontrol grubunda daha yüksek olduğu bu değer müdahale grubu ile karşılaştırılması sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p=0,026$).



Şekil 16. Ölçümlerarası EEG-CZ Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 7'li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı

Tablo 11. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumlarında EEG-F3 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

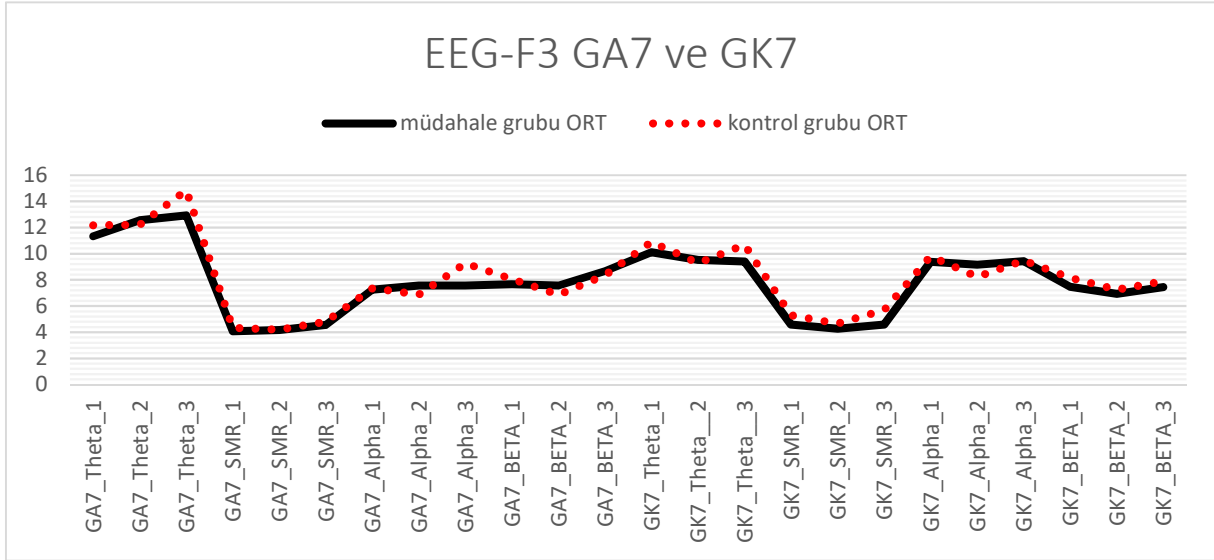
EEG-F3 VERİLERİ	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
GA7_Beta_1(μ V)	7,67	2,18	8,07	1,88	3,99	,027 ^a	0,74	0,48	-0,45	0,66
GA7_Beta_2(μ V)	7,56	2,59	6,87	1,70					0,74	0,47
GA7_Beta_3(μ V)	8,68	2,38	8,34	2,26					0,33	0,75
GA7_DMR_1(μ V)	4,07	1,05	4,35	1,02	3,09	0,06	0,19	0,83	-0,62	0,54
GA7_DMR_2(μ V)	4,18	1,24	4,19	1,18					-0,04	0,97
GA7_DMR_3(μ V)	4,57	1,22	4,80	1,34					-0,41	0,69
GA7_Teta_1(μ V)	11,35	2,00	12,16	2,42	3,25	,050	0,88	0,43	-0,84	0,41
GA7_Teta_2(μ V)	12,57	5,08	12,21	4,63					0,17	0,87
GA7_Teta_3(μ V)	12,93	5,65	14,85	3,07					-0,98	0,34
GA7_Alfa_1(μ V)	7,25	2,03	7,36	1,59	3,59	,037 ^a	2,95	0,06	-0,14	0,89
GA7_Alfa_2(μ V)	7,58	2,41	6,88	1,88					0,75	0,46
GA7_Alfa_3(μ V)	7,58	2,60	9,26	2,73					-1,44	0,17
GK7_Beta_1(μ V)	7,47	1,46	8,16	1,78	2,72	0,08	0,17	0,85	-0,96	0,35
GK7_Beta_2(μ V)	6,94	1,39	7,26	2,03					-0,41	0,68
GK7_Beta_3(μ V)	7,44	2,03	7,89	2,36					-0,46	0,65
GK7_DMR_1(μ V)	4,60	1,06	5,30	1,46	4,29	,021 ^a	1,07	0,35	-1,25	0,23
GK7_DMR_2(μ V)	4,27	1,10	4,67	1,48					-0,70	0,50
GK7_DMR_3(μ V)	4,59	1,49	5,68	2,37					-1,24	0,23
GK7_Teta_1(μ V)	10,11	1,65	10,91	2,76	3,30	,048 ^a	1,64	0,21	-0,79	0,44
GK7_Teta_2(μ V)	9,53	1,72	9,28	2,42					0,27	0,79
GK7_Teta_3(μ V)	9,41	2,35	10,69	3,17					-1,04	0,31
GK7_Alfa_1(μ V)	9,39	1,74	9,81	2,68	2,40	0,11	1,28	0,29	-0,42	0,68
GK7_Alfa_2(μ V)	9,17	1,99	8,22	2,48					0,96	0,35
GK7_Alfa_3(μ V)	9,42	2,27	9,49	1,00					-0,09	0,93

GA7: Gözler Açık 7’li Geri Sayma, GK7: Gözler Kapalı 7’li Geri Sayma, DMR: Duyu Motor Ritim, 1: İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi *p<0,05 *p<0,05

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının GA ve GK Geriye 7’li Sayma Oturumları EEG-F3 verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 11’de verilmektedir.

Zamana bağlı karşılaştırma sonucunda (İlk, İkinci ve Üçüncü Test); zaman faktörüne bağlı olarak GA7_Beta (p= 0,027), GA7_Alfa (p=0,037), GK7_DMR (p= 0,021), GK7_Teta

($p=0,048$) verilerinin değişimlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırma sonucunda; Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7'li Sayma Oturumları ilk, ikinci ve üçüncü test EEG-F3 verileri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).



Şekil 17. Ölçümlerarası EEG-F3 Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 7'li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı

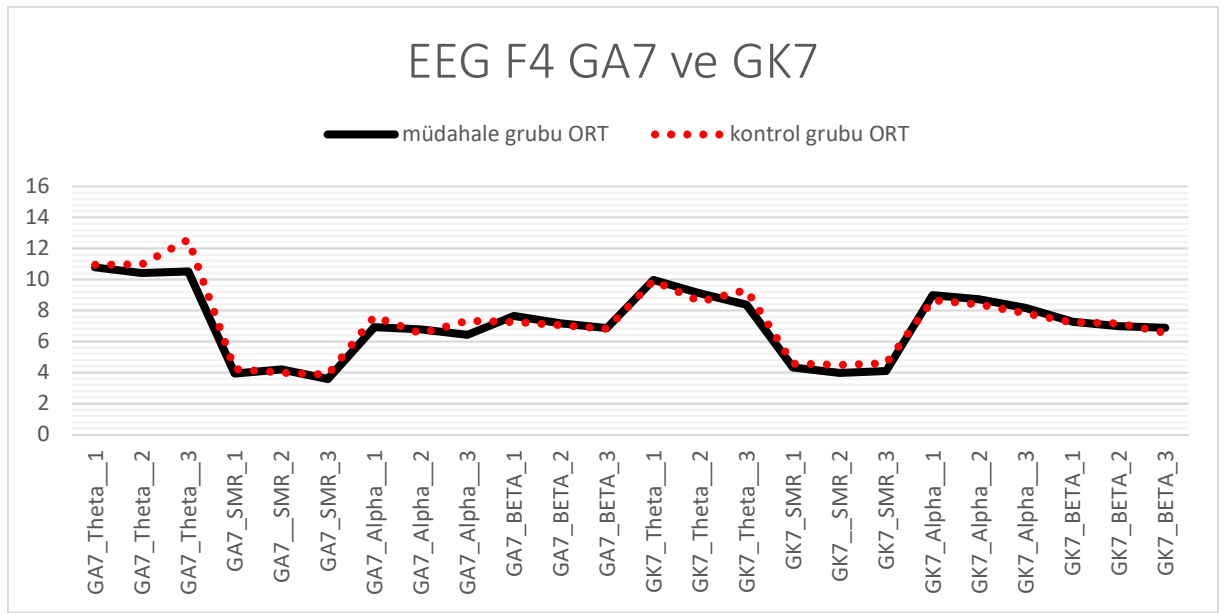
Tablo 12. Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7'li Sayma Oturumları EEG-F4 Verilerinin Gruplara ve Zamana Bağlı Karşılaştırılması

EEG-F4 VERİLERİ	Müdahale Grubu		Kontrol Grubu		Zaman		Zaman*Grup		Gruplar Arası Karşılaştırma	
	ORT	SS	ORT	SS	F	p (a)	F	p (b)	t	p(*)
GA7_Beta_1(μ V)	7,64	1,61	7,25	1,50	0,97	0,39	0,08	0,92	0,57	0,58
GA7_Beta_2(μ V)	7,16	1,85	7,04	1,98					0,15	0,89
GA7_Beta_3(μ V)	6,85	1,69	6,81	1,56					0,06	0,95
GA7_DMR_1(μ V)	3,92	1,08	4,22	1,01	1,77	0,18	0,81	0,45	-0,65	0,53
GA7_DMR_2(μ V)	4,20	1,05	4,00	0,99					0,45	0,66
GA7_DMR_3(μ V)	3,58	0,97	3,86	1,27					-0,57	0,57
GA7_Teta_1(μ V)	10,77	3,33	10,95	1,93	1,03	0,37	1,22	0,31	-0,15	0,88
GA7_Teta_2(μ V)	10,42	2,70	10,98	2,67					-0,48	0,64
GA7_Teta_3(μ V)	10,53	3,44	12,57	4,09					-1,23	0,23
GA7_Alfa_1(μ V)	6,93	2,17	7,61	2,37	1,21	0,31	1,13	0,33	-0,68	0,50
GA7_Alfa_2(μ V)	6,77	1,92	6,52	1,64					0,32	0,75
GA7_Alfa_3(μ V)	6,43	1,94	7,33	2,19					-1,00	0,33
GK7_Beta_1(μ V)	7,28	1,54	7,24	1,61	0,63	0,54	0,15	0,87	0,06	0,95
GK7_Beta_2(μ V)	6,98	1,39	7,17	1,87					-0,26	0,80
GK7_Beta_3(μ V)	6,89	2,31	6,55	1,97					0,37	0,72
GK7_DMR_1(μ V)	4,31	1,05	4,58	1,14	0,35	0,70	0,15	0,86	-0,56	0,58
GK7_DMR_2(μ V)	3,98	0,79	4,49	1,14					-1,18	0,25
GK7_DMR_3(μ V)	4,09	1,31	4,60	1,95					-0,70	0,49
GK7_Teta_1(μ V)	9,96	2,54	9,92	1,94	3,72	,033 ^a	1,31	0,28	0,04	0,97
GK7_Teta_2(μ V)	9,09	1,94	8,58	2,28					0,56	0,58
GK7_Teta_3(μ V)	8,37	2,47	9,33	3,84					-0,67	0,51
GK7_Alfa_1(μ V)	8,98	2,28	8,66	1,57	1,85	0,17	0,00	1,00	0,38	0,71
GK7_Alfa_2(μ V)	8,73	2,53	8,39	3,19					0,26	0,80
GK7_Alfa_3(μ V)	8,16	2,15	7,80	2,10					0,39	0,70

GA7: Gözler Açık 7'li Geri Sayma, GK7: Gözler Kapalı 7'li Geri Sayma, DMR: Duyu Motor Ritim, 1: İlk Test, 2: Müdahale Sonrası Test, 3: Takip Testi *p<0,05 *p<0,05

Çalışmamıza katılan basketbol sporcularının GA ve GK Geriye 7'li Sayma Oturumları EEG-F4 verilerinin gruplara ve zamana bağlı karşılaştırılması Tablo 12'de verilmektedir.

