



**FUTBOLDA YORGUNLUĞUN BİLİŞSEL VE
YÜRÜTÜCÜ İŞLEVLERE ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Boran GÜLER

Eskişehir, 2025

FUTBOLDA YORGUNLUĞUN BİLİŞSEL VE YÜRÜTÜCÜ İŞLEVLERE ETKİŐİ

Boran GÜLER

Yüksek Lisans Tezi

Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Onur CERRAH

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Nisan 2025

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Boran GÜLER'in FUTBOLDA YORGUNLUĞUN BİLİŞSEL VE YÜRÜTÜCÜ İŞLEVLERE ETKİSİ başlıklı çalışması 08/04/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Hareket ve Antrenman Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvan Adı Soyadı

İmza

Üye

: Doç. Dr. Ali Onur CERRAH

Üye

: Prof. Dr. A. Ruhi SOYLU

Üye

: Prof. Dr. Deniz ŞİMŞEK

Prof. Dr. Harun BÖCÜK

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DANIşMAN ONAYI

Danişmanlığını yürüttüğüm Yüksek Lisans ğrencisi Boran GÜLER, FUTBOLDA YORGUNLUğUN BİLİşSEL VE YÜRÜTÜCÜ İşLEVLERE ETKİşİ başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımca incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Danişmanı

Doç. Dr. Ali Onur CERRAH

ÖZET

FUTBOLDA YORGUNLUĞUN BİLİŞSEL VE YÜRÜTÜCÜ İŞLEVLERE ETKİSİ

Boran GÜLER

Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Nisan 2025

Danışman: Doç. Dr. Ali Onur CERRAH

Bu araştırmanın amacı, Sensiball VR antrenman metodundaki Çoklu Nesne Tarama, Omuz Tarama, Bilişsel Engelleme ve Bellekli Çoklu Nesne Tarama senaryolarının, yorgunluk protokolü sonrası ve dinlenik durumdaki performans farklarını incelemektir. Araştırmaya Eskişehir’de amatör olarak futbol oynayan 20 sporcu katılmıştır (boy: $178,5 \pm 5,38$ cm; kilo: $71,3 \pm 7,07$ kg; yaş: $20,6 \pm 2,62$ yıl). Katılımcılar, ilk olarak dinlenik durumda dört farklı VR senaryosunu tamamlamış, ardından Jumping Jack, Squat Jump ve High Knee Raise egzersizlerinden oluşan yorgunluk protokolü uygulanarak aynı senaryolar tekrar edilmiştir. Her senaryo arasında 1 dakikalık yorgunluk uygulaması yapılmış, kalp atım hızı polar göğüs bandı ile takip edilmiştir. Adaptasyon süreciyle birlikte her katılımcı sanal gerçeklik metodunu üç kez deneyimlemiştir. Bulgulara göre yorgunluk sonrası başarılı vuruş sayısı azalmış, başarısız vuruş sayısı ve kalp atım hızı anlamlı şekilde artmıştır ($p < 0.001$). Reaksiyon süresinde ise anlamlı fark gözlenmemiştir. Tüm senaryolarda yorgunluk, performansı belirgin şekilde düşürmüştür ($p < 0.001$). Sonuç olarak, sanal gerçeklik teknolojisinin futbol eğitiminde saha dışı bilişsel ve teknik antrenmanları desteklemede etkili bir yöntem olduğu görülmüştür. Bu çalışma, VR tabanlı antrenmanların gelecekte daha yaygın ve kapsamlı kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Sanal Gerçeklik, Yorgunluk Etkisi, Kalp Atım Hızı, Futbol

ABSTRACT

THE FATİGUE ON COGNITIVE EXECUTIVE FUNCTIONS IN FOOTBALL

Boran GÜLER

Department of Movement and Training Sciences

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, April 2025

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Onur CERRAH

The aim of this study is to examine the comparison of cognitive and physical fatigue, which emerge through fatigue protocols, with the baseline performance of scenarios in the Sensiball VR training method, including Multi-Object Tracking, Shoulder Scan, Cognitive Inhibition, and Memory-based Multi-Object Tracking. The study involved 20 amateur licensed football players from Eskişehir, with descriptive statistics of height 178.5 ± 5.38 cm, weight 71.3 ± 7.07 kg, and age 20.6 ± 2.62 years. Participants first completed the 4 scenarios determined in the Sensiball VR training method in a rested condition. Then, a fatigue protocol consisting of 3 exercises (Jumping Jack, Squat Jump, High Knee Raise) was applied, and the same 4 scenarios were repeated. The fatigue protocol was applied with 1-minute rest between each scenario, and heart rate was monitored using a Polar chest strap. Additionally, all participants performed an adaptation session before the start of the study. With the adaptation session included, participants applied the Sensiball VR training method a total of 3 times. According to the study findings, a decrease in successful hits, an increase in unsuccessful hits, a significant increase in heart rate, and no significant change in reaction time were observed in the post-fatigue condition for each scenario ($p < 0.001$). When performance was examined, the fatigue protocol significantly decreased performance in all scenarios ($p < 0.001$). As a result, with the advancement of technology in football, more effective and easily applicable training methods have emerged. The results suggest that incorporating off-field and cognitive VR training in football would be beneficial.

Keywords: Virtual Reality, Fatigue Effect, Heart Rate, Football

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım, yüksek lisans eğitimim ve futbol hayatımın birkaç yıllık dönemlerinde değerli bilgilerinden faydalandığım ilgi ve desteğini esirgemeyen, danışmanım Sayın **Doç. Dr. Ali Onur CERRAH** hocama, araştırma bulgularını yazıya dökmem ve akademik yazımla alakalı desteğini benden hiçbir zaman eksik etmeyen annem **Doç. Dr. Sibel ÖNCEL GÜLER**'e yaptıkları yardım ve desteklerden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmanın ölçümleri konusunda tüm sorularıma yanıt veren bana desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen **Sensiball VR** ekibine, çalışmanın istatistik kısmında büyük emeği olan **Doç. Dr. Fahri Safa ÇINARLI** hocama, çalışmanın denek grubunun oluşturulmasında emeği olan babam **Ali GÜLER**'e teşekkür ederim.

Çalışmamın tümünde bana mental destek veren, fikirleriyle ve bilgisiyle çalışmamı en hızlı ve doğru şekilde bitirmemi sağlayan, desteğini bir dakika bile olsun eksik hissettirmeyen kız arkadaşım **Nurgül DAĞDELEN**'e çok teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanmasında bana maddi, manevi destekte bulunan ve her zaman yanımda bulunan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Boran GÜLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Boran GÜLER

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI.....	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	II
DANIŞMAN ONAYI.....	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR	VI
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	3
1.2. Problemler	3
1.3. Hipotezler	3
1.4. Araştırmanın Varsayımları	4
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	4
1.6. Araştırmanın Önemi.....	4
2. LİTERATÜR TARAMASI	5
2.1. Futbolun Tanımı	5
2.2. Futbolun Tarihçesi	7
2.3. Futbol ve Teknoloji	9
2.4. Sanal Gerçeklik	10
2.4.1. Sanal gerçekliğin eğitimde kullanımı	11
2.4.2. Sanal gerçekliğin üretim sektöründe kullanımı	11
2.4.3. Sanal gerçekliğin sağlık alanında kullanımı	12

2.4.4. Sanal gerçekliğin sporda kullanımı	12
2.4.5. Sanal gerçekliğin futbolda kullanımı.....	13
2.4.6. Sanal gerçeklik teknolojisinin avantajları.....	14
2.4.7. Sanal gerçeklik teknolojisinin dezavantajları	14
2.5. Futbolda Karar Verme ve Bilişsel Gelişim.....	14
2.6. Yorgunluk Nedir?	15
2.6.1. Bilişsel yorgunluk.....	17
2.6.2. Fiziksel yorgunluk.....	18
2.6.3. Merkezi yorgunluk.....	18
2.6.4. Periferik yorgunluk.....	19
2.7. Futbolda Yorgunluk Etkisi	20
2.7.1. Aerobik ve anaerobik yorgunluk.....	21
2.7.2. Egzersiz sonrası toparlanma.....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
3.1. Araştırma Grubu	24
3.2. Veri Toplama Araçları.....	24
3.2.1. VR testi uygulaması	25
3.2.2. Sensiball VR sanal gerçeklik testi.....	25
3.2.3. YoYo aralıklı toparlanma testi	26
3.2.4. Fizyolojik parametrelerin ölçümü	28
3.3. Verilerin Toplanması	28
3.3.1. Araştırma planı	28
3.4. Ölçümler	29
3.4.1. SensiBall VR sanal gerçeklik testi	29
3.4.2. Omuz tarama (shoulder scan) testi.....	29
3.4.3. Bilişsel engelleme (cognitive inhibition) testi.....	30
3.4.4. Çoklu nesne takibi (multi object tracking) testi.....	31
3.4.5. Bellekli çoklu nesne takibi (memot) testi.....	31
4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	33

5. BULGULAR	34
5.1. Çoklu Nesne Takibi Senaryosu	34
5.2. Bilişsel Engelleme Senaryosu	35
5.3. Omuz Tarama Senaryosu	35
5.4. Bellekli Çoklu Nesne Tarama Senaryosu	36
6. TARTIŞMA	39
6.1. Multi-Object-Tracking (Çoklu Nesne Takibi)	39
6.2. Cognitive-Inhibition (Bilişsel Engelleme)	40
6.3. Shoulder-Scan (Omuz Tarama).....	41
6.4. MeMOT (Bellekli Çoklu Nesne Takibi)	42
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
7.1. Sonuç	43
7.2. Öneriler	44
KAYNAKÇA	46
EKLER	
EK-1 GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU	
EK-2 ETİK KURUL ONAY RAPORU	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. (Devam) Periferik ve Merkezi Yorgunluğun Tanımları ve Karşılaştırılması.	20
Tablo 3.1. Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri.	24
Tablo 5.1. Katılımcıların demografik değişkenlerine ait tanımlayıcı bilgiler (n = 20). .	34
Tablo 5.2. (Devam) Sanal gerçeklik senaryolarında yorgunluk öncesi ve sonrası performans değişimlerinin istatistiksel analizi.	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Futbolda Saha İçi Ölçüleri	7
Şekil 2.2. Çin’de oynanılan “Tshu-Chiu” Ayakla Vurmak” Oyunu Hakkındaki Görseller. 8	
Şekil 2.3. Sheffield F.C Arması.	8
Şekil 3.1. Sabit Stadiometre	24
Şekil 3.2. Baskül	25
Şekil 3.3. Sensiball VR Testinde kullanılan senaryolar.	25
Şekil 3.4. ve Şekil 3.5. Uygulama esnasında kullanılan HTC Vive XR Sanal Gerçeklik Gözlüğü.	26
Şekil 3.6. ve Şekil 3.7. Sensiball VR topa vurma hissiyatı veren haptik ayakkabı ve tracker sistemi.	26
Şekil 3.8. YoYo Aralıklı Toparlanma Testi Alanı.	27
Şekil 3.9. Sensiball VR Karar Verme Testi Uygulama Anı ve Takibi.	27
Şekil 3.10. Sensiball VR Uygulama Alanı	28
Şekil 3.11. Polar H10 Göğüs Bandı	28
Şekil 3.12. ve Şekil 3.13. Omuz Tarama Testinde, sporcunun arkasından gelen oyuncuyu görüp aynı renkteki kaleye vuruş yapması beklenir.....	30
Şekil 3.14. ve Şekil 3.15. Bilişsel Engelleme Testinde, sporcu önündeki oyuncuların ortasındaki oyuncuyu tespit eder ve oyuncunun baktığı yöndeki kaleye vuruş yapar.	30
Şekil 3.16. ve Şekil 3.17. Çoklu Nesne Takibi Testinde, sporcu karşısında hareket eden ve forma renkleri sürekli değişen futbolcuların forma renklerine odaklanarak 5 veya daha fazla oyuncunun forma rengi aynı olduğunda önünde beliren toplardan doğru olana vuruş yapması istenir.	31
Şekil 3.18 ve Şekil 3.19. Bellekli Çoklu Nesne Takibi Testinde, sporcu önünde sürekli hareket halinde olan oyuncu grubunun içinden üstlerinde ok ile beliren oyuncuları takip eder. Bu oklar söndüğünde oyuncuları üstlerinde numaralar belirir. Sporcudan bu numaraları aklında tutması ve önünde beliren doğru numaralara vuruş yapması istenir.	32

