

**T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI POZİSYONLARDA OYNAYAN ELİT VE ELİT
OLMAYAN BASKETBOLCULARIN, BİLİŞSEL
BECERİLERİNİN VE FRONTAL BÖLGE HEMODİNAMİ
DEĞİŞİMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

EGEMEN MANCI

ORCID: 0000-0001-8965-4884

**FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ DOKTORA PROGRAMI**

DOKTORA TEZİ

İZMİR

KASIM 2022

TEZ KODU: DEU.HSI.PhD-2016970031

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI POZİSYONLARDA OYNAYAN ELİT VE ELİT
OLMAYAN BASKETBOLCULARIN, BİLİŞSEL
BECERİLERİNİN VE FRONTAL BÖLGE HEMODİNAMİ
DEĞİŞİMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

EGEMEN MANCI
ORCID: 0000-0001-8965-4884

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ DOKTORA PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ
ORCID: 0000-0002-2491-4259

**Bu araştırma DEU Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü tarafından
2020.KB.SAG.063 proje numarası ile desteklenmiştir.**

İZMİR

KASIM 2022

TEZ KODU: DEU.HSI.PhD-2016970031

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
ETİK BEYANI

Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğum “**Farklı Pozisyonlarda Oynayan Elit ve Elit Olmayan Basketbolcuların, Bilişsel Becerilerinin ve Frontal Bölge Hemodinami Değişimlerinin Değerlendirilmesi**” başlıklı doktora tezimin içinde elde ettiğim verileri, bilgileri, belgeleri, akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tezimde yararlandığım eserlere bilimsel kurallara uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin özgün olduğunu, tezimin çalışma ve yazımında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Egemen MANCI

Tarih:

TEŞEKKÜR

Çalışmanın her aşamasına disiplinli ve gönüllü bir şekilde katılan sporcularımıza,

Çalışmamın kayıt, analiz ve bilişsel testler kısmındaki bilgileri öğrenmemde ve ölçümlerde bana destekleri için Doç. Dr. Hikmet Gümüş, Araş. Gör. Emre Eskicioğlu ve Öğr. Gör. İpek Ergönül'e

Çalışmaya katılan sporcuların bulunmasında destek sağlayan ve her zaman bana bir abi olan Spor Bilimleri Fakültesi'nde görev almakta olan Öğr. Gör. Fırat Özdalyan'a

Eğitim sürem boyunca her çalışmama katkı koyan, tez ve makale yazımında bana fikirleri ile her konuda destek olan ve tüm doktora sürecimde gelişmemi sağlayan sayın Doç. Dr. Erkan Günay'a

Çalışmamın veri analizlerinin, istatistik hesaplarının yapılması ve değerlendirilmesinde, makale yazımında ve tüm doktora eğitimim boyunca her konuda her soruma her an cevap veren sayın Doç. Dr. Çağdaş Güdücü'ye,

Doktora eğitimim ve tez çalışmam sürecinde, sabırlı bir şekilde değerli önerileri ile bana yön veren, tüm içtenliği ile bilgisini, zamanını ve manevi desteğini esirgemeyen tez danışmanım sayın Prof. Dr. Cem Şeref Bediz'e,

Bu zorlu sürecin her anında yanımda olan ve desteğini her zaman hissettiğim sevgili eşim Ecem Mancı'ya

Ve bugünlere gelmemde beni en iyi şekilde yetiştiren ve sevgileriyle her daim yanımda olan canım aileme

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla

Egemen MANCI

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----|
| TABLolar DİZİNİ..... | i |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | ii |
| KISALTMALAR..... | iii |
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT..... | vi |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ..... | 1 |
| 1.1. Problemin Tanımı ve Önemi | 1 |
| 1.2. Araştırmanın Amacı..... | 2 |
| 1.3. Araştırmanın Hipotezleri..... | 2 |
| 2. GENEL BİLGİLER..... | 3 |
| 2.1. Basketbolun Tarihi, Gelişimi ve Yapısı..... | 3 |
| 2.2. Basketbolda Oyuncu Pozisyonları | 4 |
| 2.3. Basketbol Oyununun Motorik Özellikleri..... | 7 |
| 2.4. Bilişsel İşlevler | 7 |
| 2.5. Basketbolda Bilişsel İşlevler | 9 |
| 2.6. Egzersiz ve Bilişsel Performans İlişkisi..... | 10 |
| 2.7. Bilişsel Performansın Ölçülmesi | 12 |
| 2.8. Yüksek Şiddetli Aralıklı Egzersiz..... | 13 |
| 2.9. Bilişsel İşlevlerin Görüntülenmesi (İşlevsel Yakın Kızılötesi Spektroskopi; fNIRS) | 14 |
| 3. GEREÇ ve YÖNTEM..... | 17 |
| 3.1. Araştırmanın Tipi..... | 17 |
| 3.2. Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Planı | 17 |
| 3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi/Çalışma Grupları..... | 18 |
| 3.4. Çalışma Materyali: | 18 |
| 3.5. Araştırmanın Değişkenleri:..... | 18 |
| 3.6. Veri Toplama Araçları ve Yöntem: | 19 |
| 3.7. Verilerin Değerlendirilmesi: | 27 |
| 3.8. Araştırmanın Sınırlılıkları:..... | 28 |
| 3.9. Etik Kurul Onayı..... | 28 |
| 4. BULGULAR..... | 29 |
| 4.1. Demografik Bilgiler ve Vücut Kompozisyonu Sonuçları | 29 |

| | |
|--|----|
| 4.2. Fizyolojik Parametrelerin Sonuçları | 31 |
| 4.3. Güç Çıktısı Sonuçları..... | 37 |
| 4.4. Sporcuların Bilişsel Test Skorlarının Sonuçları | 42 |
| 4.5. Sporcuların Hemodinami Verilerinin Sonuçları..... | 48 |
| 5. TARTIŞMA..... | 60 |
| 6. SONUÇ ve ÖNERİLER | 70 |
| 7. KAYNAKLAR | 73 |
| 8. EKLER..... | 80 |



TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

| | |
|--|----|
| Tablo 1. Sporcuların Vücut Kompozisyonları ve Demografik Bilgileri | 29 |
| Tablo 2. Grup İçi Sprintler Sırasındaki KAH ve AZD Değerlerinin İkili Karşılaştırmaları | 33 |
| Tablo 3. Grup İçi Toparlanmalar Sırasındaki KAH Değerlerinin İkili Karşılaştırmaları | 35 |
| Tablo 4. Grup İçi Toparlanmalar Sırasındaki AZD Değerlerinin İkili Karşılaştırmaları | 36 |
| Tablo 5. Amatör Sporcuların Pik Güç (Watt) Değerlerinin Sprintler arasındaki ikili karşılaştırmaları | 39 |
| Tablo 6. Amatör Sporcuların OG çıktılarının (Watt) Sprintler arasındaki karşılaştırmaları | 40 |
| Tablo 7. Elit Sporcuların PG ve OG çıktılarının (Watt) Sprintler arasındaki karşılaştırmaları | 41 |
| Tablo 8. Amatör ve Elit Sporcuların Egzersiz Öncesi ve Egzersiz Sonrası Bilişsel Test Skorları | 43 |
| Tablo 9. Tüm sporcuların (n=28) pozisyonlara göre bilişsel test skorları..... | 44 |
| Tablo 10. Sprintler Sırasındaki Hemodinami Verilerinin Ortalamaları (μ /umol).. | 50 |
| Tablo 11. Toparlanmalar Sırasındaki Hemodinami Verilerinin Ortalamaları (μ /umol)..... | 50 |
| Tablo 12. Bilişsel Testler Sırasındaki Hemodinami Verilerinin Ortalamaları (μ /umol)..... | 51 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa No |
|---|-----------------|
| Şekil 1. Basketbolda Oyuncu Pozisyon Bölgeleri..... | 4 |
| Şekil 2. Prefrontal Bölge | 8 |
| Şekil 3. fNIR Çalışma Metodu | 16 |
| Şekil 5. Mackworth Clock Test..... | 20 |
| Şekil 6. Timewall Testi | 21 |
| Şekil 7. Bisiklet üzerindeki katılımcı | 22 |
| Şekil 8. Wingate Çıktı Sayfası..... | 23 |
| Şekil 9. Egzersiz Protokolü | 23 |
| Şekil 10. 16 Kanallı Optotlar ve fNIRS Cihazı | 24 |
| Şekil 11. Sporcuların Demografik Karşılaştırmaları,..... | 30 |
| Şekil 12. Sporcuların Vücut Kompozisyonu Karşılaştırmaları, | 31 |
| Şekil 13. Sporcuların tüm egzersiz boyunca KAH ve AZD değerleri değişimi..... | 32 |
| Şekil 14. Amatör ve Elit Sporcuların PG Çıktılarının Karşılaştırılması | 37 |
| Şekil 15. Amatör ve Elit Sporcuların OG Çıktılarının Karşılaştırılması..... | 38 |
| Şekil 16. Change Detection Testi Pozisyonlar Arası Karşılaştırmaları..... | 44 |
| Şekil 17. Timewall Testi Sonuçlarının Pozisyonlar Arası Karşılaştırmaları..... | 44 |
| Şekil 18. Change D. Test Amatör-Elit Egzersiz Öncesi-Sonrası Karşılaştırmaları | 46 |
| Şekil 19. Timewall Testi Amatör-Elit Egzersiz Öncesi-Sonrası Karşılaştırmaları | 47 |
| Şekil 20. Egzersiz Sırasındaki fNIRS Kaydı Örnek Grafiği | 48 |
| Şekil 21. Amatör ve Elit Sporcuların Egzersiz Sırasındaki HbO Değerleri..... | 52 |
| Şekil 22. Amatör ve Elit Sporcuların Egzersiz Sırasındaki Hb Değerleri..... | 53 |
| Şekil 23. Amatör ve Elit Sporcuların Egzersiz Sırasındaki HbT Değerleri | 54 |
| Şekil 24. Amatör ve Elit Sporcuların Δ HbO Değerleri | 56 |
| Şekil 25. Amatör ve Elit Sporcuların Δ HbT Değerleri..... | 57 |
| Şekil 26. Egzersiz Öncesi Change Detection Testi Sırasında Amatör ve Elit Sporcuların Hb Değerleri | 58 |
| Şekil 27. Egzersiz Sonrası Change Detection Testi Sırasında Amatör ve Elit Sporcuların Hb Değerleri | 58 |
| Şekil 28. Egzersiz Sonrası Timewall Testi Sırasında Amatör ve Elit Sporcuların Hb Değerleri..... | 59 |
| Şekil 29. Egzersiz Sonrası Clock Test Sırasında Amatör ve Elit Sporcuların Hb Değerleri | 59 |

KISALTMALAR

| | |
|-----------------------------|---|
| fNIRS | İşlevsel Yakın Kızılaltı/ötesi Spektroskopisi |
| NBA | National Basketball Association |
| TBF | Türkiye Basketbol Federasyonu |
| BDNF | Beyin Kaynaklı Nörotrofik Faktör |
| PEBL | Psychology Experiment Building Language |
| HIIT | High Intensity Interval Training |
| SIT | Sprint Interval Training |
| PFC | Prefrontal Korteks |
| CNS | Merkezi Sinir Sistemi |
| HbO | Oksihemoglobin |
| Hb | Deoksihemoglobin |
| HbT | Total Hemoglobin |
| SPSS | Statistical Package for the Social Sciences |
| COBI | Cognitive Optical Brain Imager |
| FIR | Finite Impulse Response |
| Min. | Minimum |
| Maks. | Maksimum |
| \bar{X} | Ortalama |
| SS | Standart Sapma |
| BMI | Vücut Kütle İndeksi |
| Kg | Kilogram |
| WAnT | Wingate Anaerobik Güç Testi |
| Rcy | Recovery- Toparlanma Periyodu |
| PG | Pik Güç |
| OG | Ortalama Güç |
| KAH | Kalp Atım Hızı |
| AZD | Algılanan Zorluk Derecesi |

FARKLI POZİSYONLARDA OYNAYAN ELİT VE ELİT OLMAYAN BASKETBOLCULARIN, BİLİŞSEL BECERİLERİNİN VE FRONTAL BÖLGE HEMODİNAMİ DEĞİŞİMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doktora Tezi

EGEMEN MANCI

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Fizyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Spor müsabakalarında ve sporcuların elit seviyelere ulaşmalarında fiziksel yetiler kadar bilişsel yetiler de kritik rol oynamaktadır. Bu araştırmada basketbolcuların pozisyonlarına özgü bilişsel yetenekleri yansıttığını düşündüğümüz bilişsel testler kullanılmıştır. Yıllarca kendi pozisyonunda antrenman yapmış basketbolcuların, bilişsel yetilerinin pozisyonlarına göre farklı bir şekilde gelişip gelişmediğinin ile amatör sporcular arasındaki farklar değerlendirilmiştir. Ayrıca akut egzersizin bilişsel performansa etkileri araştırılmıştır. Aynı zamanda tüm bu süreçler esnasında fNIRS cihazı ile frontal bölgedeki hemodinami değişimleri egzersiz öncesi, sonrası ve bilişsel testler esnasında kaydedilerek oksijenasyon değerlerinin nasıl değiştiği değerlendirilmiştir.

Çalışmaya 18-35 yaşları arasında amatör ve profesyonel seviyede basketbol oynayan 28 sporcu dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan sporcular hem amatör ve elit olarak hem de pozisyonlarına göre (Gard, Forvet, Pivot) gruplara ayrılmış ve üç farklı bilişsel test (Change Detection Test, Clock Test ve Timewall Test) egzersiz öncesi ve sonrası uygulanmıştır. Akut egzersiz olarak Wingate Anaerobik Test aralarında 4'er dakika dinlenmeler ile 4 kez uygulanmıştır (SIT modeli olarak). Ayrıca tüm bilişsel

testler ve egzersiz boyunca alın bölgelerine yerleştirilen bir optot yardımıyla prefrontal bölge hemodinami değişimleri fNIRS cihazı ile takip edilmiştir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde Gard pozisyonunda oynayan sporcular seçici dikkat ölçmek için yapılan testte daha başarılı bulunmuştur. ($p<0,001$). Pivot pozisyonundaki sporcular zamanlama (timing) becerisini ölçmek için yapılan testte daha başarılı oldukları görülmüştür ($p<0,001$). Egzersiz sonrası yapılan bilişsel testlerde ise elit sporcuların performansları anlamlı olarak daha iyi bulunmuştur ($p<0,05$). Sporcuların yorgunlukları arttıkça prefrontal bölge oksijenasyonları anlamlı olarak giderek yükselmiştir ($p<0,001$). Ayrıca elit ve amatör sporcular arasında hemodinami değişimlerinde de farklılıklar gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak yıllarca kendi pozisyonlarına uygun fiziksel antrenman yapan sporcuların bilişsel performansları da pozisyonlara göre farklı yönde gelişmektedir. Ayrıca sporcuların elit seviyelere ulaşmasında da fiziksel performanslarının yanı sıra bilişsel performanslarının da etkisi vardır. Akut supramaksimal bir egzersizin ise bilişsel test skorlarına olumlu bir etkisi görülmemiştir. Bunlara ek olarak sporcuların yorgunlukları ve sürdürülebilir performansları frontal bölgenin oksijen kullanma kapasitesi ile ilişkili olabilir.

Anahtar Kelimeler: basketbol, bilişsel performans, sprint interval training, fNIRS

Tezin Sayfa Adedi: 117

Danışmanı: Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ

**ELITE AND NON ELITE BASKETBALL PLAYERS PLAYING AT
DIFFERENT POSITIONS, EVALUATION OF COGNITIVE SKILLS AND
EXAMINATION OF HEMODYNAMIC CHANGES IN FRONTAL REGION**

Doctoral Thesis

EGEMEN MANCI

DOKUZ EYLUL UNIVERSITY HEALTH SCIENCE INSTITUTE

Department of Physiology

ABSTRACT

Physical and cognitive abilities play a critical role in sports competitions and athletes to reach elite levels. This study used cognitive tests that we consider to reflecting the cognitive abilities specific to the positions of basketball players. Whether the cognitive abilities of basketball players who have trained in their positions for years develop differently according to their positions and the differences between professional athletes and amateur athletes were evaluated. In addition, we have investigated the effects of acute exercise on cognitive performance. During all these processes, we recorded hemodynamic changes in the frontal region with the fNIRS device to evaluate the oxygenation.

28 athletes between the ages of 18-35 who play basketball at amateur and professional levels were included in the study. Athletes are divided into groups as amateur and professional as well as according to their positions (Guard, Forward, Pivot). Then three different cognitive tests (Change Detection Test, Clock Test, and Timewall Test) were applied before and after the exercise. As an acute exercise, Wingate Anaerobic Test was applied 4 times with 4 minutes rest in between (as SIT model). In addition, prefrontal hemodynamic changes during all cognitive tests and exercise were recorded with the fNIRS device.

When the results were evaluated, it was found more success in the tests when we made it to measure the selective attention of athletes playing in the Guard position ($p<0.001$). It was observed that the athletes playing in the center position were more successful in the test to measure their timing skills. ($p<0.001$). In the cognitive tests performed after exercise, the performances of professional athletes were found to be significantly better. ($p<0.05$). As the fatigue of the athletes increased, the prefrontal region oxygenation increased significantly ($p<0.001$). In addition, differences were observed in hemodynamic changes between professional and amateur athletes.

As a result, the cognitive performance of athletes who have been physically training suitable for their positions for years develops in different ways according to the positions. In addition, athletes' physical performance, as well as their cognitive performance, also influence reaching elite levels. An acute supramaximal exercise did not have a positive effect on cognitive test scores. In addition, athletes' fatigue and sustainable performance may be related to the oxygen utilization capacity of the frontal region.

Keywords: Basketball athletes, Cognitive performance, Sprint interval training, fNIRS

Page Number: 117

Advisor: Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Problemin Tanımı ve Önemi

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde basketbolun yaygınlığı ve popülerliği giderek artmaktadır. Gün geçtikçe basketbol hem teknik-taktik açıdan hem de fiziksel kapasite gerekliliği açısından değişim göstererek gelişmekte ve farklılaşmaktadır. Basketbolda oyuncuların oynayabileceği 5 farklı pozisyon vardır ve bu pozisyonların hepsinin birbirinden farklı bilişsel ve fizyolojik gereklilikleri vardır. Bir basketbolcunun aerobik ve anaerobik dayanıklılığı, kuvvet, sürat, esneklik, denge gibi motor becerilerinin üst düzey olmasının yanı sıra karar verebilme yetisi, inhibisyon becerisi, reaksiyon zamanı, algılama ve işleme zamanı gibi bilişsel becerilerinin de gelişmiş olması gerekmektedir. Bir müsabakanın kazanılmasında bu fizyolojik ve psikolojik parametreler çok önemli rol oynamaktadırlar. Tüm bunlar düşünüldüğünde sporcular hem kendilerini geliştirerek en üst seviyeye getirmek hem de değişen basketbol oyunu yapısına ayak uydurabilmek adına sürekli antrenman yaparak kendilerini geliştirmelidirler. Yapılan antrenmanların birçoğu sporcuların fiziksel özelliklerini ve teknik-taktik becerilerini geliştirmek üzerinedir. Ancak bu antrenmanlarda direkt olarak bilişsel becerilere yönelik bir çalışma yapılmaya bile egzersizin bilişsel beceriler üzerine olumlu etkisi olduğu (1) ve pozisyona spesifik yapılan antrenmanların sonucunda yan gelişim olarak sporcuların bilişsel becerilerinin de farklı bir şekilde gelişmekte olabileceği düşünülmektedir. Egzersiz ve bilişsel performans arasındaki bu karmaşık ilişki, seçilen bilişsel göreve ve egzersiz çeşidine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (2, 3). Egzersize türüne, şiddetine ve süresine bağlı olarak bilişsel performansta artış ya da düşüş görülürken bazı egzersiz yöntemlerinde ise herhangi bir değişiklik göstermediği bilinmektedir (1, 3, 4). Sporcularda ve basketbolcularda fizyolojik parametrelerin ve vücut kompozisyonlarının nasıl olması gerektiği ve pozisyonlar arası farklılıklar üzerine yapılan birçok çalışma vardır (5-7). Yine bu alanlarda akut ya da kronik egzersizin fizyolojik parametreleri nasıl etkilediği ve egzersizin bilişsel becerileri nasıl etkilediğine dair yapılan çalışmalar literatürde yer almaktadır (8-11). Ancak yapılan çalışmalarda basketbolcularda bu değişimlerin değerlendirilmesi ve görüntülenmesi gibi konular henüz netliğe kavuşturulmamıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Çalışmamızda basketbolcuların pozisyonlarına özgü bilişsel yetenekleri yansıttığını dūřündüğümüz bilişsel testler kullanılmıştır. Yıllarca kendi pozisyonunda antrenman yapmış basketbolcuların, bilişsel yetilerinin pozisyonlarına göre değişip değişmedi ve profesyonel sporcular ile amatör sporcular arasındaki farklar değerlendirilmiştir. Ayrıca akut egzersizin bilişsel performansa etkileri araştırılmıştır. Aynı zamanda tüm bu süreçler esnasında fNIRS cihazı ile frontal bölgedeki hemodinami değişimleri tüm egzersiz ve bilişsel testler esnasında kaydedilerek prefrontal bölge hemodinami değerlerinin nasıl değiştiği değerlendirilmiştir.

1.3. Araştırmanın Hipotezleri

- H1.** Elit ve elit olmayan basketbolcuların bilişsel kabiliyetleri arasında fark vardır.
- H2.** Basketbolda farklı pozisyonlarda oynayan oyuncuların, bilişsel yetileri pozisyonlarına göre birbirinden farklılaşmıştır.
- H3.** Basketbolcuların, egzersiz ve bilişsel testler esnasındaki frontal bölge hemodinami değişimleri elektro fizyolojik olarak gösterilebilmektedir.
- H4.** Basketbolcuların tüketici egzersiz sonrası bilişsel becerileri azalmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

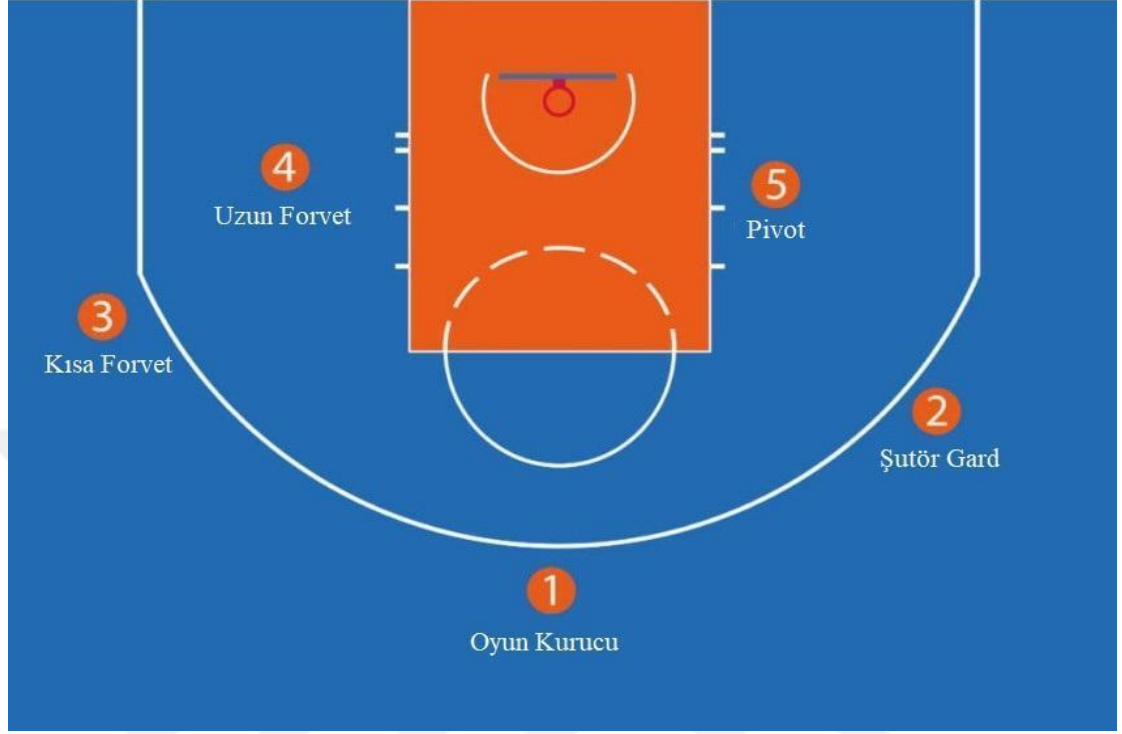
2.1. Basketbolun Tarihi, Gelişimi ve Yapısı

Basketbol ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde yerlilerin oynadığı basit bir oyun olarak görülmüştür (12). Daha sonraları bir beden eğitimi öğretmeni olan Dr. James Naismith tarafından şekillendirilerek belli kurallar oluşturulmuş ve bir oyun olarak 1891 yılında oynanmaya başlamıştır (12). Başlarda diğer spor branşlarına bir ısınma ve bir oyun olarak oynanmaya başladıysa da ilerleyen yıllarda diğer ülkelere de yayılarak bir spor halini almış ve 1932 yılında bu sporu yönetecek bir kuruluş olan FIBA (Uluslararası Amatör Basketbol Federasyonu) kurulmuştur. Türkiye de ise basketbol oyunu ilk defa İstanbul'da Robert Kolejinde 1904 yılına oynanmıştır. Daha sonraları Galatasaray Lisesi ve Fenerbahçe kulübünün de takımları kurularak giderek yaygın bir hale gelmiş ve 1934 yılında ilk Milli Basketbol Takımımız kurularak müsabakalara çıkmıştır (12).

Basketbol, iki takımın oyuncularının sahada elle ve topa oynadığı, yüksekliği 3,05 metre olan pota adı verilen ve topu çemberden geçirip skor yaparak sporcuların müsabakayı kazanmaya çalıştığı bir takım oyunudur. Bir basketbol takımı saha içinde 5 oyuncu ve kenarda yedek olarak bekleyen maksimum 7 oyuncu ile toplamda 12 sporcudan oluşmaktadır. Saha içinde bulunan 5'er oyuncu hem birbirlerine hücum ederek hem de birbirlerini savunarak müsabakayı kazanmayı amaçlarlar. Farklı liglerde farklı kurallar olsa da Türkiye'deki kurallar gereği her iki takımın da topu çemberden geçirebilmek için ilk haklarında 24 saniye zamanları vardır. Bu sürenin ilk 8 saniyesinde hücum takımı topu kendi yarı sahasından çıkararak rakip sahasına geçirmek zorundadır. Toplam maç süresi normal şartlarda 10'ar dakikalık 4 periyottan oluşur eğer bu sürenin sonunda takımlar aynı skorda ise 5'er dakikalık uzatma periyotlarına gidilir ve kazanan takım bu şekilde belirlenir. 1.- 2. ve 3.- 4. periyotlar arasında 2'şer dakika dinlenme verilirken 2. ve 3. periyot arası devre olarak kabul edilerek 15 dakikalık bir dinlenme arası verilir.

Basketbol sahasında hücum takımının kaydettiği sayılar atış bölgelerine göre farklı puanlar kazandırmaktadır. Hücum oyuncusu 3 sayı çizgisi denilen çizginin dışından isabetli bir atış gerçekleştirdiğinde 3 sayı kazanırken bu çizginin içinden

atılan isabetli atışta 2 sayı kazanılır. Eğer oyuncuya faul yapılır ve serbest atışı sayıya çevirirse takımına 1 sayı kazandırır.



Şekil 1. Basketbolda Oyuncu Pozisyon Bölgeleri (13)

Basketbol sahası dikdörtgen bir şekilden ve pürüzsüz bir zeminden oluşmaktadır. Bu sahanın uzunluğu 28 metre ve genişliği de 15 metredir. Oyuncuların skor üretmek için topu attıkları ve isabet ettirmeye çalıştıkları tüm aksama pota denir ve ona takılı bulunan çemberin yüksekliği yerden 3,05 metre ve çapı 45 cm. 'den oluşmaktadır.

2.2. Basketbolda Oyuncu Pozisyonları

Diğer takım sporlarında da olduğu gibi basketbol branşında da sahada bulunan her oyuncunun oynadığı spesifik pozisyonları vardır (Şekil 1). Bu pozisyonlar için belirlenmiş bazı roller ve sorumluluklar vardır. Oyuncular yıllarca bu pozisyonlar üzerine antrenman yaparlar ve onlardan bu rollere uygun oynamaları beklenir. Her pozisyonun bazen birbirinden farklı bazen de birbirine benzer karakteristiği vardır. Literatürde birçok çalışma bu pozisyonların fizyolojik, antropometrik ve kondisyonel gereklilikleri ile ilgili araştırma yaparak en uygun ve en iyi performans düzeylerinin

belirlenmesine yönelik çalışmaktadır (5, 14, 15). Bu pozisyonlarda oynayan oyuncuların fiziksel ve fizyolojik parametreleri oynadıkları bölgelere göre birbirinden farklılıklar gösterebilmektedir (16, 17). Bu pozisyonlar, numaralar ve bazı isimlerle gösterilir (16). Basketbolda beş farklı pozisyon olsa da bu pozisyonların görevleri ve birbirine benzerliğine göre üç farklı grupta incelenebilmektedir. Bazı çalışmalar bu bölgeleri, gardlar (1 ve 2 numara), forvetler (3 ve 4 numara) ve pivotlar (5 numara) olarak incelemektedir (16, 17). Bu çalışmada da literatüre benzer olarak sporcular üç gruba ayrılarak incelenmiştir.

Oyun Kurucu / 1 numara (Gard)

Genelde takımın en kısa oyuncularıdır. Geçmişte alınan verilerde “National Basketball Association (NBA)” ligi takımlarına seçilen bu pozisyondaki oyuncuların boy ortalaması 189.6 cm. olarak belirlenmiştir (18). Pek çok sistem topa en iyi hakim olan oyuncuyu, oyun kurucu olarak tespit eder. Bu pozisyondaki oyuncunun top çalmada, pas vermede baskılı savunmadan top çıkarmada ve hücumu kurmada yetenekli olması beklenmektedir. Savunmayı delip ilerleyebilmeli ve oyunu bitirebilmelidir. İyi bir pas yeteneği olmalı ve boştaki oyuncuları değerlendirmelidir. Oyun kurucular savunmayı çözebilecek zekaya ve değişken rakip savunmaya göre hücum kurma gücüne/kabiliyetine sahip olmalıdır. Bu oyuncuların karar verme yeteneği, saha görüşü, top hakimiyeti, denge ve liderlik gibi vasıflarının üst düzeyde olması gerekmektedir. Oyun kurucunun savunmayı çok kısa sürede okuyarak (değerlendirerek-izleyerek) nasıl hücum edilmesine karar vermesi gerekmektedir. Diğer bir ifadeyle oyunun akışına doğru yön verebilmesi ve hücumun sağlıklı işleyebilmesi için, nereye ve ne zaman hangi pas çeşidini kullanması gerektiğine karar verebilmesi gerekmektedir. Baskı altında oynarken doğru karar verebilmek için oyun kurucunun çok iyi saha görüşüne (Court Vision) sahip olması gereklidir. Bu sebeple bu oyuncuların çok hızlı karar vermeleri, birden fazla seçenek içerisinden tüm opsiyonları değerlendirerek doğru seçimi yapmaları ve tüm bunların zamanlamalarını iyi ayarlamaları gerekmektedir.

Şutör Gard / 2 numara (Şutör Gard)

Bu pozisyonda oynayan oyuncuların oyun kurucuya yardımcı olmaları, iyi top sürme ve şut becerileri olması gerekmektedir. Yaratıcılıklarının gelişmiş olması ve

kendilerine ma içinde doğru Şut pozisyonunu yaratmaları bulmaları beklenir. Ma içerisinde bazen tüm dikkatlerini Şut atıŐlarına vererek Őutlarının isabetli olmasına odaklanmalıdır.

Kısa Forvet / 3 numara (Kısa Forvet)

Bu pozisyonda oynayan sporcular genelde oyun kuruculardan daha uzun olur ancak 3 numara, oyun kuruculara benzer özelliklere de sahip olmalıdır. NBA takımlarına seçilen bu pozisyondaki oyuncuların boy ortalaması 201 cm olarak belirlenmiştir (18). Topu baskılı savunmadan çıkarmada oyun kuruculara yardımcı olacak kadar iyi srebilmelidir. Boy avantajlarını rakiplerine üstünlük sağlayacak kadar iyi kullanmaları gerekmektedir. Potaya uzaktan atıŐlar yapabilmelidir. Bu pozisyonda oynayan oyuncular ribaunt konusunda oyun kuruculardan farklıdır, takımın uzun oyuncularından sonra en iyi ribaunt alan oyuncularındırlar.

Uzun Forvet / 4 numara (Uzun Forvet)

Uzun forvet pozisyonunda oynayan oyuncular genellikle takımın ikinci en uzun ve en güçlü oyuncularındır. Bu yüzden hem hücum hem de savunmada potaya yakın alanlarda avantajlıdırlar. Bu oyuncuların en önemli özellikleri sırtı dönük olarak hücum edebilmeleri ve ribaunt alma özelliğinin çok iyi olmasıdır.

Pivot / 5 numara (Pivot)

Takımın en uzun ve en güçlü oyuncularından biridir. NBA takımlarına seçilen bu pozisyondaki oyuncuların boy ortalaması 210,7 cm olarak belirlenmiştir (18). Baskın özelliklerinden biri fiziğini kullanarak yakın atıŐlarda ya da faul yaptırarak sayıya gidebilmeye uygun olmalarıdır. Hcumda güçlü fiziği ve uzun boyu olmasından dolayı çembere yakın bölgelerde hem sırtı dönük hem de yüzü dönük potaya atak edebilmelidir. Takımın en uzun oyuncusu olmasından dolayı pota altının savunulmasında ve savunma ribaundunun alınmasında rol oynayan en önemli pozisyonudur. Ribaunt özelliği güçlü bir motorik beceri gerektirmesinin yanı sıra iyi bir zamanlama (timing) becerisi de gerektirmektedir. Oyuncunun topun potaya arpıŐ anını ve oradan sonraki ivmelenmesine göre tam olarak ne zaman sıçrayarak topa uzanması gerektiğini çok iyi ayarlaması ve ribaundu başarılı bir Şekilde alması gerekmektedir.

2.3. Basketbol Oyununun Motorik Özellikleri

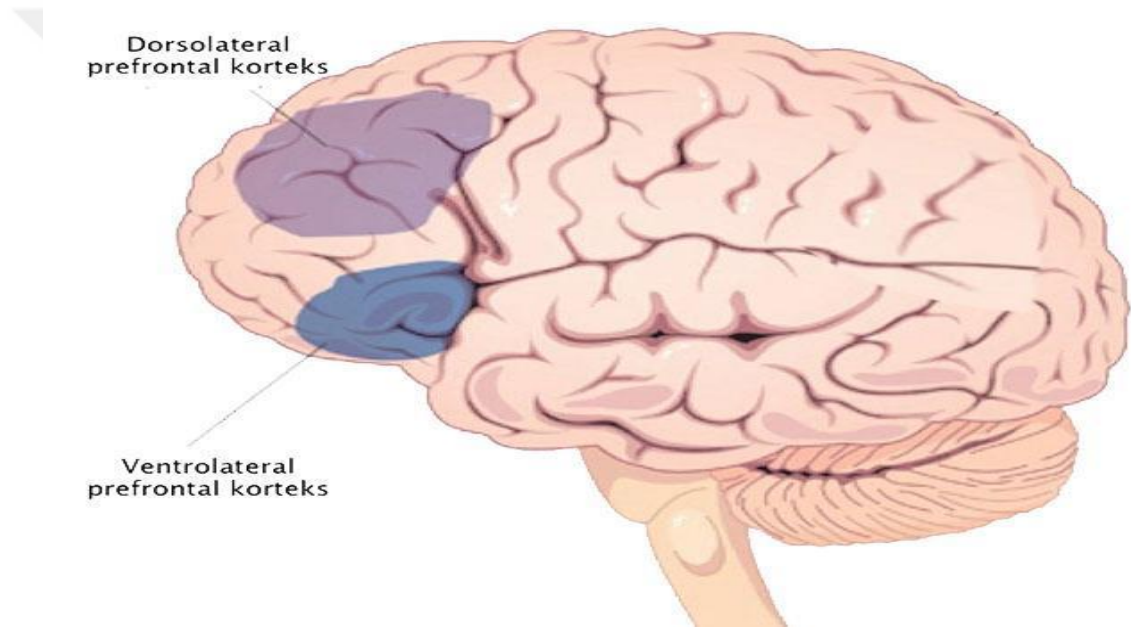
Basketbol oyunu en küçük yaş kategorilerinden en büyük profesyonel kategorilere kadar çok yüksek tempoda oynanan ve kısa süreli yüksek şiddetli aktiviteler içeren bir oyundur (19). Bir müsabaka sırasında sporcuların sürekli olarak kısa sprintler (savunmaya dönme), sıçrama hareketleri (ribaunt, şut ve blok hareketleri) ve ani yön değiştirmeler (top çalma) gibi anaerobik metabolizmayı kullanan ve çeviklik, sürat, güç, kuvvet gibi motorik beceri gerektiren hareketleri yapmaları gerekmektedir (18, 20). Bu nedenle basketbolcuların anaerobik kapasitelerini sürekli olarak geliştirmeleri ve en üst seviyede tutmaları gerekir. Bunun yanı sıra bir maç süresinin en az 40 dakika olduğu ve bir oyuncunun bazen tüm maç oynaması gerektiği durumlar olabilmekte ve bu durumda sporcuların dayanıklılık becerileri ve kondisyon durumları önem kazanmaktadır. Daha çabuk toparlanabilmeleri ve uzun süre yorgunluğa dayanabilmeleri için basketbolcuların aerobik kapasitelerinin de en üst düzeyde olması ve bunu sürekli korumaları gerekmektedir. Örneğin profesyonel bir basketbolcu 40 dakikalık bir maç esnasında 3500-5000 m civarında mesafe koşmakta, 1000' e yakın ortalama 2 saniyelik kısa süreli hareketler yapmakta olduğu önceki çalışmalarda belirlenmiştir (21, 22). Sonuç olarak basketbol branşı içinde hem aerobik hem de anaerobik becerileri içeren anaerobik temelli kompleks bir branştır (23, 24).