Zamana bağlı karşılaştırma sonucunda (İlk, İkinci ve Üçüncü Test); zaman faktörüne bağlı olarak, GA7_Teta ($p=0,033$) verisinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırma sonucunda; Gözler Açık ve Gözler Kapalı Geriye 7'li Sayma Oturumları ilk, ikinci ve üçüncü test EEG-F4 verileri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).



Şekil 18. Ölçümlerarası EEG-F4 Kanalı Gözler Açık ve Kapalı 7'li Geri Sayma Oturumları Frekans Dağılımı

Tablo 13. Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırması

	Müdahale Grubu				Grup İçi Karşılaştırma		Testler	Kontrol Grubu				Grup İçi Karşılaştırma	
	ORT	SS	Fark	SS	t	p (*)		ORT	SS	Fark	SS	t	p (*)
<u>GA</u>	7,54	1,00	-0,62	1,98	-0,98	0,35	1x2	7,54	0,61	-0,11	1,57	-0,23	0,82
<u>Beta</u>	8,16	1,87	-1,30	2,91	-1,41	0,19	2x3	7,65	1,73	-1,86	2,38	-2,59	,027*
<u>Cz</u>	9,46	2,98	-1,91	2,60	-2,32	,045*	1x3	9,51	3,25	-1,97	3,03	-2,15	0,06
GA	6,98	1,40	-0,46	2,66	-0,54	0,60	1x2	7,53	1,48	0,40	1,72	0,77	0,46
Beta	7,43	2,42	-2,27	2,10	-3,43	,007*	2x3	7,13	2,71	-2,49	2,35	-3,51	,006*
F3	9,71	3,43	-2,16	3,35	-2,04	0,07	1x3	9,62	3,99	-2,09	3,25	-2,14	0,06
GA	7,20	1,51	0,43	2,34	0,58	0,58	1x2	7,33	1,95	0,83	1,12	2,45	,034*
BETA	6,77	1,55	-2,29	3,87	-1,87	0,09	2x3	6,50	1,50	-1,66	2,27	-2,43	,035*
F4	9,06	4,52	-1,86	4,93	-1,19	0,26	1x3	8,16	2,89	-0,83	2,58	-1,07	0,31
GA	10,76	1,88	-1,18	2,08	-1,79	0,11	1x2	10,56	1,94	-0,42	2,30	-0,60	0,56
TETA	11,94	2,56	0,77	2,69	0,91	0,39	2x3	10,98	2,29	-2,23	1,95	-3,79	,004*
CZ	11,16	2,31	-0,40	2,20	-0,58	0,58	1x3	13,21	2,63	-2,64	2,95	-2,97	,014*
GA	10,33	2,84	-2,17	3,74	-1,84	0,10	1x2	11,20	3,12	1,77	3,10	1,90	0,09
TETA	12,50	5,18	1,66	3,99	1,32	0,22	2x3	9,43	2,48	-3,80	3,68	-3,43	,006*
F3	10,84	2,99	-0,51	1,94	-0,84	0,43	1x3	13,23	3,46	-2,03	3,23	-2,08	0,06
GA	9,76	2,88	-1,46	4,02	-1,15	0,28	1x2	9,48	1,93	0,44	1,47	1,00	0,34
TETA	11,22	4,07	1,56	3,07	1,61	0,14	2x3	9,04	1,94	-2,42	3,06	-2,62	,026*
F4	9,65	2,98	0,10	3,29	0,10	0,92	1x3	11,45	3,77	-1,97	2,98	-2,19	0,05
GK	11,04	1,57	0,33	1,44	0,72	0,49	1x2	11,83	3,05	0,93	2,27	1,36	0,21
TETA	10,72	2,00	-1,41	2,92	-1,53	0,16	2x3	10,91	2,08	-2,20	3,13	-2,34	,042*
CZ	12,13	3,46	-1,08	3,46	-0,99	0,35	1x3	13,11	4,15	-1,28	2,71	-1,56	0,15
GK	8,55	0,76	0,46	1,73	0,84	0,43	1x2	9,81	0,59	2,02	2,21	3,04	,012*
TETA	8,10	1,84	-1,06	2,49	-1,35	0,21	2x3	7,79	1,74	-1,22	2,36	-1,72	0,12
F4	9,16	3,07	-0,61	2,71	-0,71	0,50	1x3	9,01	3,44	0,81	2,93	0,91	0,38
GK	9,75	3,35	0,98	3,30	0,94	0,37	1x2	10,65	3,42	2,43	2,73	2,95	,015*
Alfa	8,77	2,50	0,41	2,47	0,52	0,62	2x3	8,22	2,08	-0,26	2,66	-0,32	0,76
F4	8,36	2,01	1,39	3,16	1,39	0,20	1x3	8,47	2,91	2,18	3,98	1,81	0,10

GA: Gözler Açık GK: Gözler Kapalı *p<0,05

Müdahale ve kontrol gruplarına ait gözler açık ve gözler kapalı EEG verilerinin grup içi zamana bağlı karşılaştırması Tablo 13’de gösterilmiştir.

Kontrol grubunun; ilk test ve ikinci test değerleri arasında; GA Beta F4 (p=0,034), GK Teta F4 (p=0,012), GK Alfa F4 (p=0,015), ikinci test ve üçüncü test değerleri arasında GA Beta CZ (p=0,027), GA Beta F3 (p=0,006), GA Teta F4 (p=0,035), GA Teta CZ (p=0,004), GA Teta F3 (p=0,006), GA Teta F4 (p=0,026), GK Teta CZ (p=0,042), birinci test ve üçüncü test değerleri arasında; GA Teta CZ (p=0,014) verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir.

Müdahale grubunun; ikinci test ve üçüncü test değerleri arasında GA Beta F3 (p=0,007), birinci test ve üçüncü test değerleri arasında; GA Beta CZ (p=0,045) verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir.

Tablo 14. Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırması

	Müdahale Grubu				Grup İçi Karşılaştırma		Testler	Kontrol Grubu				Grup İçi Karşılaştırma	
	ORT	SS	Fark	SS	t	p (*)		ORT	SS	Fark	SS	t	p (*)
GA5 BETA F3	7,29	1,35	0,64	1,66	1,23	0,25	1x2	7,44	1,38	0,63	1,83	1,15	0,28
	6,65	1,86	-1,19	1,79	-2,11	0,06	2x3	6,80	1,89	-1,42	1,72	-2,75	0,02*
	7,84	1,58	-0,55	1,58	-1,10	0,30	1x3	8,23	2,28	-0,79	2,38	-1,10	0,30
GA5 BETA F4	7,51	1,84	1,42	1,63	2,76	0,02*	1x2	7,30	1,97	0,99	1,92	1,70	0,12
	6,09	0,72	-0,37	1,27	-0,91	0,39	2x3	6,31	1,40	-0,43	2,11	-0,68	0,51
	6,46	1,55	1,06	2,06	1,62	0,14	1x3	6,75	2,05	0,55	2,21	0,83	0,42
GA5 TETA F3	12,44	4,43	2,10	3,83	1,74	0,12	1x2	12,24	2,12	2,82	1,29	7,27	0,00*
	10,34	2,83	0,35	2,68	0,42	0,69	2x3	9,42	2,39	-2,54	3,48	-2,42	0,04*
	9,98	2,95	2,46	3,10	2,51	0,03*	1x3	11,95	3,03	0,29	3,37	0,28	0,78
GA5 TETA F4	11,72	5,24	3,01	4,78	1,99	0,08	1x2	11,20	3,12	1,94	1,67	3,87	0,00*
	8,71	1,45	0,10	1,69	0,19	0,85	2x3	9,26	2,37	-0,69	3,40	-0,67	0,52
	8,61	2,48	3,11	4,04	2,43	0,04*	1x3	9,95	3,44	1,25	3,54	1,17	0,27
GA5 ALFA F3	7,52	2,16	0,87	1,91	1,43	0,19	1x2	7,07	0,59	0,43	1,12	1,27	0,23
	6,65	1,81	0,36	0,93	1,21	0,26	2x3	6,64	1,38	-1,24	1,71	-2,40	0,04*
	6,30	1,45	1,22	2,27	1,70	0,12	1x3	7,88	1,58	-0,81	1,81	-1,49	0,17
GK5 Teta Cz	10,24	0,95	2,15	2,33	2,92	0,02*	1x2	10,38	1,91	0,40	1,76	0,76	0,47
	8,89	1,44	-1,72	2,72	-2,00	0,08	2x3	8,96	2,29	-1,57	3,28	-1,59	0,14
	10,09	2,68	0,43	1,61	0,84	0,42	1x3	9,90	2,43	-1,17	2,58	-1,50	0,17
GK5 Teta F3	12,67	3,12	1,35	1,40	3,05	0,01*	1x2	11,64	2,50	1,42	1,89	2,50	0,03*
	10,52	1,45	-1,20	2,38	-1,59	0,15	2x3	11,24	2,20	-0,93	2,12	-1,46	0,18
	12,24	3,12	0,16	2,86	0,17	0,87	1x3	12,81	4,34	0,49	2,06	0,79	0,45
GK5 Teta F4	10,35	2,90	2,12	1,97	3,40	0,01*	1x2	9,43	2,28	1,05	2,20	1,58	0,15
	8,23	1,95	-1,17	2,11	-1,76	0,11	2x3	8,38	2,40	-0,17	2,49	-0,23	0,82
	9,40	2,93	0,95	1,50	1,99	0,08	1x3	8,55	3,34	0,88	2,92	1,00	0,34
GK5 Alfa Cz	12,44	4,31	1,92	4,36	1,39	0,20	1x2	13,06	3,49	1,95	2,61	2,48	0,03*
	10,52	2,49	-2,98	4,68	-2,01	0,08	2x3	11,11	3,44	-1,97	2,40	-2,72	0,02*
	13,50	5,09	-1,06	2,35	-1,43	0,19	1x3	13,07	3,50	-0,02	2,42	-0,02	0,98
GK5 Alfa F3	10,04	3,24	0,64	3,05	0,67	0,52	1x2	10,79	2,32	2,20	1,75	4,16	0,00*
	9,40	2,97	-1,60	3,80	-1,33	0,22	2x3	8,58	2,66	-2,34	1,94	-3,99	0,00*
	10,99	3,69	-0,95	3,01	-1,00	0,34	1x3	10,92	3,12	-0,14	1,68	-0,27	0,80
GK5 Alfa F4	9,61	2,87	1,91	2,55	2,37	0,04*	1x2	10,17	2,58	2,20	2,58	2,84	0,02*
	7,71	1,85	-2,04	2,59	-2,49	0,04*	2x3	7,96	2,43	-0,76	1,83	-1,38	0,20
	9,75	3,37	-0,14	2,26	-0,19	0,86	1x3	8,72	2,89	1,44	2,62	1,83	0,10

GA5: Gözler Açık 5’li Geri Sayma, GK5: Gözler Kapalı 5’li Geri Sayma, *p<0,05

Müdahale ve kontrol gruplarına ait Gözler Açık-Kapalı Geriye 5’li Sayma Oturumları EEG Verilerinin grup içi zamana bağlı karşılaştırması Tablo 14’de gösterilmiştir.

Kontrol grubunun; ilk test ve ikinci test değerleri arasında; GA5 Teta F3 (p=0,001), GA5 Teta F4 (p=0,003), GK5 Alfa CZ (p=0,033), GK5 Alfa F3 (p=0,002), GK5 Alfa F4 (p=0,018), ikinci test ve üçüncü test değerleri arasında; GA5 Beta F3(p=0,020), GA5 Alfa F4 (p=0,037), GK5 Alfa CZ (p=0,022), GK5 Alfa F3 (p=0,003) verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit

edilmiştir.

Müdahale grubunun; ilk test ve ikinci test değerleri arasında; GA5 Beta F4 ($p=0,022$), GK5 Teta CZ ($p=0,017$), GK5 Teta F3 ($p=0,014$), GK5 Teta F4 ($p=0,008$), GK5 Alfa F4 ($p=0,042$), ikinci test ve üçüncü test değerleri arasında; GK5 Alfa F4 ($p=0,035$) birinci test ve üçüncü test değerleri arasında; GA5 Teta F3 ($p=0,034$), GA5 Teta F4 ($p=0,038$) verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir.