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

VR	: Sanal Gerçeklik
FIFA	: Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği
MeMOT	: Bellekli Çoklu Nesne Tarama



1. GİRİŞ

Futbol, sürekli değişen teknik, fiziksel, taktiksel ve bilişsel parametreleri içeren tahmin edilemez bir oyun olarak kabul edilir. Üst düzey bir futbolcu bir maç boyunca 150-200 tane kısa ve yoğun aktivasyonlar sergiler (2 ile 6 arasında yoğunluğu maksimal ya da submaksimal olacak şekilde) (Pellegrino ve diğ., 2018).

Futbolun en üst seviyelerinde futbol çok zordur. Futbolcular her maçta en iyi performanslarını sergilemek için çok zorlu baskılara karşı dayanırlar. Yoğun maç fikstürleri ve yüksek performans beklentileri, oyuncuları önemli ölçüde psikolojik strese maruz bırakır. Bu stres parametreleri bir araya geldiğinde, performansı etkileyecek fiziksel yorgunluk meydana gelebilir (Coutts, 2016).

Futbol içeriklerinde fiziksel yorgunluk, kas çalışmasını sürdürme kapasitesinde bir düşüş olarak tanımlanır ve oyunun sonuna doğru çalışma oranında bir düşüş olarak kendini gösterir (Alghannam ve diğ., 2011). Sonuç olarak, fiziksel yorgunluk, futbolcuların fiziksel performans durumunu gösteren bir potansiyel faktör olarak düşünülür. Geçtiğimiz birkaç yılda, fiziksel yorgunluk fiziksel ve psikolojik açıdan incelenmiştir. Bunu takiben ve pratik bir bakış açısıyla ele alındığında, akut fiziksel yorgunluk, nöromüsküler değişiklikler ve metabolik, psikometrik tepkilerle ortaya çıkan organizmadaki değişikliklerle karakterize edilir (Dambroz ve diğ., 2021).

Futbola olan ilginin artmasıyla birlikte oyun karakteristiğinin getirmiş olduğu algısal-bilişsel ihtiyaçlar yüksek bir performans ortaya koymayı zorlaştırmıştır. Araştırmacılar, oyuncuların fiziksel yüklenmelerine rağmen teknik ve taktiksel becerilerle birlikte karar verme süreçlerini etkilemeyecek bir zihinsel yapı ile oyuna devam etmesi gerektiğini belirtmektedirler. Bundan dolayı, antrenmanlarda kullanılacak yöntemlerin, maç şartlarına uygun şekilde tasarlanması gerekmektedir (Soylu, 2022).

Sporcuların performans verimini arttırmanın temelinde antrenmanlardaki yüklenmelerin ne biçimde ve hangi hızda yapıldığı doğrudan önem arz etmektedir. Maksimal veya supramaksimal egzersizlerde uyarının şiddetinin ayarlanması antrenmanın verimliliği açısından önem kazanmaktadır. Fiziksel olarak yüklenmelerle kalp, kas ve kan değerlerinin yanında dolaşım sisteminin yanında biyokimyasal değişiklikler olmaktadır (Aybek, 2023).

Futbol, sürekli bir değişim ve gelişim içerisinde. Antrenörlerin kullandıkları antrenman metotları, gelişen bilimsel-teknolojik ilerlemeler çerçevesinde tekrar düzenlenmeli ve oyuncu gelişimine devam edilmelidir. Aksi takdirde bilimsel ve teknolojik gelişmelerden uzak kalan takımların başarı elde etmeleri her geçen gün zorlaşmaktadır (Beyaz,2023).

Teknolojiyle birlikte antrenman modelleri de değişim göstermektedir. Antrenman planlaması, sakatlıkların önlenmesi, oyunu ile ilişkili birçok verinin sayısallaştırılması için çeşitli cihaz, ekipman ve yazılımlar da futbolun içerisine girmiştir (Demir,2020).

Sanal gerçeklik [(Virtual Reality (VR))], gelişmekte olan bir öğrenme teknolojisidir ve çağdaş toplumda kullanılan daha geleneksel video öğrenme yöntemlerinin bir ileri versiyonudur. VR, kullanıcıya görsel ve işitsel bir duysal deneyim sağlayarak yapay, sürükleyici ve duyarlı bir ortam yaratır. Oluşturulan sanal ortam, deneklerin doğal duyularını ve becerilerini kullanarak, gerçek zamanlı olarak 3D bilgisayar modellemeleriyle etkileşimde bulunmalarına olanak tanır. (Thatcher ve diğ., 2020).

Dünyanın en popüler sporlarından biri olan futbol, milyonlarca izleyiciye sahiptir. Ancak, yoğun fiziksel mücadeleler, zorlayıcı manevralar ve riskli müdahaleler, futbolun sakatlık riski taşıyan bir spor olmasına neden olmaktadır. Bu yüzden, dışarıdan müdahale edilmeyen bir antrenman ortamı oluşturmak, sakatlıkları önlemede ve sporcuların daha hızlı düşünme duysunu geliştirmek için önemlidir. Sporda, etkileşimli, sürükleyici ve yaratıcı VR teknolojisinin doğası, futbol antrenmanlarının kolaylaşmasında önemli rol oynayacaktır.

Günümüzde küreselleşen çağdaş toplumda teknoloji, toplumun ilerlemesini yönlendirir. Ayrıca bu profesyonel futbola da yansıtılır. VR Teknolojisi, futbolcuların zaman ve mekân kısıtlaması olmadan daha iyi şekilde antrenman yapabilmelerine olanak sağlar. Sonuç olarak, VR Teknolojisi, antrenörlerin ve sporcuların detaylı analiz yapabilmeleri için gerekli olan vücut hareketi verilerini en doğru şekilde sunar (Zhao ve Guo, 2022).

Bu bilgiler ışığında, VR teknolojisinin futbolda bilişsel parametreleri ölçme imkanları kullanılarak, daha önce hiç uygulanmamış olan, futbolcularda yükseltiye bağlı VR egzersizi ve yükseltiye bağlı olmayan VR egzersizi arasındaki farkın teknik, bilişsel, fizyolojik, reaksiyon yetileri ve kalp atım hızı parametreleri üzerindeki akut etkileri incelenecektir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, dinlenik durumda yapılan VR çalışmaları ile yorgunluk etkisi altında yapılan VR çalışmaları arasındaki farklar gözlemlenecektir. Ortaya çıkan veriler ışığında, futbolcuların bilişsel performansındaki değişimler incelenerek antrenman planlamalarına yeni yöntemler kazandırılması planlanmaktadır.

1.2. Problemler

1. Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Omuz Tarama” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi var mıdır?
2. Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Bilişsel Engelleme” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi var mıdır?
3. Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Çoklu Obje Tarama” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi var mıdır?
4. Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Bellekli Çoklu Nesne Tarama” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi var mıdır?

1.3. Hipotezler

H1: Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Omuz Tarama” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi vardır.

H0: Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Omuz Tarama” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi yoktur.

H1: Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Bilişsel Engelleme” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi vardır.

H0: Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Bilişsel Engelleme” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi yoktur.

H1: Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Çoklu Nesne Tarama” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi vardır.

H0: Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Çoklu Nesne Tarama” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi yoktur.

H1: Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Bellekli Çoklu Nesne Tarama” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi vardır.

H0: Sanal Gerçeklik ortamında gerçekleşen “Bellekli Çoklu Nesne Tarama” testinin yorgunluk etkisiyle ilişkisi yoktur.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

1. Tüm katılımcıların testi anladıkları varsayılmıştır.
2. Tüm katılımcıların son 6 ay içerisinde bir sakatlık yaşamadıkları varsayılmıştır.
3. Tüm katılımcıların yorgunluk testi ve sanal gerçeklik testini maksimal performans ile tamamladıkları varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Bu araştırma Eskişehir bölgesinde amatör futbol lisansı bulunan 20 futbolcu ile sınırlandırılmıştır.
2. Çalışmaya katılan futbolcular 18 ve 25 yaş arasında sınırlandırılmıştır.
3. Bu çalışmada katılımcıların maksimal kalp atım değerlerinin öğrenilmesi için YoYo testi kullanılmıştır.
4. Çalışmada yorgunluk protokolü olarak 3 hareket uygulanmıştır (High Knee Raise, Jump Squat, Jumping Jack).
5. Bu çalışmada katılımcıların bilişsel becerilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için Sensiball VR teknolojisi kullanılmıştır.

1.6. Araştırmanın Önemi

Futbolda performansı 90 dakikaya yaymak oldukça önemlidir. Liglere göre seviye arttıkça dayanıklılık performansı, yetenekler ve beceriler de gelişmektedir. Elit düzeyde bir sporcu olabilmek için aerobik ve anaerobik kapasitenin geliştirilmesi en önemli unsurlardan biridir. Bunun yanında çevre kontrolü, hedef ve rakip algılama, sahadaki konum, kalenin ve topun konumunun farkında olma, reaksiyon verebilme ve çabuk karar verebilme gibi bilişsel ve yürütücü becerileri sahada göstermek, futbolcuları rakiplerinden ayıran en önemli özelliklerden birisidir. Bu çalışmada, futbolcuların dinlenik ve yorgunluk durumundaki bilişsel ve yürütücü becerilerin test edilmesi amaçlanmıştır. Bu yüksek lisans tezi kapsamında elde edilecek veriler sonucunda;

- Futbolcuların dinlenik ve yorgunluk durumundaki bilişsel ve yürütücü becerilerinin karşılaştırılması,
- Futbolcuların bilişsel ve yürütücü becerilerinin gelişimi ve takibi,
- Sahada oluşabilecek durumların sanal gerçeklik ortamında deneyimlenmesi,
- Gelişen teknoloji ile saha antrenmanlarına ek olarak, antrenörlerin ve takımların antrenman programlarını geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Bunlarla birlikte, bu çalışmanın önemi amatör lisanslı futbolcuların saha içerisinde karşılaştıkları anları sanal gerçeklik teknolojisi sayesinde saha dışında deneyimlemesi ve bilişsel becerilerini geliştireceği düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, sanal gerçekliğin tanımı, sanal gerçekliğin kullanım alanları, sanal gerçekliğin futbolda kullanımı, futbol, futbol ve teknoloji, futbolda karar verme ve bilişsel gelişim, yükselti antrenmanları ve futbolda yükselti antrenmanlarına yönelik bilgiler bulunmaktadır.