2.4. Bilişsel İşlevler

Her sporcu antrenman ya da müsabaka sırasında muhakeme yapma, yargıya varma ve karar verme, reaksiyon gösterme, dikkatte devamlılık gibi karmaşık bilişsel işlevleri gerçekleştirmektedir. Bu işlevlerin doğru yapılması için nöral sistemin ve nörotransmitterlerin birlikte çalışması gerekmektedir. Bu sistemlerin organize edilmesi ve gerçekleştirilmesi mekanizması “yürütücü işlevler” olarak adlandırılmaktadır (25, 26). Genel olarak yürütücü işlevlerin kapsamında dikkat ve dikkatin kontrolü, kısa süreli hafıza, bir davranışın planlanması ve zamanlanması, uzun dönem hafızaya erişim gibi özelliklerden oluşmaktadır (27-29).

İnsan beyninde birçok asosiyasyon alanı bölgeleri birlikte çalışarak bu karmaşık işlevlerin yapılmasını sağlamaktadır. Bu alanlar, Pariyetal asosiyasyon korteksi,

Temporal asosiyasyon korteksi, Frontal asosiyasyon korteksi ve Limbik asosiyasyon korteksidir. Tüm bu bölgeler içinden ise bizim çalışmamızda kullanılacak olan ve en önemli göreve sahip olduğunu düşündüğümüz frontal asosiyasyon korteksi içerisindeki prefrontal kortekstir. Prefrontal korteks beyindeki en iyi gelişmiş alanlardan biridir ve hala daha tüm işlevi net olarak anlayamamıştır. Prefrontal bölge kendi içinde iki önemli kısma ayrılmaktadır (Şekil 2). Premotor Korteks ile bağlantılı olan ve motor hareketin bilişsel kontrolünde önemli olan Dorsolateral Prefrontal Korteks ve duygusal süreçlerin düzenlenmesi ve yönlendirilmesinde görevli olan Ventromediyal prefrontal kortekstir (25, 30).



Şekil 2. Prefrontal Bölge (31)

Dorsolateral prefrontal korteks amaca yönelik bir hareketin planlanması ve yönlendirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca işletim belleğinde geçici depolanma ve bilgilerin birleştirilmesinde görevi vardır. Prefrontal korteksin medial, temporal ve diensefalik yapılarla olan bağlantısı nedeniyle insan beynini diğer canlı türlerinden ayıran en önemli özelliklerden öz-farkındalık, karmaşık plan yapabilme ve problem çözme gibi işlevlerden bu alanın sorumlu olduğu düşünülür. Daha çok hasar sonucu gelişen patolojiler üzerine yapılan çalışmalarda prefrontal korteksin davranış planlanması ve problem çözme ile ilişkili olduğu görülmüştür (25, 30).

2.5. Basketbolda Bilişsel İşlevler

Basketbolda bir sporcunun elit seviyelere ulaşabilmesi ve daha iyi maç performansı sergileyebilmesi için fizyolojik gereklilikler olduğu kadar bilişsel gereklilikler de vardır. Bir basketbol müsabakasının kazanılmasında fizyolojik faktörlerin yanında bilişsel faktörler de önemli rol oynamaktadır (32). Basketbol karışık bilişsel gereklilikler gerektiren bir branştır çünkü hem bireysel bir konsantrasyon gerektirir hem de saha içindeki beş oyuncunun birbiriyle doğru uyumunu gerektirmektedir. Örneğin, bir oyuncu kendi pozisyonunda en iyi oyununu oynasa dahi takım uyumu olmadığı ve güzel bir takım oyunu oynanmadığında takım başarısız olabilmektedir.

Bir basketbolcunun elit seviyelere ulaşabilmesi ve başarılı olabilmesi için, zamanlama becerisi, sürekli dikkati, gördüğünü hızlı algılaması ve en kısa sürede doğru bir şekilde yanıt vermesi ve reaksiyon zamanı gerekmektedir. Bunların yanı sıra oyunu algılama becerisi, genel zekası, kısa süreli hafızası, uyanıklık durumu, kendine güveni gibi becerileri üst seviyede olmalı ve kendisini sürekli olarak geliştirmesi gerekmektedir. Örneğin, bir basketbolcu maç sırasında sahayı çok iyi bir şekilde gözlemlemeli (algısal analiz) birçok değişkene karşı doğru kararı vererek bunu en hızlı şekilde ve doğru zamanlama ile motor beceriye dökerek bir cevap oluşturmalıdır (33). Jakovljevic ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada basketbolcuların görsel algılama ve farklılıkları algılama gibi bazı bilişsel becerileri ile şut performansları arasında orta derecede korelasyon bulunmuştur (33). Stella ve arkadaşlarının yaptığı bir başka çalışmada ise basketbolcuların anksiyete, uyanıklık durumları ve karar verme süreçlerinin performans üzerine etkileri incelenmiştir (34). Aynı zamanda sporcuların bilişsel ve mental performanslarını geliştirmek adına bu alanda kitaplar da yazılmıştır (35, 36).

Bu çalışmada basketbolcuların bilişsel performansın belirlenmesi için uygulanan bilişsel testler seçilirken testlerin basketbolcuların oynadıkları pozisyonlara spesifik olması amaçlanmıştır. Basketbolun kompleks bir spor dalı olmasından dolayı sporcular farklı pozisyonlarda oynasa dahi bilişsel gelişimleri çok yönlü olabilmektedir. Ancak buna rağmen bu çalışmanın en önemli hipotezlerinden biri uzun yıllar belli bir pozisyonda oynayan sporcuların bilişsel performanslarının daha spesifik

gelişim gösterebileceğinin düşünülmesidir. Örneğin, gard pozisyonunda oynayan sporcuların maç sırasında taktiksel bir oyun kurdukları esnada birçok opsiyon arasından en doğru olanı seçerek en kısa sürede uygulamaya geçmeleri beklenmektedir. Bu özelliği ile farklı uyaranlar içinden belirli bir şeye odaklanmak ve seçici dikkati ölçmek için “Change Detection Testi” uygulanmıştır. Forvet pozisyonunda oynayan sporcuların ise saha içerisinde birçok oyuncunun değişen pozisyonu ve saha içerisindeki karmaşık bir organizasyona rağmen kendilerine en uygun pozisyonu bulmaları ve çembere odaklanarak dikkatlerini dağıtmadan en kısa sürede etkili şut atabilmeleri beklenmektedir. Bu sebeple vijilans, sürekli dikkat ve tepki süresini belirlemek için “Mackworth Clock Test” seçilmiştir. Pivot pozisyonunda oynayan oyunculardan ise bir müsabaka esnasında en çok beklenen özellik savunma ve hücum ribauntlarını iyi almalarıdır. Ribaunt özelliğinin ise birçok motorik ve fizyolojik becerinin yanı sıra zamanlama becerisi ile de çok büyük ilişkisi vardır. Topun çembere gidişi, çembere teması, çemberden geri sekme süresi en doğru şekilde hesaplanarak topu en doğru anda almak için sıçramak gerekmektedir. Bu nedenle de uzaysal-zamansal algıyı ve zamanlama (timing) becerilerini belirlemek için “Timewall Testi” kullanılmıştır.

2.6. Egzersiz ve Bilişsel Performans İlişkisi

Egzersizin insan vücuduna olan fizyolojik etkileri bilinmektedir. Egzersizin fizyolojik yararları olduğu gibi bilişsel işlevler ile de yakından ilişkisi vardır. Orta şiddetteki egzersizlerin bilişsel işlevler üzerine olumlu etkileri bilinse de seçilen bilişsel göreve ve egzersiz çeşidine bağlı olarak değişiklikler görülmektedir (37). Egzersizin türüne, şiddetine ve süresine bağlı olarak bilişsel performansta artış ya da düşüş görülürken bazı egzersiz türlerinde ise herhangi bir değişiklik görülmediği daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir (3, 38, 39). Kamijo ve ark. egzersiz yoğunluğunun santral sinir sisteminde bilgi işleme üzerindeki etkilerini daha önce incelemişlerdir (38). Yaşları 22-23 arasında 20 erkek katılımcıya dinlenme sırasında ve bisiklet ergometresinde hafif, orta ve yüksek şiddetli egzersizlerden sonra bilişsel bir test olan “go/ no- go reaksiyon zamanı” testi uygulanmıştır. Çalışma sonunda yüksek yoğunluklu egzersiz sonrasında dikkatin azaldığı, orta şiddetli egzersiz sonrası dikkat

skorunun daha iyi olduğu ve hafif şiddetli egzersiz sonrası dikkat skorunda anlamlı bir değişiklik gözlenmediği bildirilmiştir (38).

Mevcut araştırmalardan bazıları, yorucu egzersizden sonra prefrontal korteks oksijenasyonu toparlanmasının bilişsel işlevleri etkilediğini göstermektedir (40). Bunun nedeni olarak tüketici egzersiz altında beynin bazı bölgelerinde oksijen temininin tehlikeye girmesi ve buna bağlı olarak nörotransmitter maddelerin temininin azalmasının reaksiyon hızını etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, serebral oksijenasyon düzeyinin yorucu koşullar altındaki egzersiz faaliyetlerde bilişsel performansın kilit bir belirleyicisi olduğu gösterilmektedir (40). Demirci ve ark. yaptıkları bir çalışmada kısa süreli yüksek şiddetli egzersizin bilişsel performans ve prefrontal bölge hemodinamisini değiştirdiğini bildirmişlerdir (41).

Egzersizin hangi mekanizmalar üzerinden sinir sistemini etkilediğini araştıran bazı çalışmalar beyin kaynaklı nörokimyasal faktörleri araştırmışlardır. Hayvan modellerinde yapılan araştırmalarda beyin dokusunun her bölgesi ayrı ayrı olmak üzere histokimyasal olarak incelenebilmektedir. İnsan çalışmalarında ise en çok kullanılan yöntemler sinir sistemine etkili nörotropik, nöromodülatör ve endojen maddelerin kandaki düzeylerinin incelenmesi üzerinedir. Bu çalışmalar egzersizin beyinde oluşturduğu etkileri incelemek için daha çok serum düzeyindeki beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) düzeylerinin incelenmesi üzerinedir. Egzersiz, BDNF düzeyinin geçici süreyle artmasına neden olarak hipokampus ve prefrontal korteksi uyarmaktadır (42, 43). Yürütücü işlevler ile yakından ilişkili olan prefrontal korteksin uyarılması da bilişsel performansın sonuçları ile yakından ilişkili olabilir.

Egzersizin beyne olan etkilerinden biri de beyindeki enerji metabolizması üzerinden olabilir. İnsan beyinde en önemli enerji kaynaklarının glikoz ve laktat olduğu bildirilmektedir. Dinlenimde glikoz daha öncelikle kullanılırken, özellikle yüksek şiddetteki egzersizde beyin enerji kaynağının laktat lehine değiştiği öngörülmektedir. (44, 45). Tsukamoto ve ark. yüksek şiddetli aralıklı egzersiz ile orta şiddetteki devamlı egzersizin yürütücü işlevler üzerine olan etkisini karşılaştırmışlardır. İki egzersiz türü egzersizden hemen sonra yürütücü işlevleri eşit olarak etkilemiş olsa da egzersiz sonrası süre uzadıkça yüksek şiddetli aralıklı egzersizin pozitif etkisinin daha uzun süre devam ettiğini rapor etmişlerdir (44).

Egzersiz sağladığı pozitif etkinin yüksek şiddetli aralıklı egzersiz sonrasında kan laktat seviyelerinin daha yüksek olmasına bağlı olabileceğini öne sürmüşlerdir (44).

2.7. Bilişsel Performansın Ölçülmesi

Bilişsel işlevler genel zeka, hafıza, algılama ve inhibisyon gibi birçok farklı değişkeni içermektedir. Bu işlevlerden özellikle yürütücü işlevler çalışma belleği, karar verme, problem çözebilme ve zamanlama gibi beceriler ile belirlenmektedir (44). Bilişsel performans denildiğinde, bu işlevlerin hepsini birden ölçmek mümkün değildir. Bunun yerine, söz konusu işlevlerden bir ya da birkaçını test eden birçok test geliştirilmiştir. Son dönemde egzersiz ve spor ile ilişkili bilişsel performansın belirlenmesi üzerine birçok çalışma mevcuttur (29, 46-48). Bu çalışmalarda katılımcıların dikkatini, uyanıklık durumunu, reaksiyon zamanını, zamanlama becerisini ve kısa süreli hafızasını ölçen çeşitli testler kullanılmıştır (49-52). Bir araştırma sırasında uygun bilişsel testlerin seçilmesi alınacak sonuçların güvenilirliği ve doğruluğu açısından çok önemlidir. Bilişsel testler araştırılmak istenen işlevlere yönelik olmalıdır. Bu çalışmada bilişsel performansın belirlenmesi için planlanan testler ve bu testlerin uygulama özellikleri aşağıda sunulmuştur. Bu çalışmada kullanılan testler Psychology Experiment Building Language (PEBL) yazılımının içinde mevcut olup farklı çalışmalarda daha önceden kullanılmıştır (53-57). Bu testler:

- Farklı uyaranlar içinden belirli bir şeye odaklanmak ve seçici dikkati ölçmek için “Change Detection Testi”.
- Vijilans, sürekli dikkat ve tepki süresini belirlemek için “Mackworth Clock Test”.
- Uzaysal-zamansal algıyı ve zamanlama (timing) becerilerini belirlemek için “Timewall Testi” olarak belirlenmiştir.

Değişim Tespit Testi (Change Detection Test): Etrafımızdaki değişimleri fark etmek ve algılamak hem günlük hayattaki insanların hem de sporcuların maç ya da antrenman esnasında sürekli kullandıkları bilişsel süreçlerinin bir parçasıdır. Örneğin, trafikte giden araçların yönlerini değiştirmesini fark etmek, bir toplantı salonunda odaya birinin girmesi algılamak gibi birçok durumda bu yeteneğimizi kullanmaktayız. Aynı şekilde sporcularda bu durum daha çok ve ani bir şekilde yaşanmaktadır. Örneğin bir basketbol müsabakasında hücum oyuncusunun pas atacağı sırada savunma

oyuncusunun o yöne doğru koşması ve hücum oyuncusunun bunu fark ederek çok hızlı bir şekilde başka bir hareket yapması olabilir. Buna benzer şekilde hücum oyuncusu tam şut atacağı sırada çembere daha yakın bir arkadaşının boş olduğunu fark ederek ona pas vermesi gibi birçok durumda kullandığımız bir bilişsel beceridir. Sporcuların bu yeteneğinin gelişmiş olması onların başarılı olmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu testte katılımcıların karmaşık birçok uyaran içerisinde doğru olanı bularak en kısa sürede tespit etmesi beklenmektedir (58).

Mackworth Sürekli Dikkat Saat Testi (Mackworth Clock Test): Bu test II. Dünya Savaşı sırasında İngiliz Hava Kuvvetlerinde çalışan teknisyenlerin uzun süreler dikkatli bir şekilde uçak radarlarını takip etmesi ve belirlenen kritik problemlere hızlı bir şekilde reaksiyon göstermeleri gerekliliği ile ortaya çıkmıştır (59). Aynı şekilde sporda ve basketbol branşında da uzun süreler ve giderek yorgunluğun arttığı durumlarda dikkati sürdürüebilmek ve müsabakaya odaklanmaya devam edebilmek gerekmektedir. Bu şartlar altında daha iyi odaklanabilen ve dikkatini yapacağı harekete verebilen sporcular daha başarılı olabilmektedir. Bu test, sürekli dikkat, vijilans (tetikte olma, uyanıklık) ve reaksiyon zamanını ölçmektedir (60).

Timewall Testi: Bu testte basketbol branşında en önemli unsurlardan biri olan zamanlama (timing) becerisi ölçülmektedir. Basketbolda birçok hareketin uygulanmasında zamanlama becerisi çok önemlidir. Örneğin, ribaunt, sporcunun şut atıldıktan sonra topu izleyerek çembere çarpma anını ve oradan sonra yukarıya doğru ivmelenip tekrar aşağı düştüğü anı takip etmesi ve sonunda en doğru anda sıçrayarak topu yakalaması gerekmektedir. Bu test ile görsel uzamsal algı ve zamanlama becerisi değerlendirilmiş ve katılımcıların, tepki sürelerinin hedef süreden farkları ve bu farkların hedef süreye oranları hesaplanmıştır (53, 54).

2.8. Yüksek Şiddetli Aralıklı Egzersiz

Literatürde çoğunlukla sürekli egzersiz üzerine çalışmalar olmasına rağmen aralıklı egzersiz yöntemlerinin incelendiği çalışmalar daha az görülmektedir. Ancak son dönemde aerobik kapasiteyi geliştirmek ve daha kısa sürede etkili bir gelişim sağlamak için, yüksek şiddetli aralıklı egzersizler (High Intensity Interval Training- HIIT ya da Sprint Interval Training- SIT gibi) önem kazanmakta ve ön plana

çıkmaktadır (1, 61). Bu aralıklı egzersizler, klasik uzun süreli devamlı egzersizlere göre daha iyi zaman verimliliği sağlar ve aerobik kapasiteyi en iyi şekilde geliştirdikleri için daha çok tercih edilir konumdadırlar. Aerobik egzersiz yöntemleri ile ilgili yapılan çalışmalarda kardiyak çıktıyı arttırmak için kalp hızının artışı kısıtlı olduğu bundan dolayı atım hacminin artışının daha belirleyici olduğu bilinmektedir (62). Yüksek Şiddetli Aralıklı Egzersiz yönteminde atım hacmini daha çok geliştirdiği daha önceki çalışmalarda tespit edilmiştir (63, 64). Aralıklı egzersiz yöntemi egzersiz süresince dinlenme periyotları içerir ve böylece egzersizin daha uzun süre devam etmesine olanak sağlarken aynı zamanda sporcunun egzersiz sonrası toparlanma sürecini de hızlandırır (65, 66). Bu yöntem hakkında literatürde hem fizyolojik etkilerin hem de bilişsel işlevlerin incelenmesi yönünden birçok çalışma yapılmış, yüklenmenin şiddetine, süresine göre farklı sonuçlar elde edilmiştir (67, 68).

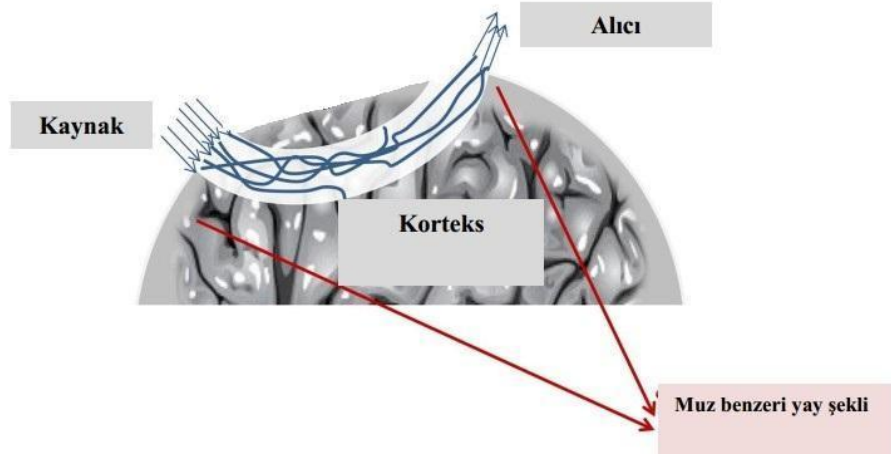
İyi antrene sporcularda yaygın olarak SIT modelide kullanılmaktadır. Bu antrenman modeli özellikle basketbol, futbol, hentbol gibi yüksek güç çıktısı, ani hızlanmalar ve yavaşlamalar, ani yön değişiklikleri ve ani durmalar gerektiren rekabete dayalı takım sporlarında sıklıkla karşılaşılan hareketler ile uyumlu bir modeldir. Bu nedenle SIT, spor etkinlikleri sırasında performansı artırmak için çok kritik bir antrenman modelidir. Bu egzersiz yöntemi çok yüksek şiddetlerde gerçekleştirilirken organizmada yüksek bir metabolik stresin oluşmasına ve bu strese bağlı olarak tüm metabolik yorgunluk işaretçileri (inorganik fosfatlar, magnezyum birikimi, hidrojen iyonları, glikojen depolarının boşalması) ve gecikmiş kas hasarı oluşumunu önemli düzeyde arttırmaktadır (69). Dolayısıyla bu model egzersizler aynı zamanda katılımcı üzerinde üst düzey yorgunluk oluşturucu egzersizlerdir. Bu tür yüksek şiddetli bir egzersizde beyindeki kortikal aktivasyonun da yüksek olması beklenmektedir.

2.9. Bilişsel İşlevlerin Görüntülenmesi (İşlevsel Yakın Kızılötesi Spektroskopi; fNIRS)

Son zamanlarda egzersiz sırasında prefrontal kortekste (PFC) oksijenasyon değişimini incelemek ve beyin hemodinamisinin egzersiz ile ilişkisini açıklığa kavuşturabilmek giderek artan bir merak konusudur. Bu bağlamda merkezi sinir sisteminin (CNS) nöromüsküler performansını belirlemek adına motor nöronları nasıl

etkilediğini belirlemek için çalışmalar yapılmaktadır (70). Fiziksel aktivitenin beyin hemodinamisini ve oksijenasyonunu nasıl etkilediği yapılan çalışmalar ile açıklanmaya çalışılmaktadır (71-73). Farklı egzersiz türlerine karşı oluşan fizyolojik cevaplar farklı olduğu gibi beynin hemodinamik ve bilişsel işlev cevapları da farklıdır (67, 74). Egzersiz alanında, beyin hemodinamisindeki değişimleri güvenli bir şekilde izleyebilen, kullanımı kolay ve non-invaziv bir yöntem olan İşlevsel Yakın Kızılötesi Spektroskopi (functional Near Infrared Spectroscopy; fNIRS) sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (71-73).

Uyarılan bir dokunun glikoz ve oksijen ihtiyacının karşılanması için kan hacminde ve özellikle oksijen taşıyan hemoglobin miktarında artış meydana gelir. Böylece oksijen taşıyan hemoglobin (oksihemoglobin- HbO_2) miktarında artış, oksijenini yitirmiş hemoglobin (deoksihemoglobin- Hb) miktarında görece bir azalma ortaya çıkar. Bu sistem sayesinde alın bölgesine yerleştirilen bir elektrot (ped) ile sürekli olarak 16 kanaldan 730 - 850 nm. dalga boyunda, kızılötesi ışık yardımıyla katılımcıların ön beyin bölgesinden veri alınabilmektedir. Bu yöntem oksi-hemoglobin ve deoksi-hemoglobinin optik özelliklerindeki farklılara dayanmaktadır. Kandaki oksihemoglobin ve deoksihemoglobin moleküllerinin derişim değişimlerini ölçerek, oksijenasyon, deoksijenasyon ve toplam kan akımı değişkenlerinin dolaylı olarak hesaplanmasını sağlar (75, 76). Cihaz hızlı ve sürekli şekilde oksi/deoksi-hemoglobin miktarını ölçebilmektedir. Katı bir çekim ortamı yoktur ve kişi rahatlıkla hareket edebilir. Penetrasyonu düşüktür ve korteksten derinlere geçemez (3 cm'e kadar). Elektrotun, katılımcının alın bölgesinde kaldığı süre boyunca rahatsızlık verecek ya da herhangi bir ağrı oluşturacak özelliği yoktur. fNIRS cihazından elde edilen veriler daha sonra bilgisayar ortamında Cognitive Optical Brain Imager (COBI) programı kullanılarak analiz edilebilmektedir (75, 77).



Şekil 3. fNIRS Çalışma Metodu (26, 76)

fNIRS yöntemlerinin gelişmesi ve yaygınlaşması ile beyin ile egzersiz arasındaki ilişkiyi gözlemede (monitoring) heyecan verici yeni bir yol açılmıştır. Son dönemdeki çalışmalarda egzersizin sürdürülmesinde ya da sonlandırılmasında ve kişiye özel egzersiz programları düzenlenmesinde beyindeki değişimlerden yola çıkılıp çıkılmayacağı, özellikle PFC hemodinamisindeki değişimlerde bir işaret olup olmadığı giderek artan bir merak konusudur (72). Tüm bu sorulara cevap aranırken fNIRS cihazının kullanılmasının doğru ve güvenilir bir yöntem olduğunun altı çizilmektedir (73, 78). Bu çalışmada da tüm egzersiz ve bilişsel testler boyunca fNIRS cihazını kullanarak frontal bölge hemodinami değişimlerinin gözlemlenmesi planlanmıştır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Bu araştırma tanımlayıcı, deneysel nitelikte bir çalışmadır.

3.2. Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Planı

Bu araştırma 2017 tarihinde literatür taraması ile başlamıştır. Etik kurul onayı 07.09.2017 tarihinde alındıktan itibaren Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı Beyin ve Egzersiz Araştırmaları Laboratuvarı'nda ve Fizyoloji Anabilim Dalı Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarı'nda veri toplanmaya başlanmıştır.

| | |
|--------------------------|--|
| Ocak – Haziran 2017 | Literatür Taraması |
| | Konu Belirlenmesi |
| Haziran – Eylül 2017 | Etik Kurul Onayı |
| | Tez Önerisinin Hazırlanması ve Kabulü |
| Ocak – Aralık 2018 | Pilot Çalışmaların Denenmesi |
| | Pilot Ölçümler Alınması |
| Ocak 2019 – Aralık 2020 | BAP Projesi Hazırlanması |
| | Ölçümlerin Alınmaya Başlanması |
| | Laboratuvar Testleri |
| Ocak – Haziran 2021 | Veri Kaydı Girişi |
| | Veri Analizi – İstatistiksel Analizler |
| Haziran 2021 – Mart 2022 | Tez Konusuyla İlişkili Araştırma Makalesi Hazırlanması ve Yayınlanması |
| Mart – Aralık 2022 | Tez Yazım Aşaması |
| | Tez Savunma Sınavına Hazırlık |

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örnekleme/Çalışma Grupları

Araştırmaya 18-35 yaş arasında (erkek) en az 7 yıldır lisanslı olarak ve en az 3 yıldır profesyonel seviyede basketbol oynayanlar elit sporcu olarak dahil edilmiştir. Daha önce en az 7 yıl lisanslı olarak basketbol oynayan fakat profesyonel seviyeye çıkamamış sporcular elit olmayan (amatör) grup olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Her grup için basketbolda gard, forvet ve pivot pozisyonlarında oynayan en az yedişer sporcu dahil edilmesi ve toplamda 21 elit ve 21 amatör sporcuya ulaşılması planlanmıştır. Ancak veri toplama sürecinin Covid-19 pandemisine denk gelmesi ve İzmir çevresinde bulunan profesyonel kulüp sayısının az olmasından dolayı planlanan sayılara ulaşamamıştır. Bu nedenle çalışmaya toplamda 28 sporcu (18 amatör - 6 Gard, 5 Forvet ve 7 Pivot ve 10 elit - 3 Gard, 4 Forvet ve 3 Pivot) dahil edilmiştir. Amatör sporcular İzmir ve çevre illerdeki Türkiye Basketbol Federasyonuna (TBF) bağlı yerel amatör liglerde (Türkiye’de 5. Sıradaki Lig) mücadele eden spor kulüplerinde aktif olarak oynayan sporculardan seçilmiştir. Elit sporcular ise yine İzmir ve çevre illerde TBF’ye bağlı Türkiye Basketbol Ligi (Türkiye’deki 2. Sıradaki Lig) ve Türkiye Basketbol 2. Liginde (Türkiye’deki 3. Sıradaki Lig) mücadele eden takımlarda sözleşmeli olarak oynayan sporculardan seçilmiştir.

3.4. Çalışma Materyali:

Bu çalışmanın materyali Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarı bünyesinde bulunan Biyoelektrik İmpedans Analiz Cihazı Inbody720 (Body Composition Analysers, South Korea; 79), Stadiometre marka boy ve ağırlık ölçer (G-Tech International, Korea), bisiklet ergometresi (Monark 839E, Sweden), Polar marka göğüs bandı (Polar, USA) ve Biyofizik Anabilim Dalı Beyin ve Egzersiz Araştırmaları Laboratuvarı’nda bulunan fNIRS cihazı (Imager 1100, LLC, MD, USA). Ayrıca bir diz üstü bilgisayar ve PEBL (The Psychology Experiment Building Language) bilişsel test bataryasıdır.

3.5. Araştırmanın Değişkenleri:

Bu araştırmanın bağımlı değişkenleri: Bilişsel test skorları, güç çıktıları ve frontal bölgede meydana gelen hemodinami değişimleridir.

Bağımsız değişkenler: sporcuların pozisyonları, elit veya amatör olma durumlarıdır.

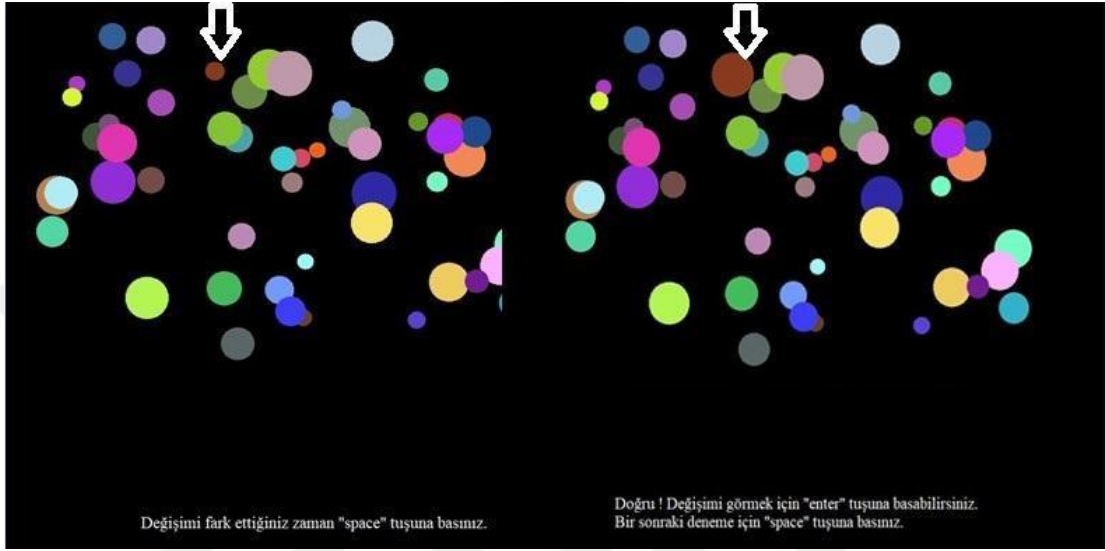
3.6. Veri Toplama Araçları ve Yöntem:

Katılımcılar ölçüme alınmadan önce deney prosedürü ve ölçümlerin nasıl yapılacağı anlatılmış ve kabul eden katılımcılara gönüllü olur formu doldurtularak imzalatılmıştır. Katılımcıların ölçümleri Dokuz Eylül Üniversitesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Egzersiz Laboratuvarında yapılmıştır. Katılımcılara sporcu geçmişlerine dair sorular içeren özel formlar doldurtularak sporculuk kariyerleri belirlenmiş ve demografik bilgileri kaydedilmiştir. Tüm katılımcılar günün aynı saatinde 10:00 ile 12:00 arasında ölçüme alınmıştır. Katılımcılardan teste gelmeden önce performanslarını etkileyecek ağır bir egzersiz yapmamaları, kafein, alkol vs. uyarıcı madde almamaları ve aşırı yemek yememeleri istenmiştir. Çalışmaya dahil edilen katılımcıların görme bozukluğu, nörolojik, tıbbi veya kardiyovasküler hastalık semptomları veya herhangi bir sakatlıkları yoktu ve herhangi bir ilaç kullanmıyorlardı. Deney Prosedürü;

- 1) Katılımcıların vücut kompozisyonu analizleri laboratuvar tipi InBody 720 marka bir Biyoelektrik İmpedans cihazında Research modu kullanılarak yapılmıştır. Boy uzunlukları ise çıplak ayak olarak boy ölçer aracılığıyla ölçülmüştür.
- 2) Bilişsel testler uygulanmadan önce katılımcılara bilgi verilmiş ve testlerin uygulanışına alışmaları için her test üç kez denetlenmiştir. Testler sırasında katılımcılardan 17 inç bir bilgisayar ekranına karşı 80 cm mesafede oturmaları istenmiştir. Testlerin sıralanışı kişilere göre rastgele belirlenmiş ve aynı kişiler pre-post testleri aynı sıra ile gerçekleştirmiştir. Bilişsel testler loş ve sessiz bir laboratuvar ortamında uygulanmıştır
- 3) Daha sonra katılımcılar bilgisayar üzerinden önceden belirlediğimiz bilişsel testleri “The Psychology Experimental Building Language Test Bataryası” kullanılarak uygulanmıştır (PEBL, (56, 57, 80). Test sonuçları “Pre Egzersiz Bilişsel Test” olarak araştırmacının bilgisayarına kaydedilmiştir. Bu testler;

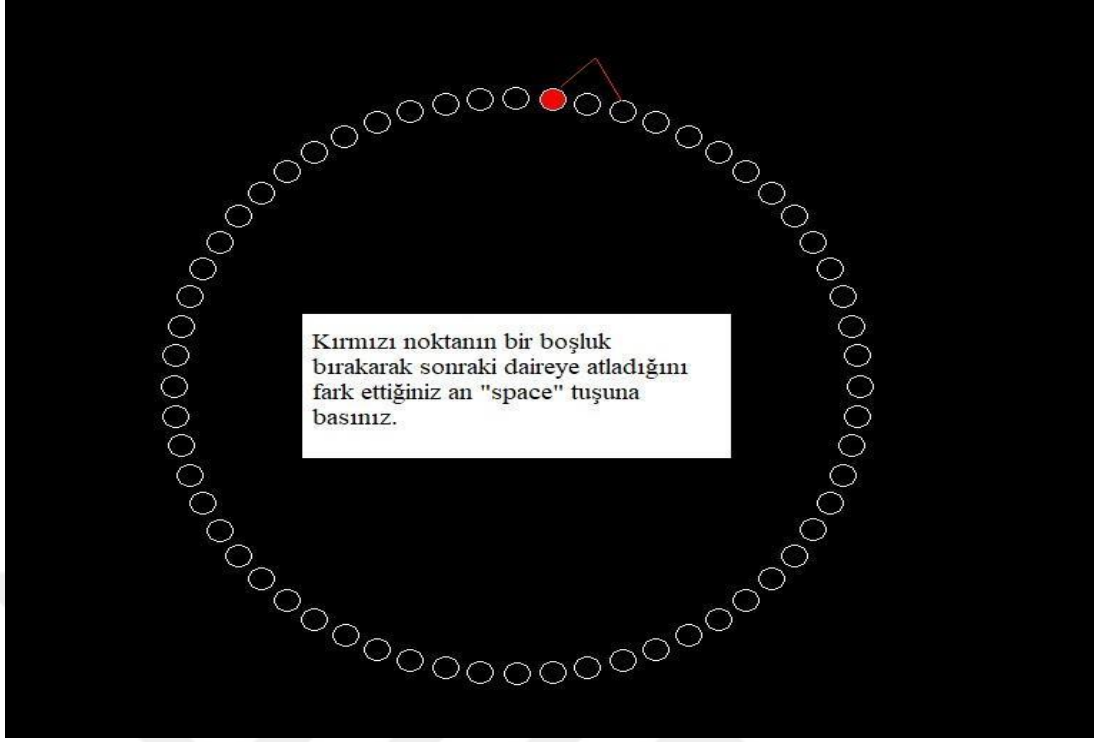
a) Değişim Tespit Testi (Change Detection Test): Gönüllü katılımcıların ekranda sergilenen, çeşitli boyut ve renklerdeki yuvarlaklardan oluşan, ekranda yanıp sönen bir desen içerisinde rengi, boyutu veya konumu değişen veya kaybolan yuvarlağı fark

etmesi gerekmektedir (Şekil 4). Gönüllü katılımcıların değişikliği fark ettiğinde tuşa basarak ekranı dondurması ve gözlemediği yere tıklayarak değişimi işaretlemesi gerekmektedir. Test toplam 20 denemeden oluşmaktadır. Katılımcıların tüm testi tamamlama süreleri, tek bir denemeyi tamamlama süreleri ve doğru cevap sayıları değerlendirilmiştir (58).



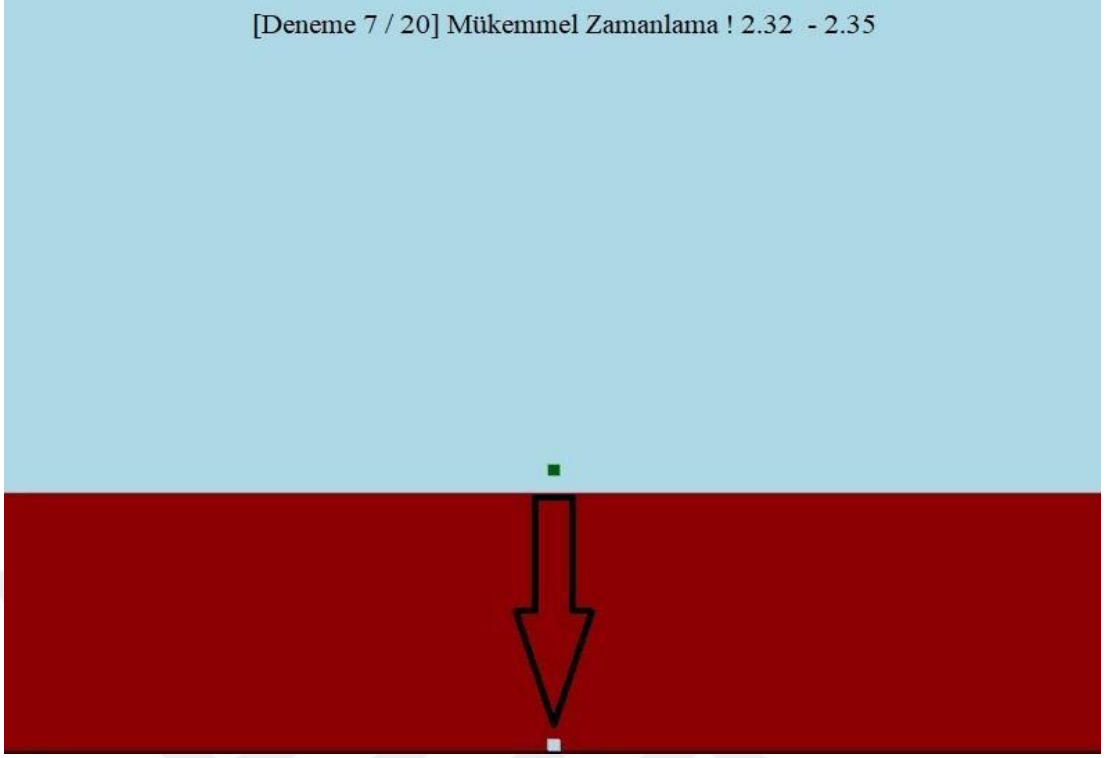
Şekil 4. Change Detection Testi

b) Mackworth Sürekli Dikkat için Saat Testi (Mackworth Clock Test (CT): Yuvarlaklardan oluşan daire boyunca bir kırmızı ışık yanıp sönerek ilerlemektedir. Işık her pozisyon atladığında katılımcıların bunu fark edip tuşa basması gerekmektedir. Test, sürekli dikkat, vijilans (tetikte olma, uyanıklık) ve reaksiyon zamanını ölçmektedir (Şekil 5; 59). Bu testin sonucunda katılımcıların reaksiyon zamanları ve doğru tespit sayıları kaydedilerek değerlendirilmiştir.