Tablo 15. Müdahale ve Kontrol Gruplarının Gözler Açık-Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumları EEG Verilerinin Grup İçi Zamana Bağlı Karşılaştırması

	Müdahale Grubu				Grup İçi Karşılaştırma		Testler	Kontrol Grubu				Grup İçi Karşılaştırma	
	ORT	SS	Fark	SS	t	p (*)		ORT	SS	Fark	SS	t	p (*)
GA7 Beta F3	7,67	2,18	0,11	2,74	0,13	0,90	1x2	8,07	1,88	1,20	1,65	2,42	0,04*
	7,56	2,59	-1,11	1,76	-2,00	0,08	2x3	6,87	1,70	-1,48	1,68	-2,91	0,02*
	8,68	2,38	-1,00	3,08	-1,03	0,33	1x3	8,34	2,26	-0,27	1,20	-0,75	0,47
GA7 Teta F3	11,35	2,00	-1,22	4,39	-0,88	0,40	1x2	12,16	2,42	-0,05	4,00	-0,04	0,97
	12,57	5,08	-0,36	2,61	-0,44	0,67	2x3	12,21	4,63	-2,63	3,81	-2,30	0,05
	12,93	5,65	-1,59	5,05	-0,99	0,35	1x3	14,85	3,07	-2,69	3,36	-2,65	0,02*
GA7 Alfa F3	7,25	2,03	-0,33	2,04	-0,51	0,62	1x2	7,36	1,59	0,48	2,17	0,74	0,48
	7,58	2,41	0,00	1,99	0,00	1,00	2x3	6,88	1,88	-2,38	2,67	-2,96	0,01*
	7,58	2,60	-0,33	1,99	-0,53	0,61	1x3	9,26	2,73	-1,90	2,63	-2,39	0,04*
GK7 DMR F3	4,60	1,06	0,33	0,79	1,32	0,22	1x2	5,30	1,46	0,63	1,09	1,92	0,08
	4,27	1,10	-0,33	0,83	-1,24	0,25	2x3	4,67	1,48	-1,01	1,38	-2,43	0,04*
	4,59	1,49	0,00	0,60	0,02	0,99	1x3	5,68	2,37	-0,38	1,42	-0,89	0,39
GK7 Teta F3	10,11	1,65	0,58	0,76	2,41	0,04*	1x2	10,91	2,76	1,63	2,88	1,87	0,09
	9,53	1,72	0,12	1,27	0,30	0,77	2x3	9,28	2,42	-1,41	2,13	-2,19	0,05
	9,41	2,35	0,70	1,51	1,47	0,18	1x3	10,69	3,17	0,22	2,31	0,32	0,76
GK7 Teta F4	9,96	2,54	0,86	1,58	1,73	0,12	1x2	9,92	1,94	1,34	1,77	2,52	0,03*
	9,09	1,94	0,72	1,27	1,79	0,11	2x3	8,58	2,28	-0,75	2,65	-0,94	0,37
	8,37	2,47	1,58	1,69	2,97	0,02*	1x3	9,33	3,84	0,59	3,04	0,64	0,53
Serbest Atış	15,30	1,89	-1,20	1,40	-2,71	0,02*	1x2	14,27	2,24	0,27	2,76	0,33	0,75
	16,50	2,22	1,70	3,62	1,48	0,17	2x3	14,00	3,10	-1,27	2,53	-1,67	0,13
	14,80	3,19	0,50	3,69	0,43	0,68	1x3	15,27	1,79	-1,00	1,79	-1,85	0,09

GA7: Gözler Açık 7’li Geri Sayma, GK7: Gözler Kapalı 7’li Geri Sayma, DMR: Duyu Motor Ritim *p<0,05

Müdahale ve kontrol gruplarına ait Gözler Açık-Kapalı Geriye 7’li Sayma Oturumları EEG Verilerinin grup içi zamana bağlı karşılaştırması Tablo 15’de gösterilmiştir.

Kontrol grubunun; ilk test ve ikinci test değerleri arasında; GA7 Beta F3 (p=0,036), GK7 Teta F4 (p=0,031), ikinci test ve üçüncü test değerleri arasında; GA7 Beta F3 (p=0,015), GA7 Teta F3 (p=0,045), GA7 Alfa F3 (p=0,014), GK7 DMR F3 (p=0,036), birinci test ve üçüncü test değerleri arasında; GA7 Teta F3 (p=0,026), GA7 Alfa F3 (p=0,038) verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir.

Müdahale grubunun; ilk test ve ikinci test değerleri arasında; GK7 Teta F3 (p=0,039), Serbest atış isabeti (p=0,024), birinci test ve üçüncü test değerleri arasında; GK7 Teta F4 (p=0,016) verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir.

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmamızda; 6 haftalık KAHD-GB antrenmanlarının, elit basketbolcuların bilişsel özellikleri, serbest atış isabeti ve EEG duyu motor ritim özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Araştırmamızın hipotezi olarak katılımcılara uygulanan müdahale sonrası hedeflenen parasempatik sinir sistemi aktivasyon artışı ve hedeflenen solunum frekansı kalp ve beyin arasında uyum durumu yaratılarak basketbol serbest atış isabeti, KAHD verileri, EEG özellikleri ve bilişsel özellikler üzerinde etkili olacağı düşünülmüştür. KAHD-GB antrenmanlarının katılımcıların serbest atış isabeti ve KAHD verileri üzerinde görülen değişimler parasempatik aktivasyonun vagal düzenlemelerini yansıtmaktadır. Serbest atış verisinde müdahale grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür. KAHD verilerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da müdahale grubuna uygulanan geribildirim antrenmanı sonucunda parasempatik aktivasyonun arttığı görülmüştür. Uygulanan geribildirim antrenmanının elit basketbolcuların uyguladıkları serbest atış antrenmanlarını destekleyici ek bir yöntem olarak uygulanabileceği tespit edilmiştir.

7.1. KAHD-GB Antrenmanının Bilişsel Özellikler Etkisinin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda uygulanan KAHD-GB antrenmanının bilişsel özellikler üzerine etkisi incelenmiştir. Gruplar arası ilk test değerlerinin karşılaştırması açısından bilişsel özelliklerde gruplar arası herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Uygulanan KAHD-GB antrenmanlarından sonra gerçekleştirilen müdahale sonrası ve takip testlerinin karşılaştırılması sonucunda gruplar arası ve grup içi analizlerinde herhangi bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Tekrarlayan Ölçümlerde Anova analizi sonucunda hem müdahale hem de kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir etki bulunmamıştır ($p>0,05$).

Belirli bir antrenman programının etkili olabilmesi için süre ve yoğunluk çok önemlidir. Göçmen ve ark., 2023 çalışmasında basketbolculara uygulanan 8 haftalık KAHD-GB antrenmanında 6. haftada sporcuların ulaştığı seviyenin yüksek olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızdan farklı olarak çalışmaya dahil edilen katılımcıların elit basketbolcu olmaması, kendi çalışmamız adına etkilerin ortaya çıkması için daha uzun kapsam ve oturum süresine ihtiyaç duyulabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bazı sporcular belirli ölçüm yöntemlerine daha duyarlı olabilirken, çalışmada tercih edilen bilişsel özelliklere müdahale sonrası etki

görülmeyebilir. Çalışmamıza dahil edilen hafıza, dikkat ve uzamsal algı özellikleri dışında bulunan reaksiyon süresi, el-göz koordinasyonu vd. bilişsel özelliklere olan etkilerin araştırılması da önerilmektedir. Beslenme, uyku düzeni, sezon içi müsabakaların sayısı ve stres seviyeleri gibi faktörler de bilişsel performansı etkileyebilir ve antrenmanın etkisini maskeleyebilir. Sporcuların özellikleri, antrenman süresi ve seviyeleri birbirine çok yakın olduğu, kullanılan testlerden dikkat testinin katılımcıların seviyesine göre kolay olması ve katılımcı sayısının az olması nedeniyle gruplar arası fark görülmeme nedenleri olarak düşünülmektedir. Bu çalışmanın bilişsel performans ile fizyolojik değişkenler arasındaki ilişkiyi anlamak adına önemli olduğu fakat daha detaylı sonuçlara varmak için daha fazla araştırma ve farklı yöntemlere ihtiyaç olduğu sonucuna varılmaktadır.

Yüksek KAHD değerinin daha iyi bilişsel performans ile ilişkili olduğu, bilişsel işleme hızı ile KAHD değeri arasında ilişki olmasına rağmen hafıza üzerinde ilişki bulunmadığı ifade edilmiştir (Schaich ve ark., 2020), çalışmamız ile bu çalışma paralellik göstermektedir. Britton ve ark. (2008) çalışmasında orta yaşlı katılımcılarda yapmış oldukları çalışmada KAHD değerleri ve bilişsel performansın düşmesi arasında bir ilişki bulunmadığını ifade etmişlerdir. Frewen ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada KAHD değerleri ve dikkat performansı arasında herhangi bir ilişki bulamamıştır. Forte ve ark. (2019) çalışmasında KAHD değerleri ile sözel hafıza arasında bir ilişki bulunmasına rağmen görsel hafızanın KAHD değerleri ile ilişkisi olmadığını ortaya koymuştur. Mahinrad ve ark. (2016) ve Zeki Al Hazzouri ve ark. (2017) çalışmalarında sözel ve görsel hafıza ile KAHD arasında bir ilişki bulamamışlardır. Zeki Al Hazzouri ve ark. (2017) yaptığı çalışmada 10 saniyelik SDNN ve bilişsel performans arasında (Rakam Sembol testi) herhangi bir ilişki bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Literatür incelendiğinde Shah ve ark. (2011), Frewen ve ark. (2013), Gillie ve ark. (2014) ve Zeki Al Hazzouri (2014) çalışmalarında KAHD ve hafıza arasında ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Gillie ve ark. (2014); yüksek KAHD seviyesinin hafıza özelliği üzerinde daha kontrolün arttığını göstermiştir ve istenmeyen anıları baskılamada daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Shah ve ark. (2011) ve Frewen ve ark. (2013); düşük seviyeli KAHD, kısa ve uzun süreli sözel bellekte daha kötü performans ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Thayer ve Sternberg (2006) çalışmasında düşük seviyeli KAHD değerlerinin, kaygı durumu, dikkat kontrolü, duygu düzenleme ve davranışsal özellikler ile doğrusal bir ilişki olduğunu göstermiştir. Hansen ve ark. (2003, 2004), Duschek ve ark. (2009), Williams ve ark. (2016);

yapmış oldukları çalışmalarında, dinlenim durumunda KAHD değerleri ve dikkat performansı arasında bireysel farklılıklar bulmuşlardır. Duschek ve ark. (2009), Williams ve ark. (2016) çalışmalarının sonuçlarına göre düşük KAHD değerlerinin, daha kötü dikkat performansı ile ilişkili olduklarını ifade etmişlerdir. Frewen ve ark. (2013) çalışmasında düşük KAHD değerlerinin uzamsal algı performansı ile ilişkilendirilmiştir. Dupuy ve ark (2018) yapmış oldukları çalışmada; bilişsel yürütme fonksiyonunun ikili görevler esnasında parasempatik aktivasyon artışı ile yüksek performansın yakından ilişkili olduğu aktif spor yapan yaşlı katılımcılarda göstermişlerdir. Aubert ve ark., (2003) yapmış oldukları çalışmada; yüksek antrenman düzeyindeki grubun dinlenim ve performans esnasında daha iyi vagal kontrolü olduğu görülmüştür. Bu nedenle yüksek antrenman düzeyinde daha iyi bilişsel performans beklenmektedir (Albinet ve ark. 2010; Hansen ve ark. 2004). Hilgarter ve ark. (2021) çalışmasında; daha iyi bilişsel performans sergileyen katılımcıların kısa süreli psikolojik stres uyarımında daha yüksek SDNN değerine sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuç ile çalışmada parasempatik aktivasyonun artışı ve vagal aktivasyon sonuçları ile bağlantı kurulmuştur.