2.1. Futbolun Tanımı

Futbol, sporun en çok rağbet gören ve ilgi çeken dalıdır. Futbolun diğer takım oyunlarından daha çok taraftar bulması, sevince, üzüntüye neden olması, uluslararası maçlarda vatan sevgisini doruğa çıkarmasının arkasında birçok neden olmalıdır. Sadece sağlıklı bir bedene kavuşmak için oynanmayan futbolun etkileyici bir yapısı vardır. Bu yapıyı besleyen, tarihi, kültürel, mitsel, sosyal, psikolojik unsurlar yer almaktadır. Futbolun tarihsel süresi içerisinde Orta Asya’da “Tepük”¹ ad ile oynana bir oyundan bahsedilmektedir. Tepmek eyleminin oyuna verilen adı olarak karşımıza çıkan tepük kavramı daha sonra yabancı kökenli ayaktopu manasına gelen futbol kavramı ile karşılık bulmuştur (Abdülrezzak, 2015).

Futbol, İngilizce bir kavram olarak ayak anlamına gelen “foot” ve top anlamına gelen “ball” kelimelerinin birleşiminden oluşmuş ve dilimizde futbol olarak literatürdeki yerini almıştır (Akyüz, 2023).

Futbol, dünya çapında oynanan en popüler spordur. Uluslararası Futbol Federasyonu’nun (FIFA), son tahminleri, futbol oynayanların sayısının 270 milyona yakın olduğunu gösteriyor (Barengo ve diğ., 2014).

Ulaşılabilirliği ve uygulanabilirliği sayesinde çok fazla kişiye ulaşmış ve insanların severek yapması futbolu en popüler spor haline getirmiştir. Bunun dışında futbol, sosyal ticari ve politik etkileşimlerin yoğun olduğu bir spordur. Futbol, amacı kazanmak olan ve daha fazla gol atan takımın kazandığı, amaca yönelik bir oyundur (Köse, 2024).

Futbol, fiziksel ve zihinsel becerilerin yanı sıra, disiplin, çabuk karar verme ve uygulama gibi bilişsel ve karakteristik özelliklerin gelişimine de katkı sağlamaktadır. Bu spor, oyuncuların sadece fiziksel yeteneklerini değil, aynı zamanda zihinsel dayanıklılıklarını

ve stratejik düşünme becerilerini de geliştirmektedir. Takım çalışması, hedefe yönelik çalışma, liderlik, arkadaş ilişkileri kurma ve başarıya ulaşma konularında önemli dersler sunmaktadır. Ayrıca, futbolun toplumsal ve kültürel etkileri de göz ardı edilmemelidir. Futbol, farklı toplulukları ve kültürleri bir araya getirerek, sosyal birleşmeye katkı sağlamaktadır (Çamsarı, 2024).

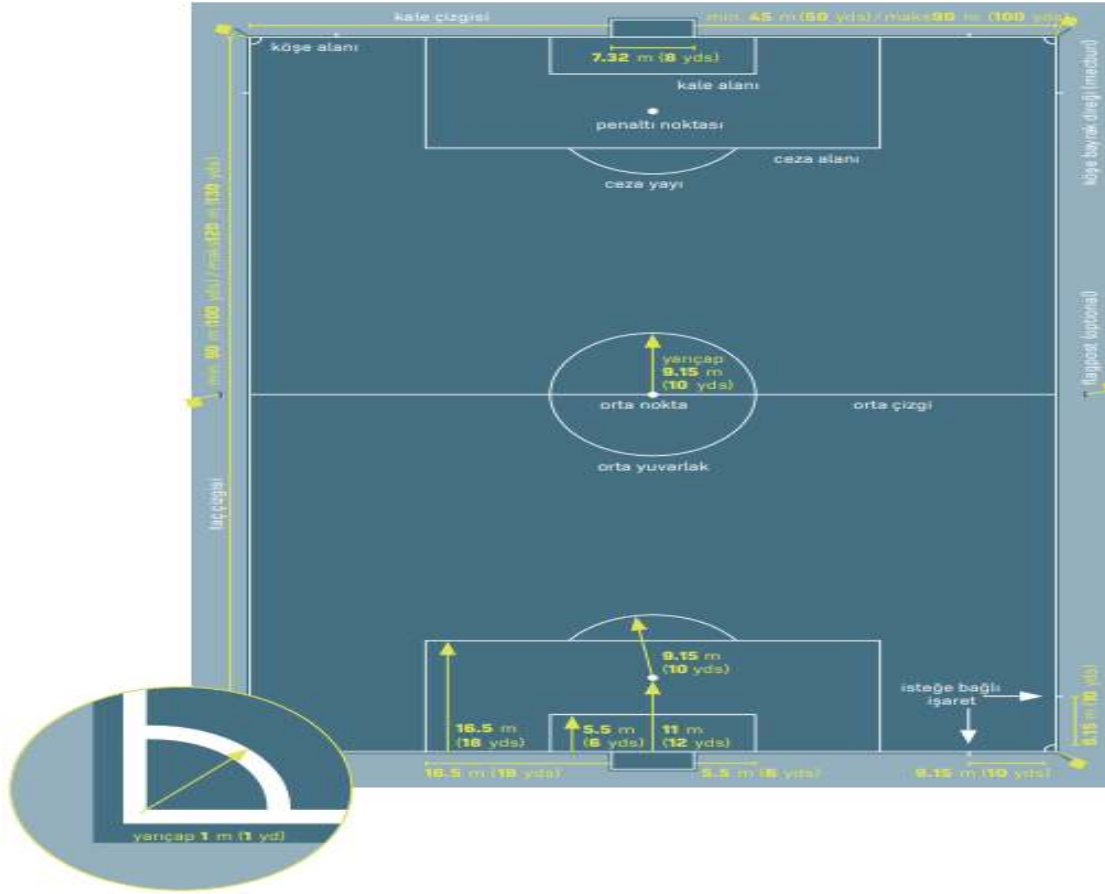
Futbol, aralıklı ve hızlı hareketlerle fiziksel olarak yoğun bir spordur. Örneğin, profesyonel oyuncular haftada 5 ve daha fazla antrenmana katılıp hafta sonları da müsabaka oynarlar (Lee ve diğ., 2024).

Futbol bir oyun alanı içerisinde oynanmaktadır. Bu oyun alanları IFAB 22/23'e göre şöyledir;

Oyun alanı zemini tamamen doğal ya da tamamen yapay olmalıdır. Yapay olan zeminler yeşil bir renkte olmalıdır. Oyun alanı dikdörtgen şeklinde olmalı ve sürekli çizgilerle sınırlandırılmalıdır. Bu çizgiler, sınırlarını belirledikleri alanlar içinde yer alır. İki uzun çizgi, taç çizgilerini oluşturur. Oyun alanı, her iki taç çizgisinin orta noktalarını birleştiren bir yarı alan çizgisi ile ikiye ayrılır. Orta nokta, yarı alan çizgisinin tam ortasında yer alır. Ayrıca, 9,15 m (10 yard) yarıçapında bir daire ile çevrelenmiş bir alan belirlenir.

Çizgiler alana dahil oldukları için ölçüm, çizgilerin dışından alınmaktadır. Penaltı noktası, noktanın merkezinden kale çizgisinin arka kenarına doğru ölçülmektedir. Oyun alanı dışına, köşe yayından 9.15m (10 yada) mesafede, kale ve taç çizgilerine dik açılı olacak biçimde işaretlemeler konabilir. Tüm çizgiler aynı genişlikte olmalıdır ve çizgilerin genişliği 12 cm'den fazla olmamalıdır. Kale çizgileri, kale direkleri ve üst direk aynı genişlikte olmalıdır. Taç çizgisi uzunluğu en az 90m (100yds), en uzun 120m (130yds) olmalıdır. Bu uzunluk, uluslararası müsabakalarda ise, en az 100m (110yds), en uzun 110m (120yds) şeklinde değişiklik göstermektedir. Kale çizgileri ise, normal müsabakalarda en az 45m (50yds), en uzun 90m (100yds), uluslararası müsabakalarda ise, en az 64m (70yds), en uzun 75m (80yds) şeklinde olmalıdır. Kale direklerinin her birinin iç kenarlarında 5,5m (6yds) uzaklıkta kale çizgisine dik çizilmektedir. Bu çizgiler oyun alanına doğru 5,5m (6yds) dik uzatılır ve kale çizgisine paralel olarak çizilen bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizgiler ve kale çizgisiyle sınırlanan alan kale alanıdır. Kale direklerinin her birinin iç kenarından 16,5m (18yds) uzaklıkta kale çizgisine dik iki çizgi çizilir. Bu çizgiler oyun alanına doğru 16,5m (18yds) dik uzatılır ve kale çizgisine paralel olarak çizilen bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizgiler

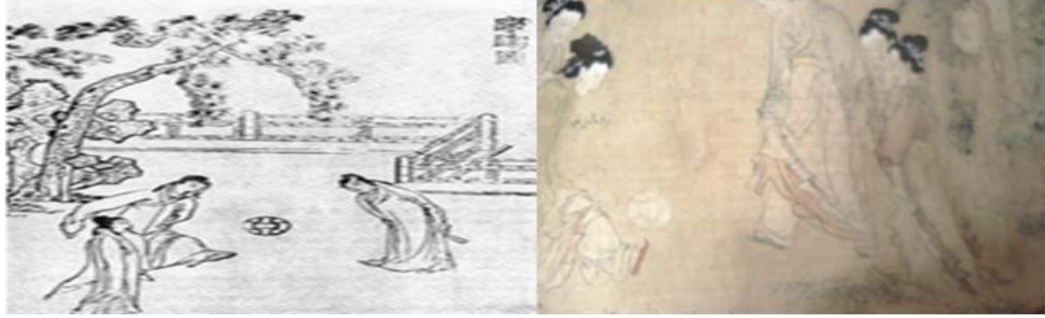
ve kale çizgisi ile sınırlanan alan, ceza alanını oluşturur. Her bir ceza alanı içinde, kale direklerinin orta noktasından 11 m (12 yard) uzaklıkta bir penaltı noktası belirlenir. Ayrıca, ceza alanı dışına, merkezi penaltı noktasını kapsayan 9,15 m (10 yard) yarıçapında bir daire yayı çizilir (IFAB, 2023).



Şekil 2.1. Futbolda Saha İçi Ölçüleri (IFAB, 2023)

2.2. Futbolun Tarihçesi

Günümüzün en popüler sporu olan futbolun, ilk nerede ve ne zaman oynandığı hakkında kesin bir bilgi olmasa da milattan önceki dönemlerde birçok toplumun oynadığı oyunlar, Çin, Japon, Türk ve Mısır'a ait duvar resimlerinin ve yazılı tarihi kaynakların incelenmesi sonucunda futbola benzetilmiştir. Bu yazılı kaynaklar, M.Ö. 5000-2500 arasında Çin'de ve yakın tarihlerde Mısır'da başladığı belirtilmektedir. Bu oyun, oynandığı bölgenin iklim ve inanç sistemlerinden etkilendiğinden dolayı kurallarında ve oynanış şekillerinde farklılıklar ortaya çıkmıştır (Tazegül, 2017).