Şekil 5. Mackworth Clock Test

c) *Timewall Testi*: Gönüllü katılımcıların ekranın üst orta noktasından aşağıya doğru sabit bir hızla inmekte olan kenar uzunluğu 0,5 cm boyutundaki bir yeşil karenin, ekranın alt üçte birini kaplayan bir duvar arkasında yere düştüğü anı tahmin etmesi ve tahmin ettiği anda tuşa basması gerekmektedir. Bu test ile görsel uzamsal algı değerlendirilmektedir. Test toplam 20 denemeden oluşmaktadır. Gönüllü katılımcıların, zamanlama sürelerinin hedef süreden farkları ve bu farkların hedef süreye oranları hesaplanmıştır (Şekil 6; 54, 81). Bu hedef süreye göre erken basma, geç basma ve tam zamanında basma sayıları kaydedilerek değerlendirilmiştir.



Şekil 6. Timewall Testi

4) *Supramaksimal Egzersiz Yöntemi*: Katılımcılara yüksek şiddetli aralıklı egzersiz Wingate Anaerobik Test (WAnT) ile kefeli bir bisiklet ergometresinde uygulanmış ve anaerobik kapasiteleri ile güç çıktıları belirlenmiştir. Katılımcılar 5 dakikalık bir ısınma protokolü ve alışma döneminden sonra egzersize başlamışlardır. Katılımcılara yüksek şiddetli egzersiz olarak Wingate Anaerobik Testi (WAnT) aralarda 4'er dakikalık aktif dinlenmeler (50 watt 50 rpm) ile arka arkaya 4 kez uygulanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Bisiklet üzerindeki katılımcı

Wingate Anaerobik Test (WAnT): Katılımcının kefeli bir bisiklet ergometresi üzerinde kilogramı başına 80 gram olacak şekilde ayarlanmış bir dirence karşı 30 saniye boyunca çevirebildikleri en yüksek hızda sprint atar şekilde pedal çevirmeleri istenmektedir. Bu testin ısınma aşamasında katılımcıya kısa sprintler atması istenerek bu sıradaki en yüksek pedal hızı kaydedilir. Daha sonra katılımcı teste başlarken hızı daha önceden kaydedilen maksimum pedal hızının %10 altına geldiğinde ağırlık yüklü kefe otomatik olarak düşer (devreye girer) ve test başlamış olur. Test toplamda 30 saniye sürmektedir. Bu testin sonunda katılımcının ürettiği en yüksek güç “Pik Güç (PG)” olarak, ortalama güç “Ortalama Güç (OG)” olarak kaydedilir ve değerlendirilir (Şekil 8).

Monark Anaerobic Test Analysis - Person Example

Test Graphs | Test Data and Analysis | General Information

| Bout | Brake Weight [kg] | Peak Power [W] | Peak Power [W/kg] | Time at Peak Power [ms] | Average Power [W] | Average Power [W/kg] | Minimum Power [W] | Minimum Power [W/kg] | Power Drop [W] | Power Drop [W/kg] | Power Drop [W/s] | Power Drop [W/s/kg] | Power Drop [%] | Max Speed [rpm] | Power at Max Speed [W] | Time at Max Speed [ms] | Decline in Power [W] | Peak Work Done [J] |
|------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------|-------------------|------------------|---------------------|----------------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 8,30 | 1 452,02 | 17,49 | 3 111 | 852,14 | 10,27 | 443,43 | 5,343 | 1 008,59 | 12,15 | 34,78 | 0,419 | 69,46 | 131,22 | 1 272,47 | 4 334 | 795,63 | 33 847 |

Test Data

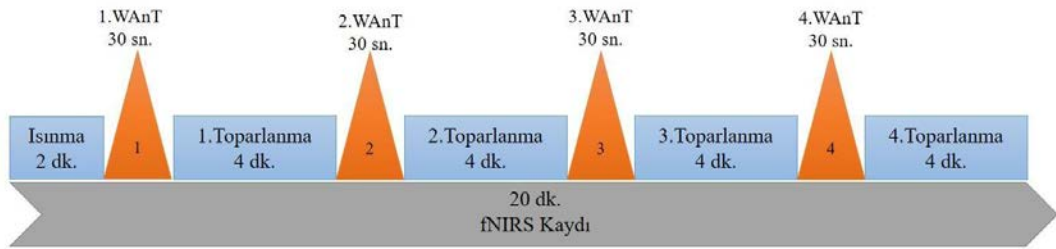
| Time [s] | W | W/kg | Rpm |
|----------|----------|-------|-----|
| 0..5 | 1 138,38 | 13,72 | 114 |
| 5..10 | 956,52 | 11,52 | 123 |
| 10..15 | 830,05 | 10,00 | 107 |
| 15..20 | 740,87 | 8,93 | 94 |
| 20..25 | 674,86 | 8,13 | 85 |
| 25..30 | 627,75 | 7,56 | 79 |

Filter Test Data
 5 seconds None
 1 seconds

Şekil 8. Wingate Çıktı Sayfası

5) Pre Egzersiz Bilişsel Testleri tamamlandıktan sonra katılımcılar genel ısınma sonrası bisiklet ergometresinde iki dakikalık WAnT öncesi ısınmayla egzersize başlamışlardır. İki dakikanın sonunda vücut ağırlığının kg. başına 80 gram olacak şekilde ayarlanmış bir dirence karşı 30 saniye süre ile çevirebildikleri en yüksek hızda (Sprint) pedal çevirmişlerdir. Sprintler arasında 4 dk. boyunca 50 watt iş yükünde 50 rpm'de pedal çevirmişler ve bu periyotta aktif toparlanma (Rcy) periyodu olarak kaydedilmiştir. Toplamda aralıklı olarak uygulanan sprintler ve toparlanmalar ile 20 (genel ısınma hariç) dakikalık bir egzersiz uygulanmıştır (Şekil 9). Tüm egzersiz boyunca katılımcıların kalp atım hızları ve her dakika sonunda 1-10 arasındaki Borg Skalasına göre Algılanan Zorluk Değeri (AZD) puanları kaydedilmiştir.

Egzersiz Protokolü



Şekil 9. Egzersiz Protokolü

6) Yüksek Şiddetli Aralıklı Egzersizden hemen sonra katılımcılar tekrar bilgisayar başına alınarak bilişsel testler ikinci kez uygulanmış ve sonuçlar “Post Egzersiz Bilişsel Test” olarak kaydedilmiştir.

7) Tüm bilişsel testler ve egzersiz sırasında katılımcıların alın bölgesine yerleştirilen 16 kanallı bir optot aracılığıyla fNIRS cihazı kullanılarak beyin hemodinami değişiklikleri kaydedilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. 16 Kanallı Optotlar ve fNIRS Cihazı

İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme Yöntemi (Functional Near Infrared Spectroscopy-fNIRS)

fNIRS cihazı girişimsel olmayan, maliyeti düşük ve taşınabilir bir nörogörüntüleme yöntemidir. Alın bölgesine yerleştirilen bir elektrot (ped) sayesinde sürekli olarak 16 kanaldan 730 - 850 nm. dalga boyu ile kızılötesi ışık yardımıyla katılımcıların ön beyin bölgesinden veri alınabilmektedir. Bu yöntem oksihemoglobin ve deoksi-hemoglobinin optik özelliklerindeki farklılara dayanır. Kandaki oksihemoglobin ve deoksihemoglobin moleküllerinin derişim değişimlerini ölçerek, oksijenasyon, deoksijenasyon ve toplam kan akımı değişkenlerinin dolaylı olarak hesaplanmasını sağlar. Cihaz hızlı ve sürekli şekilde oksideoksi-hemoglobin miktarını ölçebilmektedir. Katı bir çekim ortamı yoktur ve kişi rahatlıkla hareket edebilir. Penetrasyonu düşüktür ve korteksten derinlere geçemez (3 cm'e kadar). Elektrotun,

katılımcının alın bölgesinde kaldığı süre boyunca rahatsızlık verecek ya da herhangi bir ağrı oluşturacak özelliği yoktur. fNIRS cihazından elde edilen veriler daha sonra bilgisayar ortamında Cognitive Optical Brain Imager (COBI) programı kullanılarak analiz edilebilmektedir (75, 77). Bu çevrimdışı analiz sırasında, fNIRS cihazından elde edilen ham verilere, olası bir sinyal bozucu gürültüyü (solunum, kalp atım hızı ve alakasız yüksek frekans içeren diğer sinyaller) engellemek için 0,01-0,50 Hz. frekansları arasına band-pass FIR (Finite Impulse Response) filtrelemesi uygulanmıştır (75, 82, 83).

8) Yapılan analizlerden sonra elde edilen ortalama oksijen-Hb, deoksi-Hb ve total-Hb değerleri iki farklı yöntemle değerlendirilmiştir. İlk yöntemde, klasik / kümülatif bir yaklaşım olarak her bir sprintin ortalaması birbiriyle ve başlangıç değerleri ile (WAnT-1, WAnT-2, WAnT-3, WAnT-4) karşılaştırılmıştır.

İkinci yöntem ise Delta hesabı [1], yeni bir yaklaşım olarak, oksijen-Hb, deoksi-Hb ve total-Hb değerleri, her WAnT öncesi bir dakikalık (preWAnT) periyot ortalaması ile sıradaki WAnT değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır (delta- Δ). Bu hesaplamanın amacı, hemodinamik parametrelere ilişkin kümülatif artışın yanı sıra her bir sprintin kendinden bir önceki toparlanma periyoduna göre nasıl değiştiğini belirlemektedir. Bu hesaplamanın formülü aşağıda verilmiştir (Örnekte WAnT-1 ve Oksijen-Hb kullanılmıştır).

$$\Delta oxyHb_{WAnT-1} = \underline{oxyHb}_{WAnT-1} - \underline{oxyHb}_{preWAnT-1} [1]$$

9) Tüm araştırma protokolü boyunca katılımcıların göğsüne takılan bir nabız ölçer band ve Polar marka bir saat ile katılımcıların kalp atım hızları ve aktivite düzeyleri sürekli olarak gözlemlenmiş ve kaydedilmiştir.

3.7. Verilerin Değerlendirilmesi:

fNIRS Cihazından elde edilen ham veriler bilgisayar ortamında Cognitive Optical Brain Imager, (COBI) programı yardımıyla analiz edilmiş, elde edilen verilerin ortalamaları ve merkezi değerden sapmaları SPSS (22.0, Chicago, IL) programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Yapılan İstatiksel Analizler

Veri grupları arasındaki ilişkiyi incelemek için tüm gruplardan alınan Demografik ve fizyolojik veriler, güç çıktısı verileri, bilişsel test skorları ve hemodinami ölçümlerine ait verilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri Shapiro-Wilk Normality Test kullanılarak belirlenmiştir. Normal dağılım göstermeyen veriler non-parametrik testler ile (Friedman Testi, Wilcoxon Sıralı İşaret Testi), normal dağılım gösteren veriler ise parametrik testler (Bağımlı Gruplarda T Testi, Bağımsız Gruplarda T Testi, Tek Yönlü Varyans Analizi ve Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi) kullanılarak analiz edilmiştir.

Analizlerde $p < 0,05$ 'in altında olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Çoklu grupların ikili karşılaştırmalarında Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır.

a) Birbirinden bağımsız grupların (Amatör ve Elit Sporcular ya da Gard, Forvet ve Pivot) fizyolojik verileri, güç çıktıları, bilişsel test skorları ve hemodinami verileri karşılaştırılırken veriler normal dağılım göstermiş ise *One Way Anova*, göstermemiş ise *Kruskal Wallis Testi* ile değerlendirilmiştir. Anlamlı bulunan sonuçlar sonrası bu farkın nereden kaynaklandığını bulmak adına *Bonferroni* düzeltmesi ile ikili karşılaştırmaları (Pairwise Comparisons veya Man Whitney-U Test) yapılmıştır.

b) Aynı grupların, grup içi tekrarlayan ölçümleri karşılaştırılırken veriler normal dağılıyor ise *Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi* normal dağılım göstermiyor ise *Friedman Testi* kullanılarak analiz edilmiştir. Anlamlı bulunan sonuçlar sonrası bu farkın nereden kaynaklandığını bulmak adına *Bonferroni* düzeltmesi ile ikili karşılaştırmaları (Pairwise Comparisons veya Wilcoxon Test) yapılmıştır.

c) Amatör ve Elit sporcu grubunun demografik verileri ve bilişsel test skorları birbiri ile karşılaştırılırken veriler normal dağılım gösteriyor ise *Bağımsız Gruplarda T Testi* göstermiyor ise *Man Whitney U Testi* kullanılarak birbiri ile karşılaştırılmıştır.

d) Amatör ve Elit sporcuların egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası değerlendirmeleri veriler normal dağılım gösteriyor ise *Bağımlı Gruplarda T Testi*, göstermiyor ise *Wilcoxon Sıralı İşaret Testi* ile değerlendirilmiştir.

3.8. Araştırmanın Sınırlılıkları:

Bu araştırmaya dahil edilecek tüm elit sporcuların Türkiye Basketbol Süper Liginden sağlanamaması ve katılımcı sayısının daha fazla arttırılamaması bu çalışmanın en büyük kısıtıdır. Bunun yanı sıra literatürde basketbolcular üzerinde yapılan bilişsel performans ve beyin hemodinami çalışmalarının kısıtlı olması çalışmamızın tartışmasının daha geniş kapsamlı olamamasında önemli bir etkidir. Bir diğer kısıtlılık ise çalışmanın veri toplama aşamasının Covid-19 pandemi sürecine denk gelmesi nedeniyle katılımcı bulma konusunda yaşanan sıkıntılardır. Ayrıca bu çalışmadaki testler spor psikologları ve uzman basketbol antrenörlerinin görüşü alınarak seçilmiştir. Bu nedenle çalışmada pozisyonlara özgü seçtiğimiz bilişsel testler pozisyonları tanımlayan en iyi testler olmayabilir.

3.9. Etik Kurul Onayı

Dokuz Eylül Üniversitesi girişimsel olmayan araştırmalar etik kurulundan 07.09.2017 tarihinde ve 2017/21-47 karar numarası ile onay alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bilgiler ve Vücut Kompozisyonu Sonuçları

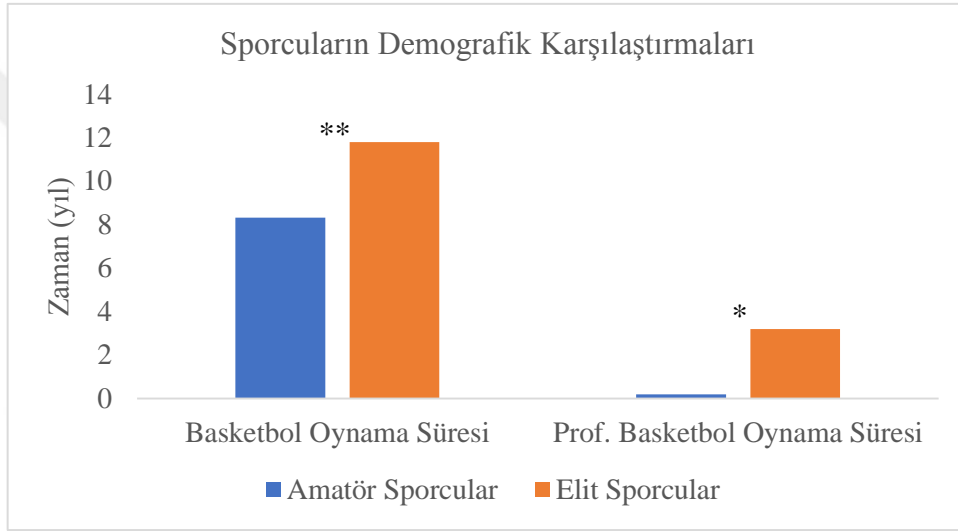
Çalışmaya ortalama yaşları $20,39 \pm 2,22$ (yıl) olan 18 amatör (6 Gard, 5 Forvet ve 7 Pivot) ve $20,80 \pm 2,44$ (yıl) olan 10 elit (3 Gard, 4 Forvet ve 3 Pivot) toplam 28 sporcu dahil edilmiştir. Amatör sporcuların boy ortalamaları $187,05 \pm 10,29$ cm, ağırlıkları $87,71 \pm 16,19$ kg, kas kütleleri $40,95 \pm 5,90$ kg, vücut yağ kütleleri $15,65 \pm 8,61$ kg, vücut yağ yüzdeleri $17,41 \pm 7,06$ (%), vücut kütle indeksleri $25,07 \pm 3,29$ (kg/m^2), basketbol oynama süreleri $8,33 \pm 1,8$ (yıl) ve profesyonel olarak basketbol oynamamışlardır. Elit sporcuların ise boy ortalamaları $192,80 \pm 5,57$ cm, ağırlıkları $89,20 \pm 10,33$ kg, kas kütleleri $47,02 \pm 6,09$ kg, vücut yağ kütleleri $7,63 \pm 3,90$ kg, vücut yağ yüzdeleri $8,62 \pm 4,26$ (%), vücut kütle indeksleri $24,07 \pm 1,79$ (kg/m^2), basketbol oynama süreleri $11,80 \pm 1,8$ (yıl) ve profesyonel olarak basketbol oynama süreleri ise $3,20 \pm 1,9$ yıldır (Tablo 1).

Tablo 1. Sporcuların Vücut Kompozisyonları ve Demografik Bilgileri

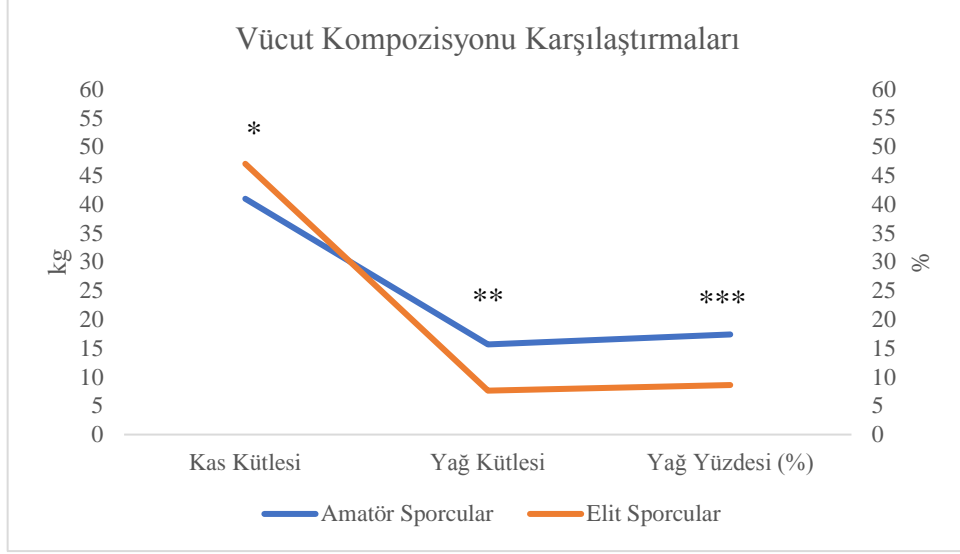
| | Amatör Sporcular (n=18) | | | | Elit Sporcular (n=10) | | | |
|-----------------------|-------------------------|--------|-----------|-------|-----------------------|--------|-----------|-------|
| | Min. | Maks. | \bar{X} | SS.± | Min. | Maks. | \bar{X} | SS.± |
| Yaş (yıl) | 18 | 27 | 20,39 | 2,22 | 18 | 24 | 20,80 | 2,44 |
| Boy (cm) | 170,00 | 207,00 | 187,05 | 10,29 | 183,00 | 200,00 | 192,80 | 5,57 |
| Ağırlık (kg) | 67,00 | 123,00 | 87,71 | 16,19 | 72,00 | 107,00 | 89,20 | 10,33 |
| Kas Kütle (kg) | 33,40 | 55,90 | 40,95 | 5,90 | 39,00 | 57,80 | 47,02 | 6,09 |
| Yağ Kütle (kg) | 5,80 | 38,20 | 15,65 | 8,61 | 2,70 | 17,50 | 7,63 | 3,90 |
| BMI | 20,60 | 34,40 | 25,071 | 3,29 | 21,00 | 26,80 | 24,07 | 1,79 |
| Yağ Yüzdesi (%) | 7,20 | 36,20 | 17,41 | 7,06 | 3,00 | 19,30 | 8,62 | 4,26 |
| Basketbol Oynama Yılı | 6 | 14 | 8,33 | 1,87 | 10 | 15 | 11,80 | 1,87 |
| Prof. Oynama Yılı | 0 | 0 | ,00 | ,000 | 3 | 6 | 3,20 | 1,93 |

BMI= Vücut Kütle İndeksi, Min.= Minimum, Maks.= Maksimum, \bar{x} = Ortalama, SS.± = Standart Sapma

Amatör sporcular ile elit sporcular arasında yapılan demografik ve vücut kompozisyonu karşılaştırmalarında basketbol oynama yılları ve profesyonel seviyede basketbol oynama yılları kıyaslandığında elit grubun tecrübesi anlamlı olarak daha yüksektir (sırasıyla $z = -3.71$, $p < 0,001$ ve $t(26) = 5.23$, $p < 0,01$; Şekil 11). Grupların vücut kompozisyonları değerlendirildiğinde ise elit grubun anlamlı olarak daha az yağ kütlesi, yağ yüzdesi ve daha yüksek kas kütlesine sahip oldukları görülmektedir (sırasıyla $z = -3.16$, $p < 0,01$, $z = -3.526$, $p < 0,001$ ve $t(26) = 2.57$, $p = 0,016$; Şekil 12). Bu sonuçlar gruplar arasında basketbol oynama tecrübelerine bakıldığında elit grubun anlamlı olarak daha tecrübeli olduğunu ve daha iyi bir performans ortaya koyabilmek daha iyi antrene olduklarını ve vücut kompozisyonlarının daha iyi olduğunu göstermektedir.



Şekil 11. Sporcuların Demografik Karşılaştırmaları. * $p < 0,01$, ** $p < 0,001$

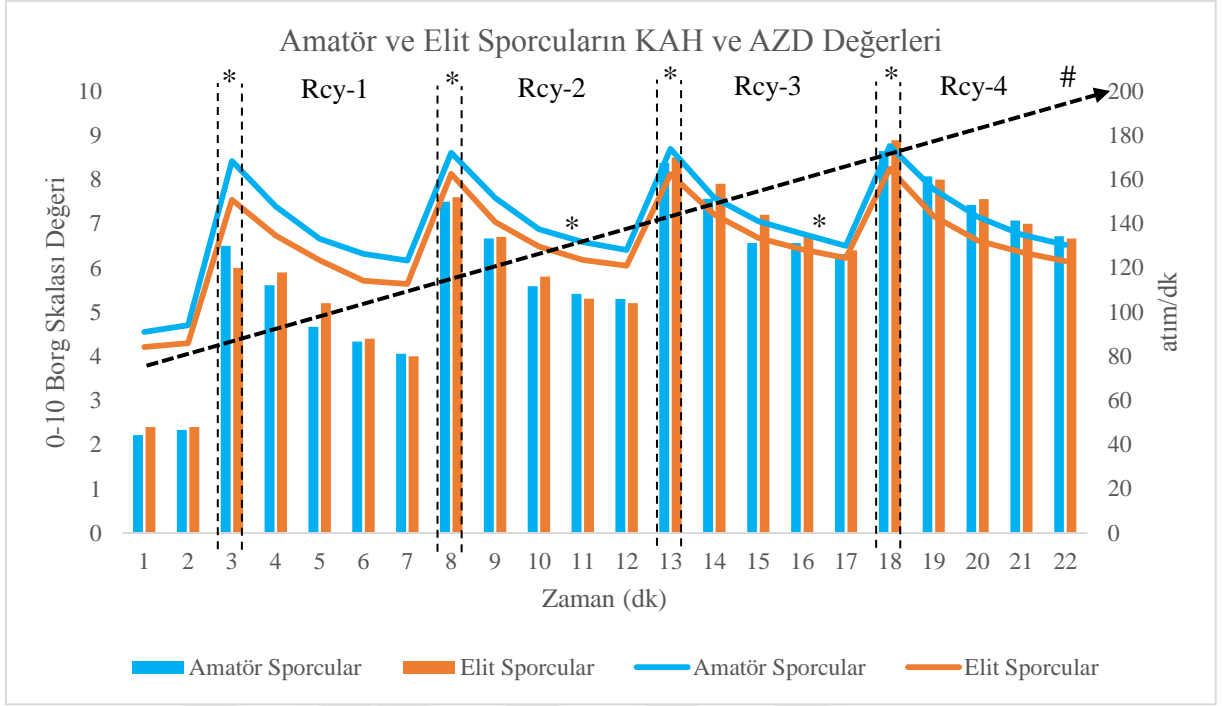


Şekil 12. Sporcuların Vücut Kompozisyonu Karşılaştırmaları. * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$

4.2. Fizyolojik Parametrelerin Sonuçları

Fizyolojik Parametrelerin Gruplar Arası Sonuçları

Egzersiz boyunca sporcuların ölçülen kalp atım hızları (KAH) ve algıladıkları zorluk dereceleri (AZD) değerlendirildiğinde amatör sporcuların tüm egzersiz boyunca ortalama kalp atım hızlarının ve tüm sprintler (*WAnT-1*, *WAnT-2*, *WAnT-3* ve *WAnT-4*) sırasındaki kalp atım hızlarının anlamlı olarak daha yüksek olduğu görülmüştür (tümü $p<0,05$, Şekil 13). Elit ve amatör sporcuların toparlanmalar (*Rcy-1*, *Rcy-2*, *Rcy-3*, *Rcy-4*) sırasındaki kalp atım hızları karşılaştırıldığında ise *Rcy-2* ve *Rcy-4*'te amatör sporcuların kalp atım hızları anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (ikisi de $p<0,05$; Şekil 13). İki grubun algılanan zorluk derecesi değerleri karşılaştırıldığında ise gruplar arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p> 0,05$).



Şekil 13. Sporcuların tüm egzersiz boyunca kalp atım hızları ve algılanan zorluk derecesi değerleri değişimi. Dikey barlar= AZD, Yatay Çizgiler= KAH. Dikey siyah kesik çizgiler Wingate Testi yapılan süreleri göstermektedir. *= Gruplar arası karşılaştırmalar, $p < 0,05$. Yukarı doğru giden siyah kesikli ok ve # = Grup içi tekrarlayan ölçümlere göre giderek artan KAH ve AZD, $p < 0,01$.

Bu sonuçlar amatör sporcuların aynı egzersizi yaparken daha yüksek kalp atım hızı ile yaptığını göstermektedir. Bu durumda elit sporcuların kondisyon durumlarının daha iyi olduğuna dair bir kanıt niteliğindedir. Buna rağmen sporcular arasında AZD değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur bu da elit sporcuların ve amatör sporcuların aynı yorgunluk hissine ulaştıklarını, iki grubunda kendilerini maksimum zorladıklarını ve elit sporcuların daha az kalp atım hızıyla aynı işi yaptığını göstermektedir.

Fizyolojik Parametrelerin Grup İçi Sonuçları

Kalp atım hızı ve algılanan zorluk derecesi verileri grupların kendi içinde karşılaştırıldığında ise, her iki grupta da tekrar sayısı arttıkça sprintler ve toparlanmalar sırasındaki KAH ve AZD değerlerinin anlamlı şekilde giderek arttığı görülmüştür (İki grup içinde $p < 0,01$; Şekil 13). Grup içi karşılaştırmaların anlamlı bir değişiklik göstermesinin

ardından bu farkların nereden kaynaklandığını bulmak adına grupların kendi içindeki parametrelerin ikili karşılaştırmalarına Bonferroni düzeltmesi ile bakılmıştır (Tablo 2 ve 3).

Amatör sporcuların sprintler sırasındaki ikili karşılaştırmalarında kalp atım hızı için *Want-1 ile Want-2*, *Want-1 ile Want-3* ve *Want-1 ile Want-4* arasında $p < 0,05$ bulunsa da Bonferroni düzeltmesinin ardından bu fark kaybolmaktadır. AZD değerlerinde ise *Want-1 ile Want-2*, *Want-1 ile Want-3*, *Want-1 ile Want-4*, *WAnT-2 ile WAnT-3* ve *Want-3 ile Want-4* arasında giderek yükselen anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (sırasıyla $p=0,002$, $p=0,000$, $p=0,001$, $p=0,002$, ve $p=0,002$; Tablo 2).

Elit sporcularda ise sprintler sırasındaki ikili karşılaştırmalarında kalp atım hızı için *Want-1 ile Want-2*, *Want-1 ile Want-3* ve *Want-1 ile Want-4* arasında giderek yükselen anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (tümü $p=0,008$). AZD değerlerinde ise *Want-1 ile Want-2*, *Want-1 ile Want-3*, *Want-1 ile Want-4* ve *WAnT-3 ile WAnT-4* arasında giderek yükselen bir fark görülmüştür (sırasıyla $p=0,004$, $p=0,005$, $p=0,007$ ve $p=0,004$; Tablo 2).

Tablo 2. Grup İçi Sprintler Sırasındaki KAH ve AZD Değerlerinin İkili Karşılaştırmaları

| Amatör Sporcuların <u>Sprintler</u> Sırasındaki <u>KAH</u> Değerleri | | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | WAnT-1 ile WAnT-2 | WAnT-1 ile WAnT-3 | WAnT-1 ile WAnT-4 | WAnT-2 ile WAnT-3 | WAnT-2 ile WAnT-4 | WAnT-3 ile WAnT-4 |
| Z | -2,357 | -2,615 | -2,318 | -,946 | -1,028 | -,458 |
| p | ,018 | ,009 | ,020 | ,344 | ,304 | ,647 |
| Elit Sporcuların <u>Sprintler</u> Sırasındaki <u>KAH</u> Değerleri | | | | | | |
| | WAnT-1 ile WAnT-2 | WAnT-1 ile WAnT-3 | WAnT-1 ile WAnT-4 | WAnT-2 ile WAnT-3 | WAnT-2 ile WAnT-4 | WAnT-3 ile WAnT-4 |
| Z | -2,666 | -2,666 | -2,670 | -,086 | -,983 | -1,191 |
| p | ,008* | ,008* | ,008* | ,931 | ,326 | ,234 |

Amatör Sporcuların Sprintler Sırasındaki AZD Değerleri

| | WAnT-1 ile WAnT-2 | WAnT-1 ile WAnT-3 | WAnT-1 ile WAnT-4 | WAnT-2 ile WAnT-3 | WAnT-2 ile WAnT-4 | WAnT-3 ile WAnT-4 |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Z | -3,082 | -3,572 | -3,349 | -3,169 | -1,732 | -3,082 |
| p | ,002* | ,000** | ,001* | ,002* | ,083 | ,002* |

Elit Sporcuların Sprintler Sırasındaki AZD Değerleri

| | WAnT-1 ile WAnT-2 | WAnT-1 ile WAnT-3 | WAnT-1 ile WAnT-4 | WAnT-2 ile WAnT-3 | WAnT-2 ile WAnT-4 | WAnT-3 ile WAnT-4 |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Z | -2,859 | -2,840 | -2,699 | -2,588 | -1,633 | -2,859 |
| p | ,004* | ,005* | ,007* | ,010 | ,102 | ,004* |

Wilcoxon İşaretili Sıra Testi. WAnT= Wingate Test, *p<0,01, **p<0,001*

Amatör sporcuların toparlanmalar sırasındaki KAH ve AZD değerleri kendi içinde karşılaştırıldığında tekrar sayısı arttıkça giderek arttığını gösteren anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,001). Amatör sporcularda Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar ile hangi tekrarlar arasında kalp atım hızlarında fark olduğuna bakılmış ve bu farkın *Rcy-1 ile Rcy-3*, *Rcy-1 ile Rcy-4* ve *Rcy-2 ile Rcy-3* arasında olduğu görülmüştür (Sırasıyla p=0,001, p=0,009, ve p=0,039 Tablo 3), AZD değerleri karşılaştırıldığında ise tüm tekrarlar arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür (tümü p<0,01; Tablo 4).

Elit sporcuların kendi içinde Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmaları değerlendirildiğinde ise kalp atım hızları arasındaki farkın *Rcy-1 ile Rcy-2*, *Rcy-1 ile Rcy-3*, *Rcy-1 ile Rcy-4* ve *Rcy-2 ile Rcy-4*'ten kaynaklandığı görülmüştür (sırasıyla p=0,004, p=0,000, p=0,002 ve p=0,018; Tablo 3). AZD değerleri karşılaştırıldığında ise *Rcy-1 ile Rcy-2*, *Rcy-1 ile Rcy-3*, *Rcy-1 ile Rcy-4* ve *Rcy-2 ile Rcy-3* arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür (tümü p<0,001; Tablo 4).

Tablo 3. Grup İçi Toparlanmalar Sırasındaki KAH Değerlerinin İkili Karşılaştırmaları

| KAH için İkili Karşılaştırmaları | | | | | | |
|----------------------------------|------------------|-----|----------|----------------|------|----------|
| | Amatör Sporcular | | | Elit Sporcular | | |
| | \bar{X} | SS± | Sig. (p) | \bar{X} | SS±. | Sig. (p) |
| Rcy-1 ile | 135,55 ±18,78 | | | 119,90 ± 9,42 | | |
| Rcy-2 (KAH) | 139,63 ± 14,23 | | ,163 | 128,75 ± 6,92 | | ,004** |
| Rcy-1 ile | 135,55 ±18,78 | | | 119,90 ± 9,42 | | |
| Rcy-3 (KAH) | 142,75 ± 15,58 | | ,001** | 133,18 ± 8,75 | | ,000*** |
| Rcy-1 ile | 135,55 ±18,78 | | | 119,90 ± 9,42 | | |
| Rcy-4 (KAH) | 143,01 ± 16,14 | | ,009* | 131,40 ± 7,51 | | ,002** |
| Rcy-2 ile | 139,63 ± 14,23 | | | 128,75 ± 6,92 | | |
| Rcy-3 (KAH) | 142,75 ± 15,58 | | ,039* | 133,18 ± 8,75 | | ,018* |
| Rcy-2 ile | 139,63 ± 14,23 | | | 128,75 ± 6,92 | | |
| Rcy-4 (KAH) | 143,01 ± 16,14 | | ,275 | 131,40 ± 7,51 | | 1,000 |
| Rcy-3 ile | 142,75 ± 15,58 | | | 133,18 ± 8,75 | | |
| Rcy-4 (KAH) | 143,01 ± 16,14 | | 1,000 | 131,40 ± 7,51 | | ,968 |

Bonferroni Düzeltmeli İkili Karşılaştırmalar. Rcy= Toparlanma, KAH= Kalp Atım Hızı, \bar{x} = Ortalama, SS± = Standart Sapma, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001

Tablo 4. Grup İçi Toparlanmalar Sırasındaki AZD Değerlerinin İkili Karşılaştırmaları

| | | AZD için İkili Karşılaştırmaları | | | | | |
|--------------------|--|---|------------|-----------------|-----------------------------|-------------|-----------------|
| | | Amatör Sporcular | | | Elit Sporcular | | |
| | | \bar{X} | SS± | Sig. (p) | \bar{X} | SS±. | Sig. (p) |
| Rcy-1 ile | | 4,64 ± ,94 | | | 4,77 ± 1,03 | | |
| Rcy-2 (AZD) | | | | ,000** | 5,72 ± ,93 | | ,001* |
| | | 5,76 ± 1,02 | | | | | |
| Rcy-1 ile | | 4,64 ± ,94 | | | 4,77 ± 1,03 | | |
| Rcy-3 (AZD) | | | | ,000** | 6,91 ± ,58 | | ,000** |
| | | 6,69 ± 1,02 | | | | | |
| Rcy-1 ile | | 4,64 ± ,94 | | | 4,77 ± 1,03 | | |
| Rcy-4 (AZD) | | | | ,000** | 7,30 ± ,65 | | ,000** |
| | | 7,32 ± 1,02 | | | | | |
| Rcy-2 ile | | 5,76 ± 1,02 | | | 5,72 ± ,93 | | |
| Rcy-3 (AZD) | | | | ,000** | 6,91 ± ,58 | | ,000** |
| | | 6,69 ± 1,02 | | | | | |
| Rcy-2 ile | | 5,76 ± 1,02 | | | 5,72 ± ,93 | | |
| Rcy-4 (AZD) | | | | ,000** | 7,30 ± ,65 | | ,001* |
| | | 7,32 ± 1,02 | | | | | |
| Rcy-3 ile | | 6,69 ± 1,02 | | | 6,91 ± ,58 | | |
| Rcy-4 (AZD) | | | | ,003* | 7,30 ± ,65 | | ,324 |
| | | 7,32 ± 1,02 | | | | | |

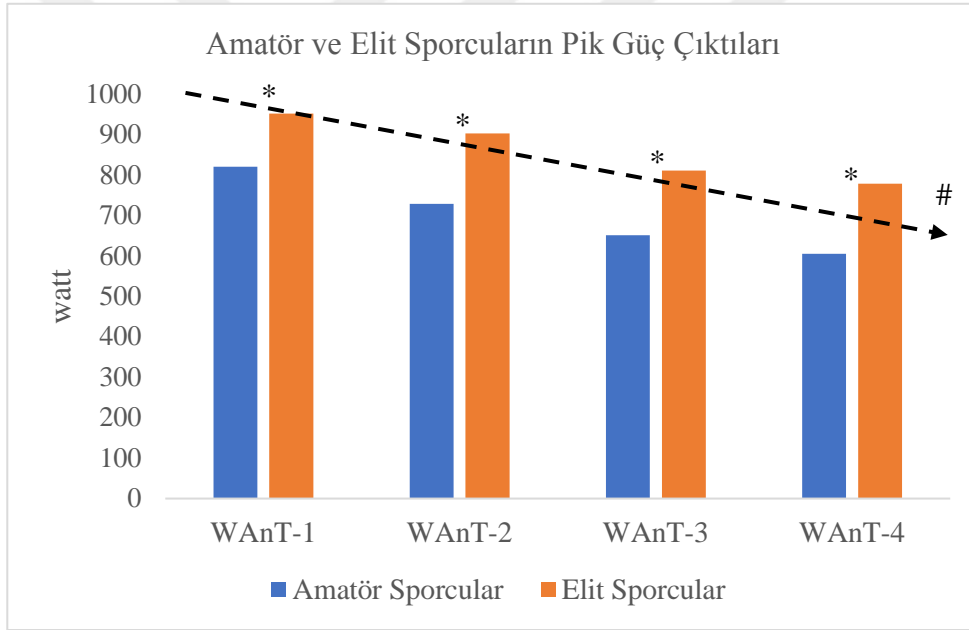
Bonferroni Düzeltmeli İkili Karşılaştırmalar. Rcy= Toparlanma, AZD= Algılanan Zorluk Derecesi, \bar{x} = Ortalama, SS± = Standart Sapma, *p< 0,01, **p<0,001

4.3. Güç Çıktısı Sonuçları

Amatör ve Elit sporcuların her biri 30 saniyelik maksimum bir sprintten oluşan toplam dört tane Wingate Testi sonucunda elde ettikleri güç çıktılarının [Pik Güç (PG) ve Ortalama Güç (OG)] ortalamaları alınarak analiz edilmiştir.