7.2. KAHD-GB Antrenmanının EEG Özellikleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda uygulanan KAHD-GB antrenmanının EEG frekansları üzerinde etkisi incelenmiştir. EEG kayıtlarında, her oturum gözler açık ve kapalı olmak üzere uygulanırken, referans oturumu (sayma işlemi yoktur), geriye 5'li ve 7'li sayma işlemi yapılırken, Cz, F3 ve F4 kanallarından elde edilen EEG değerleri incelenmiştir. EEG parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması sonucunda; sadece GK5_DMR_1 verisinin daha yüksek olduğu ($p=0,033$) görülürken diğer ilk test verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). F3'den alınan GA5_Alfa_3 verisinin ve Cz'den alınan GA7_Teta_3 verisinin kontrol gruplarında daha yüksek olduğu görülmektedir (sırasıyla, $p=0,028$, $p=0,026$) (Tablo 8,10). Çalışmamızda uygulanan KAHD-GB antrenmanlarının özellikle aşamalı şekilde artan zihinsel yüklenme görevi esnasında EEG değerleri üzerinde gruplar arasında bir değişim olmamıştır. Bu durumun özellikleri aşağıda paylaşılan literatür çalışmalarında belirtildiği gibi, elit sporcuların zihinsel görevlerde beyin fonksiyonlarının daha az çalışarak daha karmaşık görevleri yapabildiği, daha verimli çalışabildiğidir. Nöral verimlilik hipotezi, uzmanlık seviyesinde bilgi sahibi olan bireylerin, sedanter kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında bilişsel testlerde daha düşük beyin aktivitesi sergilediğini öne sürmektedir (Neubauer ve Fink, 2009; Dunst ve ark., 2014). Bu durumda vurgulanmak istenen nokta, daha düşük beyin aktivitesinin

daha etkin, verimli ve daha az enerji harcanarak daha ekonomik beyin aktivitesiyle aynı bilişsel işlemler gerçekleştirilmesidir (Duru ve Koca, 2019). Bu nedenle, alanında elit seviyedekiler, öğrenme süreçlerinde beyin aktivitesini daha etkili bir şekilde kullanıyor gibi görünmekte ve profesyoneller ile amatörler arasında karar verme mekanizmalarının farklılık gösterebileceği iddia edilmektedir (Balcıoğlu ve ark., 2014).

Duru ve Koca, (2018) tarafından yapılmış bir çalışmada, zihinsel iş yükünün aynı zamanda EEG alfa bandını baskıladığı ve teta bandını arttırdığı bildirilmektedir. Lin (2018) tarafından yapılmış bir diğer çalışmada KAHD-GB antrenmanları sonrasında EEG’de istatistiksel olarak anlamlı bir değişimin olmadığını ifade edilmiştir. Koichubekov ve Sorokina (2015) ise; birinci aşama hipertansiyon hastalarına uyguladıkları KAHD-GB antrenmanı sonucunda, kontrol grubunun EEG değerlerinde değişimler görülürken (sağ frontol, parietal ve occipital alanlarda alfa aktivasyon düşüşü, sol parietal ve occipitalde delta ve teta artışı), deney grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik görülmediği ortaya konulmuştur. Raymond ve ark. (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarında katılımcılara hem nöro geribildirim hem de KAHD-GB uygulayarak dans performansına etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonunda müdahale grubu lehine dans performansının anlamlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Chuang ve ark. (2013) yaptığı çalışma sonucunda; Fz teta dalgalarının kararlı olması sürdürülebilir dikkatin optimal seviyede kalmasına yardımcı olabileceği, azalan bilişsel gereksinim ile dikkat dağınıklığını pozitif yönde etkileyerek sportif performansın artış sağladığını ifade etmişlerdir. Prinsloo ve ark. (2013) çalışmalarında tek oturumluk KAHD-GB antrenmanı sonrasında sağlıklı katılımcıların Teta/Beta oranının Fz, Cz, Pz’de arttığını söylemişlerdir. Çalışmamızda müdahale grubunun gözler açık ve kapalı oturumları ile geriye 7’li sayma oturumlarının frekanslarında güç dağılımının müdahale grubunun lehine olacak şekilde kontrol grubundan daha kararlı olduğu, ayrıca kontrol grubu verilerinin değişken, kararlı olmayan ve ölçümler arası farklılık gösterdiği bulunmuştur. Bu bağlamda EEG verilerinin literatür ile paralellik göstermektedir.

Kalp ve beyin arasında temel bağlantılar vardır. Özellikle vagus sinirinin beyin sapındaki merkezi sinir sistemine (medullada bulunan nucleus solitarius) giden afferent bağlantıları ve oradan da kortekse giden bağlantıları vardır (Reid ve ark., 2013). Thompson ve Thompson’un (2009) çalışmasında; KAHD ve beyin fonksiyonları arasındaki bağlantıyı özetleyen nöral sinerji sistem teorisini geliştirmişlerdir. Bu teoride, nörogeribildirim ile istenen EEG

bölümlerinin aktivitesini arttırmak ya da değiştirmek sadece Cz'deki aktiviteyi değil, aynı zamanda tüm sinir ağlarını da etkilediği bildirilmiştir. Reid ve ark. (2013), KAHD-GB antrenmanı ve nöro geri bildirim antrenmanının DMR gücüne olan etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, başlangıç düzeyine göre DMR istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artış göstermiştir. Reid ve ark. (2013); KAHD-GB ve DMR aracılığıyla sporcuların beyin ve vücudun uyumlu hale gelebileceği, böylelikle daha ideal performans durumuna ulaşılabilceğini önermişlerdir. Sigafus (2013) yapmış olduğu doktora tezinde; KAHD, beyin sapındaki afferent bağlantılar ile merkezi sinir sisteminin vagus sinirleri aracılığıyla doğrudan etkilendiği vurgulanmıştır. Çalışma sonucunda ise; vagal gücün yükselmesi KAHD'de anlamlı bir artış sağlarken, DMR'de artış görülmemiştir. Bu sonuç bizim çalışmamız ile paralellik gösterirken, Reid ve ark. (2013) yapmış olduğu çalışmada ortaya çıkan DMR artışının bizim çalışmamızda görülmemesi sebebi nöro geribildirim antrenmanı yapılmadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Wang ve ark. (2022) yapmış oldukları çalışmada; başarılı atışlar esnasındaki teta dalgası ile kalp atım hızının arasında anlamlı olarak negatif ilişki olduğu ve kalp atım hızı değişimleri ile pozitif ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Wang ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada; elit sporcular optimal atış performansı esnasında başarısız atışlara kıyasla sol temporal bölgede anlamlı olarak daha yüksek alfa gücü göstermişlerdir, ama alfa gücü ve atış performansı arasında bir ilişki bulunmamıştır. Görev talebinin ve öğrenmenin psikofizyolojik yanıtlarını inceleyen Fairclough ve ark. (2005), artan görev talebi ile teta gücünün artması önce yapılan çalışmalar (Gundel ve Wilson, 1992; Gevins ve Smith, 2003) ile sonucunun tutarlı olduğunu ve frontal bölgedeki artan teta aktivasyonunun artan dikkat ve odaklanma durumuyla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

7.3. KAHD-GB Antrenmanının Basketbol Serbest Atış İsabeti Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda uygulanan KAHD-GB antrenmanlarının basketbol serbest atışa olan etkisi incelenmiştir. Gruplar arası ilk test değerlerinin karşılaştırması açısından EEG parametrelerinin gruplar arası değerlerinde herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ($p < 0,05$). Uygulanan KAHD-GB antrenmanlarından sonra gerçekleştirilen müdahale sonrası ve takip testlerinin gruplar arası karşılaştırılması sonucunda; müdahale grubunda ikinci test değerlerinin karşılaştırılması sonrasında müdahale grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p = 0,049$). Takip testleri karşılaştırılması sonucunda gruplar arası herhangi bir

farklılık bulunmamıştır. Bu sonuçlar ışığında müdahale grubuna uygulanan geribildirim antrenmanlarının elit basketbolcuların serbest atış isabetini olumlu yönde etki ettiği doğrulanmıştır ve hipotezimiz ile bulgular karakterizedir. Grup içi değerlerin karşılaştırılması için uygulanan Bağımlı Örneklemli T-Test analizi sonucunda; müdahale grubu 1. test ve müdahale sonrası yapılan 2. test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülürken ($p = 0,024$), kontrol grubunda herhangi bir değişiklik tespit edilmemiştir.

Görsel ve sinir sistemi entegrasyon modeli ve polivagal teoriye göre memelilerde duygusal ve sosyal davranışlar, vagal uyarımlar ile iletişim sağlayarak görsel dengeyi düzenleme yeteneğine sahiptir (Porges, 1995; Rottenberg, 2007; Thayer ve ark., 2012). İyileştirilmiş vagal işlev, dolayısıyla basketbol performansında daha iyi duygusal düzenleme sağlayarak, basketbolda daha iyi performansa yol açacağı düşünülmüştür. Paul ve Garg (2012) çalışmasında KAHD-GB antrenmanının basketbol şut becerisinin gruplar arasında (plasebo, deney, kontrol) etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda şut becerisi deney ve müdahale grubunda pozitif bağlamda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülürken kontrol grubunda herhangi bir değişim görülmemiştir. Paul ve ark (2012) çalışmasında ise KAHD-GB antrenmanları sonucunda basketbol şut isabetinin (3 dakikalık atış testi) istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığını ortaya çıkarmışlardır. Pagaduan ve ark. (2020) yapmış oldukları sistematik derlemede KAHD-GB antrenmanlarının sporcuların motor becerilerini daha iyi hale getirmek için kullanılabileceği ifade edilmiştir. Lagos ve ark. (2008) KAHD-GB antrenmanları sonucunda genç elit golf sporcularının spor performansını arttırıp, kaygı ve olumsuz etkileri azalttığını ifade etmişlerdir. Yine aynı çalışmada; 14 yaşındaki golf sporcusuna 10 haftalık uygulanan KAHD-GB antrenmanları sonucunda 18 golf deliği bulunan golf atış performansı testini müdahale sonrasında 15 atış daha az yaparak tamamladığını ve performansın geliştiğini ortaya koymuşlardır. Lagos ve ark. (2011) vaka analizinde uygulanan 10 haftalık KAHD-GB antrenmanının sporcunun stresle baş etmesine yardımcı olarak sanal gerçeklik golf yazılımındaki uyguladığı sportif performansın müdahale sonrası geliştiğini çalışma sonunda göstermişlerdir.

7.4. Sonuç ve Öneriler

KAHD-GB antrenmanlarının, elit basketbolcuların bilişsel özellikleri, serbest atış isabeti ve EEG frekanslarına olan etkileri incelediğimiz çalışmamız sonucunda, katılımcılarda yaratılmak

istenen beyin-kalp bağlantısını olumlu etkileri ile sportif performansın olumlu bir şekilde geliştiği görülmüştür. KAHD-GB antrenmanları ile katılımcılarda yaratılan psikolojik durumun serbest atış isabetine etkisi olduğu düşünülmektedir. Katılımcılar basketbol antrenmanları ve KAHD-GB antrenmanları ile hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan çalışma imkanı bulmuştur. Hedeflenen solunum frekansını katılımcıların sportif performansları esnasında kullanmak, basketbol antrenmanlarına ek olarak performansı destekleyici bir antrenman yöntemi olabileceği görülmüştür. Otonom sinir sisteminin parasempatik aktivasyon artışı ile kalp atım hızının azalması gibi fizyolojik özelliklerin etkilenmesi ve stresle baş etme gibi performansı etkileyen unsurlar konusunda da geri bildirim antrenmanlarının etkisi gözlenmiştir. Gruplar arası EEG değerlerinde ve bilişsel özelliklerde fark olmaması çalışmaya dahil edilen katılımcı sayısı, oturum sayısı ve seans süresinin uzatılması ile etkilerin gözlemlenebileceği düşünülmektedir. Kontrol grubunda EEG verilerinin grup içi istatistiksel anlamlı farkların oluşması ölçümler arasında değerlerin stabil olmadan değişebildiğini, sezon içi müsabaka yoğunluğu, stres ve yorgunluk gibi nedenlerle etkilenebildiği düşünülmektedir. Müdahale grubunun verilerinde ise EEG verilerinin daha kararlı olması KAHD-GB antrenmanın bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Elit sporcuların karmaşık ve anlık zorluklarda yetkinlikleri nedeniyle daha hazır olması ve bu bilgilerin literatürde teorilere dayanarak açıklanması bilişsel özelliklerde KAHD-GB antrenmanlarını etkisini gözlemlenememe nedeni olarak düşünülmektedir. Daha farklı branşlarda ve tekniklerde KAHD-GB antrenmanı, ek olarak nöro geri bildirim antrenmanları ile birlikte denenerek sonuçları araştırabilir. Daha kalabalık katılımcı grubu çalışma etkilerinin gözlenmesi adına ve bu çalışmanın erkek elit basketbolcular ile birlikte cinsiyetler arası farklılıkların tespiti ilerleyen çalışmalarda yer bulabilir. Solunum frekansı açısından ise uygulanan nefes ritminin geri bildirim cihazına ek olarak solunum esnasında salınan karbondioksit miktarı da dikkate alınarak farklı kanıtlar ile çalışma yürütmek daha kıymetli olacaktır.