Şekil 2.2. Çin’de oynanılan “Tshu-Chiu” Ayakla Vurmak” Oyunu Hakkındaki Görseller (Aslan,2018).

Futbol bugünkü haline yakın şeklini 17. Yüzyılda İngiltere’de almış gerek halk, gerekse soylular tarafından ilgi gören futbol, Britanya adalarında hızla gelişerek büyük bir gelişme göstermiştir. Bununla birlikte, futbolun ilk çalışmalarının 1820 yıllarında İngiltere’de başladığı görülmüştür. Bu yıllarda kolej öğrencileri karışık kuralları olan “hurling” adında futbola benzer bir oyun oynadığı, 1823 yılında, bu oyunların birinde William Ellis adındaki bir oyuncunun, kural dışı bir hareketle topu göğsünde tutarak sıkıca rakip kaleye götürmesiyle birlikte “rugby” oyunu ortaya çıkmıştır (Devecioğlu ve diğ., 2014).

1857 yılında dünyanın ilk futbol kulübü olan Sheffield’in ortaya çıkması ve 1862 yılında Uppingham Koleji öğretmenlerinden John Charles Thring’in yazdığı oyunun ilk kurallarıyla organize olmaya başlayan önlenemez futbol hareketi, 1863 yılında İngiliz Futbol Birliği’nin (Football Association, FA) kurulmasıyla resmiyet kazanan bir spor dalı hüviyetine bürünerek, İngiltere’den başta kolonileri olmak üzere tüm dünyaya hızla yayılmış ve toplumların sosyal hayatlarında giderek daha fazla yer alan önemli bir aktivite hâline gelmiştir (Demir, 2020).



Şekil 2.3. Sheffield F.C Arması (Aslan, 2018).

2.3. Futbol ve Teknoloji

Dünyadaki teknolojik ve endüstriyel gelişmeler, dünyada en fazla ilgi duyulan spor olan futbolun teknolojiyi de en çok kullanan spor olmasını sağlamıştır. Özellikle saha içerisinde kullanılan teknolojiler, geçmiş yıllardaki tartışmalı pozisyonların, verilen yanlış kararların önüne geçerek futbolda çağ atlanmasını sağlamıştır. Bunun yanı sıra, bu gelişmeler sadece futbol sahasının içinde kalmamış, antrenman modelleri ve analizler de teknolojiden etkilenmiştir (Demir, 2019).

2000’li yılların başında, dünya futbolunun en iyi maçlarındaki pozisyonlar ve olaylar tartışmalara neden olmuştur. Bu olaylar, futbolda gol çizgisi teknolojisinin denenmeye başlanmasına sebep olmuştur. 2010 FIFA Dünya Kupası’nda özellikle Almanya-İngiltere arasındaki karşılaşmada yapılan bariz hakem hataları sebebiyle Uluslararası Futbol Federasyonu (FIFA), bu olaydan sonraki karşılaşmalarda gol çizgisi teknolojisini kullanacağını duyurmuştur (Ghosh ve diğ., 2019).

Futbolun gelişimi için özellikle son yıllarda teknoloji yardımıyla birçok bilimsel çalışma yapılmaktadır. Futbolun en önemli unsurlarından birisi olan sporcuların performans takibi, futbolcuların ve antrenörlerin üzerinde durdukları unsurlardan birisi olmuştur (Koçu, 2023). Sporcuların kendi fiziksel durumunu teknoloji yardımıyla görmesi, takip etmesi ve incelemesi sporcunun gelişimine katkıda bulunacaktır. Hatta sağlanan bilgisayar teknolojisi sayesinde sporcuların gün gün takip edilmesi kasta bulunan laktat oranının belirlenmesiyle birlikte sakatlık riskini en aza indirecektir (Yıldız ve Doğu, 2022).

Futbolda teknoloji kullanımı hem saha içi hem de saha dışı avantajları beraberinde getirir. Günümüzde video ve bilgisayar teknolojisi çok hızlı değişmekte ve gelişmektedir. Bu teknolojinin maç analizine, oyuncu ve sporcu performansına etkilerini göz ardı etmek mümkün değildir. Maç analizi, takımın müsabakalara hazırlanmasında ve çeşitli performans parametrelerinin gelişmesinde antrenör ve sporculara yardımcı olmaktadır. Antrenörler hangi aşamada nasıl bir analiz yapmasını gerektiğini bilmeli ve oluşan durumlara göre sporcu grubuna antrenman vermelidir. Bununla birlikte, maç analizleri sezon başı, sezon ortası ve sezon sonlarında, oyuncuların performanslarının objektif bir şekilde değerlendirilmesi için kullanılmaktadır (Gürkan ve diğ., 2023).

Kısaca futbolda kullanılan teknolojiler hem antrenörlerin hem de sporcuların gelişimine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, futbolcuların performans gelişiminde ve sakatlığı riskini en aza indirme unsurlarında önemli rol oynamaktadır.

2.4. Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik, hayatımızı diğerlerinden farklı olarak değiştirmeyi vaat eden güçlü bir teknolojidir. Duyuları yapay bir şekilde uyararak, bedenleri gerçekliğin başka bir versiyonunu kabul etmek için algıları değiştirmektedir. Birçok kaynakta olduğu gibi, sanal gerçekliğin amacı, kullanıcının istenilen yerde olduğuna ikna edilmesidir (Duman, 2022). Bu durum ise, tamamen sürükleyici, bilgisayar tarafından oluşturulan, alternatif bir ortama yerleştirilme yeteneğidir.

Sanal kelimesi, Latince “virtualis” kökeninden gelir, 15. Yüzyılda “özünde ya da aslında olmasa da etkisinde olma” şeklinde tanımlanırken, 20. Yüzyılda teknolojinin gelişmesiyle birlikte “fiziksel olarak mevcut olmayan, yazılım tarafından ortaya çıkarılan” olarak tanımlanmıştır. Bu açıdan sanal gerçeklik terimi gerçeğe yakın, gerçeğin taklidi anlamına gelmektedir. Farklı bir ifadeyle insanların genel gerçeklik deneyimi, beynin anlam verme mekanizmaları tarafından algılanan duyuşal bilgilerin bir kombinasyonudur. Eğer insanlar duyularını taklit edilmiş bilgilerle değiştirebilirlerse, gerçeklik algısı da buna yanıt olarak değişecektir. Böylece, insanlara orada olmayan bir gerçeklik versiyonu sunulacak, fakat kişinin bakış açısından gerçek olarak algılanacaktır (Dolu, 2022).

1980’lerde başlayıp 1990’lardan sonra gelişmeye başlayan bilgisayar teknolojisi, günümüzde yaşantımızın her alanına girmiş bulunmaktadır. Bilim ve teknolojiye bu gelişmeler, bilginin önemini arttırmış ve bilgi toplumunun oluşmasını sağlamıştır. Artık insanoğlu bilginin bilgisayarla işlenmesi ve sunulması için çeşitli arayışlara gitmiş, farklı kavramları ortaya çıkarmıştır. İşte bu kavramlardan birisi de “sanal gerçeklik” kavramıdır. Sanal gerçeklik kavramını kısaca “gerçeğin yeniden inşa edilmesi” olarak da tanımlayabiliriz (Kayabaşı, 2005).

Sanal gerçeklik, gerçek dünyayı simüle eden, bilgisayar tabanlı bir etkileşim aracıdır. Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi, gerçek ortamı simüle etmek için temel olarak bilgisayar teknolojisini aracılığıyla, üç boyutlu görüntü teknolojisini, simülasyon teknolojisini, algılama teknolojisini, görüntüleme teknolojisi kullanımını ve diğer harici ekipmanları

sporcuların gerçekçi üç boyutlu görsel, işitsel, dokunsal, tat, koku ve diğer duyularını deneyimlemelerine imkân sağlar (Tan ve Baek, 2021).

Sanal gerçekliğin içerisinde, sporcunun gerçek zamanlı kontrol edebildiği, sanal gerçeklik testini uygulayan sporcuyla temsil eden bir avatar bulunur. Genelde bu avatar, dijital veya dijital olmayan, sporcuyla temsil eden gerçek zamanlı bir varlığı ifade eder. Teknolojik anlamda sanal gerçeklik, bir bilgi sistem teknolojisinin izleme ve görüntülenmesi olarak tanımlanabilir (Bilgisayar, tablet veya telefon). İzleme kameraları, sanal dünyada sporcu hareketlerini izler ya da sporcu hareket halindeyken kaydeder (bir butona basma, bileğin hareketleri, parmak kaydırma, karakterin zıplaması) (Bailey ve Bailenson, 2017).

Genel olarak tanım yapılacak olursak sanal gerçeklik, gerçek ile kurgunun teknoloji ile birleşimidir. Başka bir kapsayıcı tanımlamaya göre sanal gerçeklik, data eldiven, kulaklık ve VR gözlükleri gibi donanımsal aletlerle, kişinin gerçek dünyaya alternatif sanal bir dünyada hareket edebildiği, faaliyet gösterebildiği bir yer olarak tanımlanmaktadır (Seval, 2023).

2.4.1. Sanal gerçekliğin eğitimde kullanımı

Günümüzde turizmden eğitime birçok alanda sanal gerçeklik uygulamaları varlığını sürdürmektedir. Sanal gerçeklik bir turizm merkezi reklamında, sunum veya eğlence endüstrisinde ya da tarihi unsurlarla ilgili uygulamalarda bulunabilir. Bu geniş kullanım alanlarına ek olarak, mevcut teknolojinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, sanal gerçeklik uygulamalarının eğitim ortamlarında kullanımının artmasını mümkün kılmaktadır (Yıldırım ve diğ., 2018).

Sanal gerçeklik uygulamaları eğitim sektöründe öğretme ve öğrenme durumlarını benimsemiştir. Bu uygulamaların avantajı, büyük grupların üç boyutlu bir ortamda interaktif olarak öğrenim sağlamasıdır. Ayrıca, karmaşık verilerin daha kolay ve daha eğlenceli şekilde öğrenilmesine fayda sağlar. Bununla birlikte sanal gerçekliğin eğitim sektöründe kullanılmasındaki en önemli örnek tıp alanındadır. Tıp öğrencilerinin sanal ortamda herhangi bir tehlike olmadan ameliyat yapmaları, üç boyutlu ortamdaki insan vücudu simülasyonları sayesinde daha kolay bir öğrenim sağlamaktadır (Gandhi ve Patel, 2018).

2.4.2. Sanal gerçekliğin üretim sektöründe kullanımı

Sanal gerçekliğin karmaşık üretim sistemlerinin tasarımı ve yeniden üretimi için kullanıldığı çeşitli çalışmalarda tartışılmış ve teşvik edilmiştir. Bu konsept, gerçek sistemin özelliklerini temsil eden üretim sisteminin üç boyutlu sanal veya dijital bir modelinin

geliştirilmesine dayanmaktadır. Gerçek sistem, ya geliştirilmekte olan yeni bir sistem ya da optimize edilmekte olan mevcut bir sistem olabilir. Sanal gerçeklik, mühendisler ve teknoloji uzmanlarının, herhangi bir yatırım yapmadan önce sistemi sezgisel ve gerçekçi bir sanal ortamda test etmelerine imkân tanır. Böylece, arıza olasılığını azaltır (Malik ve diğ., 2019).