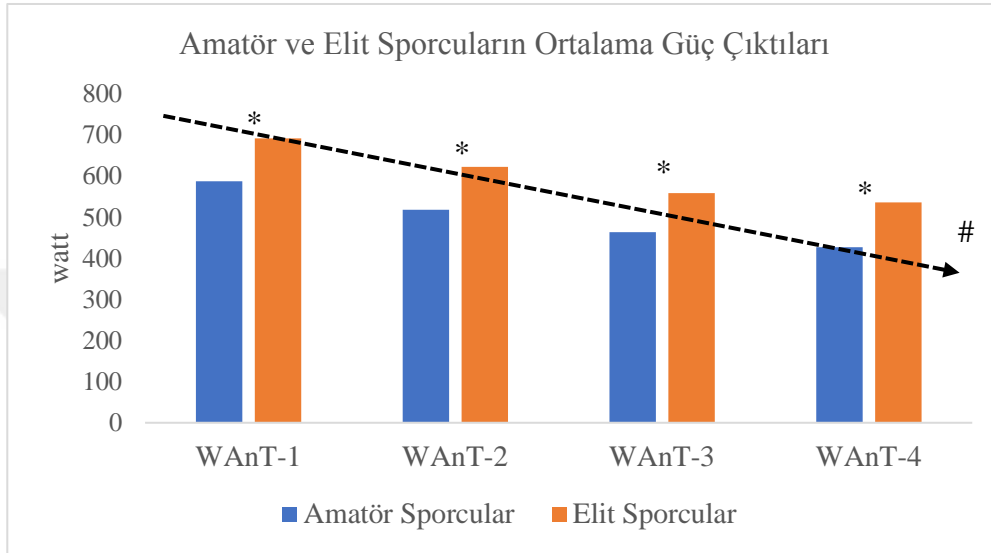
Güç Çıktılarının Gruplar Arası Sonuçları

İki grubun sprintler sırasındaki PG değerleri birbiri ile karşılaştırıldığında her tekrarda elit sporcuların güç çıktılarının anlamlı olarak daha yüksek olduğu görülmüştür [F(1,21)=8,96, p=0,007, $\eta^2=,299$; Şekil 14]. Bu farklar her bir WAnT için ayrı ayrı Bonferroni düzeltmesi ile karşılaştırıldığında WAnT-1 için p=0,021, WAnT-2 için p=0,011, WAnT-3 için p=0,036 ve WAnT-4 için p=0,011 şeklindedir.



Şekil 14. Amatör ve Elit Sporcuların PG Çıktılarının Karşılaştırılması. Kesik çizgili ok ve # = Grup içi tekrarlayan ölçümlerin giderek azalması #p< 0,01, *= Amatör ve Elit sporcu karşılaştırması, p<0,05

Ortalama güç değerleri birbiri ile karşılaştırıldığında her tekrarda elit sporcuların OG çıktılarının anlamlı olarak daha yüksek olduğu görülmüştür [$F(1,21)=8,56$, $p=0,008$, $\eta^2=,290$; Şekil 15]. Bu farklar her bir WAnT için ayrı ayrı Bonferroni düzeltmesi ile karşılaştırıldığında WAnT-1 için $p=0,015$, WAnT-2 için $p=0,007$, WAnT-3 için $p=0,034$ ve WAnT-4 için $p=0,019$ şeklindedir.



Şekil 15. Amatör ve Elit Sporcuların OG Çıktılarının Karşılaştırılması. Kesik çizgili ok ve # = Grup içi tekrarlayan ölçümlerin giderek azalması # $p < 0,01$, * = Amatör ve Elit sporcu karşılaştırması, $p < 0,05$

Güç Çıktılarının Grup İçi Sonuçları

Amatör sporcuların PG ve OG değerleri birbiri ile karşılaştırıldığında sporcuların tekrarlanan sprintlerde tüm güç çıktıların anlamlı bir şekilde giderek azaldığı görülmüştür [PG için $F(2,46)=16,24$, $p < 0,001$, $\eta^2=,478$ ve OG için $F(2,63)=34,26$, $p < 0,001$, $\eta^2=,620$; Şekil 14 ve 15].

Elit sporcuların da PG ve OG değerleri birbiri ile karşılaştırıldığında tekrarlanan sprintlerde tüm güç çıktıların anlamlı bir şekilde giderek azaldığı görülmüştür [PG için $F(2,46)=16,24$, $p < 0,001$, $\eta^2=,478$ ve OG için $F(2,38)=34,26$, $p < 0,001$, $\eta^2=,620$; Şekil 14 ve 15].

Amatör sporcuların PG ve OG değerleri kendi içinde karşılaştırıldığında tekrar sayısı arttıkça güç çıktılarının giderek azaldığını gösteren anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,001$). Bu farkın hangi tekrarlar arasında olduğunu tespit etmek için ikili karşılaştırmalarına Bonferroni düzeltmesi ile bakılmıştır (Tablo 5 ve 6). Çıkan sonuçlara göre PG değerleri *WAnT-1 ile WAnT-2*, *WAnT-1 ile WAnT-3*, *WAnT-1 ile WAnT-4* ve *WAnT-2 ile WAnT-4* arasında anlamlı farklar bulunmuştur (sırasıyla, $p=0,007$, $p=0,003$, $p=0,000$ ve $p=0,026$; Tablo 5).

Tablo 5. Amatör Sporcuların Pik Güç (Watt) Değerlerinin Sprintler arasındaki ikili karşılaştırmaları

| Amatör Sporcuların Grup İçi İkili Karşılaştırmaları | | | |
|---|-----------------|-----|----------|
| | \bar{X} | SS± | Sig. (p) |
| WAnT-1 ile | 799,46 ± 135,71 | | ,007** |
| WAnT-2 PG | 718,68 ± 142,71 | | |
| WAnT-1 ile | 799,46 ± 135,71 | | ,003** |
| WAnT-3 PG | 644,18 ± 175,10 | | |
| WAnT-1 ile | 799,46 ± 135,71 | | ,000*** |
| WAnT-4 PG | 604,88 ± 164,21 | | |
| WAnT-2 ile | 718,68 ± 142,71 | | ,110 |
| WAnT-3 PG | 644,18 ± 175,10 | | |
| WAnT-2 ile | 718,68 ± 142,71 | | ,026* |
| WAnT-4 PG | 604,88 ± 164,21 | | |
| WAnT-3 ile | 644,18 ± 175,10 | | 1,00 |
| WAnT-4 PG | 604,88 ± 164,21 | | |

Bonferroni Düzeltmeli İkili Karşılaştırmalar. WAnT=Wingate Test, PG=Pik Güç, SS±.= Standart Sapma, * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$

Ortalama Güç değerleri *WAnT-1 ile WAnT-2*, *WAnT-1 ile WAnT-3*, *WAnT-1 ile WAnT-4*, *WAnT-2 ile WAnT-3* ve *WAnT-2 ile WAnT-4* arasında anlamlı farklar bulunmuştur (sırasıyla, $p=0,000$, $p=0,001$, $p=0,001$, $p=0,005$ ve $p=0,003$; Tablo 6).

Tablo 6. Amatör Sporcuların OG çıktılarının (Watt) Sprintler arasındaki karşılaştırmaları

Amatör Sporcuların Wingate Testi Sırasındaki AP Çıktıları

| | WAnT-1 ile WAnT- 2 OG | WAnT-1 ile WAnT- 3 OG | WAnT-1 ile WAnT- 4 OG | WAnT-2 ile WAnT- 3 OG | WAnT-2 ile WAnT- 4 OG | WAnT-3 ile WAnT- 4 OG |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| z | -3,724 | -3,464 | -3,296 | -2,792 | -2,982 | -2,166 |
| p | ,000** | ,001* | ,001* | ,005* | ,003* | ,030 |

Wilcoxon İşaretili Sıra Testi. WAnT= Wingate Test, OG=, Ortalama Güç, *p<0,01, **p<0,001

Elit sporcuların PG ve OG değerleri kendi içinde karşılaştırıldığında tekrar sayısı arttıkça güç çıktılarının giderek azaldığını gösteren anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,001$). Bu farkın hangi tekrarlar arasında olduğunu tespit etmek ikili karşılaştırmalarına Bonferroni düzeltmeleri ile bakılmıştır (Tablo 7). Çıkan sonuçlara göre PG değerleri *WAnT-1 ile WAnT-3 ve WAnT-1 ile WAnT-4* arasında anlamlı fark bulunmuştur (sırasıyla, $p=0,031$, $p=0,019$; Tablo 7).

Ortalama Güç değerlerinde *WAnT-1 ile WAnT-2, WAnT-1 ile WAnT-3, WAnT-1 ile WAnT-4, WAnT-2 ile WAnT-3 ve WAnT-2 ile WAnT-4* arasında anlamlı farklar bulunmuştur (sırasıyla, $p=0,000$, $p=0,002$, $p=0,001$, $p=0,042$ ve $p=0,023$; Tablo 7).

Tablo 7. Elit Sporcuların PG ve OG çıktılarının (Watt) Sprintler arasındaki karşılaştırmaları**Elit Sporcuların Grup İçi İkili Karşılaştırmaları**

| | \bar{X} | SS± | Sig. (p) |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|----------|
| WAnT-1 ile WAnT-2 Pik Güç | 942,76 ± 132,71 | 890,05 ± 145,08 | ,366 |
| WAnT-1 ile WAnT-3 Pik Güç | 942,76 ± 132,71 | 796,85 ± 131,23 | ,031* |
| WAnT-1 ile WAnT-4 Pik Güç | 942,76 ± 132,71 | 778,14 ± 108,70 | ,019* |
| WAnT-2 ile WAnT-3 Pik Güç | 890,05 ± 145,08 | 796,85 ± 131,23 | ,108 |
| WAnT-2 ile WAnT-4 Pik Güç | 890,05 ± 145,08 | 778,14 ± 108,70 | ,121 |
| WAnT-3 ile WAnT-4 Pik Güç | 796,85 ± 131,23 | 778,14 ± 108,70 | 1,00 |
| WAnT-1 ile WAnT-2 Ortalama Güç | 686, 11 ± 87,20 | 619,55 ± 94,77 | ,000*** |
| WAnT-1 ile WAnT-3 Ortalama Güç | 686, 11 ± 87,20 | 556,10 ± 93,99 | ,002** |
| WAnT-1 ile WAnT-4 Ortalama Güç | 686, 11 ± 87,20 | 536,50 ± 88,76 | ,001** |
| WAnT-2 ile WAnT-3 Ortalama Güç | 619,55 ± 94,77 | 556,10 ± 93,99 | ,042* |
| WAnT-2 ile WAnT-4 Ortalama Güç | 619,55 ± 94,77 | 536,50 ± 88,76 | ,023* |
| WAnT-3 ile WAnT-4 Ortalama Güç | 556,10 ± 93,99 | 536,50 ± 88,76 | 1,00 |

Bonferroni Düzeltmeli İkili Karşılaştırmalar. WAnT= Wingate Test, \bar{x} = Ortalama, SS±.= Standart Sapma. *p< 0,05, **p< 0,01, ***p< 0,001

4.4. Sporcuların Bilişsel Test Skorlarının Sonuçları

Amatör ve elit sporculara uygulanan Pre Change Detection testinden “cevap süreleri” ve “doğru cevap sayıları” kaydedilmiştir. Timewall testinde ise sporcuların “mükemmel zamanlama” (Great Accuracy) skorları kaydedilmiştir. Clock Test sırasında da “reaksiyon zamanları” ve “doğru cevap sayıları” kaydedilmiştir. Uygulanan testlerden elde edilen veriler egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası olarak karşılaştırılmış ve egzersizin test sonuçlarına nasıl etki ettiği incelenmiştir. Bir diğer karşılaştırmada ise pozisyonları arası (Gard, Forvet, Pivot) bilişsel test skorları karşılaştırılarak sporcuların oynadıkları pozisyonlara göre test skorları arasında fark olup olmadığına bakılmıştır. Son olarak bilişsel test skorları amatör ve elit sporcular arasında karşılaştırılarak sporcuların seviyeleri arasında bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Bilişsel testlerden elde edilen verilerin ortalamaları tablo 8 ve 9’ da verilmiştir.

Tablo 8. Amatör ve Elit Sporcuların Egzersiz Öncesi ve Egzersiz Sonrası Bilişsel Test Skorları

| | | Egzersiz Öncesi | | | | Egzersiz Sonrası | | | |
|-----------------------|----------------------------------|-------------------------|------|-----------------------|------|-------------------------|------|-----------------------|------|
| | | Amatör Sporcular (n=18) | | Elit Sporcular (n=10) | | Amatör Sporcular (n=18) | | Elit Sporcular (n=10) | |
| | | \bar{X} | SS± | \bar{X} | SS± | \bar{X} | SS± | \bar{X} | SS± |
| Change Detection Test | Doğru Cevap Sayısı | 13,89 | 3,19 | 14,90 | 3,11 | 13,16 | 2,78 | 15,50 | 2,50 |
| | Cevap Süresi (sn.) | 14,34 | 3,47 | 14,42 | 2,96 | 13,16 | 2,78 | 11,53 | 1,50 |
| | Tüm Testi Tamamlama Süresi (dk.) | 5,92 | ,87 | 5,34 | ,94 | 5,15 | 1,11 | 4,57 | ,81 |
| Timewall Testi | Mükemmel Zamanlama Sayıları | 13,89 | 3,27 | 15,40 | 1,77 | 12,83 | 3,98 | 15,50 | 2,22 |
| Clock Test | Reaksiyon Zamanı (sn.) | ,37 | ,032 | ,38 | ,034 | ,40 | ,12 | ,36 | ,032 |
| | Doğru Cevap Sayısı | 58,28 | 1,74 | 58 | 3,39 | 57,83 | 3,05 | 58,30 | 1,82 |

\bar{x} = Ortalama, SS±= Standart Sapma

Tablo 9. Tüm sporcuların (n=28) pozisyonlara göre bilişsel test skorları

| | | Gard (n=9) | | Forvet (n=9) | | Pivot (n=10) | |
|--------------------------------------|--|------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | | \bar{X} | SS± | \bar{X} | SS± | \bar{X} | SS± |
| Change Detection Test | Doğru Cevap Sayısı | 17,47 | 1 | 12,89 | 3,25 | 12,40 | 1,50 |
| | Cevap Süresi (sn.) | 12,86 | 2,15 | 15,78 | 3,30 | 14,46 | 3,68 |
| | Tüm Testi Tamamlama Süresi (dk.) | 5,39 | ,90 | 6,11 | 1,23 | 5,78 | ,48 |
| Timewall Testi | Mükemmel Zamanlama Sayıları | 12,56 | 2,18 | 13,00 | 2,29 | 17,40 | ,84 |
| Clock Test | Reaksiyon Zamanı (sn.) | ,38 | ,02 | ,38 | ,047 | ,36 | ,024 |
| | Doğru Cevap Sayısı | 58,11 | 1,96 | 57,67 | 3,77 | 58,70 | ,82 |

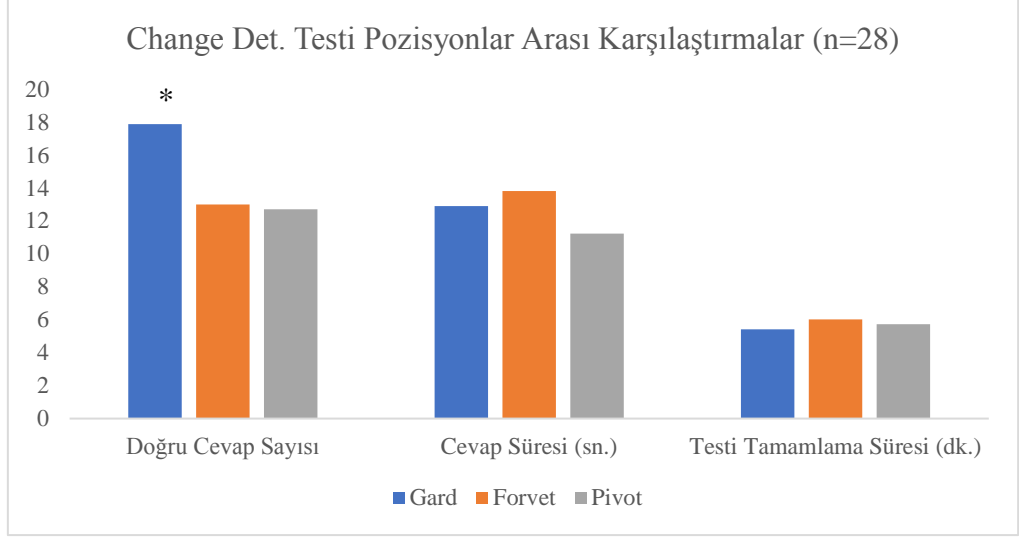
\bar{x} = Ortalama, SS±= Standart Sapma

Bilişsel Test Sonuçlarının Pozisyonlar Arası Karşılaştırmaları

Tüm sporculardan (n=28) alınan bilişsel test skorlarının ortalamaları kaydedilerek Gard, Forvet ve Pivot pozisyonunda oynayan sporcular arasında karşılaştırılmıştır.

Change Detection Test Sonuçları

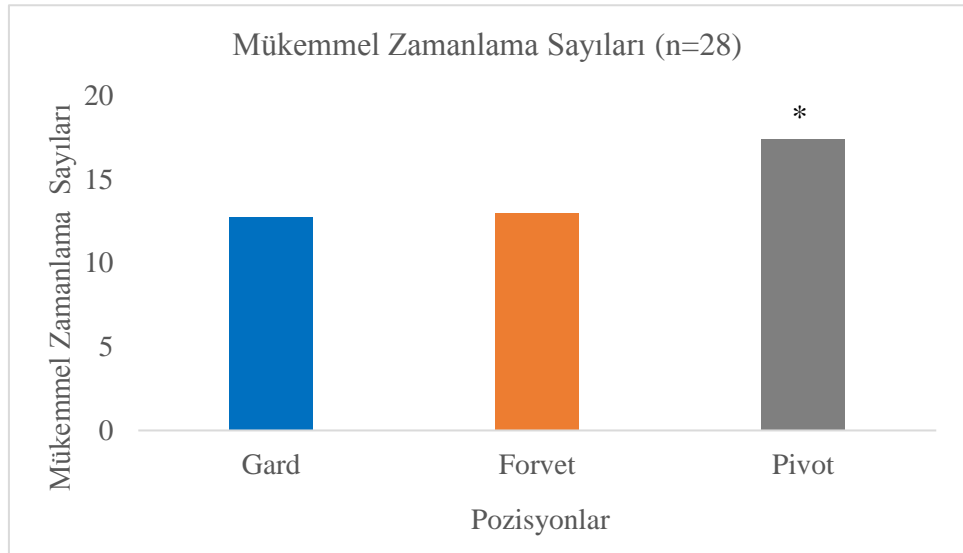
Bu karşılaştırmalar sonucunda Change Det. Testi doğru cevap sayıları değerlendirildiğinde Gard pozisyonunda oynayan sporcuların Forvet ve Pivot pozisyonunda oynayan sporculara göre anlamlı olarak daha başarılı olduğu görülmüştür [F(2,25)=17,20, p<0,001, $\eta^2=,579$; Şekil 16]. Cevap süreleri ve testi tamamlama süreleri değerlendirildiğinde ise gruplar arasında bir fark yoktur. Bu sonuçlarda gard pozisyonunda oynayan sporcuların aynı sürelerde testi tamamlayarak daha başarılı sonuçlar elde ettiğini göstermektedir.



Şekil 16. Change Detection Testi Sonuçlarının Pozisyonlar Arası Karşılaştırmaları. Gard pozisyonunda oynayan sporcuların doğru cevap sayıları anlamlı olarak daha yüksektir, * $p < 0,001$.

Timewall Test Sonuçları

Bir diğer bilişsel test olan Timewall testinin “Mükemmel Zamanlama” sayıları tüm pozisyonlar için kaydedilmiş ve ortalamaları alınarak pozisyonlar arasında karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucunda Pivot pozisyonunda oynayan sporcuların Gard ve Forvet pozisyonunda oynayan sporculara göre anlamlı olarak daha başarılı olduğu görülmüştür [$F(2,25)=19,94$, $p < 0,001$, $\eta^2=,545$; Şekil 17].



Şekil 17. Timewall Testi Sonuçlarının Pozisyonlar Arası Karşılaştırmaları. Pivot pozisyonunda oynayan sporcuların doğru cevap sayıları anlamlı olarak daha yüksektir, * $p < 0,001$

Mackworth Clock Test Sonuçları

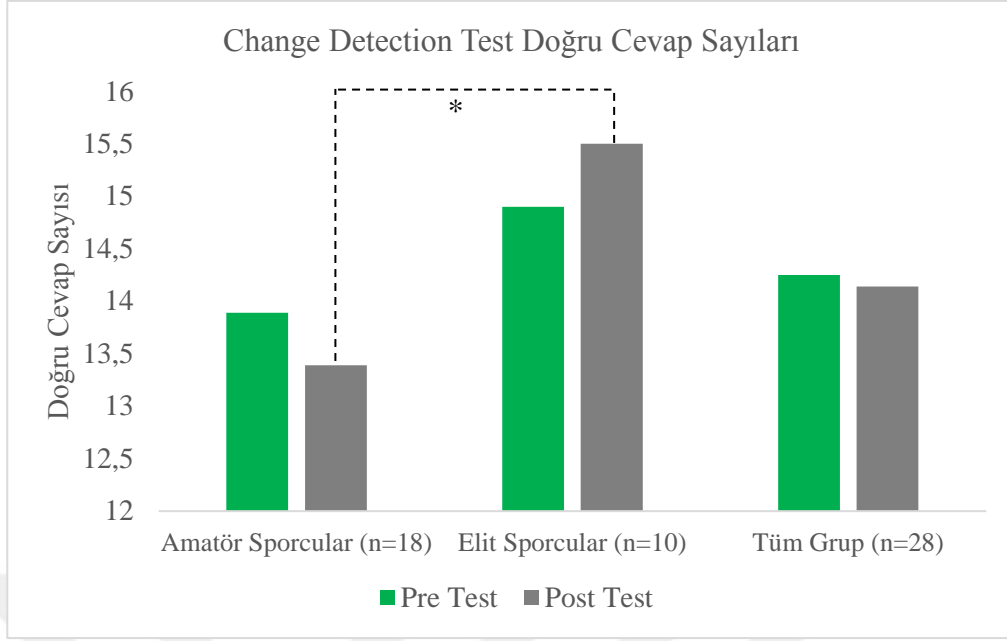
Mackworth Clock Testinden elde edilen reaksiyon zamanı ve doğru cevap sayılarının ortalamaları alınarak tüm sporcular için kaydedilmiş ve daha sonra birbiri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan bu karşılaştırmalar sonucunda pozisyonlar arasında her iki veride de anlamlı bir sonuç bulunmamıştır ($p>0,05$).

Bilişsel Test Sonuçlarının Amatör - Elit Sporcular ve Egzersiz ncesi - Egzersiz Sonrası Karşılaştırmaları

Çalışmaya katılan 18 amatör ve 10 elit sporcunun Change Detection, Timewall ve Clock Test skorlarının ortalamaları kaydedilmiş ve hem egzersiz öncesi hem de egzersiz sonrasında birbiri ile karşılaştırılmıştır.

Change Detection Test Sonuçları

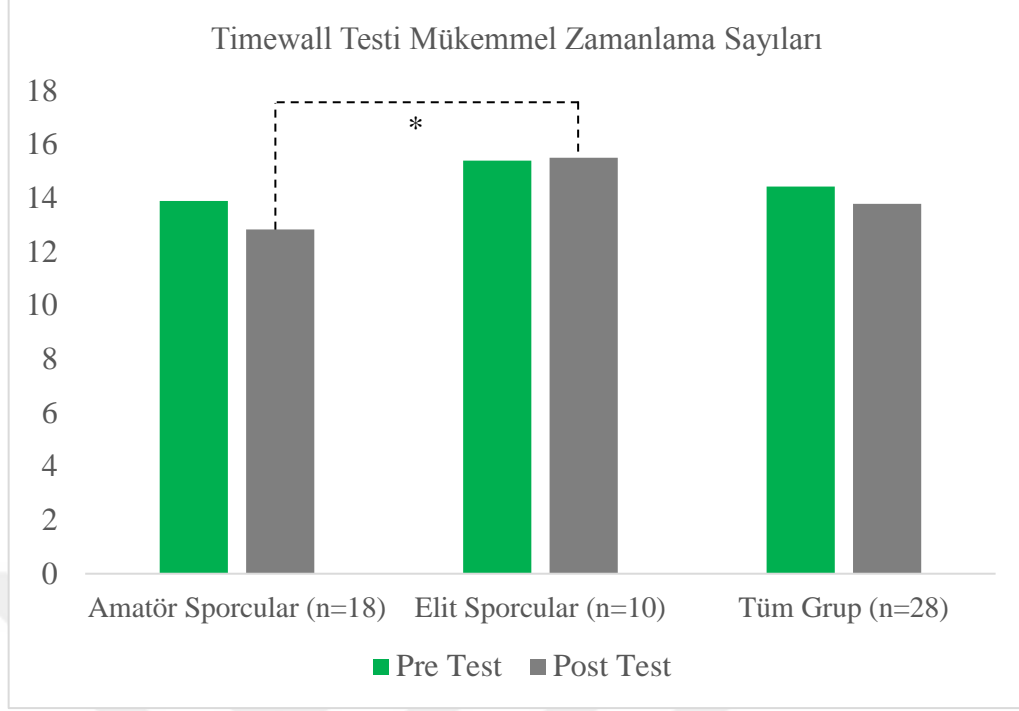
Change Detection Testinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde amatör ve elit sporcular arasında egzersiz öncesinde bir fark olmamasına rağmen egzersiz sonrasındaki doğru cevap sayılarında elit sporcuların anlamlı olarak daha başarılı olduğu görülmüştür [Elit sporcular $\bar{x}15,51\pm2,51$ ve Amatör Sporcular $\bar{x}13,39\pm2,50$; $t(26)=2,13$, $p=0,042$; Şekil 18)]. Tüm sporcuların egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası doğru cevap verileri karşılaştırıldığında ise anlamlı bir değişiklik görülmemiştir. Ancak tüm sporcuların egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası cevap süreleri karşılaştırıldığında egzersiz sonrasında anlamlı olarak daha kısa sürede cevap verdikleri görülmüştür [Pre Test $\bar{x}14,37\pm3,24$ (sn.) ve Post Test $\bar{x}12,58\pm2,50$ (sn.); $t(27)=2,62$, $p=0,014$]. Bu sonuçlara göre sporcuların egzersiz sonrasında daha kısa süre de aynı başarı oranıyla doğru yanıt verdikleri varsayılabilir.



Şekil 18. Change Detection Testi Amatör ve Elit Sporcular Arasında Egzersiz Öncesi ve Sonrası Karşılaştırmaları. Amatör ve Elit sporcular arası egzersiz sonrası anlamlı sonuçlar, * $p < 0,05$.

Timewall Test Sonuçları

Timewall Testinden elde edilen “Mükemmel Zamanlama” sayıları amatör ve elit sporcular için kaydedilerek ortalamaları hem egzersiz öncesi hem de egzersiz sonrasında birbiri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada egzersiz öncesinde bir fark olmamasına rağmen egzersiz sonrasında elit sporcuların anlamlı olarak daha başarılı sonuçlar elde ettiği görülmüştür [Elit Sporcular $\bar{x} 15,50 \pm 2,22$ ve Amatör Sporcular $\bar{x} 12,83 \pm 3,98$; $t(26) = 2,27$, $p = 0,032$; Şekil 19]. Tüm sporcuların egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası verileri karşılaştırıldığında ise anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



Şekil 19. Timewall Testi Amatör ve Elit Sporcular Arasında Egzersiz Öncesi ve Sonrası Karşılaştırmaları. Amatör ve Elit sporcular arası egzersiz sonrası anlamlı sonuçlar, * $p < 0,05$.

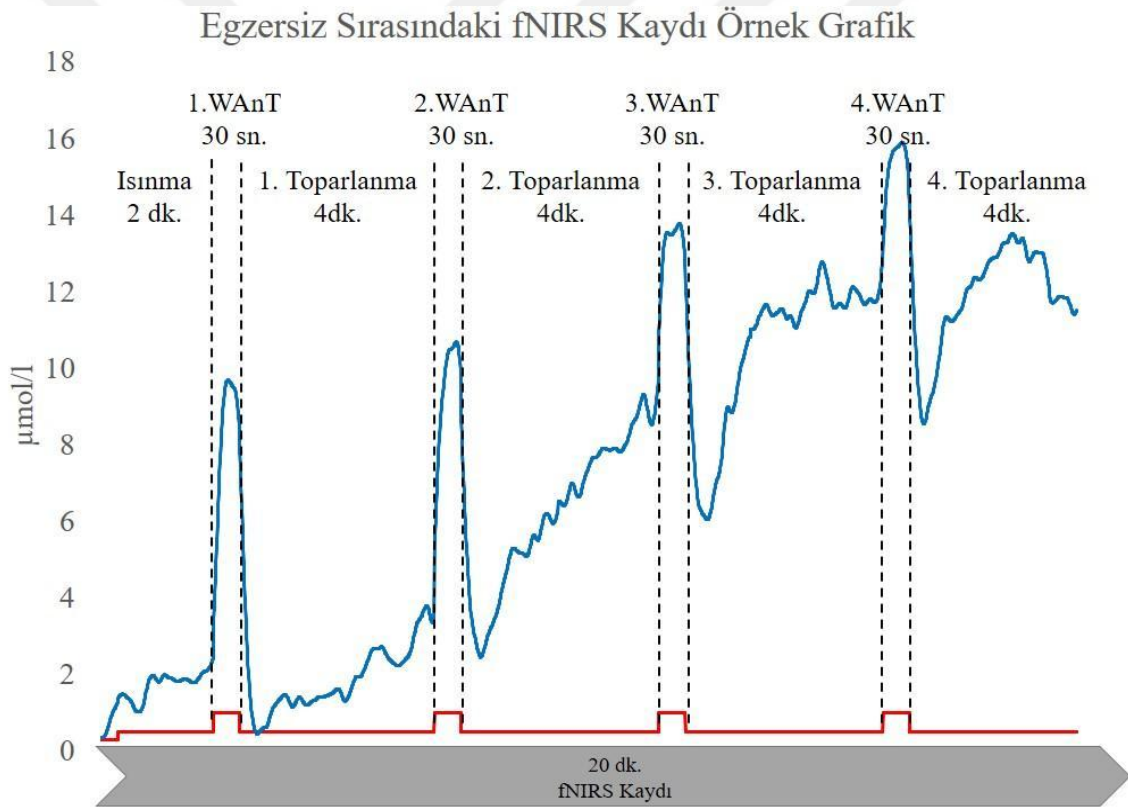
Mackworth Clock Test Sonuçları

Mackworth Clock Testinden elde edilen reaksiyon zamanı ve doğru cevap sayılarının ortalamaları alınarak tüm sporcular için kaydedilmiş ve daha sonra birbiri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan bu karşılaştırmalar sonucunda gruplar arasında fark bulunmamıştır. Egzersiz öncesi ve sonrasında ise anlamlı bulunmasa da kısaltmalar gözlemlenmiştir ($p=0,05$).

Bu sonuçlara göre elit sporcuların egzersiz öncesinde bir fark olmasa da egzersiz sonrasında amatör sporculara göre bilişsel performanslarını daha iyi bir şekilde sürdürdükleri düşünülmektedir.

4.5. Sporcuların Hemodinami Verilerinin Sonuçları

Sporcuların alın bölgelerine yerleştirilen 16 kanallı bir optot yardımıyla frontal bölgeden alınan oksihemoglobin, deoksihemoglobin ve bu iki veriden hesaplanan total hemoglobin verilerinin 16 kanal ortalaması alınarak karşılaştırmaları yapılmıştır. Egzersiz periyotlarının (WAnT ve Rcy) grafik üzerinde nasıl ayrıldığı örnek şekilde gösterilmiştir (Şekil 20). Sporcuların sprintler (WAnT), sprintlerden sonraki toparlanma periyotları (Rcy), tüm egzersiz boyunca ve bilişsel testler sırasındaki hemodinami değişimleri hem başlangıç değerlerine göre nasıl değiştiği hem de egzersiz sırasında kendinden bir önceki döneme göre (Delta hesapları) nasıl değiştiği hesaplanmıştır. Sporcuların ayrı ayrı her dönemdeki oksihemoglobin, deoksihemoglobin ve total hemoglobin ortalamaları Tablo 10, 11 ve 12’de gösterilmiştir.