8. KAYNAKLAR

- Aktop, A., ve Seferoğlu, F. (2014). Sportif Performans Açısından Nöro-Geribildirim. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 23-36. <https://doi.org/10.17155/spd.42159>
- Albinet, C. T., Boucard, G., Bouquet, C. A., & Audiffren, M. (2010). Increased heart rate variability and executive performance after aerobic training in the elderly. *European journal of applied physiology*, 109(4), 617–624. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1393-y>
- Allen, R. J., Schaefer, A., & Falcon, T. (2014). Recollecting positive and negative autobiographical memories disrupts working memory. *Acta Psychologica*, 151, 237-243. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.07.003>
- Alpar, R. *Spor Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik*, (2006). Nobel Yayın Dağıtım. 3. Baskı. Ankara. Nobel Yayın No:221. Spor ve Sağlık Yayın Dizisi:9. ISBN:975-591-200-2
- Andrew, M., Grobbelaar, H.W. & Potgieter, J.C. 2007. Sport psychological skill levels and related psychological factors that distinguish between rugby union players of different participation levels. *South African journal for research in sport, physical education and recreation*, 29(1):1-14. <https://hdl.handle.net/10520/EJC108850>
- Antti M. K., Arto J.H., Hannu K., Juuso N., Paula V., Jaana K. Ve Mikko P.T. Daily Exercise Prescription on the Basis of HR Variability among Men and Women, 0195-9131/10/4207-1355/0 Medicine&Science In Sports &Exercise Copyright, 2010 by the American College of Sports Medicine PMID: 20575165 DOI: [10.1249/mss.0b013e3181cd5f39](https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181cd5f39)
- Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of general psychology*, 10(3), 229-240. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.10.3.229>
- Aubert, A.E., Seps, B. & Beckers, F. Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Med* 33, 889–919 (2003). <https://doi.org/10.2165/00007256-200333120-00003>
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews neuroscience*, 4(10), 829-839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Balcıoğlu, T., Şahin, D., Assem, M., Selman, S. B., & Duru, D. G. (2014). Göz Hareketleri Takibi ile Elit Sporcularda Bakış Karakteristikleri Analizi: Pilot Çalışma. In *2014 18TH NATIONAL BIOMEDICAL ENGINEERING MEETING (BIYOMUT)*. IEEE. <https://dx.doi.org/10.1109/BIYOMUT.2014.7026345>
- Balčiūnas, M., Stonkus, S., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2006). Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(1), 163-170 PMID: 24198694 PMCID: [PMC3818669](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24198694/)
- Bar-Eli, M. (2002). *Biofeedback as Applied Psychophysiology in Sport and Exercise: Conceptual Principles for Research and Practice*. Brain and Body in Sport and Exercise. Edited by Blumenstein, B., Bar-Eli, M., Tenenbaum, G. 1-5

- Baselli, G., Cerutti, S., Badilini, F., Biancardi, L., Porta, A., Pagani, M., et al. (1994). Model for the assessment of heart period and arterial pressure variability interactions and of respiration influences. *Med. Biol. Eng. Comput.* 32, 143–152. DOI: 10.1007/BF02518911
- Baymur, F. (1998). *Genel Psikoloji*. İstanbul:İnkılap kitabevi
- Berntson, G. G., Thomas Bigger, J. T., Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P. G., Malik, M., Nagaraja, H. N., Porges, S. W., Saul, J. P., Stone, P. H., & van der Molen, M. W. (1997). Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 34(6), 623–648. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02140.x>
- Billman, G. E. (2011). Heart rate variability - a historical perspective. *Frontiers in Physiology*, 2, Article 86. <https://doi.org/10.3389/fphys.2011.00086>
- Blumenstein, B., Bar-Eli, M., & Tenenbaum G. (1995). The augmenting role of biofeedback: effects of autogenic, imagery and music training on physiological indices and athletic performance. *Journal of Sports Science*. 13(4). 343-354. <https://doi.org/10.1080/02640419508732248>
- Britton, A., Singh-Manoux, A., Hnatkova, K., Malik, M., Marmot, M. G., & Shipley, M. (2008). The Association between Heart Rate Variability and Cognitive Impairment in Middle-Aged Men and Women: The Whitehall II Cohort Study. *Neuroepidemiology*, 31(2), 115-121. <https://doi.org/10.1159/000148257>
- Caprino, D., Clarke, N. D., & Delestrat, A. (2012). The effect of an official match on repeated sprint ability in junior basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 30(11), 1165-1173. DOI:10.1080/02640414.2012.695081
- Carrasco, M. (2011). *Visual attention: The past 25 years*. *Vision research*, 51(13), 1484-1525.
- Castagna, C., Manzi, V., D'Ottavio, S., Annino, G., Padua, E., & Bishop, D. (2007). Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1172-1176. DPO: 10.1519/R-20376.1
- Chang, Y.K., Labban, J.D., Gapin, J.I., Etnier, J.L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87-101. doi: 10.1016/j.brainres.2012.02.068
- Chantal, Y., Guay, F., Dobрева-Martinova, T., & Vallerand, R. J. (1996). Motivation and elite performance: An exploratory investigation with Bulgarian athletes. *International Journal of Sport Psychology*, 27, 173-182.
- Chica, A. B., Bartolomeo, P., & Lupianez, J. (2013). Two cognitive and neural systems for endogenous and exogenous spatial attention. *Behavioural Brain Research*, 237, 107-123. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.09.027>
- Chrousos, G. P., & Gold, P. W. (1992). The concepts of stress and stress system disorders. *Journal of the American Medical Association*, 267, 1244-1252. DOI:10.1001/jama.1992.03480090092034
- Chuang, L., Huang, C., & Hung, T. (2013). The differences in frontal midline theta power between successful and unsuccessful basketball free throws of elite basketball players. *International Journal of Psychophysiology*, 90(3), 321-328. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.10.002>

- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological science*, 14(2), 125–130. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.t01-1-01430>
- Collins D., 1995 *Psychophysiology and Sport Performance. European Perspectives on Exercise and Sport Psychology*. Biddle J.H. S., Edt. Human Kinetics. 18-19.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? Progress in brain research, 169, 323-338. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)00020-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)00020-9)
- Cox, R. H. (2007). *Sport psychology: concepts and applications*. New York City, NY: Mc-Graw Hill Publishers.
- Crocker, P., Tamminen, K., & Gaudreau, P. (2015). Coping in sport. In *Contemporary Advances in Sport Psychology: A Review* (pp. 28–67). Retrieved from <https://psycnet.apa.org/record/2015-18971-002>
- deBoer, R. W., Karemaker, J. M., & Strackee, J. (1987). Hemodynamic fluctuations and baroreflex sensitivity in humans: a beat-to-beat model. *The American journal of physiology*, 253(3 Pt 2), H680–H689. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1987.253.3.H680>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11, 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Dekker, M.K.J., Sitskoorn, M.M., Denissen, A.J.M., & van Boxtel, G.J.M. (2014). The time- course of alpha neurofeedback training effects in health participants. *Biological Psychology*, 95, 70-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.11.014>.
- Dempster, T. (2012). *An investigation into the optimum training paradigm for alpha electroencephalographic biofeedback (PhD Thesis)*. U.K.: Canterbury Christ Church University.
- Dessy, E., Mairesse, O., Van Puyvelde, M., Cortoos, A., Neyt, X., & Pattyn, N. (2020). Train your brain? Can we really selectively train specific EEG frequencies with neurofeedback training. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 22. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00022>
- Doğan O., (2005) *Spor Psikolojisi, Nobel Yayınevi*, Adana.s:2
- Dong, S., Reder, L. M., Yao, Y., Liu, Y., & Chen, F. (2015). Individual differences in working memory capacity are reflected in different ERP and EEG patterns to task difficulty. *Brain research*, 1616, 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.05.003>
- Doppelmayr, M., Emily, W., Effects of SMR and Theta/Beta Neurofeedback on Reaction Times, Spatial Abilities, and Creativity. *Journal of Neurotherapy*, 2011, 15 (2): 115-129 DOI: <https://doi.org/10.1080/10874208.2011.570689>
- Dosil, J. 2006. *The sport psychologist's handbook: A guide for sport-specific performance enhancement*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Doucette J. LMHC Mindful Technology emWaveBiofeedback Training Manual Heart Rate Variability 1st Edition, 2010
- Dunst, B., Benedek, M., Jauk, E., Bergner, S., Koschutnig, K., Sommer, M., Ischebeck, A., Spinath, B., Arendasy, M., Böhner, M., Freudenthaler, H., & Neubauer, A. C. (2013). Neural efficiency as a function of task demands. *Intelligence*, 42, 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.09.005>

- Dupuy, O., Bosquet, L., Fraser, S. A., Labelle, V., & Bherer, L. (2018). Higher cardiovascular fitness level is associated to better cognitive dual-task performance in Master Athletes: Mediation by cardiac autonomic control. *Brain and cognition*, 125, 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.06.003>
- Duru, A.D. (2019). Determination of Increased Mental Workload Condition From EEG by the Use of Classification Techniques. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 31(1), 47-52. DOI: 10.7.7240/jeps.459420
- Duru, A.D., and Assem, M.(2018). Investigating neural efficiency of elite karate athletes during a mental arithmetic task using EEG. *Cognitive Neurodynamics*, vol. 12, no. 1, pp.95-102. DOI: 10.1008/s11571-017-9464-y.
- Duru, D. G., & KOCA, E. I. (2019). Fiziksel performans etkisinde mental aktivitenin elektrofizyolojik bulgularının değerlendirilmesi. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 7(3), 389-397. <https://doi.org/10.21541/apjes.520952>
- Duschek, S., Muckenthaler, M., Werner, N., & Reyes del Paso, G. A. (2009). Relationships between features of autonomic cardiovascular control and cognitive performance. *Biological Psychology*, 81(2), 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.03.003>
- Demos, J. N. (2005). *Getting started with neurofeedback*. WW Norton & Company.
- Eren, D. B., (2017) Genç Kadın Basketbolcuların Müsabaka Sırasında Enerji Tüketimi, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Danışman: Prof. Dr. Kemal TAMER, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi.
- Eygü H. Spor psikolojisi ve Türkiye’deki futbol hakemlerinin hakemlik psikolojileri üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2009, Erzurum (Danışman: Doç. Dr. Ü. Özen).
- Fairclough, S. H., Venables, L., & Tattersall, A. (2005). The influence of task demand and learning on the psychophysiological response. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 56(2), 171–184. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2004.11.003>
- Fajnerová, I., Rodriguez, M., Levčík, D., Konrádová, L., Mikoláš, P., Brom, C., Stuchlík, A., Vlček, K., & Horáček, J. (2014). A virtual reality task based on animal research – spatial learning and memory in patients after the first episode of schizophrenia. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8, 74936. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00157>
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological science*, 18(10), 850–855. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x>
- Filaire, E., Alix, D., Ferrand, C., & Verger, M. (2009). Psychophysiological stress in tennis players during the first single match of a tournament. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 150-157. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2008.08.022>
- Fletcher, D., & Sarkar, M. (2012). A grounded theory of psychological resilience in Olympic champions. *Psychology of Sport and Exercise*, 13, 669-678. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.04.007>
- Forte, G., Favieri, F., & Casagrande, M.. (2019). Heart Rate Variability and Cognitive Function: A Systematic Review. *Frontiers in Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00710>