2.4.3. Sanal gerçekliğin sağlık alanında kullanımı

Sanal gerçeklik uygulamalarından veri elde etme tekniklerini geliştirilmesi, gerçek dünya nesnelerinin yüksek çözünürlüklü kopyalarının bilgisayar belleğinden kolayca oluşturulmasını sağlamıştır. Manyetik rezonans görüntüleme (MR), bilgisayarlı tomografi ve ultrason gibi görüntüleme teknolojilerinin geliştirilmesi, üç boyutlu insan anatomisinin oldukça ayrıntılı anatomik ve kısmen işlevsel modellerinin tıp dünyası tarafından edinilmesi, günlük klinik uygulamalarının rutin bir bileşeni haline gelmiştir (Szekely ve Stava, 1999).

Sanal gerçeklik sağlık alanında eğitim, tedavi, rehabilitasyon, analiz ve test amaçları için kullanılabilir. Sağlık personeli, tıp, diş hekimliği, hemşirelik öğrencilerinin eğitim süreçlerinde ve cerrahi operasyon simülasyonlarında sanal gerçeklik kullanılabilir. Eğitim amacıyla kullanılan sanal gerçeklik, öğrencilere fazla sayıda deneme yapma, doğru ve hatalı durumları analiz etme ve anlık olarak takip edebilme imkanları sağlayabilir. Böylece daha donanımlı sağlık personeli yetişmesi sağlanabilir (Öztürk ve Sondaş, 2020).

2.4.4. Sanal gerçekliğin sporda kullanımı

Son yıllarda, teknolojinin gelişmesinin etkisiyle artan VR sistemlerinin erişilebilirliği ve mobilitesi, VR çalışmalarını içerisinde barındıran çok çeşitli eğlence ve yüksek performans sporlarına muazzam bir ilgi olmuştur (Richlan ve diğ., 2023).

Sanal gerçeklik, antrenörlük ve sporda genel olarak kullanılan teknolojinin küçük bir bileşenidir. Ancak, tasarım ve maliyet açısından bakıldığında, VR en yoğun uygulamadır ve diğer teknolojilerin de birçoğunu etkilemektedir. Bu entegre sistem antrenörlerin ve sporcuların yaklaşımlarını değiştirecek potansiyele sahiptir (Parker ve Levy, 2008).

Sanal gerçeklik bir antrenman ekipmanı olarak kullanıldığında, izleme, tekrarlama, taklit etme, tahminde bulunma gibi parametreler izin verir. Bu video teknolojisinin gelişmesindeki öncelik, antrenörlerin kendilerinden istenilen performansı önceden izleyip daha sonra bu performans görevini taklit edebilme imkânının sağlamasından dolayıdır. Bir

başka sebep ise, antrenörlerin sporcuları hakkında olumlu ve olumsuz geri bildirimler almasıdır (Katz ve diğ., 2006).

Bu yüzden, sporcuların algısal yeteneklerini ve özelliklerini geliştirebilecek ve ölçebilecek araçlara ilgi giderek artmaktadır. Sporcuların görsel algısını tam olarak anlamak için teknolojinin, özellikle açık oyun senaryolarında futbolcuların keşif davranışlarıyla ilişkili göz, baş ve vücut hareketlerini ölçme kapasitesine sahip olması gerekir (Thatcher ve diğ., 2020). Bu parametreler, VR testinin etkinliği için varsayılan mekanizmalardan biri kabul edilir (Gray, 2019).

Buna ek olarak, sanal gerçeklik, sporcuların görsel keşif davranışlarını ve testle ilgili bilgilerini geliştirebilecekleri bir ortam sağlayarak oyuncu gelişimini artırmak amacıyla kullanılmalıdır. Bu süreç, daha hızlı ve etkili karar verme yeteneği ile sonuçlanmaktadır (Thatcher ve diğ., 2020).

2.4.5. Sanal gerçekliğin futbolda kullanımı

Futbolda teknoloji artmaktadır ve antrenörler tarafından sporcuların yüksek performans elde etmelerine yardımcı olmak için sanal gerçeklik sıklıkla kullanılmaktadır. (Rusmanto ve diğ., 2023).

VR simülasyonunun içinde futbolcular, rakip baskısı altında görsel keşiflere dayanarak kararlar alır ve tepki verir. Başka bir deyişle, kullanıcının başının ve vücudunun dönmesi, doğru oyun geçişi ve karar vermeyle ilgili bilişsel süreçler önemli bir ilgi unsurudur. Sanal gerçeklik testleri, bir sürükleyici etki elde etmek için, sanal ve bilgisayar ortamlar kullanılarak gerçek bir futbol sahası oluşturur. Bununla birlikte, gerçekçi bir mekânsal ortam ve sesler kullanılır. Kullanılan bu testlerde futbolcular, rakip baskısının olduğu gerçek bir sahne ile karşı karşıya kalır ve stresli bir ortamda karar vermeyi simüle etmeye hazırlanır. Bu parametrelerle birlikte futbolcuların tepki süresi, karar verme süresi ve bilişsel gelişimi artacaktır. Sanal gerçeklik bir başka şekilde hem futbolcular hem de yöneticilerin kullanılmasıyla da görülebilir (örneğin maçtan önce bir soyunma odası simülasyonu). Bu nedenle, VR teknolojisinin taşınabilirliği önemlidir (Ferrer ve diğ., 2020).

VR teknolojisi, futbol antrenman verimliliğini ve antrenmanda sakatlanma riskinin azaltılmasında önemli bir katkı sunmaktadır. Aynı zamanda, VR teknolojisi oyuncular için gerçek ortamın dikkat dağınıcılığını azaltabilir. Sonuç olarak, VR teknolojisi futbolda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Zhao ve Guo, 2022).

2.4.6. Sanal gerçeklik teknolojisinin avantajları

- Genel tedavilerin toplam maliyetini düşürür, uzun sürede daha uygun fiyatlıdır
- Hastanın tedaviye devamlılığını ve isteğini artırır.
- Herhangi bir ortamda uygulama imkânı sağlar.
- Kişinin yaşamında karşılaşılabileceği bir durumun ya da gerçekleştirilecek faaliyetin deneyimlenmesini sağlar.
- Serbest olarak kullanılabildiği için uygulayıcının iş yükünü azaltır.
- Kişiye göre zorluk ve şiddet ayarlanabilir.
- Öğrenme oluşana kadar tekrar imkânı sunar.
- Kişinin yaşamında karşılaşılabileceği tehlikeleri hayal edebilme olanağı sağlar
- Kişinin uygulama anında kötü düşünceler veya yaralanmadan uzaklaşılmasını sağlar (Çelik, 2024).

2.4.7. Sanal gerçeklik teknolojisinin dezavantajları

- Uygulayıcının sanal gerçekliğe karşı olan tutumu büyük zorluk çıkarabilir. İnsana olan ihtiyaç azalacak diye korkan uygulayıcılar vardır. Oysaki daha yararlı bir iyileşme süreci ve daha fazla kişiye ulaşma imkânı sağlar.
- Sanal gerçeklik aletleri ve malzemeleri sterilizasyonda ve çeşitli gereksinimlere göre ayarlanmadığı için yetersiz kalabilmektedir.
- Psikolojik sorunları olan bireylerde kullanımına mutlaka dikkat edilmelidir. Bireylerde kişilik algısı oluşturduğunda vücut ve varlık algısında büyük sorunlar yaratabilir.
- Çocuklarda korku oluşmasında dikkat edilmelidir.
- Sanal gerçeklik bir hastalığa dönüşebilir ve kişide baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı görülebilmektedir (Çelik, 2024).

2.5. Futbolda Karar Verme ve Bilişsel Gelişim

Futbol, antrenman sürecinde yalnızca temel teknik unsurları değil, aynı zamanda motor ve bilişsel gelişimi, özellikle dikkat yeteneklerini de teşvik eder. Oyuncular, oyun sırasında gerçekleşen aksiyonlara hızlı ve doğru bir şekilde yanıt vermek zorunda olup, maç durumlarını sürekli olarak izleyip değerlendirmelidir.

Bununla eşzamanlı olarak, daha önceki aksiyonları da akılda tutmaları gerekir. Bu nedenle, futbolun özel beceri ve yetenekleri penceresinden düşünme seviyelerine ihtiyaç

duyulur. Oyuncu sürekli değişen oyunsal durumu algısal yeteneklerini kullanarak analiz eder ve bilişsel yeteneklerini kullanarak gerçekleştirir. Sonuç olarak, kararını teknik ve kinetik yeteneklerini kullanarak verir ve uygular. Halihazırda literatürde yapılan çalışmalar, futbolcuların kendi sedanter akranlarına göre tepki sürelerinde azalma ve karar verme yeteneklerinde artış göstermektedir (Alesi ve diğ., 2015).

Bu sebeple, hızlı karar verme futbolda kilit bir beceri haline gelmiştir. Çok önemli bir unsur olan bu özellik, çok yetenekli futbolcuların daha az yetenekli meslektaşlarının maç sırasındaki baskısı altında öngöründe bulunma ve etkili karar verme becerisidir (Roca, Ford, 2020). Bu hızlı karar verme becerisi, oyun ortamındaki birden fazla uyarının farkında olma kapasitesine bağlıdır. Bu beceri ne kadar çabuk edinilirse, oyuncunun oyun zekâsı gelişebileceği gibi performansı da artar (McGuckain ve diğ., 2018).

Futbol sadece koşmak ve topa vurmakla ilgili değildir. Hem motor koordinasyonu hem de algısal becerileri içerir. Hareketli bir topa vurmak, gelişmiş kontrol, algısal beceriler ve motor beceri koordinasyonu gerektiren üst düzey bir harekettir. Bu bağlamda, propriyoseptif bilgi ve motor beceriyi planlama süreci gereklidir. Çünkü futbol becerileri, takım arkadaşlarının ve rakiplerin davranışlarını tahmin etmek için karmaşık bilişsel yeteneklerin kullanılmasını ve değişen oyunsal koşullarına uyum sağlamak için uygun stratejilerin kullanılmasını içerir. Farklı spor aktiviteleri farklı zihinsel becerileri gerektirir. Yeni ve zor bir müsabakadan sonra, önce prefrontal korteks, beyincik ve bazal ganglionların döngüsel aktivasyonu gerçekleşir, daha sonra, motor ve bilişsel gelişim benzer bir gelişim çizelgesi gösterir. Son olarak, motor ve bilişsel beceriler bloklama, planlama ve gözlemlleme gibi ortak süreçlerin temelini oluşturur (Ayla ve diğ., 2020).

2.6. Yorgunluk Nedir?

Yorgunluk, yalnızca birçok akut ve kronik hastalıkla ilişkilendirilmekle kalmayıp, aynı zamanda normal, sağlıklı işlevsellik ve günlük yaşamla da bağlantılı olan evrensel bir semptomdur. Birincil sağlık hizmetlerine başvuran bireylerde en yaygın şikayetlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Aaranson ve diğ., 1999).