Şekil 20. Egzersiz Sırasındaki fNIRS Kaydı Örnek Grafiği

Tablo 10. Sprintler Sirasındaki Hemodinami Verilerinin Ortalamaları (μ /umol)

| | Amatör Sporcular | | Elit Sporcular | | |
|-------------------|------------------|----------|----------------|----------|-------|
| | \bar{X} | SS \pm | \bar{X} | SS \pm | P |
| HbO-WAnT-1 | 8,26 | 3,80 | 9,44 | 4,75 | ,479 |
| HbO-WAnT-2 | 9,47 | 4,08 | 11,20 | 3,30 | ,262 |
| HbO-WAnT-3 | 13,26 | 4,20 | 12,56 | 2,92 | ,651 |
| HbO-WAnT-4 | 15,39 | 3,73 | 15,75 | 4,01 | ,831 |
| Hb-WAnT-1 | 1,98 | 2,28 | 3,53 | 1,53 | ,000* |
| Hb-WAnT-2 | 6,05 | 3,35 | 8,19 | 2,42 | ,000* |
| Hb-WAnT-3 | 10,44 | 2,87 | 11,94 | 3,52 | ,000* |
| Hb-WAnT-4 | 11,79 | 3,66 | 13,02 | 2,56 | ,000* |
| HbT-WAnT-1 | 8,26 | 3,80 | 9,44 | 4,75 | ,672 |
| HbT-WAnT-2 | 9,47 | 4,08 | 11,20 | 3,30 | ,619 |
| HbT-WAnT-3 | 13,26 | 4,20 | 12,56 | 2,92 | ,983 |
| HbT-WAnT-4 | 15,39 | 3,73 | 15,75 | 4,01 | ,787 |

WAnT= Wingate Test, HbO= Oksihemoglobin, Hb= Deoksihemoglobin, HbT= Total Hemoglobin, \bar{x} = Ortalama, SS \pm = Standart Sapma, *p<0,001

Tablo 11. Toparlanmalar Sirasındaki Hemodinami Verilerinin Ortalamaları (μ /umol)

| | Amatör Sporcular | | Elit Sporcular | | |
|-------------------|------------------|----------|----------------|----------|------|
| | \bar{X} | SS \pm | \bar{X} | SS \pm | P |
| HbO-Rcy -1 | 1,54 | 1,44 | ,09 | 2,93 | ,068 |
| HbO-Rcy -2 | 2,88 | 2,34 | 1,28 | 4,19 | ,088 |
| HbO-Rcy -3 | 4,33 | 3,01 | 2,67 | 3,59 | ,248 |
| HbO-Rcy -4 | 5,46 | 3,00 | 3,26 | 2,67 | ,394 |
| Hb-Rcy -1 | 9,964 | 5,23 | 10,86 | 5,54 | ,089 |
| Hb-Rcy -2 | 11,98 | 6,00 | 13,07 | 4,40 | ,202 |
| Hb-Rcy -3 | 17,32 | 6,46 | 17,27 | 4,40 | ,218 |
| Hb-Rcy -4 | 20,48 | 6,06 | 19,83 | 4,73 | ,089 |
| HbT-Rcy -1 | 3,54 | 3,26 | 5,42 | 2,31 | ,121 |
| HbT-Rcy -2 | 8,74 | 5,36 | 11,34 | 4,01 | ,193 |

| | | | | | |
|-------------------|-------|------|-------|------|------|
| HbT-Rcy -3 | 14,16 | 5,55 | 14,80 | 6,39 | ,790 |
| HbT-Rcy -4 | 16,62 | 5,48 | 15,70 | 4,79 | ,687 |

Rcy= Toparlanma, HbO= Oksihemoglobin, Hb= Deoksihemoglobin, HbT= Total Hemoglobin, Min.= Minimum, Maks.= Maksimum, \bar{x} = Ortalama, SS \pm = Standart Sapma

Tablo 12. Bilişsel Testler Sırasındaki Hemodinami Verilerinin Ortalamaları (μ /umol)

| | Amatör Sporcular | | Elit Sporcular | | |
|-----------------------------|-------------------------|----------|-----------------------|----------|--------|
| | \bar{X} | SS \pm | \bar{X} | SS \pm | P |
| HbO Pre Change Det. | 1,78 | 1,46 | 2,95 | 2,17 | ,108 |
| HbO Post Change Det. | 10,29 | 3,36 | 11,42 | 2,76 | ,374 |
| Hb Pre Change Det. | ,25 | ,81 | -1,31 | 1,87 | ,005* |
| Hb Post Change Det. | 4,74 | 3,00 | ,077 | 3,16 | ,001* |
| HbT Pre Change Det. | 2,51 | 1,99 | 2,19 | 2,26 | ,703 |
| HbT Post Change Det. | 15,27 | 5,33 | 14,34 | 4,40 | ,642 |
| HbO Pre Timewall | 1,47 | 1,97 | 1,91 | 1,47 | ,559 |
| HbO Post Timewall | 10,75 | 3,21 | 11,52 | 2,80 | ,533 |
| Hb Pre Timewall | ,15 | 1,35 | -,91 | 2,00 | ,112 |
| Hb Post Timewall | 4,52 | 2,36 | -,19 | 3,70 | ,000** |
| HbT Pre Timewall | 1,64 | 2,72 | 1,73 | 2,812 | ,940 |
| HbT Post Timewall | 15,31 | 4,91 | 12,36 | 4,77 | ,137 |
| HbO Pre Clock Test | ,77 | 1,64 | 1,27 | 1,24 | ,435 |
| HbO Post Clock Test | 10,41 | 3,77 | 10,13 | 2,76 | ,840 |
| Hb Pre Clock Test | ,14 | 1,06 | -1,27 | 2,63 | ,055 |
| Hb Post Clock Test | 4,75 | 2,63 | -,28 | 2,805 | ,000** |
| HbT Pre Clock Test | 1,36 | 2,17 | 1,23 | 2,60 | ,893 |
| HbT Post Clock Test | 14,65 | 5,83 | 12,63 | 4,68 | ,358 |

Change Det.= Change Detection Test, HbO= Oksihemoglobin, Hb= Deoksihemoglobin, HbT= Total Hemoglobin, Pre= Egzersiz Öncesi, Post= Egzersiz Sonrası, \bar{x} = Ortalama, SS \pm = Standart Sapma, *p<0.01, **p<0.001

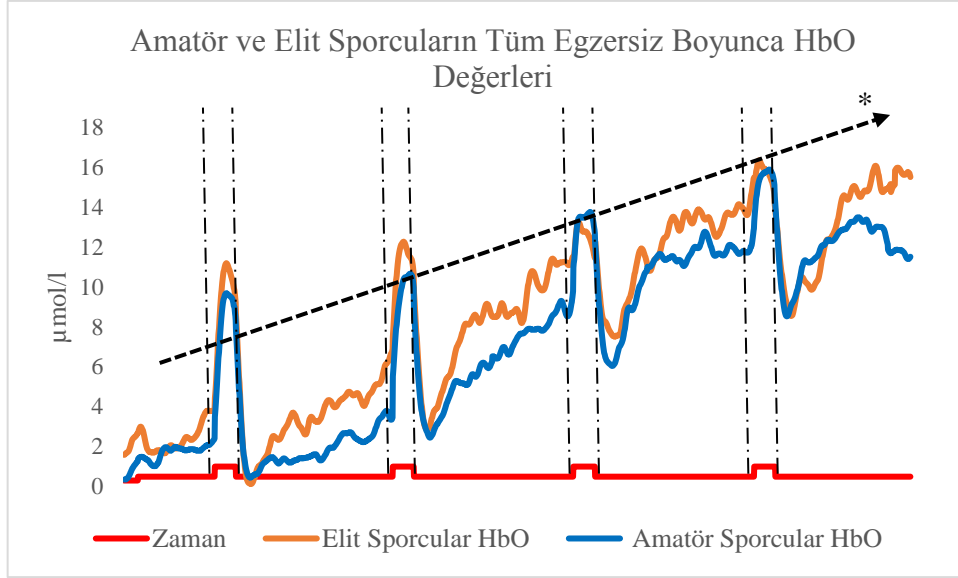
Oksi-hemoglobin (HbO) Verilerinin Karşılaştırılması

Amatör sporcuların sprintler (*WAnT-1, WAnT-2, WAnT-3 ve WAnT-4*) ve toparlanmalar (*Rcy-1, Rcy-2, Rcy-3, Rcy-4*) sırasındaki oksijenasyon değerleri grup içinde birbiri ile karşılaştırıldığında egzersiz süresi uzadıkça ve tekrar sayısı arttıkça sporcuların HbO değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek yükseldiği görülmektedir [Sprintler için $F(3,63)=29,47$), $p<0,001$, $\eta^2= ,585$, Toparlanmalar için $F(2,37)=110,30$), $p<0,001$, $\eta^2= ,840$; Şekil 21].

Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda bu yükselmelerin sprintler için *WAnT-1 ile WAnT-3, WAnT-1 ile WAnT-4, WAnT-2 ile WAnT-3, WAnT-2 ile WAnT-4 ve WAnT-3 ile WAnT-4* arasında anlamlı olduğu görülmektedir (sırasıyla, $p=0,005$, $p=0,000$, $p=0,010$, $p=0,000$ ve $p=0,038$). Toparlanmalar için ise *Rcy-1 ile Rcy-2, Rcy-1 ile Rcy-3, Rcy-1 ile Rcy-4, Rcy-2 ile Rcy-3 ve Rcy-2 ile Rcy--4* arasında olduğu görülmüştür (tümü $p<0,001$)

Elit sporcuların sprintler ve toparlanmalar sırasındaki oksijenasyon değerleri grup içinde birbiri ile karşılaştırıldığında egzersiz süresi uzadıkça ve tekrar sayısı arttıkça sporcuların HbO değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek yükseldiği görülmektedir [Sprintler için $F(3,63)=29,47$), $p<0,001$, $\eta^2= ,584$, Toparlanmalar için $F(2,37)=110,30$), $p<0,001$, $\eta^2= ,840$; Şekil 21].

Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda bu yükselmelerin sprintler için *WAnT-1 ile WAnT-4, WAnT-2 ile WAnT-4 ve WAnT-3 ile WAnT-4* arasında anlamlı olduğu görülmektedir (sırasıyla, $p=0,000$, $p=0,004$ ve $p=0,003$). Toparlanmalar için ise *Rcy-1 ile Rcy-2, Rcy-1 ile Rcy-3, Rcy-1 ile Rcy-4, Rcy-2 ile Rcy-3 ve Rcy-2 ile Rcy-4* arasında olduğu görülmüştür (tümü $p<0,001$)



Şekil 21. Amatör ve Elit Sporcuların Egzersiz Sırasındaki HbO Değerleri. Dikey - - - çizgiler wingate testi yapılan zamanları göstermekte, Yatay - - - çizgiler ise her iki grup içinde giderek yükselen değerleri göstermektedir, * $p<0,001$.

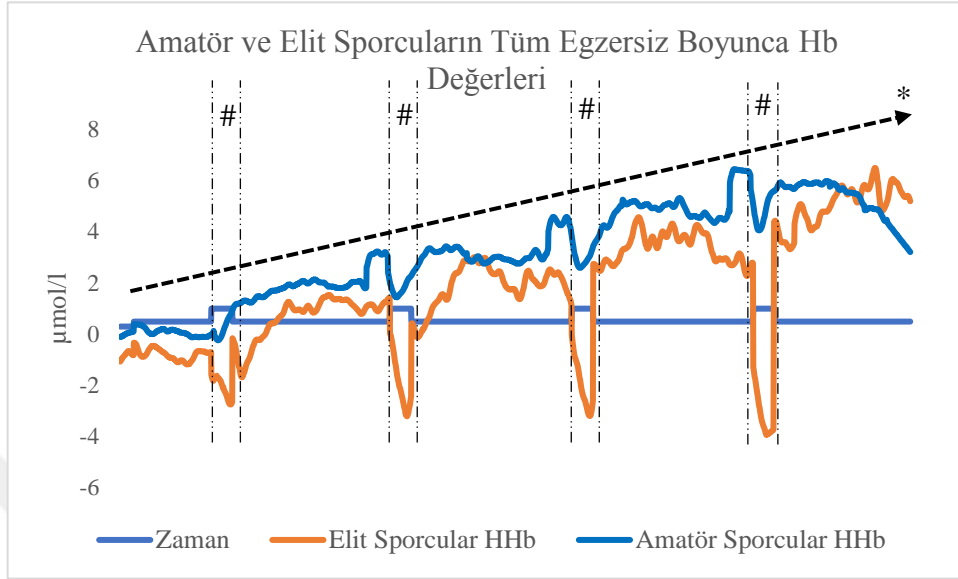
Deoksi-hemoglobin (Hb) Verilerinin Karşılaştırılması

Amatör sporcuların sprintler ve toparlanmalar sırasındaki deoksijenasyon değerleri grup içinde birbiri ile karşılaştırıldığında egzersiz süresi uzadıkça ve tekrar sayısı arttıkça sporcuların Hb değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek yükseldiği görülmektedir (Sprintler için $p<0,001$ ve Toparlanmalar için $p<0,001$; Şekil 22).

Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda bu yükselmelerin sprintler için *WAnT-1 ile WAnT-2*, *WAnT-1 ile WAnT-3*, *WAnT-1 ile WAnT-4*, *WAnT-2 ile WAnT-4* ve *WAnT-3 ile WAnT-4* arasında anlamlı olduğu görülmektedir (sırasıyla, $p=0,000$, $p=0,001$, $p=0,002$, $p=0,002$ ve $p=0,006$). Toparlanmalar da ise tümünde anlamlı bir yükseliş bulunmuştur (tümü $p<0,01$)

Elit sporcuların sprintler sırasındaki deoksijenasyon değerleri grup içinde birbiri ile karşılaştırıldığında anlamlı bir değişim bulunmamıştır ($p>0,05$). Toparlanmalar sırasındaki deoksijenasyon değerleri grup içinde birbiri ile karşılaştırıldığında ise egzersiz süresi uzadıkça ve tekrar sayısı arttıkça sporcuların Hb değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek yükseldiği görülmektedir ($p<0,05$; Şekil 22). Yapılan ikili karşılaştırmalarda bu yükselmelerin toparlanmalar için *Rcy-1 ile Rcy-3*, *Rcy-1 ile Rcy-4*, *Rcy-2 ile Rcy-4* ve *Rcy-3 ile Rcy-4* arasında

olduğu görüldü de Bonferroni düzeltmesinin ardından anlamlılık değerleri kaybolmaktadır (sırasıyla, $p=0,047$, $p=0,028$, $p=0,021$ ve $p=0,028$).



Şekil 22. Amatör ve Elit Sporcuların Egzersiz Sırasındaki Hb Değerleri. Dikey - - - çizgiler wingate testi yapılan zamanları göstermekte, Yatay - - - çizgiler ise her iki grup içinde giderek yükselen değerleri göstermektedir * $p<0,05$. # = Amatör ve elit sporcuların sprintler sırasındaki Hb değerlerinin karşılaştırmaları, $p<0,001$.

Total Hemoglobin (HbT) Verilerinin Karşılaştırılması

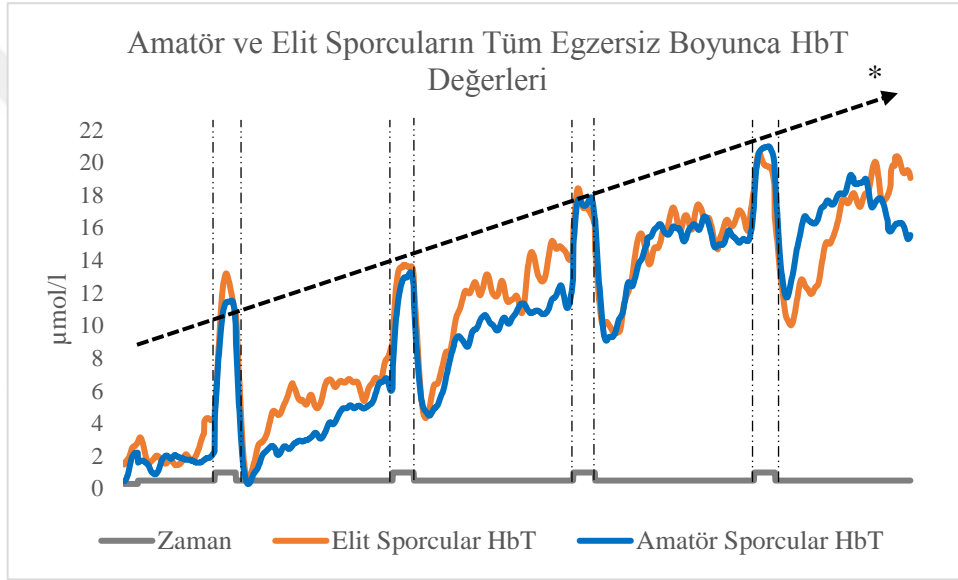
Amatör sporcuların sprintler ve toparlanmalar sırasındaki total hemoglobin değerleri grup içinde birbiri ile karşılaştırıldığında egzersiz süresi uzadıkça ve tekrar sayısı arttıkça sporcuların HbT değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek yükseldiği görülmektedir [Sprintler için $F(2,44)=40,67$), $p<0,001$, $\eta^2= ,659$, Toparlanmalar için $F(2,34)=65,19$), $p<0,001$, $\eta^2= ,7560$; Şekil 23].

Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda bu yükselmelerin sprintler için *WAnT-1 ile WAnT-3*, *WAnT-1 ile WAnT-4*, *WAnT-2 ile WAnT-3*, *WAnT-2 ile WAnT-4* ve *WAnT-3 ile WAnT-4* arasında anlamlı olduğu görülmektedir (sırasıyla, $p=0,001$, $p=0,000$, $p=0,003$, $p=0,000$ ve $p=0,019$). Toparlanmalar için ise *Rcy-1 ile Rcy-2*, *Rcy-1 ile Rcy-3*, *Rcy-1 ile Rcy-4*, *Rcy-2 ile Rcy-3* ve *Rcy-2 ile Rcy-4* arasında olduğu görülmüştür (tümü $p<0,001$).

Elit sporcuların sprintler ve toparlanmalar sırasındaki total hemoglobin değerleri grup içinde birbiri ile karşılaştırıldığında egzersiz süresi uzadıkça ve tekrar sayısı arttıkça sporcuların

HbT değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek yükseldiği görülmektedir [Sprintler için $F(2,44)=40,67$, $p<0,001$, $\eta^2= ,659$, Toparlanmalar için $F(2,34)=65,19$, $p<0,001$, $\eta^2= ,756$; Şekil 23].

Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda bu yükselmelerin sprintler için WAnT-1 ile WAnT-3, WAnT-1 ile WAnT-4, WAnT-2 ile WAnT-3, WAnT-2 ile WAnT-4 ve WAnT-3 ile WAnT-4 arasındaki farklardan kaynaklandığı görülmektedir (sırasıyla, $p=0,010$, $p=0,000$, $p=0,033$, $p=0,000$ ve $p=0,031$). Toparlanmalar için ise Rcy-1 ile Rcy-2, Rcy-1 ile Rcy-3, Rcy-1 ile Rcy-4 ve Rcy-2 ile Rcy-4 arasında anlamlı bir yükseliş bulunmuştur (sırasıyla, $p=0,001$, $p=0,001$, $p=0,000$ ve $p=0,010$)



Şekil 23. Amatör ve Elit Sporcuların Egzersiz Sırasındaki HbT Değerleri. Dikey - - çizgiler wingate testi yapılan zamanları göstermekte, Yatay - - çizgiler ise her iki grup içinde giderek yükselen değerleri göstermektedir, * $p<0,001$.

Amatör ve Elit Sporcuların Hemodinami Parametrelerinin Verilerinin Karşılaştırılması

Amatör ve elit sporcularda egzersizin sprint ve toparlanma periyotlarındaki hemodinami parametreleri kaydedilmiş ve daha sonra birbiriyle karşılaştırılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma sonucunda sadece sprintler sırasındaki deoksijenasyon verilerinde anlamlı bir fark görülmüştür, bu farkta elit sporcuların deoksijenasyon kullanımında her sprintte daha yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür [WAnT-1 için $F(1, 26)=17,22$, $p<0,001$, WAnT-2 için $F(1, 26)=22,01$, $p<0,001$, WAnT-3 için $F(1, 26)=24,60$, $p<0,001$ ve WAnT-4 için $F(1,26)=57,80$, $p<0,001$; Şekil 22]

Amatör ve Elit Sporcuların Delta Analizi Sonuçları

Sporcuların toparlanma periyotlarındaki son bir dakika ortalamaları ile sıradaki sprint değerlerinin ortalamaları alınarak her bir sprint sırasındaki yükselmeyi görmek için Delta (Δ) verileri hesaplanmıştır.

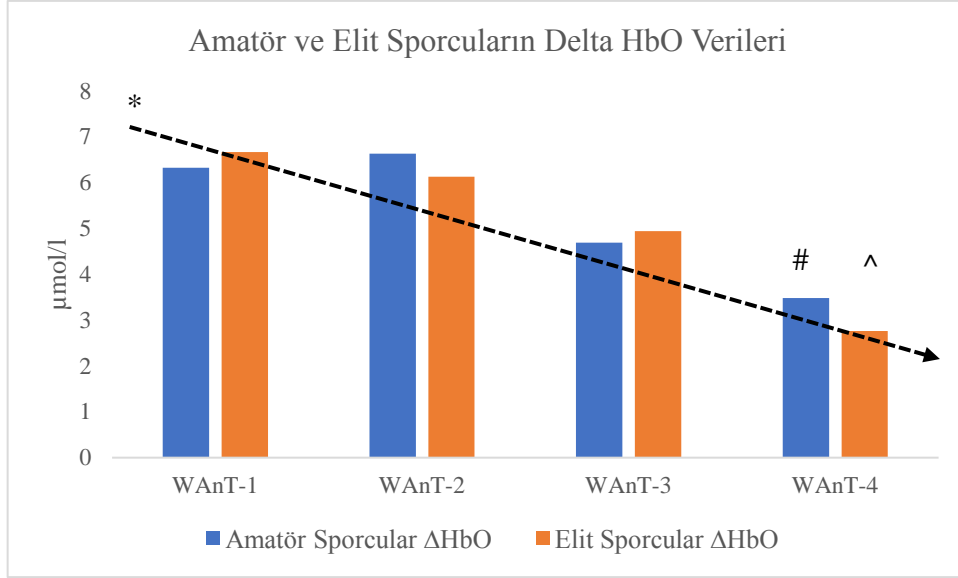
Oksihemoglobin Delta Verileri (ΔHbO)

Amatör sporcuların HbO Delta değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek azaldığı görülmektedir [$F(3,63)=11,80$, $p<0,001$, $\eta^2=,360$; Şekil 24].

Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda bu farkın Delta-1 ile Delta-4 ve Delta-2 ile Delta-4 arasında olduğu görülmüştür (sırasıyla, $p=0,000$ ve $p=0,002$).

Elit sporcularda HbO Delta değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek azaldığı görülmektedir [$F(3,63)=11,80$, $p<0,001$, $\eta^2=,360$; Şekil 24].

Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda bu farkın Delta-1 ile Delta-4 arasında olduğu görülmüştür ($p=0,006$).



Şekil 24. Amatör ve Elit Sporcuların Δ HbO Değerleri. Yatay- - çizgiler her iki grup içinde giderek azalan değerleri göstermektedir. * $p<0,001$, # Amatör sporcuların WAnT-4 Delta verilerinin WAnT-1 ile WAnT-2 arasındaki farkını göstermektedir $p<0,01$, ^ Elit sporcuların WAnT-4 Delta verilerinin WAnT-1 ile farkını göstermektedir, $p<0,01$.

Deoksihemoglobin Delta Verileri (Δ Hb)

Amatör sporcuların Delta Hb verileri değerlendirildiğinde tekrarlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Elit sporcuların Delta Hb verileri değerlendirildiğinde tekrarlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

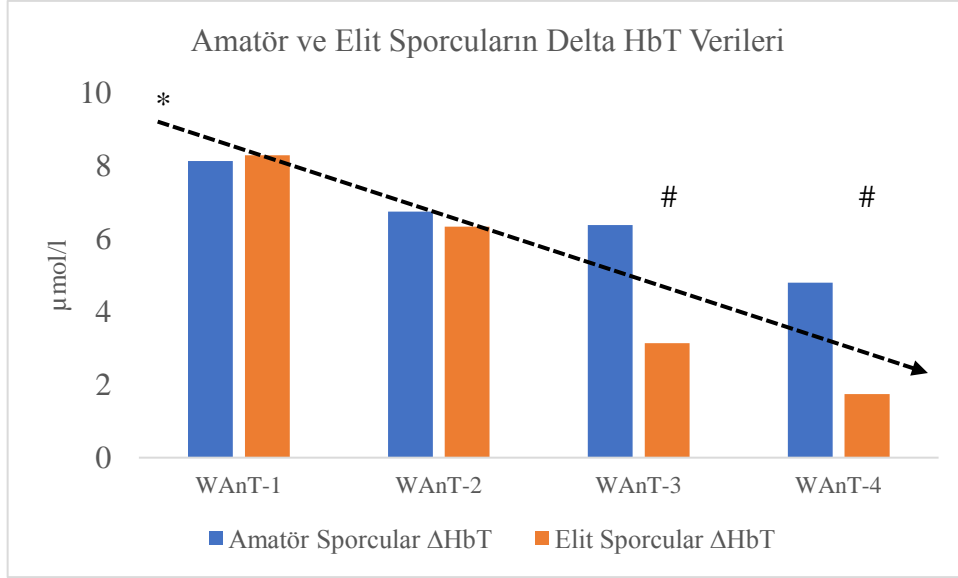
Total Hemoglobin Delta Verileri (Δ HbT)

Amatör sporcuların Delta verileri değerlendirildiğinde, HbT Delta değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek azaldığı görülmektedir [$F(2,45)=9,56$, $p<0,001$, $\eta^2=,313$; Şekil 25].

Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda ise tekrarlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Elit sporcuların Delta verileri değerlendirildiğinde HbT Delta değerlerinin anlamlı bir şekilde giderek azaldığı görülmektedir [$F(2,45)=9,56$, $p<0,001$, $\eta^2=,313$; Şekil 25].

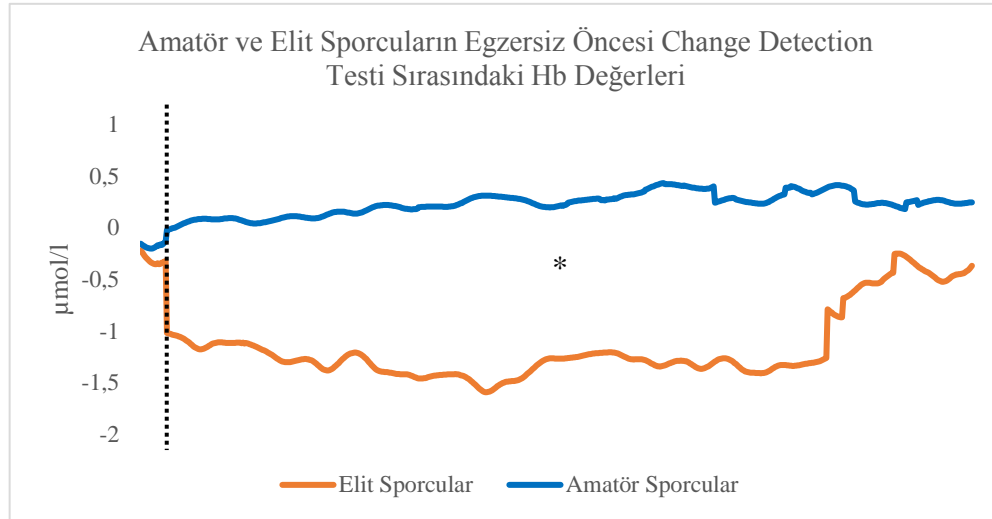
Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda bu farkın Delta-1 ile Delta-3, Delta-1 ile Delta-4 arasında olduğu görülmüştür (sırasıyla $p=0,025$, $p=0,018$).



Şekil 25. Amatör ve Elit Sporcuların Δ HbT Değerleri. Yatay - - çizgiler her iki grup içinde giderek azalan değerleri göstermektedir * $p < 0,001$, # Elit sporcuların WAnT-4 ve WAnT-3 Delta verilerinin WAnT-1 ile farkını göstermektedir $p < 0,05$.

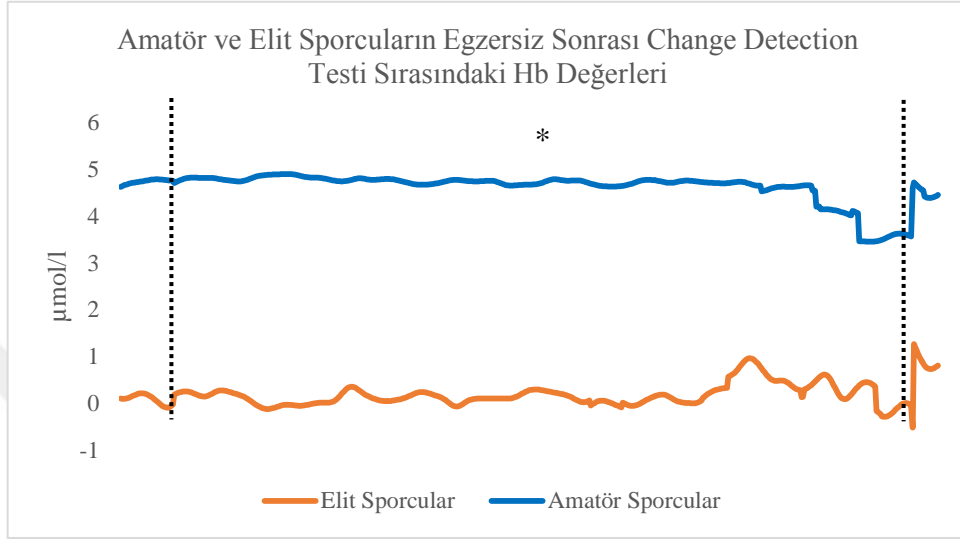
Bilişsel Testler Sırasındaki Hemodinami Verilerinin Karşılaştırmaları

Amatör ve elit sporcuların egzersiz öncesi ve egzersiz sonrasındaki üç farklı bilişsel test sırasında frontal bölge hemodinami değişimleri kaydedilmiştir. Yapılan karşılaştırmalarda egzersiz öncesindeki Change Det. Testi sırasında elit sporcuların daha yüksek Hb değerlerine sahip olduğu görülmüştür [$F(1, 25)=5,20$, $p=0,005$; Şekil 26].

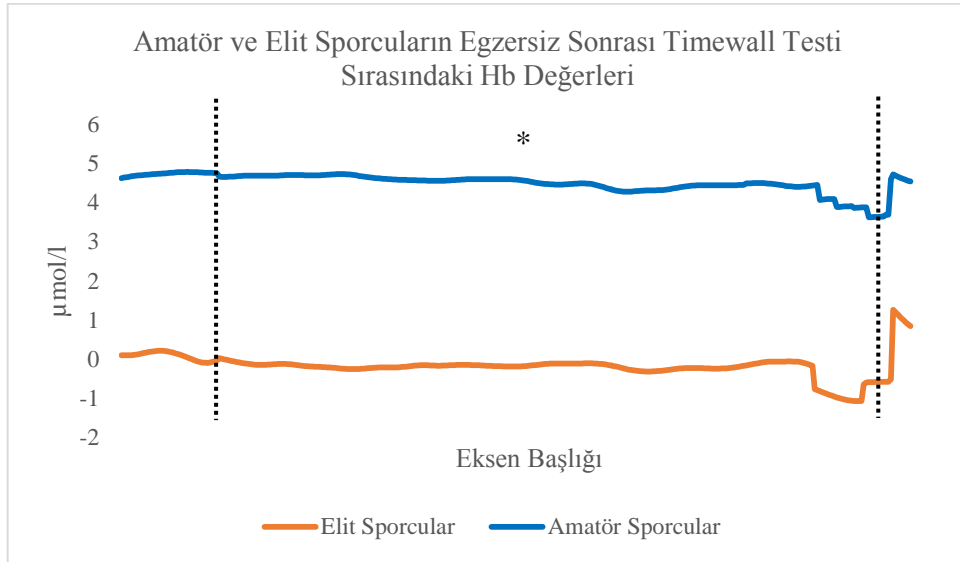


Şekil 26. Egzersiz Öncesi Change Detection Testi Sırasında Amatör ve Elit Sporcuların Hb Değerleri. Dikey... çizgiler bilişsel test öncesi 20 saniyelik başlangıç kaydını göstermektedir, * $p < 0,01$

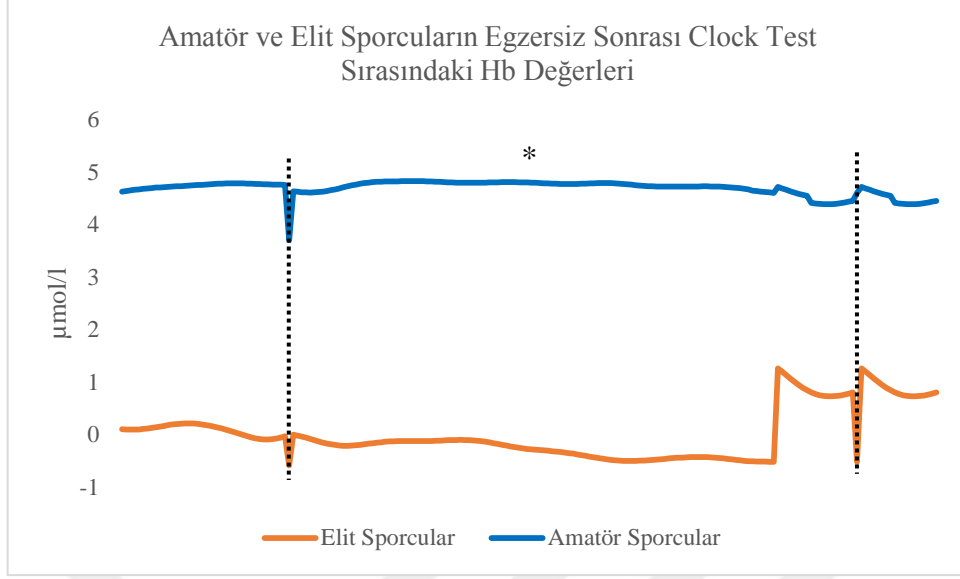
Egzersiz sonrasında ise tüm bilişsel testler sırasında elit grubun Hb verileri anlamlı olarak daha yüksektir [$F(1, 26)=19,21, p<0,001$]. Egzersiz sonrası bilişsel testler Bonferroni düzeltmesi ile ayrı ayrı karşılaştırıldığında ise sırasıyla Change Detection, Timewall ve Clock Test için Hb değerlerinde anlamlı farklar bulunmuştur. [tümü $p<0,01$; Şekil 27, 28 ve 29]



Şekil 27. Egzersiz Sonrası Change Detection Testi Sırasında Amatör ve Elit Sporcuların Hb Değerleri. Dikey.... çizgiler bilişsel test öncesi ve sonrası 20 saniyelik başlangıç ve bitiş kaydını göstermektedir, * $p<0,01$



Şekil 28. Egzersiz Sonrası Timewall Testi Sırasında Amatör ve Elit Sporcuların Hb Değerleri. Dikey.... çizgiler bilişsel test öncesi ve sonrası 20 saniyelik başlangıç ve bitiş kaydını göstermektedir, * $p<0,01$



Şekil 29. Egzersiz Sonrası Clock Test Sırasında Amatör ve Elit Sporcuların Hb Değerleri. Dikey... çizgiler bilişsel test öncesi ve sonrası 20 saniyelik başlangıç ve bitiş kaydını göstermektedir, * $p < 0,01$

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada amatör ve elit seviyedeki basketbolcuların yıllarca antrenman yaptıkları pozisyonlara spesifik olarak bilişsel performanslarının nasıl değişim gösterdiği incelenmiştir. Basketbolcuların bilişsel performanslarının mücadele ettikleri lig seviyelerine göre etkileşimi ve tekrarlayan sprintlerden oluşan tüketici bir akut egzersizin bilişsel performans üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmanın önemi sporcuların pozisyonlarına uygun farklı bilişsel testler seçilerek değerlendirilmesidir. Aynı zamanda tüm bu süreçler esnasında da fNIRS cihazı ile frontal bölgedeki oksihemoglobin ve deoksihemoglobin düzeyleri ölçülerek hemodinami değişimleri ortaya konmuştur. Böylece tüm egzersiz ve bilişsel testler sırasında basketbolcuların hemodinami değerlerinin nasıl değiştiği değerlendirilmiştir.

Bu bağlamda çalışmaya katılan basketbolcuların demografik bilgileri, vücut kompozisyonları, kalp atım hızları (KAH), algılanan zorluk dereceleri (AZD), Wingate testi sırasındaki güç çıktıkları (WAnT), bilişsel test skorları ve hemodinami verileri (HbO, Hb ve HbT) kayıt altına alınmıştır. Daha sonra bu veriler gruplar içinde, pozisyonlar (gard, forvet, pivot) arasında, amatör ve elit seviyeler arasında ve tüm grupta egzersiz öncesi-sonrası olarak analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Sporcuların Demografik Bilgileri ve Vücut Kompozisyonları

Çalışmaya dahil edilen basketbolcuların basketbol oynama yaşları ve profesyonel liglerde basketbol oynadıkları yıllar karşılaştırıldığında elit sporcuların tecrübesinin anlamlı olarak daha fazla olduğu görülmüştür (Şekil 11; $p < 0,01$). Bu sonuçlara göre amatör sporcular ve elit sporcular arasında basketbol kariyerleri açısından bir seviye farkının olduğu söylenebilmektedir.

Katılımcıların kas kütleleri (kg), yağ kütleleri (kg) ve yağ yüzdeleri (%) değerlendirildiğinde elit sporcuların daha fazla kasa ve daha az yağa sahip oldukları görülmektedir (Şekil 12; $p < 0,05$). Bu da elit sporcuların daha antrene oldukları ve iyi bir performans ortaya koyabilmek adına vücut kompozisyonlarının daha hazır olduğunu göstermektedir. Daha önce Swann ve ark. (84) hazırladıkları bir derlemede elit sporcu tanımının daha üst seviyedeki liglerde oynamak, toplam antrenman süreleri ve antrene olma düzeyleri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamıza katılan sporcu gruplarının ayırımında elit

sporcuların amatör sporculara daha iyi antrene oldukları ve daha üst seviye liglerde oynadıkları görülmektedir.

Sporcuların Fizyolojik Parametreleri ve Güç Çıktıları

Çalışmaya dahil olan tüm sporculara 5 dakikalık bir ısınma protokolü ve alışma döneminden sonra yüksek şiddetli ve aralıklı sprint egzersizi olarak Wingate Anaerobik Testi 4 kez uygulanmıştır. Sprintler arasında 4'er dakikalık aktif dinlenmeler (50 watt yükte 50 rpm) ile uygulanmıştır. Bu egzersiz protokolü "sprint interval training" olarak isimlendirilen protokole uymaktadır. Bu metodunun fizyolojik etkileri ve yararları hem sporcular üzerinde hem de hastalar üzerinde daha önce birçok kez çalışılmıştır (69, 85, 86). Basketbol oyunu, içerisinde ani sprintler, ani yön değiştirmeler, sıçramalar ve hızlı geri dönüşler gibi becerileri içeren bir spor dalıdır (7, 87). Paulauskas ve ark. (88) yaptıkları çalışmalarında basketbolcularda sprintlerin öneminden ve etkilerinden bahsetmişlerdir. Bu nedenle basketbolculara uygulanacak akut egzersiz yöntemi seçilirken basketbolun oyun karakteristiğine yakın egzersiz yöntemi olan SIT seçilmiştir. Daha sonra bu egzersiz sırasında sporcuların KAH, AZD ve WAnT ile elde edilen güç çıktıları değerlendirilmiştir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde grupların kendi içinde sprint sayısı arttıkça KAH ve AZD değerlerinin giderek arttığı görülmüştür (Şekil 13; $p<0,05$). Bu sonuçlara göre sporcuların egzersiz süresi ilerledikçe giderek daha fazla yoruldukları ve maksimum kalp atım hızlarına yaklaştıkları görülmektedir. Gruplar birbiri ile karşılaştırıldığında ise amatör sporcuların elit sporculara göre tüm egzersiz boyunca anlamlı olarak daha yüksek kalp atım hızına sahip oldukları görülmüştür ($p<0,05$). Algılanan zorluk derecesi değerlerinde ise gruplar arasında bir fark görülmemiştir. Bu durum elit sporcuların amatör sporcular ile aynı yorgunluk hissine ulaştıklarını ancak egzersizi daha düşük KAH ile devam ettirebildiklerini yani kondisyon durumlarının daha iyi olduğuna dair bir kanıt niteliğindedir.

Sporcuların Wingate testinden elde edilen güç çıktıları değerlendirildiğinde iki grubun da sprint sayısı arttıkça güç çıktılarının anlamlı olarak giderek azaldığı görülmektedir (Şekil 14 ve 15; $p<0,001$). Gruplar birbiri ile karşılaştırıldığında ise elit grubun pik güç ve ortalama güç değerleri amatör sporculara göre anlamlı olarak daha yüksektir (Şekil 14 ve 15; $p<0,05$).