- Fox, K., Borer, J.S., Camm, A.J., Danchin, N., Ferrari, R., Lopez Sendon, J.L., Steg, P.G., Tardif, J.-C., Tavazzi, L., Tendera, M., 2007. Resting Heart Rate in Cardiovascular Disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 50, 823–830. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.04.079>
- Frewen, J., Finucane, C., Savva, G.M. *et al.* (2013). Cognitive function is associated with impaired heart rate variability in ageing adults: the Irish longitudinal study on ageing wave one results. *Clin Auton Res* 23, 313–323 <https://doi.org/10.1007/s10286-013-0214-x>
- Gagne, M., Ryan, R. M., & Bargmann, K. (2003). Autonomy support and need satisfaction in the motivation and well-being of gymnasts. *Journal of Applied Sport Psychology*, 15, 372-390. <https://doi.org/10.1080/714044203>
- Gallucci, N. (2013). *Sport Psychology* (2nd ed.). Taylor and Francis. Retrieved from <https://www.perlego.com/book/1547690/sport-psychology-performance-enhancement-performance-inhibition-individuals-and-teams-pdf> (Original work published 2013)
- Gevens A. & Smith M.E., (2003) Neurophysiological measures of cognitive workload during human-computer interaction, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 4:1-2, 113-131, DOI: [10.1080/14639220210159717](https://doi.org/10.1080/14639220210159717)
- Gharbi, Z., Dardouri, W., Haj-Sassi, R., Castagna, C., Chamari, K., & Souissi, N. (2014). Effect of the number of sprint repetitions on the variation of blood lactate concentration in repeated sprint sessions. *Biology of Sport*, 31(2), 151-156. doi: 10.5604/20831862.1099046
- Gilbert, C. D., & Li, W. (2013). Top-down influences on visual processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(5), 350. <https://doi.org/10.1038/nrn3476>
- Gill, D.L., & Williams, L. (2008). *Psychological dynamics of sport and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Gillie, B. L., Vasey, M. W., & Thayer, J. F. (2014). Heart Rate Variability Predicts Control Over Memory Retrieval. *Psychological Science*, 25(2), 458-465. <https://doi.org/10.1177/0956797613508789>
- Gonzalez-Bono, E., Salvador, A., Serrano, M. A., & Ricarte, J. (1999). Testosterone, Cortisol, and mood in a sports team competition. *Hormones and Behavior*, 35, 55- 62. <https://doi.org/10.1006/hbeh.1998.1496>
- Gould, D., & Krane, V. (1992). The arousal-athletic performance relationship: Current status and future directions. *In, Horn, T.S. (ed.), Advances in Sport Psychology, Champaign, III, Human Kinetics, C1992, P. 119-141, 19920101*, 119-141.
- Göçmen, R., Aktop, A., Pınar, Y. *et al.* The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Basketball Performance Tests. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 48, 461–470 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10484-023-09600-7>
- Graimann, B., Huggins, J. E., Levine, S. P., & Pfurtscheller, G. (2002). Visualization of significant ERD/ERS patterns in multichannel EEG and ECoG data. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 113(1), 43–47. [https://doi.org/10.1016/s1388-2457\(01\)00697-6](https://doi.org/10.1016/s1388-2457(01)00697-6)

- Granger, D. A., Kivlighan, K. T., El-Sheikh, M., Gordis, E., & Stroud, L. R. (2008). Assessment of salivary alpha-amylase in biobehavioral research. In Luecken, L.J. & Gallo, L. (eds.), *Physiological research methods in health psychology*, Thousand Oaks, CA: Sage. DOI: [10.4135/9781412976244.n5](https://doi.org/10.4135/9781412976244.n5)
- Green-Demers, I., Pelletier, L. G., Stewart, D. G., & Gushue, N. R. (1998). Coping with the less interesting aspects of training: Toward a model of interest and motivation enhancement in individual sports. *Basic and Applied Social Psychology*, 20, 251-261. https://doi.org/10.1207/s15324834basp2004_2
- Greenspan, M. J., & Feltz, D. L. (1989). Psychological interventions with athletes in competitive situations: A review. *The sport psychologist*, 3(3), 219-236. <https://doi.org/10.1123/tsp.3.3.219>
- Gundel, A., & Wilson, G. F. (1992). Topographical changes in the ongoing EEG related to the difficulty of mental tasks. *Brain Topography*, 5(1), 17-25. <https://doi.org/10.1007/BF01129966>
- Hall, H.K. & Kerr, A.W. 1997. Motivational antecedents of precompetitive anxiety in youth sport. *The sport psychologist*, 11:24-42. <https://doi.org/10.1123/tsp.11.1.24>
- Haneishi, K., Fry, A. C., Moore, C. A., Schilling, B. K., Li, Y., & Fry, M. D. (2007). Cortisol and stress responses during a game and practice in female collegiate soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 583-588. PMID: 17530979 DOI: [10.1519/R-20496.1](https://doi.org/10.1519/R-20496.1)
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2003). Vagal influence on working memory and attention. *International Journal of Psychophysiology*, 48(3), 263-274. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(03\)00073-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(03)00073-4)
- Hansen, A.L., Johnsen, B.H., Sollers, J.J. et al. (2004). Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: the effects of training and detraining. *Eur J Appl Physiol* 93, 263-272 <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1208-0>
- Herwig, U., Satrapi, P., & Schönfeldt-Lecuona, C.. (2003). Using the International 10-20 EEG System for Positioning of Transcranial Magnetic Stimulation. *Brain Topography*, 16(2), 95-99. <https://doi.org/10.1023/b:brat.0000006333.93597.9d>
- Hilgarter, K., Schmid-Zaludek, K., Csanády-Leitner, R., Mörtl, M., Rössler, A., & Lackner, H. K. (2021). Phasic heart rate variability and the association with cognitive performance: A cross-sectional study in a healthy population setting. *PLOS ONE*, 16(3), e0246968. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246968>
- Hirsch, J. A., & Bishop, B. (1981). Respiratory sinus arrhythmia in humans: how breathing pattern modulates heart rate. *The American journal of physiology*, 241(4), H620-H629. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1981.241.4.H620>
- İnceoğlu, M. (2000). *Tutum-Algı İletişim*. İmaj Yayıncılık, Ankara, s. 41-76.
- Janelle, C. & Hatfield, B. (2008). Visual attention and brain processes that underlie expert performance: Implications for sport and military psychology. *Military Psychology*, 20(1), S39-S69. <https://doi.org/10.1080/08995600701804798>
- Jansen, P., & Lehmann, J. (2013). Mental rotation performance in soccer players and gymnasts in an object-based mental rotation task. *Advances in cognitive psychology*, 9(2), 92-98. <https://doi.org/10.2478/v10053-008-0135-8>

- Jouven, X., Zureik, M., Desnos, M., Guerot, C., Ducimetiere, P., 2001. Resting heart rate as a predictive risk factor for sudden death in middle-aged men. *Cardiovasc. Res.* 50, 373–378. <https://doi.org/S0008636301002309> [pii]
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1985). Cognitive coordinate systems: Accounts of mental rotation and individual differences in spatial ability. *Psychological Review*, 92(2), 137- 172. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.92.2.137>
- Kail, R. (1985). Development of mental rotation: A speed-accuracy study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40(1), 181-192. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(85\)90071-2](https://doi.org/10.1016/0022-0965(85)90071-2)
- Kail, R., Pellegrino, J., & Carter, P. (1980). Developmental changes in mental rotation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 29(1), 102-116. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(80\)90094-6](https://doi.org/10.1016/0022-0965(80)90094-6)
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: The contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(1), 47–70. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.132.1.47>
- Karageorghis, C.I., & Terry, P.C. (2011). *Inside sport psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Karim, N., Hasan, J. A., & Ali, S. S. (2011). Heart rate variability - A review. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 71–77.
- Karvonen, M. J., Kentala, E., and Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn.* 35, 307–315.
- Kessels, R. P., van den Berg, E., Ruis, C., & Brands, A. M. (2008). The backward span of the Corsi Block-Tapping Task and its association with the WAIS-III Digit Span. *Assessment*, 15(4), 426–434. <https://doi.org/10.1177/1073191108315611>
- Kessels, R. P., van Zandvoort, M. J., Postma, A., Kappelle, L. J., & de Haan, E. H. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: standardization and normative data. *Applied neuropsychology*, 7(4), 252–258. https://doi.org/10.1207/S15324826AN0704_8
- Khooshabeh, P., Hegarty, M., & Shipley, T. F. (2013). Individual differences in mental rotation: piecemeal versus holistic processing. *Experimental psychology*, 60(3), 164–171. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000184>
- Klisczewicz, M. B., Quindry, C. J., Blessing, L. D., Oliver, D. G., Esco, R.M., Taylor, J. K., Brandi, M.P. Autonomic Response to an Acute Bout of High-Intensity Body Weight Resistance Exercise vs. Treadmill Running, *Journal of Strength and Conditioning Research* Publish Ahead of Print, 2015, DOI: 10.1519/JSC.0000000000001173
- Kligfield, P., Gettes, L.S., Bailey, J.J., Childers, R., Deal, B.J., Hancock, E.W., van Herpen, G., Kors, J.A., Macfarlane, P., Mirvis, D.M., Pahlm, O., Rautaharju, P., Wagner, G.S., Josephson, M., Mason, J.W., Okin, P., Surawicz, B., Wellens, H., American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology, American College of Cardiology Foundation, Heart Rhythm Society, 2007. Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part I: the electrocardiogram and its technology a scientific statement from the American Heart Association

- Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *J. Am. Coll. Cardiol.* 49, 1109–1127. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.01.024>
- Klimesch, W., Sausneg, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations, the inhibition-timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, 53(1), 63-88. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2006.06.003>
- Koichubekov, B., & Sorokina, M. (2015). P-217: Effect of heart rate variability biofeedback on brain electrical activity in stage I hypertensive patients. *Annales de Cardiologie et D'Angéologie*, 64, S95. [https://doi.org/10.1016/S0003-3928\(16\)30259-1](https://doi.org/10.1016/S0003-3928(16)30259-1)
- Konter, E. (1999). *Uygulamalı spor psikolojisinde zihinsel antrenman:(inceleme ve doruk performans)*. Nobel yayın dağıtım.
- Kowal, J., & Fortier, M. S. (1999). Motivational determinants of flow: Contributions from self-determination theory. *Journal of Social Psychology*, 139, 355-368. <https://doi.org/10.1080/00224549909598391>
- Lagos, L., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lehrer, P., Bates, M., & Pandina, R. (2008). Heart rate variability biofeedback as a strategy for dealing with competitive anxiety: A case study. *Biofeedback*, 36(3), 109.
- Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain research*, 1341, 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.03.091>
- Lazarus, R. S. (1999). Stress and emotion, a new synthesis. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 6(5), 410–411. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2850.1999.00227-9.x>
- Lazarus, R. S. (2000). How emotions influence performance in competitive sports. *The Sport Psychologist*, 14(3), 229–252. <https://doi.org/10.1123/tsp.14.3.229>
- Lefebvre, C. D., Marchand, Y., Eskes, G. A., & Connolly, J. F. (2005). Assessment of working memory abilities using an event-related brain potential (ERP)-compatible digit span backward task. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 116(7), 1665–1680. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2005.03.015>
- Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: How and why does it work? *Frontiers in Psychology*, 5, 104242. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00756>
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., & Vaschillo, B. (2000). Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: Rationale and manual for training. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 25(3), 177–191. <https://doi.org/10.1023/a:1009554825745>
- Lehrer, P.M., Vaschillo, B., Zucker, T., Graves, J., Katsamanis, M., Aviles, M. and Wamboldt, F., 2013. Protocol for Heart Rate Variability Biofeedback Training. *Biofeedback Association for Applied Psychophysiology & Biofeedback* Volume 41, Issue 3, pp. 98–109 www.aapb.org DOI:10.5298/1081-5937-41.3.08
- Lin, I. (2018). Effects of a cardiorespiratory synchronization training mobile application on heart rate variability and electroencephalography in healthy adults. *International Journal of Psychophysiology*, 134, 168-177. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.09.005>