Yorgunluk, birçok neden veya durumu gösterebilen bir özgül olmayan semptomdur. Bu nedenler arasında, uyku yoksunluğu veya aşırı kas aktivitesi gibi fizyolojik durumlar; kronik inflamatuvar hastalıklar, bakteriyel veya viral enfeksiyonlar, otoimmün hastalıklar gibi

tıbbi durumlar ve majör depresyon, anksiyete bozuklukları ile somatoform bozukluklar gibi psikiyatrik hastalıklar yer almaktadır (Hardling ve Jason, 2005).

Yorgunluk, genel olarak tükenmiş veya enerji kaybı hissi olarak tanımlanabilir. Yorgunluk, basit bir şekilde yorgun olmaktan, tükenmiş hissetmeye kadar değişebilir. Çoğu insan düzenli olarak bir miktar yorgunluk yaşar veya yoğun bir iş, uykusuzluk veya olağandışı fiziksel iş nedeniyle aşırı yorgunluk hissi yaşamıştır. Normalde sağlıklı bir birey, kısa bir dinlenme veya kaliteli bir gece uykusunun ardından toparlanabilir. Ancak yorgunluk, bu "enerji düşüklüğü" veya "pilin bitmesi" hissi, kendiliğinden geçmediğinde ve günlük aktiviteleri – örneğin banyo yapma, alışveriş yapma veya sosyal etkileşimlerde bulunma gibi – engellediğinde, bir semptom halini alır. Yorgunluk altı aydan uzun süre devam ederse, buna kronik yorgunluk denir (Herck ve diğ., 2023).

Yüz yıl süren bilimsel araştırmalara rağmen, yorgunluğun tanımlanması hâlâ zorlayıcıdır. Yorgunluk için evrensel bir tanım konusunda, en geniş anlamda bile genel bir görüş birliği yoktur. En azından bu, yorgunluğun bilimsel ve klinik yansımalarını anlamada önemli bir engel olmaya devam etmektedir. Karmaşıklığına rağmen, geniş anlamdaki yorgunluk tanımı, genel kabul görmesi umuduyla sunulmaktadır. Yorgunluk, uzun süreli veya olağandışı çaba sonucunda performansın azalmasıdır. Bu nedenle, yorgunluk duyuşal, motor, bilişsel veya öznel olabilir (De Luca, 2005).

Yorgunluğun tanımlanmasındaki zorluklar, yorgunluğun daha dar kavramları dikkate alındığında belirginleşir. Yorgunluğu geniş bir şekilde gerçekten anlamak için, nihayetinde yorgunluğun çok boyutlu bir yapı olduğunu kabul etmek gereklidir. Bu basit anlayış olmadan, araştırmalar ve klinik yorgunluk belirtileri, sürekli olarak fikirlerin tekrarına yol açan döngüsel bir basitlik anlayışına takılı kalacaktır (Behm ve diğ., 2021). Açıkça, yorgunluk en az dört bileşenden oluşur. Bir asır süren teorileştirme, araştırma ve hastalık koşullarının tanımlanmasının ardından, bu dört yorgunluk bileşeni, yorgunluğun doğasını kavramsallaştırmak için geçerli bir ölçüt olarak bugün hala geçerliliğini korumaktadır (De Luca, 2005).

Martinez ve ark., (2021)'in çalışmasına göre, yorgunluk iki bileşenden oluşmaktadır. İlk olarak, bir aktiviteye başlama zorluğu ve aktiviteyi sürdürebilme becerisinin azalmasıyla ortaya çıkan fiziksel bir bileşendir. İkinci olarak, duygusal tükenişin yanı sıra, konsantrasyon

ve hafıza ile ilgili zorluklar ele alınır. Ek olarak, yorgunluk doğrudan insan yaşamının kalitesini düşürür ve sağlıkla ilgili olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilir (Malkoç, 2023).

Yorgunluk, yoğun manuel iş gücü veya zihinsel çaba sonucu çeşitli işyerlerinde yaygın ancak dikkat edilmesi gereken bir olgudur. Evrensel bir tanımı olmamakla birlikte, yorgunluk genel olarak fiziksel veya zihinsel gücün tükenmesi/bitkinlik durumunun karmaşık ve çok boyutlu bir sonucu olarak kabul edilir. Yorgunluk durumu, azalmış motivasyon ve dikkatle birlikte meydana geldiğinde, kaza ve yaralanma olasılığının artmasına katkıda bulunan önemli bir faktör haline gelebilir. Bu nedenle, sporcuların hataları ve sakatlıkları önlemek ve performansı en üst düzeye çıkarmak için iyi dinlenmiş bir fiziksel durum ve uyanık bir zihinsel durum kritik öneme sahiptir (Xing ve diğ., 2020).

2.6.1. Bilişsel yorgunluk

Nörolojik popülasyonlarda yorgunluğun anlaşılmasının önemi uzun süredir araştırılmaktadır. Ancak, temel bilgi eksiklikleri hâlâ devam etmektedir. Örneğin, nörolojik hastalıkları olan bireylerin deneyimlediği yorgunluğun, sağlıklı bireylerin (kontrollerin) deneyimlediği yorgunluktan farklı olup olmadığı ve farklı popülasyonların farklı 'bazal' yorgunluk seviyeleri ve/veya farklı yorgunluk birikim hızlarına sahip olup olmadığı konusunda net bir bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca, yorgunluk ile davranışsal performans ve ilişkili beyin bölgelerindeki aktivasyon arasındaki ilişkiler, popülasyonlar içinde ve arasında yeterince tanımlanmamıştır. Bu sorunları ele almak, yorgunluğun doğasını ve bilişsel işlevdeki rolünü anlamak açısından kritik bir öneme sahiptir; her ikisi de etkili tedaviler geliştirmek için gereklidir (Wylie ve diğ., 2023).

Bilişsel yorgunluk, genellikle uzun süreli zihinsel etkinlik veya aşırı stres sonrası beyinde metabolitlerin birikmesiyle ortaya çıkar. Bu, bazı zihinsel görevlerin uzun süre, sürekli ve tekrarlanan bir şekilde yerine getirilmesini içeren bir davranışsal durumdan kaynaklanan sadece bir zihinsel durumla sınırlıdır. Uzun süreli bilişsel yorgunluk, uyku süresinin kısalmasına, uyku kalitesinin düşmesine ve bilişsel fonksiyonların bozulmasına yol açabilir, bu da farklı ortamlarda zihinsel ve fiziksel performansın azalmasına neden olur. Aşırı durumlarda, bilişsel yorgunluk, trafik kazaları veya tıbbi hatalar gibi felaketlere yol açabilir (Chengh Han ve diğ., 2024).

Bilişsel yorgunluk, uygulamalı psikoloji alanında devam eden bir önem taşıyan bir konudur. Eğitim, iş arama, kariyer gelişimi ve iş terfi etme bağlamlarında, bireylerin yüksek

riskli sınavlarda (örneğin, SAT, Baro Sınavı, Tıp Kurulu Sertifikası) başarılı olmaları veya uzun süreler boyunca tamamlanması gereken, kritik bilişsel olarak zorlu görevleri bazen birkaç saatlik bir oturumda minimum veya hiç ara vermeden yerine getirmeleri gerekir. Böyle bir durumda iyi performans gösterebilmek için bireylerin, görevden dikkatlerini dağıtabilecek off-task düşüncelerinden kaçınmaları, sınav veya görev çok az içsel ilgi sunsa bile ısrarcı olmaları ve bilişsel olarak yorgun hissettiklerinde bile çaba göstermeye devam etmeleri gerekir (Kanfer, 2009).

2.6.2. Fiziksel yorgunluk

Fiziksel yorgunluk, uzun süreli fiziksel iş yüklerinin ardından bir bireyin fiziksel görevleri verimli bir şekilde yerine getirme kapasitesini azaltabilir. Benzer şekilde, zihinsel yorgunluk, uzun süreli zihinsel iş yüklerinin ardından ortaya çıkar ve davranışsal ile bilişsel performansın düşmesine yol açabilir. Zihinsel yorgunluğun, bozulmuş fiziksel performansla ilişkili olduğu bilinmekle birlikte, fiziksel aktivitenin yoğunluğu zihinsel yorgunluk üzerinde farklı etkiler yaratabilmektedir. Özellikle, hafif fiziksel aktiviteler bilişsel fonksiyonu iyileştirirken, ağır fiziksel aktiviteler bilişsel performansı olumsuz yönde etkileyebilir (Anwer, 2021).

Kas yorgunluğu, spor ve egzersiz faaliyetleri sırasında yaygın bir semptomdur, ancak giderek daha fazla hastalık ve sağlık durumunda, gündelik aktivitelerin yerine getirilmesi sırasında ikincil bir sonuç olarak gözlemlenmektedir. Bu sağlık durumlarının çoğunda, fiziksel hareketsizlik, hastanın artan yorgunluk seviyelerine katkıda bulunan önemli bir faktördür. Kısıtlı fiziksel aktivitenin bir sonucu olarak meydana gelen vücut formu kaybı, kas kütlesi ve gücünde büyük azalmalar ile kas metabolizmasındaki değişiklikler nedeniyle artan yorgunluğa yol açar. Fiziksel aktivite spektrumunun diğer ucunda ise, kronik egzersiz eğitimi, sağlıklı bireylerde ve her yaş grubundaki hastalarda kas gücünü ve fonksiyonunu artırır, ayrıca kasların yorgunluğa karşı direnç gösterme yeteneğini geliştirir (Bogdanis, 2012).

2.6.3. Merkezi yorgunluk

Merkezi yorgunluk, merkezi sinir sisteminin içinde yer alan ve kas kuvvetinin nöromüsküler süreçler aracılığıyla ortaya çıktığını belirten bir kavramdır. Bu, beyin, omurilik sinirleri ve motor nöronlar gibi alanları kapsamaktadır. Yorgunluğun birçok farklı tanımı olduğu gibi, merkezi yorgunluğun da çeşitli tanımları bulunmaktadır (Philips, 2015).

Örneğin, merkezi yorgunluğu tanımlarken Gandevia'nın yaklaşımı, "gönüllü" terimine dayanır; bu, yorgunluğun öznel bir şekilde ölçülmesine dair tarihsel bir sorunu gündeme getirir. Buna karşılık, Wessely ve arkadaşları (1998), "bilişsel" yorgunluğu (merkezi yorgunluğun bir türü) üst motor nöron seviyesinde veya daha yukarıda kaynaklandığını tanımlamışlardır. Bugüne kadar merkezi yorgunluğun belki de en kapsamlı tanımı, Chaudhuri ve Behan (2000) tarafından yapılmıştır; bu tanım, "dikkat gerektiren görevlerin ve öz motivasyon gerektiren fiziksel aktivitelerin başlatılmasında ve/veya sürdürülmesinde başarısızlık" olarak ifade edilmiş ve böylece bilişsel bir bileşen vurgulanmıştır (Leavitt ve DeLuca, 2010).