Tüm bu verilerin ışığında sporcuların bir basketbol müsabakasının ilerleyen sürelerindeki gibi egzersiz süresi ilerledikçe giderek tükendiği ve bu esnada elit gruptaki

sporcuların performanslarının amatör sporculara göre daha iyi olduğu görülmektedir. Daha önce Milanovic ve ark. (19) yaptığı bir çalışmada oyuncuların bir basketbol müsabakasının neredeyse %75'inde maksimum kalp atım hızlarının %85 ve daha üstünde efor sarf ettiklerini rapor etmiştir. Reinaa ve ark. (5) yaptığı bir çalışmada ise bir basketbol müsabakası sırasında maç süresi ilerledikçe sporcuların iş yüklerinin giderek arttığı belirtilmiştir. Bu çalışmada da önceki çalışmalara benzer şekilde sporcuların giderek KAH ve AZD'nin artması ve güç çıktılarının düşmesi egzersiz yöntemimizin bir basketbol müsabakasına benzer yük yarattığına dair fikir vermektedir.

Sporcuların Bilişsel Performansları

Akut egzersizde bilişsel işlevlerin nasıl etkilendiği hususunda birçok farklı çalışma ve bulgular ortaya konmuştur. Bu bulgular zengin olduğu kadar kafa karıştırıcıdır. Tartışmaların nihayetinde bütün çalışmalar önemli bir meta analizde birleştirilmiş ve sonuçta orta şiddetteki akut egzersizin bilişsel işlevlerde ılımlı düzeyde olumlu etkileri olduğu yaygın kabul almıştır (42). Bu derlemede Chang ve ark. akut egzersiz ve bilişsel performans üzerine yapılan 79 çalışma incelemişlerdir (42). Bunun sonucunda bilişsel performansın egzersiz yoğunluğundan ve bilişsel görev ile egzersiz arasındaki süreden önemli bir şekilde etkilendiğini bildirmişlerdir. Analizlerinde yüksek şiddetli akut egzersizin olumsuz yönde etkileri olduğunu ancak orta şiddetli egzersizin bilişsel performansı olumlu bir şekilde etkilediğini rapor etmişlerdir. Ancak supramaksimal bir egzersizin bilişsel işlevlere etkileri hakkındaki bilgiler kısıtlıdır. Beyin işlevleri ve yapısal değişikliklere ait olumlu etkilerin fizyolojik ve nörobilimsel temellerini insanlarda araştıran az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunun en önemli nedeni de insan beyninde biyokimyasal ve histopatolojik inceleme yapmaktaki kısıtlılıklardır. Buna karşın, hayvan çalışmaları ile ulaşılan çok değerli bilgiler akut egzersizin merkezi sinir sistemi üzerine olumlu etkileri olduğunu ve bu etkinin de bilişsel süreçler ile ilişkisi olduğunu bildirmektedir (48). Hayvan çalışmalarında düzenli egzersizin nöronal sistemi düzenli olarak uyarması sonucu yeni sinir hücrelerinin oluşmasını ve çoğalmasını sağladığı bildirilmektedir. Akut egzersizin hipokampus ve prefrontal kortekste dopamin ve serotonin seviyelerini arttırdığı da gösterilmiştir (89, 90). Bu nörotransmitterlerin artışının akut egzersizin bilişsel performansa olumlu etkisinin bir nedeni olabileceği düşünülmektedir (48).

Daha önce yapılan çalışmalarda basketbolcuların oynadıkları pozisyonlara göre farklı fizyolojik ve antropometrik gelişimlerini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (16, 19, 22) Buna

karşın, oyun pozisyonlarına göre bilişsel performanslarının nasıl olduğuna dair çalışma sayısı çok azdır. Bu çalışmada farklı pozisyonlarda oynayan sporcuların bilişsel performansları arasındaki farklar ve gelişimleri incelenmiştir. Bu bağlamda sporculara egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası olmak üzere üç farklı bilişsel test uygulanmıştır. Bilişsel test skorları gard, forvet ve pivot pozisyonları arasında, elit ve amatör sporcular için değerlendirilmiştir. Ayrıca tüm sporcuların egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası test skorları akut egzersizin bilişsel performans üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla karşılaştırılmıştır. Sporcuların bilişsel performansları daha önceki çalışmalarda birçok farklı yöntem ile ölçülmüştür (34, 48, 91). Önceki çalışmalarda kullanılan bilişsel testler o branşın gerektirdiği, öne çıkan veya pozisyonlara göre beklenen farklı bilişsel becerileri değerlendirmeye yönelik seçilmemiştir. Bu çalışmada ise bilişsel performansın belirlenmesi için uygulanan testler, basketbol oyuncularının pozisyonlarına göre gereksindikleri öncelikli bilişsel işlevler dikkate alınarak seçilmiştir. Bu testlerde farklı uyaranlar içinden belirli bir şeye odaklanmak ve seçici dikkati ölçmek için “Change Detection Testi”, vijilans, sürekli dikkat ve tepki süresini belirlemek için “Mackworth Clock Test”, uzaysal-zamansal algıyı ve zamanlama (timing) becerilerini belirlemek için “Timewall Testi” olarak belirlenmiştir.

Pozisyonlar Arası Değerlendirmeler

Change Detection Testi için yapılan analizlerde gard pozisyonunda oynayan sporcuların diğer pozisyonlarda oynayan sporculara göre doğru yanıt sayıları anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$). Bu sonuçlar gard pozisyonunda oynayan sporcuların aynı sürede daha başarılı şekilde testi tamamladıklarını göstermektedir. Daha önce Chiu ve ark. (91) yaptıkları çalışmalarında bilişsel performans ve pozisyonlar arasındaki farkları incelemiştir. Bu çalışmada Go-No Go testi ile reaksiyon zamanlarına bakılmıştır. Çalışmanın sonucunda gard pozisyonunda oynayan sporcuların verilerinde farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre, gard pozisyonunda oynayan sporcuların genel ifade ile daha fazla bilişsel yüke maruz kaldıklarını, bu nedenle bilişsel performanslarının daha iyi olacağını düşünmüşlerdir. Bu çalışmada seçici dikkat ve odaklanma üzerine ağırlıklı olarak yönelen ve diğer testlere göre daha fazla bilişsel yük oluşturan Change Detection Testinde gard pozisyonunda oynayan sporcular daha başarılı olmuştur.

Çalışmamızda Mackworth Clock Test sonuçları değerlendirildiğinde, pozisyonlar arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu test vijilans, sürekli dikkat ve tepki süresini

değerlendirmektedir. Basketbolda bütün oyuncular için bu beceriler gereklidir. Bu nedenle bu testin ölçtüğü bilişsel becerilerin her pozisyonda oynayan sporcular için gelişmiş olduğu düşünülmektedir.

Timewall Test sonuçları analiz edildiğinde pivot pozisyonunda oynayan sporcuların diğer pozisyonda oynayan oyunculara göre zamanlama becerilerinin anlamlı olarak daha iyi olduğu görülmüştür ($p<0,001$). Sporcuların zamanlama becerilerinin iyi olması müsabaka esnasında ribaunt alma oranlarını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu sonuçlara göre sporcular rutin antrenman sezonunda bilişsel antrenman yapmalarına rağmen, uzun yıllar boyunca oynadıkları pozisyonlara spesifik antrenman yaptıkları için bilişsel performanslarının da oyun pozisyonlarına özgü farklılaşabileceğini göstermektedir. Chiu ve ark. (91) çalışmalarında egzersizin beyin ile ilişkili nöral fonksiyonları arttırdığı ve kognitif becerileri olumlu etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca sporcuların uzun süre branşa özgü antrenmanlarının sonucunda pozisyona özgü bilişsel performansın gelişmesine katkıda bulunduğunu ve pozisyona özel uzmanlık kazandıklarını bildirmişlerdir. Bu pozisyona özgü uzmanlığın gelişiminin de bilişsel işlevlerin nörobilişsel adaptasyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir (91). Jakovljević ve ark. (33) sporcuların görsel algılamayla ilişkili bilişsel performansları ile şut performanslarını inceledikleri çalışmalarında bu bilişsel beceriler ile şut performansları arasında orta derece korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalarda göz önüne alındığında bilişsel performansın maç performansına doğrudan etki ettiği görülmektedir. Timewall testinin pivotlarda daha başarılı olması bu testin bu pozisyona göre bilişsel farklılıkları değerlendirmede anlamlı yararlı olabileceğini düşündürmektedir.

Bilişsel Testlerde Amatör ve Elit Sporcular Arası Değerlendirme

Amatör sporcular ile elit sporcuların bilişsel performansları karşılaştırıldığında, Change Detection Testi doğru cevap sayılarında egzersiz öncesinde bir fark olmamasına rağmen, egzersiz sonrasında elit sporcuların doğru yanıtları anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Timewall testi mükemmel zamanlama skorları açısından da egzersiz öncesinde bir fark yok iken, egzersiz sonrasında elit sporcuların anlamlı olarak daha başarılı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda dinlenik durumda amatör ve elit sporcular arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen, tüketici bir egzersiz sonrasında elit sporcuların bilişsel süreçlerini daha başarılı sürdürebildiği görülmüştür. Bu durumda sporcuların daha uzun süre ve daha profesyonel olarak antrene olmaları sonucunda sadece

fizyolojik olarak farklı olmadıkları, aynı zamanda nörobilişsel adaptasyonlarının da farklı geliştiği düşünülebilir.

Demirci ve ark. (41) yaptıkları çalışmada sedanter bireyler ile sporculara akut yüksek yoğunluklu egzersiz uygulamışlardır. Sonuçları değerlendirdiklerinde akut yüksek şiddetli egzersizin bilişsel performansı etkilemediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, ek olarak, düşük performanslı katılımcılar ile yüksek performanslılar arasında egzersiz sonrası bilişsel işlevlerin farklı etkilendiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da amatör ve elit sporcuların egzersiz sonrası bilişsel performansları değerlendirildiğinde elit sporcuların daha başarılı olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, kişilerin fitness düzeyinin veya daha antrene olmalarının akut yüksek şiddetli bir egzersiz sonrasında bilişsel performanslarını daha iyi sürdürebildiklerine dair literatür ile benzer niteliktedir. Fontana ve ark. (92) deneyimli ve deneyimsiz futbolculara farklı yoğunlukta egzersizler yaptırmışlar ve bilişsel işlevlerden karar verme süreçleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda yüksek şiddetli egzersizler sonucunda katılımcıların daha hızlı karar verdiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca deneyimli sporcuların daha iyi bir performans gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada da yüksek yoğunluklu bir egzersiz sonrası sporcuların doğru cevap sayılarında bir değişim olmasa da reaksiyon zamanlarında kısaltmalar görülmüştür. Aynı zamanda egzersiz sonrasında elit sporcuların daha iyi sonuçlar göstermesi literatür ile benzer şekildedir.

Sprint Interval Egzersizin Bilişsel Performansa Etkisi

Tüm sporcuların (n=28) SIT egzersizi öncesi ve sonrası her üç test için bilişsel test skorları değerlendirilmiştir. Egzersiz sonrasında Change Detection Test cevaplama sürelerinde anlamlı bir kısalma ($p<0,05$) görülmüştür. Mackworth Clock Test reaksiyon zamanında ise anlamlı bulunmasa da kısaltmalar gözlemlenmiştir ($p=0,05$). Egzersiz sonrası doğru cevap sayılarında ise anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu sonuçlara göre sporcuların bilişsel testleri aynı doğruluk oranı ile ancak daha hızlı bir şekilde cevapladığı düşünülmektedir.

Daha önceki çalışmalarda egzersiz çeşitlerinin bilişsel performansı farklı şekilde etkilediği bildirilmiştir (40, 50, 67). Bu çalışmada da akut supramaksimal tüketici bir egzersizin bilişsel performans üzerinde olumsuz bir etkisine rastlanmamıştır. Dwojaczny ve ark. (48) deney hayvanları üzerinde yaptıkları bir araştırmada fiziksel bir aktivitenin merkezi sinir sistemi üzerine olumlu etkileri olduğunu ve bu etkinin de bilişsel süreçler ile ilişkisi olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada düzenli egzersizin nöronal sistemi düzenli olarak uyarması

sonucu yeni sinir hücrelerinin oluşmasını ve çoğalmasını sağladığı bildirilmiştir (48). Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalar ile akut egzersizin hipokampus ve prefrontal kortekste dopamin ve serotonin seviyelerini arttırdığı bilinmektedir (89, 90). Bu nörotransmitterlerin artışının akut egzersizin bilişsel performansa pozitif etkisinin bir nedeni olabilme ihtimali düşünülmektedir (48). Bu çalışmaya katılan elit sporcular da akut egzersiz sonrasında amatör sporculardan daha başarılı bilişsel performans göstermişlerdir. Bu sonuç, elit sporcuların amatör sporculara göre daha uzun yıllar egzersiz yapmaları sonucu nöronal sistemlerinin daha iyi gelişmiş olmasından kaynaklanıyor olabilir. Tüm sporcuların egzersiz sonrası bilişsel test skorlarının değişmemesine rağmen reaksiyon sürelerinin hızlanması akut egzersiz sırasında bilişsel süreçler ile yakından ilişkili olan prefrontal korteksteki nörotransmitter maddelerin artışına bağlı olabilir. Akut egzersize bağlı olarak oksijenasyonun ve nörotransmitter maddelerin artışı prefrontal korteksin hazır bulunurluk düzeyini etkileyerek sporcuların daha kısa sürede problem çözme becerilerine etki ediyor olabilir. Birçok spor branşında olduğu gibi, basketbolda da müsabaka sırasında sporcuların yorgunluğa rağmen fiziksel ve bilişsel süreçlerini en iyi şekilde sürdürebilmeleri gerekmektedir. Belki de sporcuların elit düzeylere ulaşmasında fizyolojik gelişmelerinin etkisi olduğu gibi, bilişsel gelişimleri de önemli bir rol oynuyor olabilir.

Egzersizin türü ve şiddeti egzersiz sonrası bilişsel cevaplarda farklılıklara neden olabilir. Egzersiz öncesi ve sonrası bilişsel değerlendirme yapan bir çalışmada Sudo. ve ark. (40) giderek artan şiddetli bir egzersiz uygulamış, egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası bilişsel test skorlarını karşılaştırmışlardır. Sonuçları değerlendirdiklerinde test skorlarında egzersiz öncesi ve egzersiz sonrasında hem doğru cevap sayılarında hem de reaksiyon zamanları arasında bir fark bulamamışlardır. Bu çalışma da ise supramaksimal bir egzersiz sonrasında doğru cevap skorlarında bir fark olmasa da reaksiyon süreleri anlamlı olarak kısalmıştır. Bu durumun da egzersiz yöntemleri arasındaki farktan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Belki de aralıksız yapılan bir egzersiz sırasında vücudun toparlanmaya vakti olmadığı için bilişsel görevlerde gerekli nörotransmitter maddelerin temininin azalması reaksiyon hızı gibi bilişsel süreçleri olumsuz etkiliyor olabilir. Ancak aralıklı yapılan kısa süreli bir egzersizin toparlanma periyotlarında azalan nörotransmitter maddelerin yerine koyulabilmesi performansı olumlu etkiliyor olabilir.

Sporcuların Hemodinami Değişimleri

Son dönemdeki araştırmalar, fNIRS yönteminin egzersiz sırasındaki hemodinami değişimlerinin değerlendirilmesinde güvenilir ve kolay bir yöntem olduğunu özellikle vurgulamaktadır (71-74). Spor bilimleri ile ilişkili araştırmalarda fNIRS kullanan çalışmalar sürekli artmaktadır. Bu artan araştırmalara güncel bir bakış sağlamak üzere Herold ve ark. (72) hazırladıkları derlemede son dönemde beyinde ölçülen parametrelerin kişiye özel egzersizi programlamaya katkısının olup olmayacağını tartışmışlardır. Yeni dönemde egzersiz sırasında sporcuların kalp hızı, laktat düzeyi, oksijen tüketimi gibi fiziksel, fizyolojik ölçümler ile birlikte, beyinden de ölçümler ile izlenebileceği bildirilmektedir. Daha önceki fNIRS çalışmalarında, büyük bir çoğunlukla PFC'den ölçümler yapılmıştır. Egzersiz ve kortikal hemodinami arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde PFC'nin doğru bir alan olduğu bildirilmiştir (72, 93). Bu çalışmada da fNIRS yöntemi kullanılarak sporcuların tüm egzersiz boyunca ve bilişsel testler sırasında prefrontal bölgeden hemodinami değişimleri gözlemlenmiş ve Oksi-, Deoksi ve Total-Hb parametreleri ile egzersiz arasındaki ilişki incelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda amatör ve elit sporcuların egzersiz süresi uzadıkça ve sprint sayısı arttıkça oksijenasyon ve deoksijenasyon değerlerinin kümülatif olarak anlamlı bir şekilde giderek yükseldiği görölmüştür (şekil 21 ve 22), (Oksijenasyon için $p < 0,001$; Deoksijenasyon için $p < 0,05$). Benzer olabilecek az sayıdaki çalışmaların birinde, Derek ve ark. (94) aralıklı sprint egzersiz ve sabit dirençli egzersiz uygulamış, katılımcıların sprintler ve toparlanmalar sırasındaki oksijenasyonlarını değerlendirmişlerdir. Buldukları sonuçlarda sprint sayısı arttıkça oksijenasyonun giderek arttığı ve toparlanma periyotlarında önce bir düşüş sonra tekrar yükseliş olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da her bir sprint sırasında oksijenasyonun çok hızlı bir şekilde arttığı görölmektedir (şekil 21). Sprintin bitmesinden sonra ise, hızlı bir düşüş ve başlangıç değerlerinin altına inerek sonra tekrar yükseliş izlenmiştir. Bu ıkış ve iniş düzeni her sprint sonrasında tekrarlanmaktadır. Sprintlerden sonraki toparlanma iniş-çıkışı bir açıdan süper kompanzasyon mekanizmasını andırmaktadır. Sprintlerdeki güç çıktılarının değişimine bakıldığında, sporcuların her bir sprint sonrası güç ıktılarının (PG ve OG) düşmesine rağmen, prefrontal bölgedeki oksijenasyonun artışı kendilerini gelecek bir sonraki zorlu göreve karşı hazırladıklarını düşündürmektedir.

Wu ve ark. (93) yayınladıkları çalışmalarında “*bireyler, davranışların kasıtlı olarak kontrol edilmesini gerektiren görevlerde istenen performans seviyesini korumak için*

yorgunluğun telafisi olarak daha fazla çaba göstermektedirler ve prefrontal korteks bu telafi edici süreçte önemli bir rol oynamaktadır” demişlerdir. Bu varsayımları ile çalışmamızda elde edilen bulgular birbirini destekler niteliktedir. Bu çalışmada da sporcular bir sonraki zorlu görev için kendilerini hazırlamak adına her bir sprint sonrası prefrontal bölgedeki oksijenasyonu yükselterek hazırlanıyor olabilir. Buna benzer şekilde Giles ve ark. (95) yaptıkları çalışmada akut egzersizin prefrontal bölge aktivasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar da yine bulgularımız ile benzer niteliktedir. PFC’den hemodinamik ölçüm yapan başka çalışmalarda farklı sonuçlar da bildirilmektedir. Bazı çalışmalar tüketici egzersizin düşük prefrontal korteks aktivasyonuna neden olduğunu da bildirmektedir (96, 97). Egzersizin PFC’deki hemodinamik değişiklikler üzerine olan etkilerini birbirleri ile karşılaştırmak bazı zorluklar içermektedir. Egzersizin süre, şiddet ve türüne ait farklılıklar muhtemelen PFC’deki cevapları da değiştirecektir. Bu çalışmalardaki egzersiz yöntemi çalışmamızda kullanılan aralıklı egzersiz yönteminden oldukça farklıdır. Yinede yorgunluk açısından bakıldığında, incelenen literatürde neredeyse tüm çalışmalarda egzersiz sırasındaki yorgunluğun PFC’i etkilediği bildirilmektedir. Ancak egzersizin ve yorgunluğun, beyinde tek bağlantılı olduğu yer prefrontal korteks değildir. fNIRS inceleme yöntemi donanım ve yazılım olarak geliştikçe prefrontal korteks ile motor alanların birlikte incelenmesi bu ilişkiye ait daha geniş bilgiler sağlayacaktır (49, 93, 97).

Çalışmamızda her bir sprintteki oksijenasyonun kendinden bir önceki döneme göre nasıl değiştiğini inceleyebilmek için her sprinte ait delta değerleri hesaplanmıştır. Bu delta analizleri incelendiğinde ise HbO ve HbT kullanımının giderek azaldığı görülmektedir (Şekil 24 ve 25; $p < 0,001$). Bu veriler değerlendirildiğinde oksijenasyonun kümülatif olarak yükseliyor olmasına rağmen, aslında her bir sprintte, giderek o sprinte özgü oksijenasyon kullanımının azaldığı görülmektedir. Bu da egzersiz süresi uzadıkça ve yorgunluk arttıkça prefrontal bölgedeki oksijenasyon artışının her sprintte giderek azaldığını göstermektedir. Bu durum sporcuların sprint sayısı arttıkça sprintlerdeki güç çıktılarının da azalması ile bağlantılı olabilir. Sprintlerdeki hemodinamik değişimler sprintler birbirini takip ettikçe ortaya çıkan güç azalmasının veya yorgunluğun beyindeki göstergesi olabilir. Bu sonuçlar sporcuların sprint sayısı arttıkça giderek düşen güç çıktıları, artan KAH değerleri ve AZD puanları da destekler niteliktedir.

Bu çalışmada incelenen bir diğer bulgu ise amatör sporcular ile elit sporcuların prefrontal bölge hemodinami değişimleri arasındaki ilişkidir. Bu veriler karşılaştırıldığında sprintler sırasında deoksijenasyon kullanımında elit grubun daha yüksek değerlere ulaştığı

görülmüştür ($p<0,001$). Bu sonuçlarda elit sporcuların fizyolojik adaptasyonlarının yanı sıra prefrontal bölgelerinde de bir adaptasyon olduğunu düşündürmektedir. İki grup arasında dinlenme periyotları arasında bir fark olmamasına rağmen sprintler esnasında bir fark olması elit sporcuların zorlu egzersiz performansını daha iyi sürdürebildiklerine dair bir işaret olabilir.

Elit sporcuların beyin yapılarında ve fonksiyonlarında değişiklikler olduğu daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (98-100). Duru ve ark. (101) yaptığı bir çalışmada elit karate sporcuları ile sedanter bireylerin beyin yapısını incelemiştir. Çalışmanın sonucunda ise elit sporcuların temporal, oksipital ve premotor korteksteki gri madde hacimlerinin artmış olduğunu rapor etmişlerdir. Ek olarak elit karate sporcularında hipotalamusta beyaz madde değerlerinin de arttığını, görsel algılama ve hareket planlama ile ilişkili beyin bölgelerinin daha yüksek bağlantılı içerisinde olduğunu bildirmişlerdir. Tüm bunlara elit bir sporcu olabilmek için yıllar boyunca süren antrenmanlardan ve eğitimlerden kaynaklandığını söylemişlerdir. Kim ve ark. (102) yaptıkları çalışmada elit sporcuları, amatör ve uzman sporculardan ayıran nöronal süreçleri fMRI ile incelemiştir. Çalışmalarının sonucunda elit sporcuların süplemanter motor alanda ve serebellumda daha fazla aktivite gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada da sporcu beyni başka bir açıdan değerlendirilerek, elit basketbolcular ile amatör basketbolcuların prefrontal bölgedeki hemodinami değişimleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar yukarıda yer alan literatürdeki diğer çalışmalarda olduğu gibi amatör sporcular ile elit sporcular arasında bir fark olduğunu göstermektedir. Elit sporcuların zorlu bir görev sırasında (WAnT) prefrontal bölge oksijenasyonunu daha verimli kullanarak performanslarını daha uzun süre, yüksek bir şekilde sürdürebildikleri düşünülmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada uzun yıllar boyunca basketbol antrenmanı yapan sporcuların oynadıkları pozisyonlara spesifik bilişsel performanslarının nasıl değiştiğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda basketbolda sporcuların pozisyonlarına spesifik testler ile bilişsel performansının değerlendirildiği ilk çalışmadır. Buna ek olarak SIT modelinde akut bir egzersizin bilişsel performansa etkisini inceleyen de ilk çalışmadır. Bu bağlamda üç pozisyonda incelenen basketbolculara, pozisyonlarının gerektirdiği bilişsel süreçleri ölçtüğünü düşündüğümüz bilişsel testler egzersiz öncesi-sonrası uygulanmış ve prefrontal bölge hemodinami değişimleri incelenmiştir.

- Gard pozisyonunda oynayan sporcular, odaklanma ve seçici dikkat ile ilgili testlerde daha başarılı bulunmuştur.
- Pivot pozisyonunda oynayan sporcuların uzaysal-zamansal algı ve zamanlama (timing) becerilerini ölçmek için yapılan testte daha başarılı oldukları görülmüştür.

Özetle bu sonuçlarına göre, sporcular rutin antrenman sezonunda bilişsel antrenman yapmalarına rağmen, uzun yıllar boyunca oynadıkları pozisyonlarına özel antrenman yaptıkları için bilişsel performansları da pozisyonlarına özgü farklılaşıyor olabilir.

Aynı zamanda elit ve amatör basketbolcuların bilişsel performansları arasındaki ilişki incelenerek sporcuların elit seviyelere ulaşmasının arkasında yatan bilişsel süreçler değerlendirilmiştir.

- Sonuç olarak egzersiz öncesindeki bilişsel testlerde bir fark olmasa da tüketici bir egzersiz sonrası yapılan bilişsel testlerde elit sporcuların performansları anlamlı olarak daha iyi bulunmuştur. Bir basketbol müsabakası sırasında sporcuların maçın son zamanlarında da iyi fiziksel performans göstermeleri gerektiği gibi iyi bir bilişsel performansta göstermeleri beklenmektedir.

Bu sonuçlara göre elit sporcuların yorgunluk anında da amatör sporculara göre daha iyi bilişsel performans gösterdikleri görülmektedir. Bu bilişsel değişim belki de sporcuların elit seviyelere çıkmasında fizyolojik/fiziksel gelişim kadar önemli rol oynamaktadır.

Tüm sporcuların egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası bilişsel test skorları değerlendirildiğinde, reaksiyon zamanlarında ve cevaplama sürelerinde kısaltmalar görülmüştür. Doğru cevap sayılarında anlamlı bir değişiklik olmamıştır. Bu durumda sporcular

aynı doğruluk oranına daha kısa sürelerde ulaşmışlardır. Bu da egzersiz sonrasında yürütücü işlevler ile yakından ilişkili olan prefrontal bölge oksijenasyonunun artmış olmasından kaynaklanabilir. Bu çalışmada tekrarlanan egzersiz sonrası bilişsel skorlarda azalma da olmamıştır. Bu çalışmada kullanılan egzersiz yöntemi tüketici olmasına rağmen sprintler arasında dinlenme periyotlarının uzun olması sporcuların bilişsel yüklenme açısından da iyi bir şekilde toparlanmalarını sağlamış olabilir. Bu nedenle antrenörlerin SIT ve HIIT gibi antrenman modellerini kullanması sporcuların bilişsel performansları açısından önemli olabilir.

Bu sonuçlara ek olarak çalışmamızda tüm sporcuların egzersiz sırasında prefrontal bölgedeki hemodinami değişimleri incelenmiştir. Sonuçta her iki grupta da egzersiz süresi uzadıkça prefrontal bölgenin oksijenasyonunun kümülatif olarak arttığı görülmüştür. Ancak yapılan delta analizlerinde ise aslında her bir sprint sonrası oksijen kullanımlarının bir önceki toparlanma dönemine göre azaldığı görülmektedir.

Bu sonuçlarda katılımcıların egzersiz süresi uzadıkça ve yorgunlukları arttıkça aslında prefrontal bölgeye sprint sırasında daha az oksijen temin edebildiklerini göstermektedir. Bu durum belki de egzersizin devam ettirilemeyeceğine dair merkezi bir sinyal olarak düşünülebilir. İlerleyen dönemlerde antrenman programlarının bu sonuçlara göre düzenlenmesi sonucunda prefrontal bölgenin daha fazla oksijenasyon kullanımının sağlanabilmesi sporcuların performanslarını daha iyi noktalara getirebilir.

Amatör ve elit sporcuların hemodinami değişimleri karşılaştırıldığında ise elit sporcuların sprintler sırasındaki deoksijenasyon verilerinin anlamlı olarak daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu da elit seviyelerdeki sporcuların fiziksel/fizyolojik adaptasyonlarının yanı sıra prefrontal bölge adaptasyonlarının da daha iyi olabileceğini düşündürmektedir. Elit sporcuların amatör sporculara göre prefrontal bölge hemodinamisini daha efektif bir şekilde kullanması performanslarını daha yüksek bir şekilde ve daha uzun sürdürebilmelerinin bir belirteci olabilir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre gelecekteki çalışmalar egzersizin bilişsel performans üzerine etkilerini sportif branşlara ve sporcuların geliştirmekte oldukları bilişsel becerilere göre değişimlerini ortaya koyabilecektir. Basketbol branşı özelinde ileride yapılacak olan çalışmalarda kullandığımız bilişsel testler ile sporcuların maç verileri karşılaştırılarak aradaki etkileşim farklı bir açıdan incelenebilir. İlerleyen dönemde yapılacak çalışmalar ile basketbolcuların bilişsel performanslarının maç esnasındaki istatistiklerine nasıl yansıdığı

araştırılarak, sporcuların daha iyi bir performans ortaya koymak adına bilişsel antrenmanlarının ön plana çıkması ve yönlendirilmesi sağlanabilir. Buna ek olarak forvet pozisyonu, gard ve pivot pozisyonu ile benzer özellikler taşımasından dolayı ara bir pozisyon olarak kalmaktadır. Bu nedenle bilişsel performans ile ilgili yapılacak ileri çalışmalarda pozisyonların yalnızca gard ve pivot olarak ayrılması daha yararlı olabilir.



7. KAYNAKLAR

1. Kujach S, Byun K, Hyodo K, Suwabe K, Fukuie T, Laskowski R ve ark. A transferable high-intensity intermittent exercise improves executive performance in association with dorsolateral prefrontal activation in young adults. *NeuroImage*. 2018; (169):117-25.
2. Lambourne K, Tomporowski P. The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain research*. 2010;1341:12-24.
3. Covassin T, Weiss L, Powell J, Womack C. Effects of a maximal exercise test on neurocognitive function. *Br J Sports Med*. 2007;41(6):370-4.
4. Winter B, Breitenstein C, Mooren FC, Voelker K, Fobker M, Lechtermann A ve ark. High impact running improves learning. *Neurobiol Learn Mem*. 2007;87(4):597-609.
5. Reina M, García-Rubio J, Esteves PT, Ibáñez SJ. How external load of youth basketball players varies according to playing position, game period and playing time. *Int. J. Perform. Anal. Sport*. 2020;20(6):917-30.
6. Carius D, Seidel-Marzi O, Kaminski E, Lisson N, Ragert P. Characterizing hemodynamic response alterations during basketball dribbling. *Plos one*. 2020;15(9):e0238318.
7. Hoffman JR. Physical and Anthropometric Characteristics of Basketball Players. *Basketball Sports Medicine and Science: Springer*; 2020. p. 3-11.
8. Basso JC, Suzuki WA. The effects of acute exercise on mood, cognition, neurophysiology, and neurochemical pathways: a review. *Brain Plasticity*. 2017;2(2):127-52.
9. Hötting K, Schickert N, Kaiser J, Röder B, Schmidt-Kassow M. The effects of acute physical exercise on memory, peripheral BDNF, and cortisol in young adults. *Neural plasticity*. 2016;2016.
10. Koay YC, Stanton K, Kienzle V, Li M, Yang J, Celermajer DS ve ark. Effect of chronic exercise in healthy young male adults: a metabolomic analysis. *Cardiovascular research*. 2021;117(2):613-22.
11. Lavie CJ, Ozemek C, Carbone S, Katzmarzyk PT, Blair SN. Sedentary behavior, exercise, and cardiovascular health. *Circulation research*. 2019;124(5):799-815.
12. Sevim Y. Basketbol Teknik-Taktik Antrenman. 5 baskı: Nobel Yayın Dağıtım; 2012.
13. Konstantinos M. Basketball Player Positions - A Quick Guide 2019
14. Adıgüzel NS. Strength, Jump Heights and Physical Characteristics of Young Male Basketball Players by Their Positions. *Journal of Education and Training Studies*. 2019;7(3S):17.
15. Brauner T, Zwinzscher M, Sterzing T. Basketball footwear requirements are dependent on playing position. *Footwear Science*. 2012;4(3):191-8.
16. Abdelkrim NB, Chaouachi A, Chamari K, Chtara M, Castagna C. Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *J. Strength Cond. Res*. 2010;24(5):1346-55.
17. Lamonte MJ, Mckinnex JT, Quinn SM, Bainbridge CN, Eisenman PA. Comparison of physical and physiological variables for female college basketball players. *J. Strength Cond. Res*. 1999;13(3):264-70.

18. Baar K. Recovery Nutrition for the Basketball Athlete. Nutrition & Recovery Needs of the Basketball Athlete. 2013:29.
19. Milanović Z, Stojanović E, Scanlan AT. Activity and Physiological Demands During Basketball Game Play. Basketball Sports Medicine and Science: Springer; 2020. p. 13-23.
20. Alemdaroğlu U. The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. J Hum Kinet. 2012;31:149-58.
21. Narazaki K, Berg K, Stergiou N, Chen B. Physiological demands of competitive basketball. Scand J Med Sci Sports. 2009;19(3):425-32.
22. Abdelkrim NB, El Fazaa S, El Ati J. Time–motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. Br J Sports Med. 2007;41(2):69-75.
23. Meckel Y, Gottlieb R, Eliakim A. Repeated sprint tests in young basketball players at different game stages. Eur. J. Appl. Physiol. 2009;107(3):273-9.
24. Delextrat A, Cohen D. Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. J. Strength Cond. Res. 2009;23(7):1974-81.
25. Roberts AC, Robbins TW, Weiskrantz LE. The prefrontal cortex: executive and cognitive functions: Oxford University Press; 1998.
26. Gurkan FT, Bediz CS, Colakoglu BM, Guducu C, Eskicioglu E, Balci GA ve ark. Investigation of the Effects of Intermittent and Continuous Exercise Methods on Cognitive Functions, Risk Taking, Working Memory and Attention. Acta Physiologica; 2018:
27. Banich MT. Executive function: The search for an integrated account. Curr Dir Psychol Sci. 2009;18(2):89-94.
28. Funahashi S, Andreau JM. Prefrontal cortex and neural mechanisms of executive function. Journal of Physiology-Paris. 2013;107(6):471-82.
29. Wang C-C, Chu C-H, Chu I-H, Chan K-H, Chang Y-K. Executive function during acute exercise: the role of exercise intensity. J Sport Exerc Psychol. 2013;35(4):358-67.
30. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum S, Hudspeth AJ, Mack S. Principles of neural science: McGraw-hill New York; 2000.
31. Arıkan K. Nöropsikolojik Değerlendirme ve İlişkili Alanlar 2021
32. Perrey S. Exercise: A Gate That Primes the Brain to Perform. Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2020.
33. Jakovljević S, Pajić Z, Gardašević B. The influence of selected cognitive abilities on the efficiency of basketball players. Facta Universitatis: Series Physical Education and Sport. 2015;13(2):283-90.
34. Stella NY, Peacock JB, Chuan TK. Investigating the cognitive contribution to basketball behavior and performance. Procd Soc Behv. 2013;97:715-22.
35. Burton D, Raedeke TD. Sport psychology for coaches: Human Kinetics. 2008.
36. Yarmey D. Enhancing Performance: Mental Training for Coaches, Athletes, and Parents. 2013

37. Lambourne K, Audiffren M, Tomporowski PD. Effects of acute exercise on sensory and executive processing tasks. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(7):1396-402.
38. Kamijo K, Nishihira Y, Hatta A, Kaneda T, Wasaka T, Kida T ve ark. Differential influences of exercise intensity on information processing in the central nervous system. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2004;92(3):305-11.
39. Kida T, Nishihira Y, Hatta A, Wasaka T, Tazoe T, Sakajiri Y ve ark. Resource allocation and somatosensory P300 amplitude during dual task: effects of tracking speed and predictability of tracking direction. *Clinical Neurophysiology.* 2004;115(11):2616-28.
40. Sudo M, Komiyama T, Aoyagi R, Nagamatsu T, Higaki Y, Ando S. Executive function after exhaustive exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2017;117(10):2029-38.
41. Demirci EU. Egzersizin Beyin Performansına Etkisi: Kısa Süreli Yoğun Egzersizin Kognisyon Üzerine Etkisi: Dokuz Eylül Üniversitesi; 2013.
42. Chang Y-K, Labban J, Gapin J, Etnier JL. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Research.* 2012;1453:87-101.
43. Li JW, O'Connor H, O'Dwyer N, Orr R. The effect of acute and chronic exercise on cognitive function and academic performance in adolescents: A systematic review. *J Sci Med Sport.* 2017;20(9):841-8.
44. Tsukamoto H, Suga T, Takenaka S, Tanaka D, Takeuchi T, Hamaoka T ve ark. Greater impact of acute high-intensity interval exercise on post-exercise executive function compared to moderate-intensity continuous exercise. *Physiology & Behavior.* 2016;155:224-30.
45. Van Hall G, Størmstad M, Rasmussen P, Jans Ø, Zaar M, Gam C ve ark. Blood lactate is an important energy source for the human brain. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2009;29(6):1121-9.
46. Endo K, Matsukawa K, Liang N, Nakatsuka C, Tsuchimochi H, Okamura H ve ark. Dynamic exercise improves cognitive function in association with increased prefrontal oxygenation. *J Physiol Sci.* 2013;63(4):287-98.
47. Chang Y-K, Chi L, Etnier JL, Wang C-C, Chu C-H, Zhou C. Effect of acute aerobic exercise on cognitive performance: Role of cardiovascular fitness. *Psychol Sport Exerc.* 2014;15(5):464-70.
48. Dwojaczny B, Iermakov S, Yermakova T, Cieślicka M. The effect of acute exercise on cognition. *Physical education of students.* 2020;24(6):325-31.
49. Tempest GD, Davranche K, Brisswalter J, Perrey S, Radel R. The differential effects of prolonged exercise upon executive function and cerebral oxygenation. *Brain Cogn.* 2017;113:133-41.
50. Soga K, Shishido T, Nagatomi R. Executive function during and after acute moderate aerobic exercise in adolescents. *Psychol Sport Exerc.* 2015;(16):7-17.
51. Mekari S, Earle M, Martins R, Drisdelle S, Killen M, Bouffard-Levasseur V ve ark. Effect of high intensity interval training compared to continuous training on cognitive performance in young healthy adults: a pilot study. *Brain Sciences.* 2020;10(2):81.