- Lohman, D. F. (1993). Spatial Ability and G. In *Paperpresented at the First Spearman Seminar, University of Plymouth*.
- Lozovaya, N., & Miller, A. (2003). Chemical neuroimmunology: Health in a nutshell bidirectional communication between immune and stress (limbic-hypothalamicpituitary- adrenal) systems. *Chembiochem*, 4(6), 466-484. <https://doi.org/10.1002/cbic.200200492>
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279–281. <http://doi.org/10.1038/36846>
- Mahinrad, S., Jukema, J. W., Van Heemst, D., Macfarlane, P. W., Clark, E. N., De Craen, A. J., & Sabayan, B. (2016). 10-Second heart rate variability and cognitive function in old age. *Neurology*, 86(12), 1120-1127. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002499>
- Mallett, C. J., & Hanrahan, S. J. (2004). Elite athletes: Why does the ‘fire’ burn so brightly? *Psychology of Sport and Exercise*, 5, 183-200. [https://doi.org/10.1016/S1469-0292\(02\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(02)00043-2)
- Martins, M., Fischmeister, F., Puig-Waldmüller, E., Oh, J., Geißler, A., Robinson, S., Fitch, W., & Beisteiner, R. (2014). Fractal image perception provides novel insights into hierarchical cognition. *NeuroImage*, 96, 300-308. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.03.064>
- Marzbani, H., Marateb, H.R., Mansourian, M. (2016). Neurofeedback: A comprehensive review of system design, methodology, and clinical applications. *Basic and Clinical Neuroscience*, 7(2), 143-158. DOI: 10.15412/J.BCN.03070208
- Massaro, S., & Pecchia, L. (2019). Heart rate variability (HRV) analysis: A methodology for organizational neuroscience. *Organizational Research Methods*, 22(1), 354–393. <https://doi.org/10.1177/1094428116681072>
- McArdle, W.D., Magel, J.R. and Kyvallos, L.D. (1971). Aerobic capacity, heart rate and estimated energy cost during women's competitive basketball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 42, 178-186
- McCaul, K. D., Gladue, B. A., & Joppa, M. (1992). Winning, losing, mood, and testosterone. *Hormones and Behavior*, 26, 486-504. [https://doi.org/10.1016/0018-506X\(92\)90016-O](https://doi.org/10.1016/0018-506X(92)90016-O)
- McCraty, R. (2016). Science of the Heart, Volume 2 Exploring the Role of the Heart in Human Performance: An Overview of Research Conducted by the HeartMath Institute. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3873.5128>
- McCraty, R., Atkinson, M., Tomasino, D., & Bradley, R. T. (2009). *The coherent heart heart-brain interactions, psychophysiological coherence, and the emergence of system-wide order*. Integral Review: A Transdisciplinary & Transcultural Journal for New Thought, Research, & Praxis, 5(2).
- McInnes S. E., Carlson J. S., Jones C. J., McKenna M. J. (1995). Thephysiologicalloadimposed on basketballplayersduringcompetition. *J. Sports Sci.* 13 387–397. doi: 10.1080/02640419508732254
- Mokou E, Nikolaidis PT, Apostolidis N, et al. Repeated sprinting ability in basketball players. A brief review of protocols, correlations and training interventions. *J PhysEducSport*. 2016;16(1):217e221. DOI: [10.7752/jpes.2016.01034](https://doi.org/10.7752/jpes.2016.01034)

- Morgan, C.T. (2000). *Psikolojiye giriş*, (Çeviren H.Arıcı ve O.Aydın) 14. Baskı, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Psikoloji Bölümü Yayınları.
- Morris, T., & Summers, J. (Eds.). (2004). *Sport psychology: Theory, applications and issues* (2nd ed.). John Wiley & Sons Australia.
- The Psychology Experiment Building Language (Version 0.13) [Software]. Available from <http://pebl.sourceforge.net>
- Mueller, S. T., & Piper, B. J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 222, 250-259. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.10.024>
- Munroe-Chandler, K. J., & Guerrero, M. D. (2018). Imagery in sport, exercise, and performance. In A. Mugford, & G. Cremades (Eds.), *Sport, exercise, and performance psychology: Theories and applications* (pp. 279-301). Routledge. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190236557.013.228>
- Nann, M., Haslacher, D., Colucci, A., Eskofier, B., von Tscharn, V. and Soekadar, S. Nann, M., Haslacher, D., Colucci, A., Eskofier, B., von Tscharn, V., & Soekadar, S. R. (2021). *Journal of Neural Engineering*, 18(4). DOI: 10.1088/1741-2552/ac1177
- Narayanan, K., Chugh, S.S., 2015. The 12-lead electrocardiogram and risk of sudden death: current utility and future prospects. *Europace* 17 Suppl 2, ii7-13. <https://doi.org/10.1093/europace/euv121>
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., & Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(3), 425-432. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00789.x>
- Neubauer, A. C., & Fink, A. (2009). Intelligence and neural efficiency. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(7), 1004-1023. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.04.001>
- Nicholls, A., & Thelwell, R. (2010). Coping conceptualized and unraveled. In *Coping in sport: Theory, methods and related constructs*. Nova Science Publishers.
- Nicholls, A. R., and Polman, R. C. J. (2007). Coping in sport: A systematic review. *J. Sports Sci.* 25, 11-31. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410600630654>
- Nikolaidis, P. T., Meletakos, P., Tasiopoulos, I., Kostoulas, I., & Ganavias, P. (2016). Acute Responses to 10×15 m Repeated Sprint Ability Exercise in Adolescent Athletes: the Role of Change of Direction and Sport Specialization. *Asian journal of sports medicine*, 7(2), e30255. <https://doi.org/10.5812/asjasm.30255>
- Ntoumanis, N., & Standage, M. (2009). Morality in sport: A self-determination theory perspective. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21, 365-380. <https://doi.org/10.1023/A:1014805132406>
- Olton, D.D., & Noonberg, A.R. (1980) *Biofeedback. Clinical Application in Behavioral Science*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.4-5
- Ömeroğlu, E. ve Kandır, A. (2005). *Bilişsel gelişim*. İstanbul: Morpa Kültür Yayınları
- Özerkan, K.N., (2004) *Spor Psikolojisine Giriş*. Temel Kavramlar. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara, 57-58
- Patel, D. R., Omar, H., & Terry, M. (2010). Sport-related Performance Anxiety in Young Female Athletes. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, 23(6), 325-335. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2010.04.004>

- Paul, M., Garg, K. The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Performance Psychology of Basketball Players. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 37, 131–144 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10484-012-9185-2>
- Paul, M., Garg, K., & Sandhu, J. S. (2012). Role of Biofeedback in Optimizing Psychomotor Performance in Sports. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(1), 29–40. <https://doi.org/10.5812/asjism.34722>
- Paulesu, E., Frith, C. D., & Frackowiak, R. S. (1993). The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, 362(6418), 342–345. <http://doi.org/10.1038/362342a0>
- Pelletier, L., Fortier, M. S., Vallerand, R. J., & Briere, N. M. (2001). Associations among perceived autonomy support, forms of self-regulation, and persistence: A prospective study. *Motivation and Emotion*, 25, 279–306. <https://doi.org/10.1023/A:1014805132406>
- Pelletier, L., Fortier, M. S., Vallerand, R. J., Tuson, K., Briere, N. M., & Blais, M. (1995). Toward a new measure of intrinsic motivation, extrinsic motivation, and amotivation in sports: The Sport Motivation Scale (SMS). *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17, 35–54. <https://doi.org/10.1123/jsep.17.1.35>
- Penn, D. C., Holyoak, K. J., & Povinelli, D. J. (2008). Darwin’s mistake: explaining the discontinuity between human and nonhuman minds. *The Behavioral and Brain Sciences*, 31(2), 109–130; discussion 130–178. <http://doi.org/10.1017/S0140525X08003543>
- Petruzzello, S. J., Landers, D. M., & Salazar, W. (1991). Biofeedback and sport/exercise performance: Applications and limitations. *Behavior Therapy*, 22(3), 379–392. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(05\)80372-7](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(05)80372-7)
- Pfurtscheller G, Lopes da Silva FH. Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: basic principles. *Clin Neurophysiol*. 1999 Nov;110(11):1842–57. doi: 10.1016/s1388-2457(99)00141-8. PMID: 10576479.
- Pichot V., Roche F., Gaspoz J.M. ve Barthelemy J.C.,(2000). Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners, *Medicine & Science In Sports & Exercise* Copyright by the American College of Sports Medicine, 0195-9131/00/3210-1729/0
- Polman, R. (2012). Elite athletes’ experiences of coping with stress. In J. Thatcher, M. Jones, & D. Lavallee (Eds.), *Coping and Emotion in Sport [2nd ed.]* (pp. 284–301). Routledge (Taylor & Francis Group). <https://eprints.qut.edu.au/109880/>
- Porges, S. W. (1995). Orienting in a defensive world: Mammalian modifications of our evolutionary heritage. A Polyvagal Theory. *Psychophysiology*, 32(4), 301–318. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1995.tb01213.x>
- Prinsloo, G.E., Rauch, H.G.L., Karpul, D. *et al.* The Effect of a Single Session of Short Duration Heart Rate Variability Biofeedback on EEG: A Pilot Study. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 38, 45–56 (2013). <https://doi.org/10.1007/s10484-012-9207-0>
- Raymond, J., Sajid, I., Parkinson, L.A. *et al.* Biofeedback and Dance Performance: A Preliminary Investigation. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 30, 65–73 (2005). <https://doi.org/10.1007/s10484-005-2175-x>

- Raz, A., & Buhle, J. (2006). Typologies of attentional networks. *Nature reviews neuroscience*, 7(5), 367-379. <https://doi.org/10.1038/nrn1903>
- Reed, M. J., Robertson, C. E., & Addison, P. S. (2005). Heart rate variability measurements and the prediction of ventricular arrhythmias. *QJM – An International Journal of Medicine*, 98(2), 87-95. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hci018>
- Reid, A., Nihon, S., Thompson, L., & Thompson, M. (2013). The effects of heart rate variability training on sensorimotor rhythm: A pilot study. *Journal of Neurotherapy*, 17(1), 43-48. <https://doi.org/10.1080/10874208.2013.759020>
- Rodriguez Vega, B., Melero-Llorente, J., Bayon Perez, C., Cebolla, S., Mira, J., Valverde, C., & Fernández-Liria, A. (2014). Impact of mindfulness training on attentional control and anger regulation processes for psychotherapists in training. *Psychotherapy research : journal of the Society for Psychotherapy Research*, 24(2), 202–213. <https://doi.org/10.1080/10503307.2013.838651>
- Rottenberg, J. (2007). Cardiac vagal control in depression: A critical analysis. *Biological Psychology*, 74(2), 200-211. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.010>
- Rozman, D., & McCraty, R. (2013). HeartMath Brain Fitness Program. Connecting hearth and mind for optimal performance. HearthMart LLC. Booklet.
- Russell M.E.B., Hoffman B., Stromberg S. ve Carlson C.R. Use of Controlled Diaphragmatic Breathing for the Management of Motion Sickness in a Virtual Reality Environment *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2014 39:269–277 PMID: 25280524 DOI: [10.1007/s10484-014-9265-6](https://doi.org/10.1007/s10484-014-9265-6)
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Saboul D. Pialoux V. ve Hautier C. Thebreathingeffect of the LF/HF ratio in theheart rate variabilitymeasurements of athletes, *EuropeanJournal of Sport Science*,2014, Vol. 14, No. S1, S282_S288 PMID: 24444219 DOI: [10.1080/17461391.2012.691116](https://doi.org/10.1080/17461391.2012.691116)
- Salvador, A., Suay, F., Gonzalez-Bono, E., & Serrano, M. A. (2003). Anticipatory Cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28, 364-375. [https://doi.org/10.1016/S0306-4530\(02\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0306-4530(02)00028-8)
- Schaich, C. L., Malaver, D., Chen, H., Shaltout, H. A., Zeki Al Hazzouri, A., Herrington, D. M., & Hughes, T. M.. (2020). Association of Heart Rate Variability With Cognitive Performance: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Journal of the American Heart Association*, 9(7). <https://doi.org/10.1161/jaha.119.013827>
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5, Article 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Shaffer, F., McCraty, R., & Zerr, C. L. (2014). A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Frontiers in Psychology*, 5,Article 1040. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01040>