2.6.4. Periferik yorgunluk

Periferik yorgunluk, yorgunluk kaynaklarının merkezi sinir sistemi (CNS) dışında olduğunu belirtir. Daha spesifik olarak, periferik yorgunluk, kas kuvveti üretiminin, nöromüsküler etkilerin dışında bir veya birden fazla süreç nedeniyle azalmasıyla ilişkilidir (Ament ve diğ., 2009).

Periferik yorgunluk kavramı, 1920'lerde AV Hill ve meslektaşlarının yaptığı erken çalışmalara dayanmaktadır (Philips, 2015). Bu çalışmaların bir kısmını Hill, kendisini katılımcı olarak kullanarak yapmıştır ve egzersiz sonlanmadan hemen önce çalışan kasların oksijen ihtiyacının, kalbin bu oksijeni sağlama kapasitesini aştığı sonucuna varılmıştır. Bu, çalışan kaslarda anaerobiyozis gelişmesine ve laktik asit birikimine yol açar (Noakes, 2012).

Kas içi ortamda meydana gelen bu değişiklikler nedeniyle, kasın sürekli olarak kasılması imkânsız hale gelir ve kas, yorgunluk durumuna ulaşır.

Hill, bu bulguları, laktik asidin yalnızca anaerobik koşullarda vücutta üretildiği ve yorgunluğun, kas içindeki laktik asit yoğunluğunun artışıyla ilişkili olduğu şeklinde yorumlamıştır.

Ayrıca, oksijen alımının egzersiz performansını artırdığına dair bazı çalışmalar ışığında, Hill ve meslektaşları, egzersiz toleransının birincil sınırlayıcı faktörünün kalbin aktif kaslara kan pompalama kapasitesi olduğunu ileri sürmüşlerdir (Philips, 2015).

Tablo 2.1. *Periferik ve Merkezi Yorgunluğun Tanımları ve Karşılaştırılması (Philips, 2015).*

	Periferik Yorgunluk	Merkezi Yorgunluk
Gandevia ve diğ. (1995)	Egzersiz nedeniyle kas gücü veya gücünü gösterme yeteneğinde sürdürülebilir olup olmadığına bakılmaksızın düşüş.	Egzersiz nedeniyle kasın istemli aktivasyonunda kademeli azalma.
Chaudhuri ve Behan (2000)	Kaslar, sinirler veya kardiyovasküler sistemin fiziksel sınırlamaları nedeniyle belirli bir kuvveti veya iş hızını sürdürememe, ancak zihinsel görevlerde çok az dayanıklılık kaybı; bu nedenle, periferik yorgunluk fiziksel yorgunlukla ilişkilidir, ancak zihinsel yorgunlukla ilişkilendirilmez.	Öz-motivasyon gerektiren dikkatsel görevleri ve fiziksel aktiviteleri başlatma ve/veya sürdürme başarısızlığı (dışsal uyarıcılara karşı).
Wessely ve ark. (1998)	Kas yorgunluğu; tekrarlanan nöromusküler görev sırasında kaslar tarafından üretilen kuvvetin azalması.	Yorgunluk, üst motor nöron seviyesinde veya daha yukarıda (örneğin, nöromusküler fonksiyonun üzerinde) kaynağını bulan yorgunluktur.

2.7. Futbolda Yorgunluk Etkisi

Futbol, oyuncular ve takımlar arasında iş birliği ve karşılıklı içinde yapılan bir oyundur, bu da karmaşık ve öngörülemez bir dinamik oluşturur (Dambroz, 2022). Bu şekilde, oyuncuların sahadaki konumlanması ve eylemleri, takım arkadaşlarının, rakiplerin ve çevredeki bilgilerin organizasyonuna bağlıdır; bu bilgiler oyun boyunca dinamik bir şekilde sunulur (Garganata ve diğ., 1999). Bu bağlamda, spor performansının sürdürülebilmesi için oyunculardan giderek daha gelişmiş taktiksel, teknik, fiziksel ve bilişsel beceriler

beklenmektedir. Ayrıca, futbol takımlarının sezon boyunca karşılaştıkları yoğun rekabetçi takvim, yüksek düzeyde antrenman ve maç yükü oluşturmaktadır (Bengtsson ve diğ., 2017). Lyons ve diğ., (2022), bir çalışmada, yüksek yoğunluklu lokalize kas yorgunluğunun, futbol pas testi gibi farklı yönler üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu belirtmektedir; bu etkiler arasında performans puanları, pas hataları ve toplam hatalar yer almaktadır. Yapılan bir araştırmada, elit futbol maçlarının ilk 15 dakikalık periyodu ile son 15 dakikalık periyodu karşılaştırıldığında, sprint yapma, yüksek yoğunluklu koşu ve kat edilen mesafe miktarının azaldığı bildirilmiştir (Pellegrino ve diğ., 2018). Futbol maçları sırasında oyuncuların fiziksel performansındaki değişikliklerin, yalnızca takım stratejisi veya oyun pozisyonları gibi bağlamsal olaylarla ilişkilendirmekle birlikte, aynı zamanda kas yorgunluğunun bir sonucu olarak da ortaya çıkabileceği gösterilmiştir (Coutinho ve diğ., 2017). Futbol maçlarında, oyuncular oyun sırasında ve maçların sonlarına doğru geçici olarak yorgunluk yaşarlar (Silva JR ve diğ., 2018). Sonuç olarak, yorgunluk, futbolcuların performansını etkileyen potansiyel bir faktör olarak kabul edilmiştir (Carling ve diğ., 2018).

2.7.1. Aerobik ve anaerobik yorgunluk

Futbol hem aerobik hem de anaerobik bir spor olarak sınıflandırılmaktadır. Oyuncular, aerobik ve anaerobik aktiviteler sonucu zaman zaman yorgunluk yaşayabilmektedirler (Güler ve diğ., 2020). Aerobik egzersiz, sporun çeşitli branşlarında ve bireylerin fiziksel yeterliliklerinde son derece önemli bir koşullu bileşen olarak kabul edilmektedir. Reilly (1997)'ye göre, elit sporcularda yüksek aerobik kapasitenin, yarışmalar sırasında yüklenme ile ilişkili olduğu ve yüksek yoğunluklu kesintili egzersizler sırasında iyileşmeye yardımcı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, aerobik kapasitedeki artış, oksijen taşıma kapasitesini artırır ve bu durum, anaerobik enerjiyle aşırı yüklenme sırasında kas pH'nın ve glikojen tüketiminin iyileşmesine katkı sağlar (Impellizzeri ve diğ., 2006). Joanthan ve Euan (1997)'ye göre, aerobik egzersizin bu özellikleri nedeniyle, birçok takım sporunda egzersizin birincil yöntemlerinden biri olarak kullanılmaktadır.

Anaerobik egzersiz, patlayıcı bir güç kullanımı ve anaerobik eşiği aşan bir yük ile yapılan fiziksel bir aktivite türüdür ve bu durum, yorgunlukla kendini gösterir. Anaerobik aktivite uzun süre sürdürülemez çünkü iskelet kasları, sabit hızda oksijen metabolizmasının çok üzerinde çalışır ve anaerobik metabolizma yoluyla enerji üretir. Bu durum, kaslardaki ve kanda laktat seviyelerinin artmasına yol açar. Biriken laktatın tamponlanması, akciğerlerden

salınan CO₂ miktarını artırır. Yorgunluk, pH'nın (pH=6.4) düşmesinden dolayı kaslarda kendini gösterir (Sözen, Akyıldız, 2018). Bu egzersiz modeli, aynı zamanda aerobik kapasiteyi artırmak amacıyla da kullanılabilir. Aerobik kapasiteyi artırmak için bu antrenman yönteminin tercih edilme nedeni, kısa süreli çabalarla zaman kazandırmasıdır (Jakovljevic ve diğ., 2018).

Birkaç dakikadan uzun süren anaerobik yorgunluklarda, metabolizmanın son ürünü olan kan laktat konsantrasyonu (LA) artmaktadır. Bu yüklenmelerde yorgunluk kavramı, laktik asidin birikmesi ile tartışılabilir. Pek çok egzersiz koşulunda fosfokreatin (PCr) deposunun tamamen tükenmediği bilinmektedir. Örneğin, 6 saniyelik bir sprint sırasında PCr konsantrasyonu başlangıca göre %57, adenozintrifosfat (ATP) miktarı ise %13 azalmaktadır (Maughan ve Gleeson, 2010).

2.7.2. Egzersiz sonrası toparlanma

Antrenmanlar arasında hızlı toparlanma, optimal antrenman için önemlidir. Ayrıca hem amatör hem de profesyonel sporcular için müsabaka sonrası kısa dönem toparlanma, sporcular ve antrenörleri için önemli bir odak noktasıdır. Kısa dönem toparlanma, özellikle yüzme ve atletizm gibi yarışmaların programında eleme, yarı final ve final turları gerektiren sporlarda, daha iyi performans için kilit bir faktördür. Bu sporlarda, yarışmacılar arasındaki farklar saniyenin kesirleri ile ölçülür. Bu nedenle, her tur arasında optimal performans ve toparlanma, bir sonraki tura geçebilmek için kritik öneme sahiptir. Ne yazık ki, genellikle en iyi performanslar (örneğin dünya rekorları) finalde değil, eleme veya yarı finalde görülmektedir. Bu durum, sporcuların toparlanma yeteneği ile ilgili olabilir. Bu nedenle, kısa dönem toparlanmayı anlamak ve toparlanma hızını artırmak için yöntemler araştırmak, sporcular ve antrenörler için ilgi konusudur. Sporcular, yorgunluk mekanizmaları ve kas ağrısı konusundaki anlayışa dayalı olarak, kısa dönem toparlanmayı hızlandırmak ve yorgunluğu azaltmak için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir (Pritchett ve diğ., 2016). Sporcular maksimum performansı yakalayabilmek için çok sayıda maksimum düzeyde antrenman gerçekleştirmesi gerekmektedir (Chtourou ve diğ., 2012). Ancak, bu antrenmanların yoğunluğu, yorgunluğa neden olmaktadır ve fiziksel ve bilişsel performansın düşmesine sebep olmaktadır (Shimi ve diğ., 2016). Futbol antrenmanları ve maçları gün boyunca farklı saatlerde planlanır. Futbolda rekabetçi performans, fizyolojik ve metabolik değişkenler de dahil olmak üzere bir dizi faktöre bağlıdır (Mohr ve diğ., 2016).