52. Wilke J, Royé C. Exercise Intensity May Not Moderate the Acute Effects of Functional Circuit Training on Cognitive Function: A Randomized Crossover Trial. *Brain Sciences*. 2020;10(10):738.
53. Ergonul I, Inanc G, Taslica S, Oniz A. Time Estimation and Risk Taking Behavior in Type A Personality. *J. Basic Clin. Health Sci*. 2019;3(2):39-42.
54. Ergönül İ, İnanç G, Taşlıca S, Özgören M, Öñiz A. The effect of appetitive daytime napping on cognitive functions. *Journal of Turkish Sleep Medicine*. 2018;5(2):27.
55. O'Rourke EJ, Halpern LF, Vaysman R. Examining the relations among emerging adult coping, executive function, and anxiety. *Emerging Adulthood*. 2018;2167696818797531.
56. Black M. Trail Making Test: A Comparison of the Technological PEBL and iPad Versions: The Chicago School of Professional Psychology; 2016.
57. Mueller ST, Piper BJ. The psychology experiment building language (PEBL) and PEBL test battery. *J. Neurosci. Methods*. 2014;222:250-9.
58. Rensink RA. Change detection. *Annu. Rev. Psychol*. 2002;53(1):245-77.
59. Lichstein KL, Riedel BW, Richman SL. The mackworth clock test: A computerized version. *J. Psychol*. 2000;134(2):153-61.
60. Müller BW, Gimbel K, Keller-Pließnig A, Sartory G, Gastpar M, Davids E. Neuropsychological assessment of adult patients with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*. 2007;257(2):112-9.
61. Milanovic Z, Sporis G, Weston M. Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for vo2max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Med*. 2015;45(10):1469-81.
62. Muzaffer C, Gorkey A. B. Moderate intensity intermittent exercise modality may prevent cardiovascular drift. *Sports*. 2018;6(3):98.
63. Helgerud J, Karlsen T, Kim W, Høydal K, Støylen A, Pedersen H ve ark. Interval and strength training in CAD patients. *Int. J. Sports Med*. 2011;32(01):54-9.
64. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M ve ark. Aerobic high-intensity intervals improve V̇ O2max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(4):665-71.
65. Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J. Physiol*. 2012;590(5):1077-84.
66. Venckunas T, Snieckus A, Trinkunas E, Baranauskiene N, Solianik R, Juodsnukis A ve ark. Interval running training improves cognitive flexibility and aerobic power of young healthy adults. *J. Strength Cond. Res*. 2016;30(8):2114-21.
67. Drigny J, Gremeaux V, Dupuy O, Gayda M, Bherer L, Juneau M ve ark. Effect of interval training on cognitive functioning and cerebral oxygenation in obese patients: a pilot study. *J Rehabil Med*. 2014;46(10):1050-4.
68. Zinner C, Wahl P, Ahtzahn S, Reed J, Mester J. Acute hormonal responses before and after 2 weeks of HIT in well trained junior triathletes. *Int. J. Sports Med*. 2014;35(04):316-22.

69. Vollaard NB, Metcalfe RS. Research into the health benefits of sprint interval training should focus on protocols with fewer and shorter sprints. *Sports Medicine*. 2017;47(12):2443-51.
70. Bracken RM, Brooks S. Plasma catecholamine and nephrine responses following 7 weeks of sprint cycle training. *Amino Acids*. 2010;38(5):1351-9.
71. Herold F, Aye N, Lehmann N, Taubert M, Müller NG. The Contribution of Functional Magnetic Resonance Imaging to the Understanding of the Effects of Acute Physical Exercise on Cognition. *Brain Sciences*. 2020;10(3):175.
72. Herold F, Gronwald T, Scholkmann F, Zohdi H, Wyser D, Müller NG ve ark. New Directions in Exercise Prescription: Is there a role for brain-derived parameters obtained by functional near-infrared spectroscopy? *Brain Sciences*. 2020;10(6):342.
73. Herold F, Wiegel P, Scholkmann F, Müller N. Applications of functional near-infrared spectroscopy (fnirs) neuroimaging in exercise–cognition science: a systematic, methodology-focused review. *Journal of Clinical Medicine*. 2018;7(12):466.
74. Herold F, Müller P, Gronwald T, Mueller N. Dose-response matters!—A perspective on the exercise prescription in exercise-cognition research. *Front. Psychol*. 2019;10:2338.
75. Ayaz H, Onaral B. Analytical software and stimulus-presentation platform to utilize, visualize and analyze near-infrared spectroscopy measures: Drexel University; 2005.
76. Kopton IM, Kenning P. Near-infrared spectroscopy (NIRS) as a new tool for neuroeconomic research. *Front. Hum. Neurosci*. 2014;8:549.
77. Ayaz H, Shewokis PA, Bunce S, Izzetoglu K, Willems B, Onaral B. Optical brain monitoring for operator training and mental workload assessment. *Neuroimage*. 2012;59(1):36-47.
78. Ayaz H, Izzetoglu M, Izzetoglu K, Onaral B. The use of functional near-infrared spectroscopy in neuroergonomics. *Neuroergonomics*: Elsevier; 2019. p. 17-25.
79. Mancı E, Gümüş H, Kayatekin BM. Validity and reliability of the wearable bioelectrical impedance measuring device. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*. 2018;10(1):44-55.
80. Piper B. Evaluation of the test–retest reliability of the PEBL continuous performance test in a normative sample. *PEBL Technical Report Series*. 2012.
81. Englund C, Reeves D, Shingledecker C, Thorne D, Wilson K. Unified Tri-Service Cognitive Performance Assessment Battery (UTC-PAB). 1. Design and Specification of the Battery. Naval Health Research Center San Diego. 1987.
82. Huppert TJ, Diamond SG, Franceschini MA, Boas DA. HomER: a review of time-series analysis methods for near-infrared spectroscopy of the brain. *Applied Optics*. 2009;48(10):D280-D98.
83. Pinti P, Scholkmann F, Hamilton A, Burgess P, Tachtsidis I. Current status and issues regarding pre-processing of fNIRS neuroimaging data: An investigation of diverse signal filtering methods within a General Linear Model framework. *Front. Hum. Neurosci*. 2018;12:505.
84. Swann C, Moran A, Piggott D. Defining elite athletes: Issues in the study of expert performance in sport psychology. *Psychol Sport Exerc*. 2015;16:3-14.

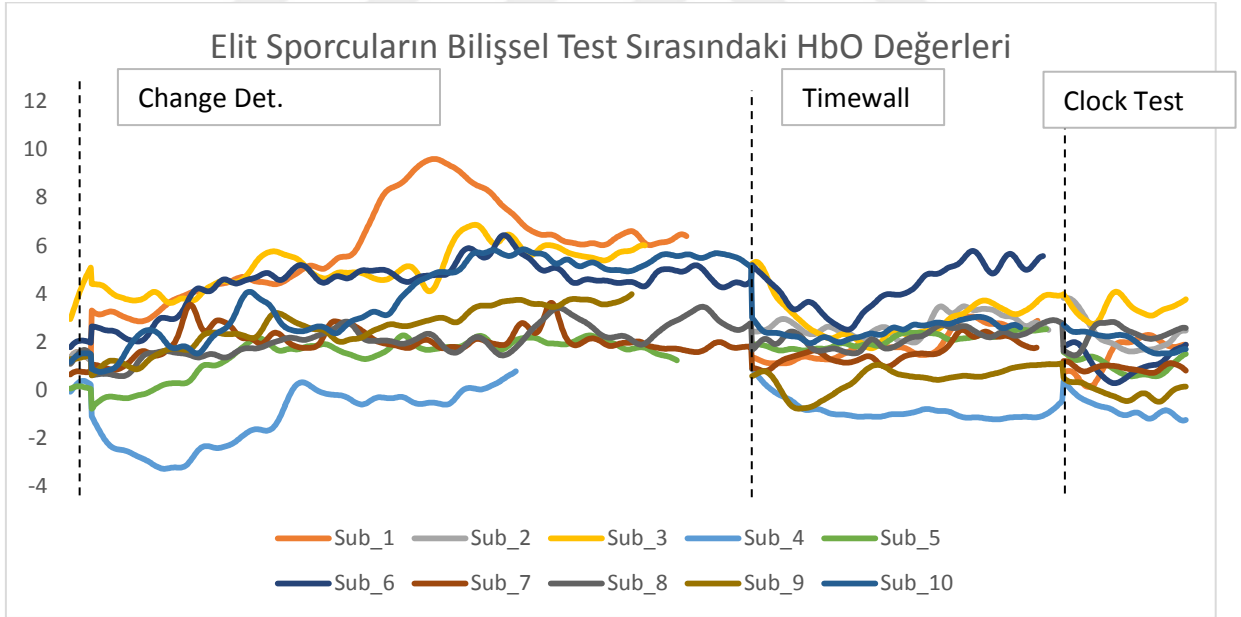
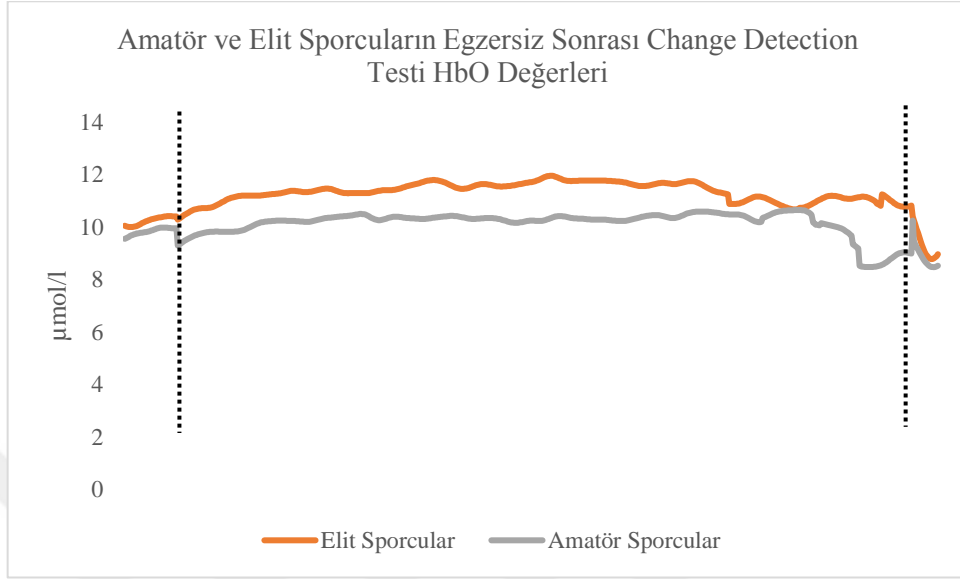
85. Weston M, Taylor KL, Batterham AM, Hopkins WG. Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Medicine*. 2014;44(7):1005-17.
86. Warburton DE, McKenzie DC, Haykowsky MJ, Taylor A, Shoemaker P, Ignaszewski AP ve ark. Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *The American journal of cardiology*. 2005;95(9):1080-4.
87. Castagna C, Chaouachi A, Rampinini E, Chamari K, Impellizzeri F. Aerobic and explosive power performance of elite Italian regional-level basketball players. *J. Strength Cond. Res*. 2009;23(7):1982-7.
88. Paulauskas R, Kamarauskas P, Nekriošius R, Bigwood NM. Physical and physiological response to different modes of repeated sprint exercises in basketball players. *J Hum Kinet*. 2020;72(1):91-9.
89. Meeusen R, De Meirleir K. Exercise and brain neurotransmission. *Sports Medicine*. 1995;20(3):160-88.
90. Waters A, Zou L, Jung M, Yu Q, Lin J, Liu S ve ark. Acute exercise and sustained attention on memory function. *Am J Health Behav*. 2020;44(3):326-32.
91. Chiu Y-K, Pan C-Y, Chen F-C, Tseng Y-T, Tsai C-L. Behavioral and Cognitive Electrophysiological Differences in the Executive Functions of Taiwanese Basketball Players as a Function of Playing Position. *Brain Sciences*. 2020;10(6):387.
92. Fontana FE, Mazzardo O, Mokgothu C, Furtado O, Gallagher JD. Influence of exercise intensity on the decision-making performance of experienced and inexperienced soccer players. *J Sport Exerc Psychol* 2009;31(2):135-51.
93. Wu J, Liu T, Huang J, Han W. The effects of exercise fatigue on prefrontal and motor activations as measured by near-infrared spectroscopy. *NeuroReport*. 2017;28(17):1134-8.
94. Monroe DC, Gist NH, Freese EC, O'Connor PJ, McCully KK, Dishman RK. Effects of sprint interval cycling on fatigue, energy, and cerebral oxygenation. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(4):615-24.
95. Giles GE, Brunyé TT, Eddy MD, Mahoney CR, Gagnon SA, Taylor HA ve ark. Acute exercise increases oxygenated and deoxygenated hemoglobin in the prefrontal cortex. *Neuroreport*. 2014;25(16):1320-5.
96. Bhambhani Y, Malik R, Mookerjee S. Cerebral oxygenation declines at exercise intensities above the respiratory compensation threshold. *Respir Physiol Neurobiol*. 2007;156(2):196-202.
97. Thomas R, Stephane P. Prefrontal cortex oxygenation and neuromuscular responses to exhaustive exercise. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2008;102(2):153-63.
98. Meier J, Topka MS, Hänggi J. Differences in cortical representation and structural connectivity of hands and feet between professional handball players and ballet dancers. *Neural Plasticity*. 2016;2016.
99. Hänggi J, Koeneke S, Bezzola L, Jäncke L. Structural neuroplasticity in the sensorimotor network of professional female ballet dancers. *Human Brain Mapping*. 2010;31(8):1196-206.

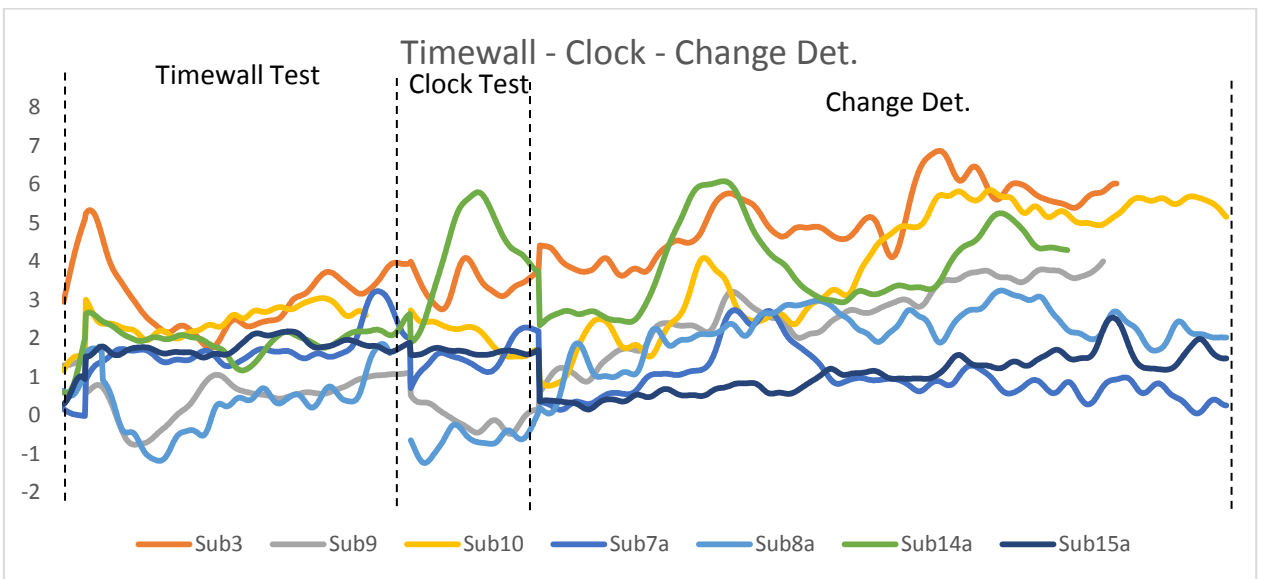
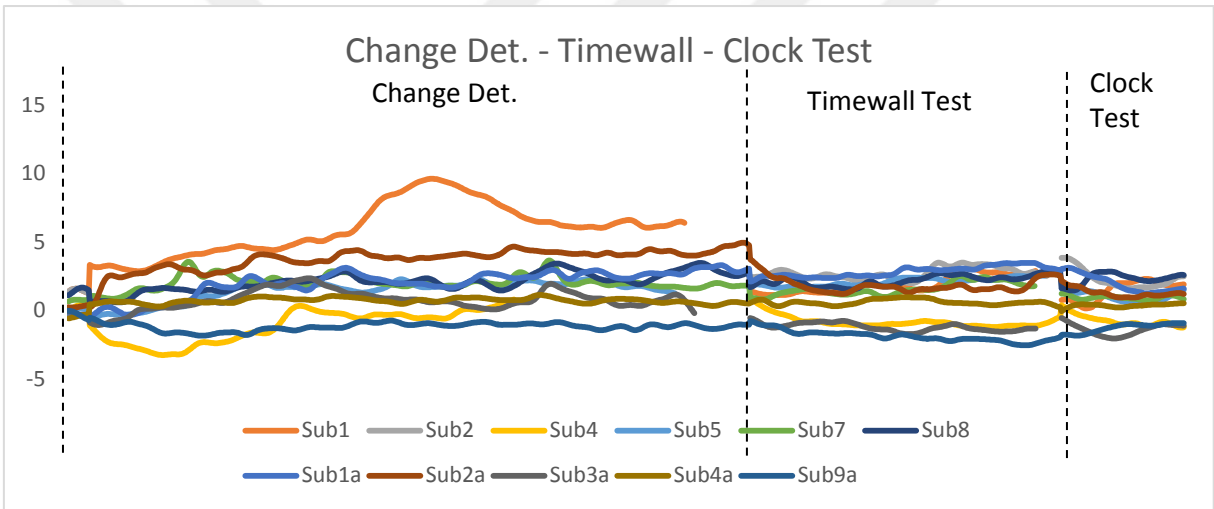
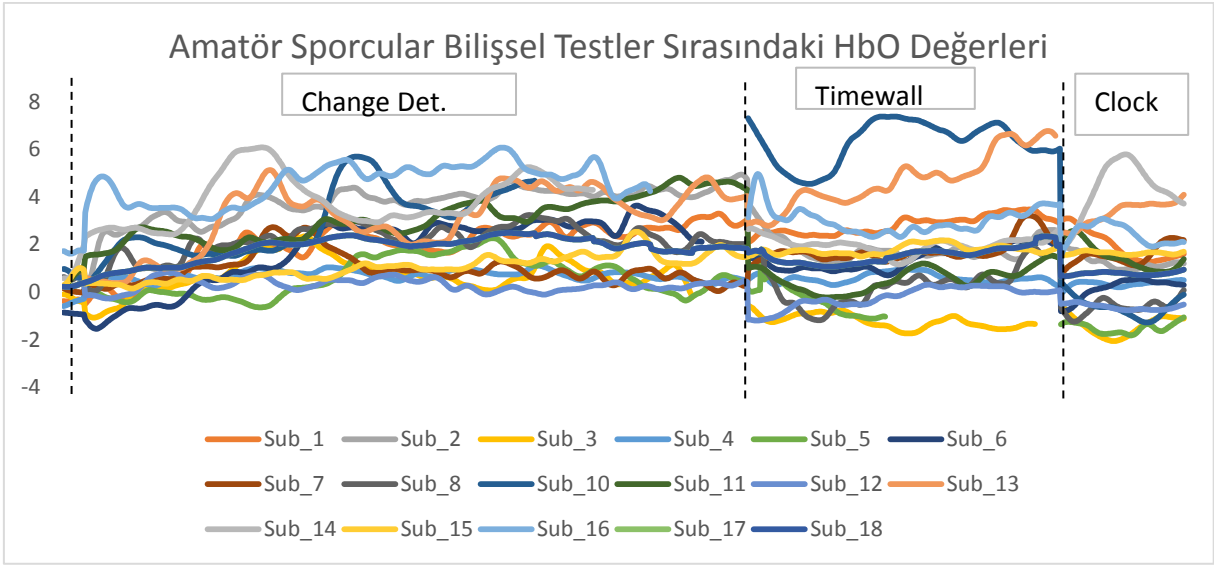
100. Di X, Zhu S, Jin H, Wang P, Ye Z, Zhou K ve ark. Altered resting brain function and structure in professional badminton players. *Brain Connectivity*. 2012;2(4):225-33.
101. Duru AD, Balcioglu TH. Functional and Structural Plasticity of Brain in Elite Karate Athletes. *J. Healthc. Eng.* 2018;2018.
102. Kim W, Chang Y, Kim J, Seo J, Ryu K, Lee E ve ark. An fMRI study of differences in brain activity among elite, expert, and novice archers at the moment of optimal aiming. *Cogn. Behav. Neurol.* 2014;27(4):173-82.

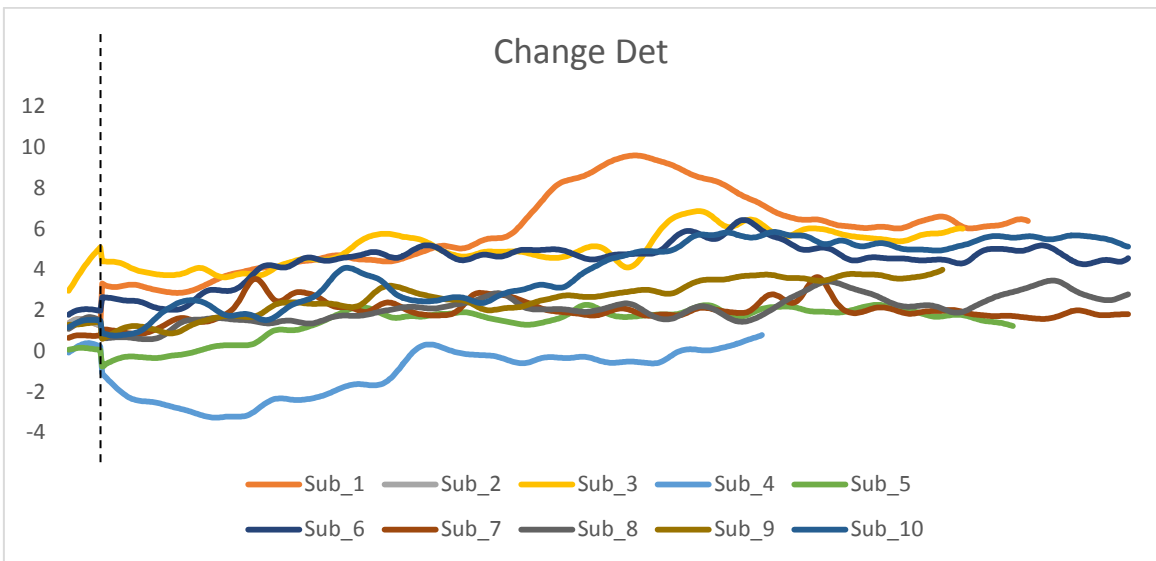
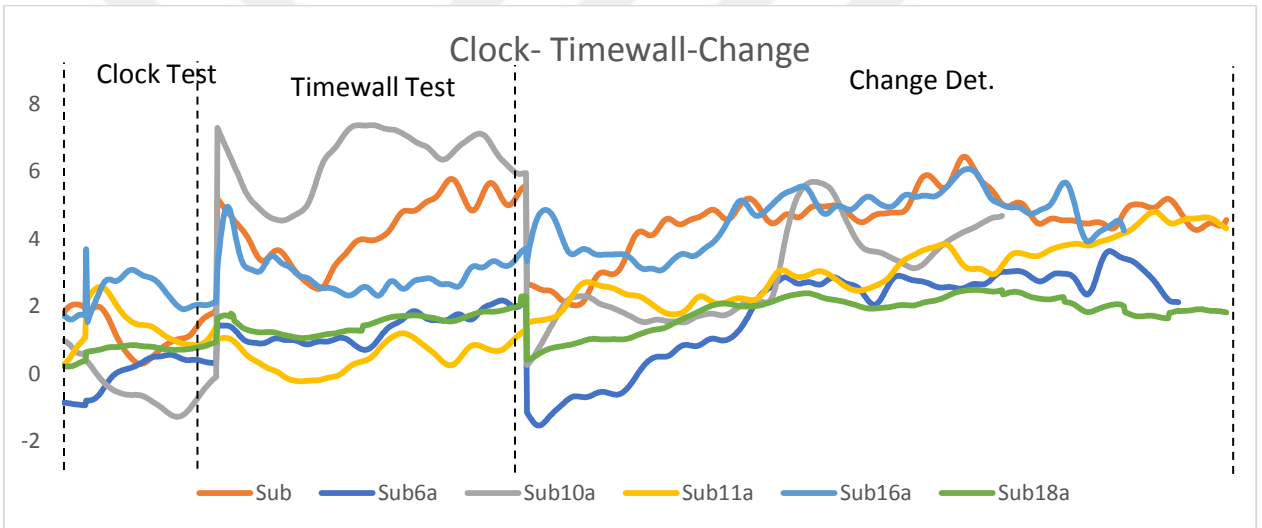
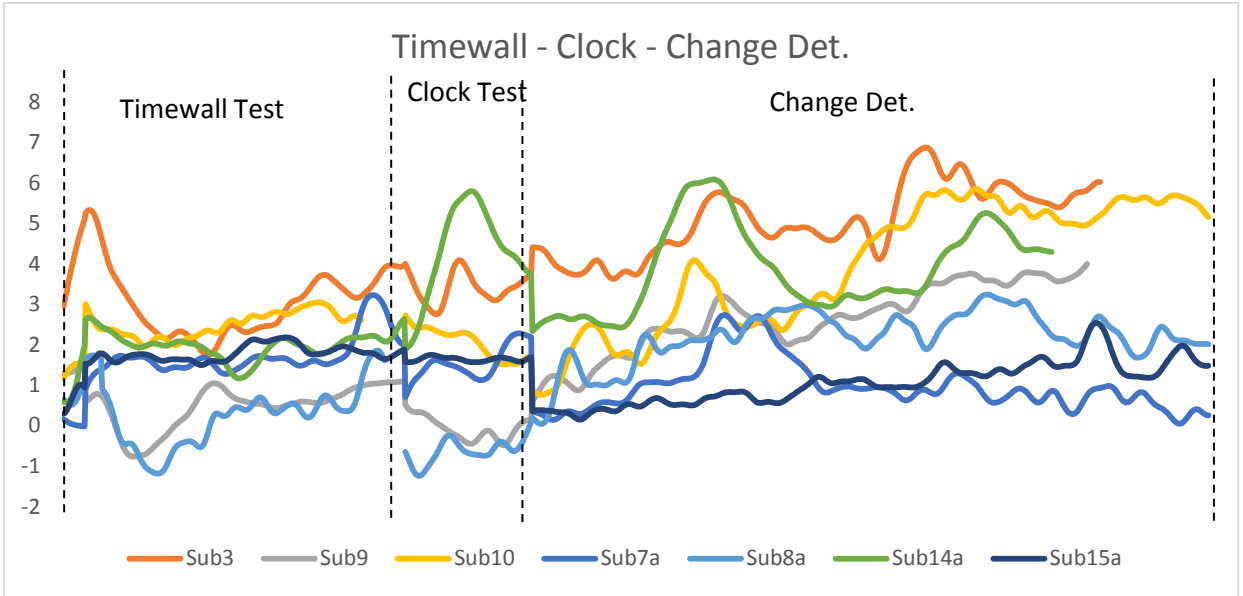


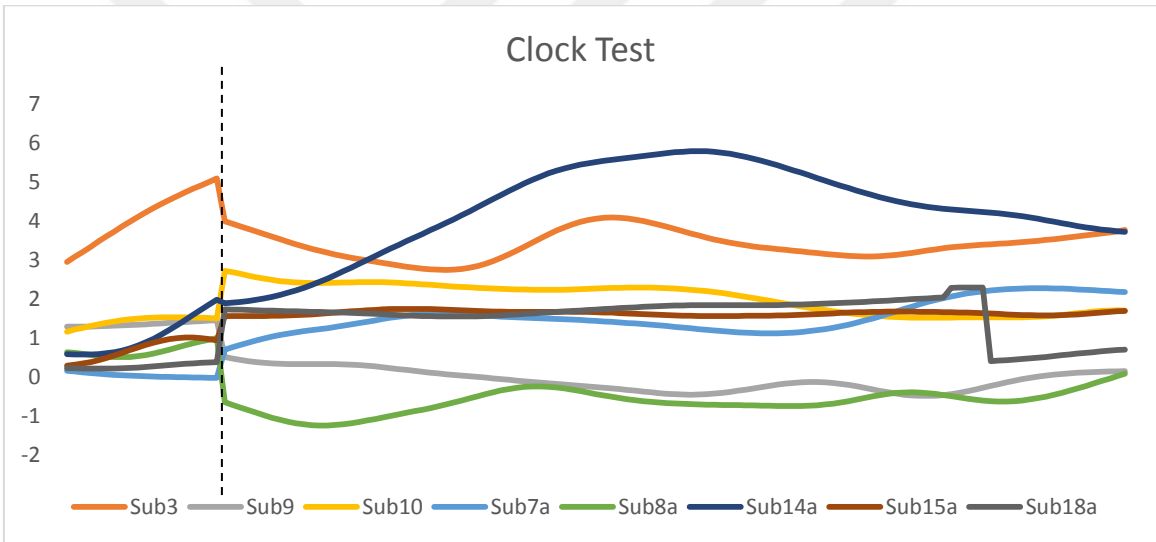
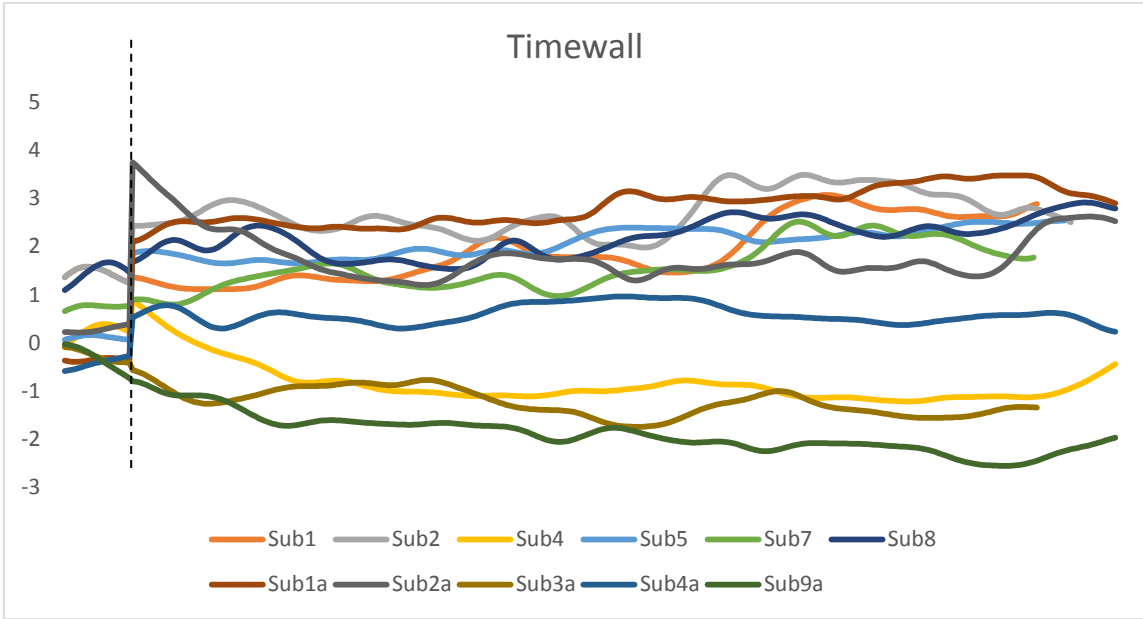
8. EKLER

EK 1. GRAFİKLER









EK 2: VERİ DEĞERLENDİRME FORMU

| | | | | | |
|--|--------|---------------|------|--------|-------|
| Katılımcı No: | | Tarih: | | | |
| Doğum Tarihi: | | | | | |
| Sporcunun Lisanslı Olarak Basketbol Oynadığı Zaman (Yıl): | | | | | |
| Sporcunun Profesyonel Olarak Basketbol Oynadığı Zaman (Yıl): | | | | | |
| Profesyonel Sporcu | | Amatör Sporcu | | | |
| Gard | Forvet | Pivot | Gard | Forvet | Pivot |
| ➤ *Gönüllüye Çalışma Koşulları Anlatıldı; | | | | | |
| ➤ *Gönüllü Olur Formu İmzalatıldı; | | | | | |
| ➤ *Gerekli Kişisel Bilgiler Alındı; | | | | | |
| ➤ *Vücut Kompozisyonu Ölçümleri Yapıldı; | | | | | |
| ➤ *Alıştırma için Bilişsel Testler Yapıldı; | | | | | |

| | |
|----------------------|--|
| Vücut Ağırlığı (kg): | |
| Boy (cm): | |
| Max. K.H.: | |

| | |
|-------------------------|--|
| Uygunck. Yük - 80gr/kg: | |
| Sele Boyu: | |
| Dinlenim K.H.: | |

| |
|-----------------------|
| Pre 1. Bilişsel Test: |
| Pre 2. Bilişsel Test: |
| Pre 3. Bilişsel Test: |

| Süre | HR | B.S. | C.B.S. | PeakPower | MeanPower | Min. Power |
|--------|----|------|--------|-----------|-----------|------------|
| 01:00 | | | | 1.Want | | |
| 02:00 | | | | 2.Want | | |
| 1.WAnT | | | | 3.Want | | |
| 03:30 | | | | 4.Want | | |
| 04:30 | | | | Notlar | | |
| 05:30 | | | | | | |
| 06:30 | | | | Notlar | | |
| 2.WAnT | | | | | | |
| 08:00 | | | | Notlar | | |
| 09:00 | | | | | | |
| 10:00 | | | | Notlar | | |
| 11:00 | | | | | | |
| 3.WAnT | | | | Notlar | | |
| 12:30 | | | | | | |
| 13:30 | | | | Notlar | | |
| 14:30 | | | | | | |
| 15:30 | | | | Notlar | | |
| 4.WAnT | | | | | | |
| 17:00 | | | | Notlar | | |
| 18:00 | | | | | | |
| 19:00 | | | | Notlar | | |
| 20:00 | | | | | | |

| |
|------------------------|
| Post 1. Bilişsel Test: |
| Post 2. Bilişsel Test: |
| Post 3. Bilişsel Test: |

EK 3. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME VE ÇALIŞMAYA KATILMAK İÇİN OLUR FORMU

Katılımcılara laboratuvara geldiklerinde gerekli form ve anketler doldurtulacak daha sonra bilgisayar üzerinden önceden belirlenen bilişsel testler, kişilere anlatılarak testi öğrenmeleri için birkaç kez tekrarlatılacaktır. Bu testler farklı uyaranlar içinden belirli bir şeye odaklanmak ve seçici dikkati ölçmek için "Change Detection Testi". Vijilans, sürekli dikkat ve tepki süresini belirlemek için "Mackworth Clock Test". Uzaysal-zamansal algıyı, zamanlama sürelerini belirlemek için "Timewall Testi" olarak belirlenmiştir. Bu testlerin sonucunda ise tepki süreleri ve doğruluk oranları analiz edilerek değerlendirilecektir.

Daha sonra katılımcıya elektromanyetik dirençli bir bisiklet ergometresi üzerinde yüksek şiddetli ve tekrarlayan bir egzersiz protokolü anlatılacak ve uygulanacaktır. Bu egzersiz protokolünde; katılımcı ısındıktan sonra bisiklet ergometresi üzerine çıkacak ve 2 dk. 50 watt gücünde 50 rpm hızında bazal kayıt için teste başlayacaktır. 2 dk'nın sonunda katılımcının vücut ağırlığı başına 80 gram olacak şekilde ayarlanmış bir yüke karşı 30 sn. boyunca maksimum hızında pedal çevirmesi istenecektir. 30 sn. sonunda aktif toparlanma periyodu olan 4 dk. boyunca 50 watt gücünde ve 50 rpm pedal hızında teste devam edecektir. Bu protokol 4 kez daha tekrarlanarak toplamda 4 sprint ve 4 aktif toparlanma periyodundan oluşacak ve 20 dk. sürecektir. Bu egzersiz protokolünden sonra katılımcılar bilgisayar başına geçerek en başta uygulanan testler egzersiz sonrası değerlendirmesi için tekrar uygulanacaktır. Tüm bu testler esnasında katılımcının alın bölgesine elastik bir bant yardımı ile fNIRS cihazının pedi (elektrot) yerleştirilecektir. Bu ped üzerinde sadece ışık sensörleri vardır ve girişimsel bir yöntem değildir. Katılımcıya herhangi bir zarar vermemektedir ve bir ağrı oluşturmamaktadır.

Çalışmalar, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim dalı, Beyin ve Egzersiz Araştırmaları Laboratuvarı'nda ve Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yapılacaktır. Her çalışmada gönüllülerin sağlık durumlarını takip etmek üzere bir doktor hazır bulunacaktır. Bu çalışma sırasında uygulanacak testlerin ve araştırma ile ilgili gerçekleştirilecek diğer işlemlerin masrafları size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir. Gönüllü bu çalışmaya katılmayı reddetme ya da araştırma başladıktan sonra devam etmeme hakkına sahiptir. Araştırmacı da gönüllünün kendi rızasına bakmadan, olguyu araştırma dışı bırakabilir.

Bu çalışmada yer aldığınız süre içerisinde kayıtlarınızın yanı sıra ilişkili sağlık kayıtlarınız kesinlikle gizli kalacaktır. Bununla birlikte kayıtlarınız kurumun yerel etik kurul komitesine ve Sağlık Bakanlığına açık olacaktır. Hassas olabileceğiniz kişisel bilgileriniz yalnızca araştırma amacıyla toplanacak ve işlenecektir. Çalışma verileri herhangi bir yayın ve raporda kullanılırken bu yayında isminiz kullanılmayacak ve veriler izlenerek size ulaşılamayacaktır.