- Shah, A. J., Su, S., Veledar, E., Bremner, J. D., Goldstein, F. C., Lampert, R., Goldberg, J., & Vaccarino, V.. (2011). Is Heart Rate Variability Related to Memory Performance in Middle-Aged Men?. *Psychosomatic Medicine*, 73(6), 475–482. <https://doi.org/10.1097/psy.0b013e3182227d6a>
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701–703. <https://doi.org/10.1126/science.171.3972.701>
- Shih, C. (2017). *Exploring the influence of exercise timing relative to exposure to a memory task on long-term recall*. (Thesis). NC DOCKS at The University of North Carolina at Greensboro. Retrieved from http://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/Shih_uncg_0154D_12322.pdf
- Sigafus, P. B. (2013). *Can Heart Rate Variability Biofeedback Increase Sensory Motor Rhythms?*(Order No. 3588243). Available from ProQuest Central; ProQuest Dissertations & Theses Global. (1428164047). <https://www.proquest.com/dissertations-theses/can-heart-rate-variability-biofeedback-increase/docview/1428164047/se-2>
- Smith, R.E., Schutz, R.W., Smoll, F.L., & Ptacek, J.T. (1995). Development and validation of a multidimensional measure of sport-specific psychological skills: The athletic coping skills inventory – 28. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 17, 379-398. <https://doi.org/10.1123/jsep.17.4.379>
- Smith, R.E., Smoll, F.L. (1990). Sport Performance Anxiety. In: Leitenberg, H. (eds) *Handbook of Social and Evaluation Anxiety*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2504-6_14
- Standage, M. (2012). Motivation: Self-determination theory and performance in sport. In S. M. Murphy (Ed.), *The Oxford handbook of sport and performance psychology* (pp.233-249). New York City, NY: Oxford University Press.
- Sternberg, R. J. (Ed.). (2014). *Advances in the Psychology of Human Intelligence: Volume 4* (Vol. 4). Psychology Press.
- Stetter, F., Kupper, S. Autogenic Training: A Meta-Analysis of Clinical Outcome Studies. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 27, 45–98 (2002). <https://doi.org/10.1023/A:1014576505223>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Tamminen, K. A., & Gaudreau, P. (2014). Coping, social support, and emotion regulation in teams. *Group Dynamics in Exercise and Sport Psychology*, 2, 222e39. DOI: [10.4324/9780203794937-13](https://doi.org/10.4324/9780203794937-13)
- Tan, Z. S., Burns, S. F., Pan, J. W., & Kong, P. W. (2020). Effect of caffeine ingestion on free-throw performance in college basketball players. *Journal of exercise science and fitness*, 18(2), 62–67. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2019.12.002>
- Tanis, C. J. (2012). Performance Enhancement And Stress Reduction Using Biofeedback With Women Collegiate Volleyball Players. *Athletic Insight*, 4(2), 127-140. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/performance-enhancement-stress-reduction-using/docview/1698634446/se-2>
- Thayer, J. F., & Sternberg, E. (2006). Beyond Heart Rate Variability. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1088(1), 361-372. <https://doi.org/10.1196/annals.1366.014>

- Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747-756. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.009>
- Thayer, J. F., Hansen, A. L., Saus-Rose, E., & Johnsen, B. H. (2009). Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Annals of behavioral medicine*, 37(2), 141-153. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9101-z>
- Thompson, M., & Thompson, L. (2009). Asperger's syndrome intervention: Combining neurofeedback, biofeedback and metacognition. *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback (Second Edition)*, 365-415. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374534-7.00015-0>
- Tiryaki, Ş. (2000) *Spor Psikolojisi, Kavramlar, Kuramlar ve Uygulama*; Eylül Kitap ve Yayınevi. 11-12, 15, 48, 29, 37, 39-45 96-97
- Tod, D., Thatcher, J., & Rahman, R. (2010). Chapter 2. *Personality: Sport Psychology* (pp. 13-29).
- Turğut, M. ve Yenilmez, K. (2012). Matematik öğretmenleri adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi* 1(2), 243-252.
- Valentini, M., Parati, G., 2009. Variables influencing heart rate. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 52, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2009.05.004>
- Van Diest, I., Verstaappen, K., Aubert, A. E., Widjaja, D., Vansteenwegen, D., & Vlemincx, E. (2014). Inhalation/Exhalation ratio modulates the effect of slow breathing on heart rate variability and relaxation. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 39(3-4), 171–180. <https://doi.org/10.1007/s10484-014-9253-x>
- Vaschillo, E., Lehrer, P., Rishé, N., & Konstantinov, M. (2002). Heart rate variability biofeedback as a method for assessing baroreflex function: A preliminary study of resonance in the cardiovascular system. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27, 1–27. <https://doi.org/10.1023/a:1014587304314>
- Vealey, R.S. & Chase, M.A. 2008. Self-confidence in sport. (In Horn, T.S., ed. *Advances in sport psychology*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers. p. 66-97.
- Wallace, J. D., ve Mintzes, J. J. (1990). The concept map as a research tool: Exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1033- 1052.
- Wang, K., Li, Y., Liu, H., Zhang, T., & Luo, J. (2022). Relationship between pistol players' psychophysiological state and shot performance: Activation effect of EEG and HRV. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 33(1), 84-98. <https://doi.org/10.1111/sms.14253>
- Weber, E., Köberl, A., Frank, S., & Doppelmayr, M. (2011). Predicting successful learning of SMR neurofeedback in healthy participants: methodological considerations. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 36(1), 37–45. <https://doi.org/10.1007/s10484-010-9142-x>
- Weinberg, R. S., & Gould, D. (2023). *Foundations of sport and exercise psychology*. Eight Edition. Human kinetics.

- Williams, D. P., Thayer, J. F., & Koenig, J. (2016). Resting cardiac vagal tone predicts intraindividual reaction time variability during an attention task in a sample of young and healthy adults. *Psychophysiology*, 53(12), 1843-1851. <https://doi.org/10.1111/psyp.12739>
- Williams, J. M. E. (1993). *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance*. Mayfield Publishing Co.
- Woodman, T. & Hardy, L. 2003. The relative impact of cognitive anxiety and self-confidence upon sport performance: a meta-analysis. *Journal of sport sciences*, 21:443-457. <https://doi.org/10.1080/0264041031000101809>
- Yasen, A.L., Raber, J., Miller, J.K. et al. Sex, but not Apolipoprotein E Polymorphism, Differences in Spatial Performance in Young Adults. *Arch Sex Behav* 44, 2219–2226 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10508-015-0497-1>
- Yasuma, F., & Hayano, J. (2004). Respiratory sinus arrhythmia. *Chest*, 125(2), 683–690. <https://doi.org/10.1378/chest.125.2.683>
- Yau, H. H. (2019). *An Ocular Motor Investigation of Attention in Multiple Sclerosis* (Doctoral dissertation, Monash University).
- Zeki Al Hazzouri, A., Elfassy, T., Carnethon, M. R., Lloyd-Jones, D. M., & Yaffe, K. (2018). Heart rate variability and cognitive function in middle-age adults: the coronary artery risk development in young adults. *American journal of hypertension*, 31(1), 27-34. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002499>
- Zeki Al Hazzouri, A., Haan, M. N., Deng, Y., Neuhaus, J., & Yaffe, K. (2014). Reduced heart rate variability is associated with worse cognitive performance in elderly Mexican Americans. *Hypertension (Dallas, Tex. : 1979)*, 63(1), 181–187. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.01888>

9. ÖZGEÇMİŞ



10. BİLİMSEL FAALİYETLER

Makale;

Göçmen, R., Aktop, A., Pınar, Y. *et al.* The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Basketball Performance Tests. *Appl Psychophysiol Biofeedback* **48**, 461–470 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10484-023-09600-7>

Bildiri;

Göçmen R. Pınar Y. & Aktop A. (2023). Examining The Effect Of Heart Rate Variability Biofeedback Training On Cognitive Skills In Elite Basketball Players. 5. International Marmara Scientific Research And Innovation Congress, 826-827. 17-18 June 2023, Ankara. Online Presentations

Aktop A. Göçmen R. Çetin E., Kaplan E., An Examination of the Relationship Between Basketball Free-Throw Performance and Cognitive Performance. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences. icSEP 2018 International Conference on Sport, Education&Psychology. ISSN: 2357-1330 <http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2018.06.02.10>.

Ozdogan E. C., Ada M., Bilge M.U., Aktop A., Gocmen R. Effect Of Dynamic Lower Extremity Performance On Karate Roundhouse Kick In Children. The European Proceedings Of Social&Behavioural sciences. İcsep 2018 International Conference On Sport, Education&Psychology. Issn: 2357-1330 <http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2018.06.02.16>

11.EKLER

Ek 1. ETİK ONAY



EK2. GÖNÜLLÜ KATILIM BİLGİLENDİRME FORMU

“Kalp Atım Değişkenliği Geri Bildirim Antrenmanının Basketbolcuların Serbest Atış İsabeti, Bilişsel ve Duyu Motor Ritim Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi” adlı araştırmanın yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı uygulanacak Kalp Atım Hızı Değişkenliği Geribildirim Antrenmanı ile vücutta pozitif ahenk durumu yaratılarak performansa olumlu etki ortaya çıkarmaktır.

Bu çalışmada katılımcılara; Elektrokardiyografi (EKG) kaydı, Elektroensefalografi (EEG) kaydı, Bilişsel Testler ve Serbest Atış Testi uzman spor bilimciler gözetiminde uygulanacaktır.

Uygulanacak testler Akdeniz Üniversitesi ve Marmara Üniversitesi Kapalı Spor Salonlarında ve Spor Bilimleri Fakülteleri Performans Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

EEG ve EKG kayıtları ile Bilişsel Testler dinlenik halde ve oturur pozisyonda uygulanacaktır. Serbest atış testi ise ortalama müsabaka nabızı (169-173 atım/dk kadınlar, kalp atımı) ile gerçekleştirilecektir. Uygulanacak test ve antrenmanların sağlığa olumsuz bir etkisi bulunmamaktadır.

Çalışma; Kalp Atım Hızı Geribildirim ve serbest atış antrenmanları 6-8 hafta (haftada 3 seans) ve uygulanacak 3 test ile toplamda 15 ile 16 hafta sürecektir.

Bu çalışmaya dahil olmuş bütün katılımcıların kişisel bilgileri, ölçüm ve değerler kayıt edilmiş ve kesinlikle saklı tutulacaktır. Çalışmanın sonucunda elde edilen tüm bilgi ve kişisel değerlendirmeler katılımcılara rapor halinde verilecektir.

Bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve istediğim zaman yarıda kesip çıkabileceğimi biliyorum. Araştırma kriterlerine uymadığım zaman çalışmadan çıkarılabileceğimi biliyorum. Verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı yayımlarda kullanılmasını kabul ediyorum.

(Formu doldurup imzaladıktan sonra uygulayıcıya geri veriniz).

Adı ve Soyadı:

İmza:

Araştırmacı Adı :

Adres :

E-posta :

Cep Tel :

GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün (Islak imzası ile)

Adı-Soyadı:

Adres:

Telefon Numarası:

İmzası:

Araştırmacının

Adı-Soyadı:

E-posta:

İmzası:

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin adı-soyadı, imzası, adresi (varsa telefon no., faks no,...)