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

| | Adı Soyadı | Telefon | Tarih | İmza |
|----------------|------------|--------------|---------------|------|
| Gönüllünün | : | | | |
| Araştırmacının | : | Egemen Mancı | 0506 592 6647 | |

EK 4. ETİK KURUL ONAYI

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

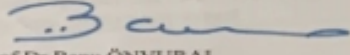
Konu: Karar hk.
Sayı: 1766

03.08.2017

Sayın Prof.Dr.Cem Şeref BEDİZ,

Kurulumuz tarafından 03.08.2017 tarih ve 3499-GOA protokol numaralı 2017/20-07 karar numarası ile görüşülen "Farklı Pozisyonlarda Oynayan Elit ve Elit Olmayan Basketbolcuların, Bilişsel Becerilerinin ve Frontal Bölge Hemodinami Değişimlerinin Değerlendirilmesi" konulu araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof.Dr.Banu ÖNVURAL
Başkan

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Yerleşkesi İnciraltı 35340 İZMİR-TÜRKİYE
Tel:0 232 4122254 - 0 232 4122258 Faks: 0232 4122243 Elektronik posta:etikkurul@deu.edu.tr

| DEĞERLENDİRİLEN BELGELER | Belge Adı | Tarihi | Versiyon Numarası | Dili | | |
|-------------------------------------|---------------------|--------|-------------------|--|---|------------------------------------|
| | ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ | Mevcut | | | Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> | İngilizce <input type="checkbox"/> |
| ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR | Mevcut | | | Türkçe <input type="checkbox"/> | İngilizce <input checked="" type="checkbox"/> | Diğer <input type="checkbox"/> |
| BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU | Mevcut | | | Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> | İngilizce <input type="checkbox"/> | Diğer <input type="checkbox"/> |
| OLGU RAPOR FORMU | Mevcut | | | Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> | İngilizce <input type="checkbox"/> | Diğer <input type="checkbox"/> |

Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu

| | | |
|-----------------------------|--|------------------|
| AR BİLGİLERİ | Karar No:2017/21-47 | Tarih:07.09.2017 |
| | Prof.Dr.Cem Şeref BEDİZ'in sorumlusu olduğu "Farklı Pozisyonlarda Oynayan Elit ve Elit Olmayan Basketbolcuların, Bilişsel Becerilerinin ve Frontal Bölge Hemodinami Değişimlerinin Değerlendirilmesi" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir. | |
| ETİK KURUL BİLGİLERİ | | |
| ÇALIŞMA ESASI | Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İy Klinik Uygulamaları Kılavuzu | |
| ETİK KURUL ÜYELERİ | | |

| Unvanı/Adı/Soyadı | Uzmanlık Alanı | Kurumu | Cinsi yet | Araştırma ile ilişkili mi? | | İmza |
|---|--|--|-----------|----------------------------|---------------------------------------|------|
| Prof.Dr.Banu ÖNVURAL (Başkan) | Tıbbi Biyokimya | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı | Kadın | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Ş.Reyhan UÇKU (Başkan Yardımcısı) | Halk Sağlığı | DEU Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.D. | Kadın | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU | Kalp Damar Cerrahisi | DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı | Erkek | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Sevinç ERASLAN | Endokrinoloji | DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı | Kadın | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÜTÜK | Tıbbi Mikrobiyoloji | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı | Kadın | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Milge KIRAY | Fizyoloji | DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı | Kadın | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Sevda ÖZKARDEŞLER | Anesteziyoloji | DEU Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D. | Kadın | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Sülen SARIOĞLU | Patoloji | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Patoloji A.D | Kadın | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Bilge KARA | Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon | DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu | Kadın | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Sefa KIZILDAĞ | Tıbbi Biyoloji ve Genetik | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji ve Genetik A.D | Erkek | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Prof.Dr.Ayhan ABACI | Pediyatrik Endokrinoloji ve Metabolizma Hastalıkları | DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı | Erkek | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Doç.Dr.M.Aylin ARICI | Tıbbi Farmakoloji | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı | Kadın | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Doç.Dr.Murat BEKTAŞ | Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği | DEU Hemşirelik Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği | Erkek | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN | Hukuk | DEU Tıp Tarihi ve Etik A.D | Erkek | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Mehmet Erhan ÖZKUL | Sağlık mensubu olmayan üye | D.E.U Tıp Fakültesi İdari Mali İşler | Erkek | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |

Hemodynamic changes in athletes' brains: is there any adaptation?

Egemen Mancı^{1,3}, Ozan C. Deniz², Cagdas Guducu², Erkan Gunay³ and Cem S. Bediz^{1,2,4}

¹ Department of Physiology, Faculty of Medicine, Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey

² Department of Biophysics, Faculty of Medicine, Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey

³ Faculty of Sport Science, Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey

⁴ Faculty of Medicine, University of Kyrenia, Kyrenia, Cyprus

Abstract. This study compared the hemodynamic changes in the prefrontal cortex during sprint interval training (SIT) and recovery periods in sedentary and athletes. SIT was performed on a cycling ergometer on 12 male athletes and 9 sedentary participants. A functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) device was used to record the hemodynamic changes of the prefrontal cortex throughout the protocol. The oxyhemoglobin (Oxy-Hb) levels in the prefrontal cortex were increased significantly, and the power outputs were decreased in repetitive Wingate anaerobic tests (WAnTs) in Sedentary and Athletes group ($p < 0.001$). In addition, the Sedentary group had higher Oxy-Hb values ($p < 0.001$). However, the recovery times decreased significantly after all WAnTs ($p < 0.05$). Despite the increased fatigue, athletes performed better with less Oxy-Hb than the sedentary participants. Also, the recovery of the Oxy-Hb values in the prefrontal region was faster in athletes. These results may highlight a possible brain adaptation in athletes.

Key words: Athlete's brain — Functional near-infrared spectroscopy — Brain hemodynamics — Fatigue and recovery — Sprint interval training

Abbreviations: fNIRS, functional near-infrared spectroscopy; MP, mean power; Oxy-Hb, oxyhemoglobin; PFC, prefrontal cortex; PP, peak power; SIT, sprint interval training; WAnT, Wingate anaerobic test.



Free Full Text from Publisher



Export

Add To Marked List

3 of 6

Hemodynamic changes in athletes' brains: is there any adaptation

By: Mançı, E [Mançı, Egemen] [1], [3]; Demir, ÖC [Demir, Ozan C.] [2]; Guduçcu, C [Guduçcu, Cagdas] [2]; Gunay, E [Gunay, Erkan] [3]; Bediz, CS [Bediz, Cem S.] [1], [2], [4]

View Web of Science ResearcherID and ORCID (provided by Clarivate)

GENERAL PHYSIOLOGY AND BIOPHYSICS

Volume: 40 Issue: 5 Page: 387-396

DOI: 10.4149/gpb_2021027

Published: 2021

Indexed: 2021-10-17

Document Type: Article

Abstract

This study compared the hemodynamic changes in the prefrontal cortex during sprint interval training (SIT) and recovery periods in sedentary and athletes. SIT was performed on a cycling ergometer on 12 male athletes and 9 sedentary participants. A functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) device was used to record the hemodynamic changes of the prefrontal cortex throughout the protocol. The oxyhemoglobin (Oxy-Hb) levels in the prefrontal cortex were increased significantly, and the power outputs were decreased in repetitive Wingate anaerobic tests (WATs) in Sedentary and Athletes group ($p < 0.001$). In addition, the Sedentary group had higher Oxy-Hb values ($p < 0.001$). However, the recovery times decreased significantly after all WATs ($p < 0.05$). Despite the increased fatigue, athletes performed better with less Oxy-Hb than the sedentary participants. Also, the recovery of the Oxy-Hb values in the prefrontal region was faster in athletes. These results may highlight a possible brain adaptation in athletes.

Keywords

Author Keywords: Athlete's brain; Functional near-infrared spectroscopy; Brain hemodynamics; Fatigue and recovery; Sprint interval training

Keywords Plus: NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY; FATIGUE; EXERCISE; METAANALYSIS; PERFORMANCE; ELITE

Author Information

Corresponding Address: Mançı, Egemen (corresponding author)

1 Dokuz Eylül Univ, Fac Med, Dept Physiol, TR-35320 Izmir, Turkey

Addresses:

1 Dokuz Eylül Univ, Fac Med, Dept Physiol, TR-35320 Izmir, Turkey

2 Dokuz Eylül Univ, Fac Med, Dept Biophys, Izmir, Turkey

3 Dokuz Eylül Univ, Fac Sport Sci, Izmir, Turkey

4 Univ Kyrenia, Fac Med, Kyrenia, Cyprus

E-mail Addresses: egemenmanci@gmail.com

Categories/Classification

Research Areas: Biochemistry & Molecular Biology; Biophysics; Physiology

+ See more data fields

Journal information

GENERAL PHYSIOLOGY AND BIOPHYSICS

ISSN: 0231-5882

eISSN: 1338-4325

Current Publisher: GENERAL PHYSIOL AND BIOPHYSICS, INST OF MOLEC PHYSIOL GENETICS SLOVAK ACAD OF SCI VLARSKA 5, 83334 BRATISLAVA, SLOVAKIA

Journal Impact Factor: Journal Citation Report™

Research Areas: Biochemistry & Molecular Biology; Biophysics; Physiology

Web of Science Categories: Biochemistry & Molecular Biology; Biophysics; Physiology

1.512

Journal Impact Factor™ (2020)

Citation Network

In Web of Science Core Collection

0

Citations

Create citation alert

47

Cited References

View Related Records

You may also like...

Bayraktar, D; Satici, S; Unsal, E; et al.

The effects of 8-week water running program on exercise capacity in children with juvenile idiopathic arthritis: a controlled trial

RHEUMATOLOGY INTERNATIONAL

Merzagora, AC; Foffani, G; Oliviero, A; et al.

Prefrontal hemodynamic changes produced by anodal direct current stimulation

NEUROIMAGE

Zafar, A; Khan, MJ; Hong, KS;

Classification of prefrontal and motor cortex initial dips for fNIRS-based BCI

2017 INTERNATIONAL AUTOMATIC CONTROL CONFERENCE (CACCS)

Nakamura, S; Yomota, S; Asada, T; et al.

A Novel Cognitive Function Scale Using Functional Near-Infrared Spectroscopy for Evaluating Cognitive Dysfunction

JOURNAL OF ALZHEIMERS DISEASE

Aražkoobi, A; Setarehdan, SK; Jahangirifard, A; et al.

Evaluation and Diagnosis of Brain Death: a Non-Invasive Pilot Study Using Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS)

2020 28TH IRANIAN CONFERENCE ON ELECTRICAL ENGINEERING (ICEE)

See all

Use in Web of Science

Web of Science Usage Count

7

Last 180 Days

Learn more

7

Since 2013

This record is from:

Web of Science Core Collection

Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)



ELSEVIER

Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com


ORIGINAL ARTICLE

Brain hemodynamic changes during sprint interval cycling exercise and recovery periods

Modifications hémodynamiques au niveau du cerveau pendant des intervalles de sprint et de récupération sur ergocycle

E. Mancı^a, E. Günay^b, C. Güdücü^c, M. Özgören^d, C.S. Bediz^{e,*}

^a Department of Coaching Education, Faculty of Sport Science, Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey

^b Department of Coaching Education, Faculty of Sport Science, Celal Bayar University, Manisa, Turkey

^c Department of Biophysics, Faculty of Medicine, Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey

^d Department of Biophysics, Faculty of Medicine, Near East University, Nicosia, Cyprus

^e Department of Physiology, Faculty of Medicine, University of Kyrenia, Kyrenia, Cyprus

Received 26 January 2022; accepted 12 May 2022

KEYWORDS

Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS); Wingate test; Brain hemodynamic; Exercise; Sprint interval training (SIT)

Summary

Objectives. – The prefrontal cortex (PFC) is one of the most investigated brain regions on exercise due to its relationship with maintaining exercise. This study aims to demonstrate the effects of a high-intensity exercise on cerebral hemodynamic parameters in the PFC and how physical load reflects on PFC.

Methods. – Twelve male (mean \pm SD: age = 20 ± 1.56 years) performed the Wingate Anaerobic Test (WAnT; 30-s all-out) for three repetitions as a Sprint Interval Training (SIT) exercise model via a cycling ergometer with 4 min of active recovery (50 W, 50 rpm) between the repetitions. A functional Near-infrared Spectroscopy (fNIRS) device was used to record hemodynamic changes of the prefrontal cortex throughout the entire protocol.

Results. – The oxy-hemoglobin (oxy-Hb) and total-hemoglobin (total-Hb) levels in the PFC were increased significantly ($P < 0.001$), while the power outputs were decreased in repetitive WAnT's ($P < 0.05$). The oxy-Hb values were higher than the pre-exercise values even in the recovery periods between WAnT's ($P < 0.001$).

* Corresponding author.

E-mail address: cem.bediz@gmail.com (C.S. Bediz).

<https://doi.org/10.1016/j.scispo.2022.05.001>

0765-1597/© 2022 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.


Please cite this article as: E. Mancı, E. Günay, C. Güdücü et al., Brain hemodynamic changes during sprint interval cycling exercise and recovery periods, Sci sports, <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2022.05.001>

ISSN / eISSN 0765-1597


Publisher ELSEVIER FRANCE-EDITIONS SCIENTIFIQUES MEDICALES ELSEVIER, 65 RUE CAMILLE DESMOULINS, CS50083, ISSY-LES-MOULINEAUX, FRANCE, 92442


General Information

| | | | |
|--------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|
| Journal Website | Visit Site | Publisher Website | Visit Site |
| 1st Year Published | 1986 | Frequency | Bi-monthly |
| Issues Per Year | 6 | Country / Region | FRANCE |
| Primary Language | French | | |

 Products

Countries/Regions

 My favorites

 Egemen Mancı ▼

 Favorite  Export

Journal information

EDITION

Science Citation Index Expanded (SCIE)

CATEGORY

SPORT SCIENCES - SCIE

LANGUAGES

French

REGION

FRANCE

1ST ELECTRONIC JCR YEAR

1998

Publisher information

PUBLISHER

ELSEVIER FRANCE-EDITIONS SCIENTIFIQUES MEDICALES ELSEVIER

ADDRESS

65 RUE CAMILLE DESMOULINS, CS50083, 92442 ISSY-LES-MOULINEAUX, FRANCE

PUBLICATION FREQUENCY

6 issues/year

Date: May 12, 2022
To: "Egemen Mancı" egemenmanci@gmail.com
From: "Science & Sports" pierre.pesquies@bbox.fr
Subject: SCISPO - Your Submission

Ms. Ref. No.: SCISPO-D-22-00044R3
Title: Brain hemodynamic changes during sprint interval cycling exercise and recovery periods
Science et Sports

Dear Dr. Egemen Mancı,

I am pleased to confirm that your paper "Brain hemodynamic changes during sprint interval cycling exercise and recovery periods" **has been accepted for publication in Science et Sports.**

Thank you for submitting your work to this journal.

The impact factor of *Science & Sports* is 0.789 (Source : 2020 Journal Citation Reports, Clarivate Analytics, 2021). If you are available to continue to work with the journal as reviewer, we invite you to go to the website <https://www.editorialmanager.com/scispo/default.aspx>, click on « change details » and « available as a reviewer », and precise your specialty. The editorial board thanks you in advance.



EK 5.2. TEZ KONUSU İLE İLİŞKİLİ MAKALE ÖZETİ-3

Turkish Journal of Sport and Exercise /
Türk Spor ve Egzersiz Dergisi
<http://dergipark.gov.tr/tsed>
Year: 2021 - Volume: 23 - Issue: 3 - Pages: 320-327
DOI: 10.15314/tsed.932012



Turkish Journal of
Sport and Exercise
Türk Spor ve Egzersiz Dergisi
ISSN: 2147-5652

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tsed>

Comparison of the Cognitive Skills of Adolescent Basketball Players and Sedentary Adolescents

Egemen MANCI^{1A}, Fırat ÖZDALYAN^{2B}, Sercin KOSOVA^{2C},
Hikmet GÜMÜŞ^{1D}, Celal GENÇOĞLU^{2E}

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, İzmir/Türkiye

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi Ve Spor Öğretmenliği Bölümü, İzmir/Türkiye

Address Correspondence to E. Mancı: e-mail: egemenmanci@gmail.com

(Received): 16/03/2021/ (Accepted): 31.08.2021

A:Orcid ID: 0000-0001-8965-4884 B:Orcid ID: 0000-0003-3577-0235 C: Orcid ID: 0000-0003-1005-3387

D:Orcid ID: 0000-0001-7671-4868 E: Orcid ID: 0000-0001-5568-1331

Abstract

Starting basketball/sports at young ages, participating in practices and games for years improves children in various subjects. Chronic exercise provides a physical and physiological improvement, while also supporting cognitive development significantly. The aim of this study is to apply some cognitive tests that we think reflects some cognitive skills to both athlete and sedentary adolescents compare and evaluate these test results. Twenty-two licensed male adolescent basketball players (\bar{x} :15.59 \pm 0.66 age) and 13 sedentary adolescents (\bar{x} : 15.08 \pm 0.76 age, 5 female) who did not exercise in their daily routine participated in the study. All participants were aged between 12 and 18. Three different cognitive skill tests (Mackworth Clock Test, Timewall Test and Change Detection Test) were applied among the participants via the "Psychology Experiment Building Language Test Battery" on a laptop computer, and the results were recorded. When the findings were analyzed, the results of the Change Detection Test comparisons showed that the athletes' times of completing the whole test and their times of response to each question were shorter than those of the sedentary adolescents (both $p < 0.01$). When the timing scores were analyzed according to the comparisons of the Timewall Test, it was seen that the athletes were significantly more successful ($p < 0.01$). According to the results of the Mackworth Clock Test comparisons, the athletes' correct reaction rates and reaction times were significantly better (both $p < 0.001$). In this study, some cognitive performances of the basketball player and sedentary adolescents were tested and compared to each other. Athletes are continuously exposed to a cognitive process during a practice or a game, and furthermore, they need to make a decision quickly under stress and pressure. As a result of this situation, it might be thought that adolescent athletes may have better cognitive performance than their sedentary peers since they always use these cognitive skills during practices and games for years.

Keywords: Basketball, Cognitive Performance, Reaction Time, Cognitive Tests

EK 5.3. TEZ KONUSU İLE İLİŞKİLİ BİLDİRİ



15th Conference of Baltic Society of Sport Sciences
CHALLENGES AND SOLUTIONS IN SPORT SCIENCE

SPORT PHYSIOLOGY, BIOCHEMISTRY, MEDICINE Part 1

Moderators: Prof. Dr. Inese PONTAGA, Assoc. Prof. Eglė KEMERYTĖ-IVANAUSKIENĖ,
Prof. Dr. Arvydas STASIULIS

12.15

Ernestas Barkus, Ligita Šilinė
RELATIONSHIP BETWEEN BASKETBALLERS FUNCTIONAL AND PHYSICAL CONDITION WITH PAIN
AND INJURIES BETWEEN GENDERS

12.25

Ansis Bremanis
INFLUENCE OF LOCAL VIBRATION ON THE RECOVERY PROCESS FOR CYCLISTS DURING
THE PREPARATION PERIOD

12.35

Guoda Gorovojūtė, Vida Janina Česnaitienė
RELATIONSHIP BETWEEN BODY COMPOSITION, CARDIOVASCULAR INDICATORS AND BALANCE
MANAGEMENT IN THE ELDERLY

12.45

Álex Cebrián-Ponce, Manuel Vicente Garnacho-Castaño, Jorge Castizo-Olier, Marta Carrasco-Marginet,
Javier Espasa-Labrador, Zeasseska Noriega, Alfredo Irurtia
MUSCLE-LOCALIZED BIOELECTRICAL CHANGES OVER A GIRO D'ITALIA PRO RACE

12.55

Gintarė Daukšaitė, Marius Brazaitis, Nerijus Eimantas, Neringa Baranauskienė
LOCAL COOLING EFFECT ON CENTRAL FATIGUE FOR PERSONS WITH MULTIPLE SCLEROSIS

13.05

Eglė Kemerytė-Ivanauskienė, Jūratė Česnavičienė
EFFECT OF EXERCISE AND KINESIOLOGICAL TYPING ON 12–16 YEAR OLD ADOLESCENTS' POSTURE

13.15

Egemen Mancı, Çağdaş Güdücü, Erkan Günay, Cem Ş. Bediz
THE EFFECT OF ACUTE SUPRAMAXIMAL EXERCISE ON COGNITIVE TEST SCORES OF BASKETBALL
PLAYERS PLAYING IN DIFFERENT POSITIONS



CERTIFICATE



EGEMEN MANCI

for participation
15th Conference of Baltic Society Sport Science
"Challenges and Solutions in Sport Science"

Prof. dr. Diana Rėklaitienė, Rector

28–29 April, 2022
Kaunas, Lithuania



ÖZGEÇMİŞ

EGEMEN MANCI

Kişisel Bilgiler

İletişim Bilgileri

| | |
|------------------|--|
| İletişim Adresi | Dokuz Eylül Üniversitesi Seferihisar Kampüsü, Necat Hepkon Spor Bilimleri |
| Telefon | |
| E-posta | |
| İnternet Sayfası | egemenmanci.com https://avesis.deu.edu.tr/egemen.manci |

Öğrenim Bilgileri

02 Eylül 2016 - Şu Anda (6 yıl 3 ay)
Doktora, Doktora, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ (DR)
Diploma Numarası: -
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.54 / 4.0

17 Eylül 2012 - 29 Nisan 2016 (3 yıl 8 ay)
Yüksek Lisans, Tezli Program, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ (YL) (TEZLİ)
Diploma Numarası: 201601169
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.06 / 4.0

13 Eylül 2006 - 26 Haziran 2012 (5 yıl 10 ay)
Lisans, Anadal/Normal Öğretim, EGE ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ BÖLÜMÜ, ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ PR.
Diploma Numarası: 2011/14/0052
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.11 / 4.0

Deneyim / İşyeri Bilgileri

Yabancı Dil Bilgileri

İNGİLİZCE (Okuma: İyi, Yazma: Orta, Konuşma: İyi)

Bilimsel Teknolojik Faaliyet Alanları

Bilimsel Teknolojik Faaliyet Alanı Bilgileri

Sosyal ve Beşeri Bilimler -- Eğitim -- Spor Bilimleri ve Teknolojisi

Sağlık Bilimleri -- Tıp -- Temel Tıp Bilimleri -- Fizyoloji -- Spor Fizyolojisi

Anahtar Kelimeler

Bilişsel Egzersiz

Beden Eğitimi ve Spor

Spor Bilimleri

Spor Fizyolojisi

Basketbol

Antrenör Eğitimi

Performans Ölçümü

Ar-Ge Yetkinlik

Kitaplar

E. MANCI, Espor ve Bilişsel Performans, ASAD-2021: Spor-Eğitim-Sağlık(173 - 182), ISBN: ASAD-2021:Spor-Eğitim-Sağlık: Efe Akademi Yayınevi, Kitapta Bölüm.

E. MANCI, A. Ö. PEKEL, M. SEVİNÇ TIRPAN, M. A. ÇAKIROĞLU, N. ÇAREDAR, U. BİNGÖL, F. ÖZDALYAN, C. ÇETİNKAYA, Y. N. ÇAKIR, A. K. KİLCİ, H. BATMAZ, A. KAYA & N. TÜRK, Espora Multidisipliner Yaklaşımlar, ISBN: 978-625-433-482-5: NOBEL BİLİMSEL ESERLER, Kitap.

Makaleler

E. MANCI, E. GÜNAY, Ç. GÜDÜCÜ, M. ÖZGÖREN & C. Ş. BEDİZ, Brain Hemodynamic Changes During Sprint Interval Cycling Exercise and Recovery Periods, Science & Sports, 2022, 0765-1597.

F. ÖZDALYAN, E. MANCI, C. GENÇOĞLU, H. GÜMÜŞ & S. KOSOVA, Comparison of the Shooting Angles and Shooting Accuracy in Wheelchair Basketball and Basketball Players, European Journal of Human Movement, 2022, 2386-4095.

C. GENÇOĞLU, H. GÜMÜŞ, E. MANCI, F. ÖZDALYAN & S. KOSOVA, Erkek ve Kadın Hentbolcularda Maç Sırasındaki Oyuncu Yüğü ve Yüksek Şiddetli Aktivitelerin Oyuncu Pozisyonlarına Göre Karşılaştırılması, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2022, 2536-4499, 17, 458-469.

S. TÜRKÜÇAR, D. BAYRAKTAR, E. MANCI, H. ADIGÜZEL DUNDAR, B. MAKAY, C. Ş. BEDİZ, S. SAVCI & Ş. E. ÜNSAL, Comparison of Anaerobic Exercise Capacity in Children With Familial Mediterranean Fever and Healthy Controls, JCR: Journal of Clinical Rheumatology, 2021, 1076-1608.

E. MANCI, F. ÖZDALYAN, S. KOSOVA, H. GÜMÜŞ & C. GENÇOĞLU, Comparison of the Cognitive Skills of Adolescent Basketball Players and Sedentary Adolescents, Turkish Journal of Sport and Exercise, 2021, 2147-5652, 3, 23.

S. KOSOVA, M. K. KOSOVA, C. GENÇOĞLU, H. GÜMÜŞ, F. ÖZDALYAN & E. MANCI, Determining The Relationship Between Speed and Branch Specific Test for Fencers in The U 10-12 Categories, Turkish Journal of Sport and Exercise, 2021, 2147-5652.

E. MANCI, O. DENİZ, Ç. GÜDÜCÜ, E. GÜNAY & C. Ş. BEDİZ, Hemodynamic changes in athletes' brains: is there any adaptation?, GENERAL PHYSIOLOGY AND BIOPHYSICS, 2021, 0231-5882, 40, 5, 387-396.

A. PAPURCU, S. SAVCI, B. ÖZCAN KAHRAMAN, A. TANRIVERDİ, G. ATAKUL, E. MANCI, S. ACAR, S. ASILSOY, Ö. KARAMAN & N. UZUNER, The comparison of physical fitness and anaerobic capacity in asthmatic and non-asthmatic children, ALLERGOLOGIA ET IMMUNOPATHOLOGIA, 2021, 0301-0546, 49, 3, 131-137.

A. PAPURCU, S. SAVCI, B. ÖZCAN KAHRAMAN, A. TANRIVERDİ, G. ATAKUL, E. MANCI, S. ACAR, S. ASILSOY, Ö. KARAMAN & N. UZUNER, The comparison of physical fitness and anaerobic capacity in asthmatic and non-asthmatic children , Journal of Asthma, 2021, 0277-0903,"1532-4303, 49, 3, 131-137.

İ. DALBUDAK, M. BALYAN, A. ZEKİOĞLU, U. D. BAŞOĞLU & E. MANCI, The relationship between body perception and nutrition of B2 - B3 impaired athletes, Progress in Nutrition, 2021, 11298723, 23, 1, 1-9.



S. KOSOVA, M. K. KOSOVA, E. MANCI, F. ÖZDALYAN, H. GÜMÜŞ & C. GENÇOĞLU, A Comparison of body composition, speed, flexibility, and balance in fencers, *The Online Journal of Recreation and Sports*, 2020, 2146-9598, 9, 4, 29-37.

H. GÜMÜŞ, S. KOSOVA, E. MANCI, M. K. KOSOVA, C. GENÇOĞLU & F. ÖZDALYAN, Eskrimcilerde Branşlar Arası Bilişsel Test Skorlarının ve Reaksiyon Zamanlarının Karşılaştırılması, *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi*, 2020, 1308-0938, 12, 3, 253-260.

C. GENÇOĞLU, H. GÜMÜŞ, F. ÖZDALYAN, S. KOSOVA & E. MANCI, Physical activity and fitness levels of Physical Education and Sports teacher Department students during the graduation, *Sportis Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 2020, 2386-8333, 6, 1, 166-180.

C. GENÇOĞLU, H. GÜMÜŞ, F. ÖZDALYAN, S. KOSOVA & E. MANCI, Futbolda Lig Sıralamasında Pagerank Algoritması Yaklaşımı, *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2019, 1304-284X, 17, 3, 175-185.

B. ÖZCAN KAHRAMAN, E. ERGİN, S. SAVCI, A. TANRIVERDİ, İ. ÖZSOY, G. ATAKUL, E. MANCI & N. UZUNER, Relationship between anaerobic capacity and muscle strength and respiratory muscle strength in individuals with cystic fibrosis, *Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation*, 2019, 1300-8757, 30, 2, 103-104.

D. BAYRAKTAR, S. SAVCI, Ö. A. GÜCENMEZ, E. MANCI, B. MAKAY, N. İLÇİN & Ş. E. ÜNSAL, The effects of 8-week water-running program on exercise capacity in children with juvenile idiopathic arthritis: a controlled trial, *Rheumatology International*, 2019, 0172-8172,"1437-160X, 39, 1, 59-65.

E. MANCI, H. GÜMÜŞ & B. M. KAYATEKİN, Validity and Reliability of the Wearable Bioelectrical Impedance Measuring Device, *Journal of Sports and Performance Researches*, 2019, 1309-5110, 10, 1, 44-55.

D. BAYRAKTAR, S. SAVCI, E. MANCI, O. A. GUCENMEZ, B. MAKAY, N. İLÇİN & Ş. E. ÜNSAL, THE RELATIONSHIP BETWEEN ANAEROBIC EXERCISE CAPACITY AND ISOMETRIC LOWER EXTREMITY MUSCLE STRENGTH IN CHILDREN WITH JUVENILE IDIOPATHIC ARTHRITIS, *ANNALS OF THE RHEUMATIC DISEASES*, 2017, 0003-4967.

Bildiriler

B. KURTARIR, B. SEVEN, E. MANCI, Ç. GÜDÜCÜ & E. GÜNAY, Zihinsel Yorgunluk Koşulunda Fiziksel Performans, Sözlü Sunum, 14. Ulusal Spor Bilimleri Kongresi, 11 Mayıs 2022, 13 Mayıs 2022.

E. MANCI, Ç. GÜDÜCÜ, E. GÜNAY & C. Ş. BEDİZ, The effect of acute supramaximal exercise on cognitive test scores of basketball players playing in different positions
, Sözlü Sunum, 15th Conference of Baltic Society of Sport Sciences CHALLENGES AND SOLUTIONS IN SPORT SCIENCE, 28 Nisan 2022, 30 Nisan 2022, 98 - 100.

E. MANCI, F. ÖZDALYAN & U. GENÇTÜRK, Spor Alanında Bilişsel Performansı Ölçen Yöntemlerin İncelenmesi, Sözlü Sunum, 19. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, 11 Kasım 2021, 14 Kasım 2021.

C. GENÇOĞLU, H. GÜMÜŞ, F. ÖZDALYAN, S. KOSOVA & E. MANCI, Erkek ve Kadın Hentbolcularda Maç Sırasındaki Oyuncu Yüğü ve Yüksek Şiddetli Aktivitelerin Karşılaştırılması, Sözlü Sunum, 3. International Congress of Athletic Performance and Health in Sports, 21 Ekim 2021, 24 Ekim 2021, 91 - 92.

E. MANCI, Ç. GÜDÜCÜ, E. GÜNAY & C. Ş. BEDİZ, Akut Supramaksimal Egzersizin Farklı Pozisyonlarda Oynayan Basketbolcuların Bilişsel Test Puanlarına Etkisi, Sözlü Sunum, 5. Uluslararası Akademik Spor Araştırmaları Kongresi, 07 Ekim 2021, 09 Ekim 2021.



E. MANCI & F. ÖZDALYAN, Yeni Tip Koronavirüse Bağlı Psikolojik Sıkıntının Spor Yapan ve Yapmayan Bireylerde Duygusal Yeme Davranışı Üzerine Etkisi, Sözlü Sunum, 5. Uluslararası Akademik Spor Araştırmaları Kongresi, 07 Ekim 2021, 09 Ekim 2021.

E. MANCI, Factors Affecting Cognitive Performance in Athletes: Preliminary Study, Sözlü Sunum, 4. Physical Education, Sport, Recreation and Dance Congress, 10 Eylül 2021, 12 Eylül 2021, 1, 1, 25 - 29.

E. MANCI, F. ÖZDALYAN, S. KOSOVA, H. GÜMÜŞ & C. GENÇOĞLU, Adölesan Basketbolcuların Bilişsel Becerilerinin Spor Yapmayan Yaşlıları ile Karşılaştırılması, Sözlü Sunum, 4. Uluslararası Herkes İçin Spor Kongresi, 22 Mayıs 2021, 23 Mayıs 2021.

E. MANCI, S. KOSOVA, F. ÖZDALYAN, C. GENÇOĞLU & H. GÜMÜŞ, Epe ve Flörecilerde Bilişsel Test Skorlarının Karşılaştırılması, Sözlü Sunum, Hareket ve Motor Kontrol Kongresi, 21 Mayıs 2021, 23 Mayıs 2021.

E. MANCI, Ç. GÜDÜCÜ, E. GÜNAY & C. Ş. BEDİZ, Examining of the Cognitive Performance of Amateur and Professional Basketball Players, Sözlü Sunum, Hareket ve Motor Kontrol Kongresi, 21 Mayıs 2021, 23 Mayıs 2021.

E. MANCI & İ. KİREMİTÇİ, Covid-19 Döneminde Yaşanan Psikolojik Sıkıntının Sporcu Olan ve Olmayan Bireylerde Beslenme Alışkanlığına Etkisi, Sözlü Sunum, 5. Uluslararası Sağlıklı Yaşam Kongresi, 27 Nisan 2021, 29 Nisan 2021.

E. MANCI & İ. KİREMİTÇİ, Covid-19 Pandemisi Döneminde Üniversite Öğrencilerinin Sporcu Olma Durumlarına Göre Sosyal Medya Bağımlılıklarının, Psikolojik Sıkıntılarının ve Yalnızlık Düzeylerinin İncelenmesi , Sözlü Sunum, 5. Uluslararası Sağlıklı Yaşam Kongresi, 27 Nisan 2021, 29 Nisan 2021.

S. KOSOVA, C. GENÇOĞLU, M. K. KOSOVA, F. ÖZDALYAN, H. GÜMÜŞ & E. MANCI, Body Composition and Performance Determination in Fencers: The Case of Çanakkale Fencing Fest, Sözlü Sunum, 17. Spor Bilimleri Kongresi, 13 Kasım 2019, 16 Kasım 2019.

H. GÜMÜŞ, S. KOSOVA, E. MANCI, M. K. KOSOVA, C. GENÇOĞLU & F. ÖZDALYAN, Comparison of Cognitive Test Scores and Reaction Time Between Branches in Fencers, Sözlü Sunum, 17. Spor Bilimleri Kongresi, 13 Kasım 2019, 16 Kasım 2019.

E. MANCI, H. GÜMÜŞ & B. M. KAYATEKİN, Giyilebilir Bioelektrik İmpedans Ölçüm Cihazının Geçerlilik ve Güvenirliğinin Araştırılması, Poster Sunumu, The International Balkan Conference in Sport Sciences, 21 Mayıs 2017, 23 Mayıs 2017, 627 - 627.

Ç. GÜDÜCÜ, E. MANCI, E. ESKİCİOĞLU, E. GÜNAY & C. Ş. BEDİZ, Tekrarlı Yüksek Şiddetli Egzersiz Ve Toparlanmada Beyin Ön Bölgesinin Hemodinamik Değişimler, Sözlü Sunum, The International Balkan Conference in Spor Sciences, 21 Mayıs 2017, 23 Mayıs 2017, 273 - 274.

E. MANCI, E. ESKİCİOĞLU, Ç. GÜDÜCÜ, E. GÜNAY & C. Ş. BEDİZ, Tekrarlı Wingate Testinde Beyin Ön Bölgesinde Oluşan Hemodinamik Değişimler: Ön Bulgular, Poster Sunumu, 6. Egzersiz Fizyolojisi Sempozyumu, 18 Mayıs 2017, 19 Mayıs 2017, 70 - 71.

Projeler

KURUMSAL (BAP V.B.), ARAŞTIRMACI, Farklı Pozisyonlarda Oynayan Elit ve Elit Olmayan Basketbolcuların, Bilişsel Becerilerinin ve Frontal Bölge Hemodinami Değişimlerinin Değerlendirilmesi, Yürütülen Kuruluş: DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ (Devam ediyor) .

KURUMSAL (BAP V.B.), ARAŞTIRMACI, Kistik Fibrozisli ve Sağlıklı Çocuklarda 6 Dakika Yürüme Testi Değişkenleri ve Anaerobik Kapasitelerin Karşılaştırılması, Yürütülen Kuruluş: DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, 01 Mart 2018, 01 Eylül 2019.

Ödüller

Diğer, Uluslararası, En İyi Sözel Sunum, 17. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi Sporda Psikososyal Alanlar Alanında Sözel Sunum 1.ligi, Ödül Alınan Kurum: Spor Bilimleri Derneği (Sistemde kayıtlı olmayan kuruluş), TÜRKİYE, 11 Kasım 2019.

Diğer, Ulusal, Üniversiteler Arası Basketbol Turnuvası, Türkiye Üniversite Sporları Federasyonu Erkek Basketbol Takımı 2.Lig İkinciliği, Ödül Alınan Kurum: Türkiye Üniversite Sporları Federasyonu (Sistemde kayıtlı olmayan kuruluş), TÜRKİYE, 01 Şubat 2019.

Diğer, Ulusal, Üniversiteler Arası Basketbol Turnuvası , Türkiye Koç Spor Fest Üniversiteler Arası Kadınlar Süperligi 4.lüğü, Ödül Alınan Kurum: Türkiye Üniversite Sporları Federasyonu (Sistemde kayıtlı olmayan kuruluş), TÜRKİYE, 03 Aralık 2018.

Diğer, Ulusal, Üniversiteler Arası Basketbol Turnuvası, Türkiye Üniversite Sporları Federasyonu Kadın Basketbol Takımı 1. Lig İkinciliği, Ödül Alınan Kurum: Türkiye Üniversite Sporları Federasyonu (Sistemde kayıtlı olmayan kuruluş), TÜRKİYE, 01 Şubat 2017.