Antrenmanlardaki çalışma oranı, maksimum aerobik güçle ilişkilidir ve sprint performansı anaerobik güçten etkilenir. Bu performans ölçümleri vücut sıcaklığındaki değişikliklerle ilişkili olarak günlük değişimden etkilenir (Chtourou ve diğ., 2012; Shimi ve diğ., 2016). Bu nedenle, futbolu maçlarında fiziksel performansın bazı bileşenleri günün saatlerinden etkilenir. Öte yandan futbol, yüksek yoğunlukla karakterize edilen, çeşitli günlerde dinlenme ve toparlanmaya izin verilen aralıklı bir spordur (Bangsbo, 2007). Ascensao (2008)'e göre, bu durum, oksitadif stres ve kas hasarını (laktik asit ve kreatin kinaz seviyesini) artırır. Yakın zamanda Mohr ve diğ., (2016) yılında yaptığı çalışmada, futbolcularda yüksek rekabetli bir müsabakadan sonra kas hasarının görüldüğünü tespit etmiştir (Thorpe ve Sunderland, 2012). Bu yüksek yoğunluklu müsabakalardan sonra sporcular genellikle antioksidan vitaminler (E vitamini, C vitamini), kriyoterapi ve protein takviyeleri, kısa vadeli iyileşmeyi artırmak için en yaygın kullanılan takviyeleri aynı anda kullanarak toparlanmayı hızlandırmaya çalışırlar (Prichett ve diğ., 2016).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmaya, Eskişehir’de futbol oynayan amatör lisanslı 20 futbolcu katılmıştır. Çalışmaya gönüllü olarak katılan katılımcıların yapılan görüşmeler sonucunda son 6 ay içerisinde sakatlık yaşamadıkları tespit edilmiştir. Araştırmaya başlamadan önce, tüm katılımcılara çalışma ile ilgili karşılaşılabilecek riskler ve rahatsızlıkları içeren ayrıntılı bilgi verilmiştir. Aynı zamanda Eskişehir Teknik Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu, Etik Kurul Onayı alınmıştır. Çalışmaya katılan farklı yaş gruplarındaki futbolcuların tanımlayıcı verileri **Tablo 3.1.**’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri.

Katılımcılar	Yaş (Yıl)	Uzunluk (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)	YoYo Test Skorları (Ort±SD)
Test Grubu	20,6±2,62	178,05±5,38	71,3±7,07	185,6±9,45

3.2. Veri Toplama Araçları

Boy Uzunluğu: Teste katılan deneklerin boy uzunluğu ölçümleri hassasiyet 0.1mm olan duvara monte edilmiş stadiometre (Holtain LTD, UK) ile yapılmıştır.



Şekil 3.1. Sabit Stadiometre

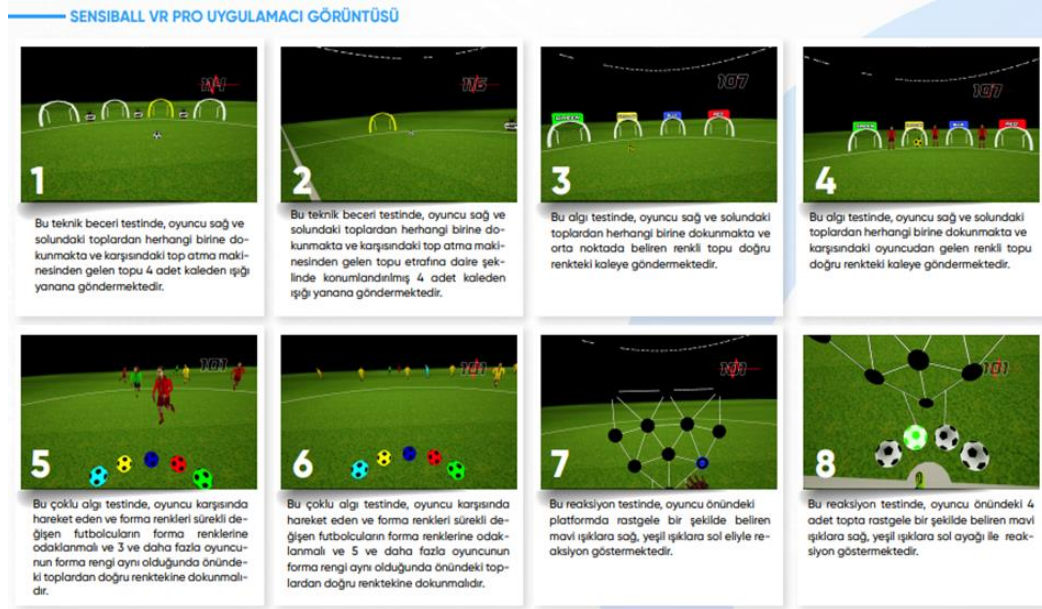
Vücut Ağırlığı: Hassasiyeti 0,1 kg olan elektronik baskülde (Seca, Vogel & Halke, Hamburg) deneklerin vücut ağırlığı ölçülecektir. Bilinen iki ağırlık ile baskülün doğruluğu kontrol edilmiştir.



Şekil 3.2. Baskül

3.2.1. VR testi uygulaması

Antropometrik testler tamamlandıktan sonra, 20 kişilik katılımcı grubuna VR adaptasyon testi uygulanmıştır. Adaptasyon testinin ardından VR çalışması 4 ayrı senaryodan oluşan, çoklu nesne izleme, bilişsel engelleme ve omuz tarama olmak üzere bilişsel parametre testleri adaptasyon testi de dahil olmak üzere 3 tekrar olacak şekilde uygulanmıştır. Test süresi 30-35 dakika sürmüştür. Test süresince polar göğüs bandıyla katılımcıların kalp atım hızları takip edilmiştir.



Şekil 3.3. Sensiball VR Testinde kullanılan senaryolar.

3.2.2. Sensiball VR sanal gerçeklik testi

Sensiball VR Teknolojisi, masaüstü bilgisayar HTC Vive XR ve parçaları ile çalışan patentli geliştirdiği haptik ayakkabı ve trackerlar, analiz ve raporlama yazılımlarını

içermektedir. Sensiball VR teknolojisi kullanılırken sanal gerçeklik ortamında yapılan karar verme testleri esnasında HTC Vive XR ve trackerlar kullanılmıştır.



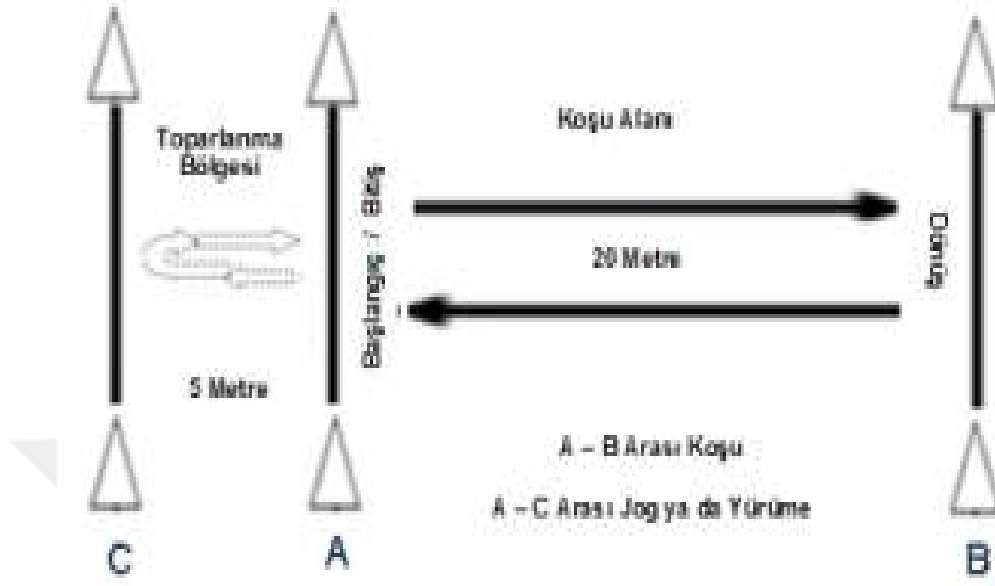
Şekil 3.4. ve Şekil 3.5. Uygulama esnasında kullanılan HTC Vive XR Sanal Gerçeklik Gözlüğü.



Şekil 3.6. ve Şekil 3.7. Sensiball VR topa vurma hissiyatı veren haptik ayakkabı ve tracker sistemi.

3.2.3. YoYo aralıklı toparlanma testi

Katılımcıların çalışma başlamadan önce maksimal kalp atım hızı değerlerini belirlemek için Eskişehir Teknik Üniversitesi Atletizm Salonu'nda YoYo testi uygulanmıştır. Test, 20 metrelik bir koşu alanı, 5 metrelik bir dinlenme alanı olacak şekilde kurulmuştur. Test süreci bluetooth hoparlör ve tablet yardımıyla takip edilmiştir. 2 m genişliğinde ve 20 m uzunluğundaki koşu şeritlerini belirlemek için huniler kullanılmıştır. Her şerit, başlangıç çizgisinin 5 m arkasına yerleştirilen diğer bir huniye sahiptir ve bu alan aktif toparlanma bölgesini göstermesi için kurulmuştur. Sporcu tükeniş noktasına geldiğinde veya huniye iki kereden fazla geç kalırsa, test sonlandırılmıştır ve testte koşulan mesafe kaydedilmiştir. Çalışma esnasında tüm katılımcıların kalp atım değerleri Polar H10 göğüs bandıyla kaydedilmiştir.

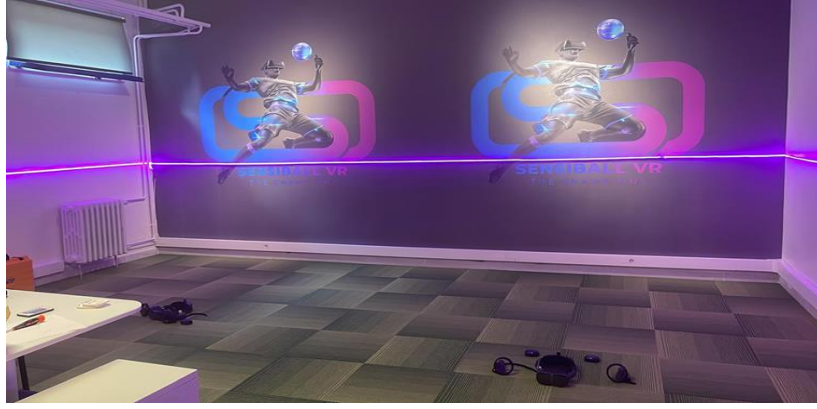


Şekil 3.8. YoYo Aralıklı Toparlanma Testi Alanı (Can ve Cihan, 2013).



Şekil 3.9. Sensiball VR Karar Verme Testi Uygulama Anı ve Takibi.

HTC Vive XR teknolojisi dünyada ayak hareketlerini sanal ortamda realtime olarak aktaran tek teknolojidir. Bu nedenle SensiballVR teknolojisinde geliştirilen patentli haptik geribildirim veren ayakkabı HTC Vive ayak trackerları ile çalışmaktadır.



Şekil 3.10. Sensiball VR Uygulama Alanı.

Şekil 3.10.’da 4x4 alan içerisinde HTC Vive XR gözlüğü ve 2 adet Ultimate Tracker (her ayak için bir adet) ile çalışan Sensiball VR Antrenman ve Test Platformu kullanılmıştır. Teste katılan futbolcular bu sayede Sensiball VR tarafından geliştirilmiş çoklu nesne izleme, bilişsel engelleme, bellekli çoklu nesne izleme ve omuz tarama senaryolarını dinlenik ve yorgunluk durumunda test edilmiştir. Gerçek testler öncesinde oyuncular farklı günlerde adaptasyon amaçlı aynı senaryolara girmişlerdir.

3.2.4. Fizyolojik parametrelerin ölçümü

Katılımcıların yapılacak testler esnasında kalp atım hızı, maksimum nabız, ortalama nabız oranı gibi fizyolojik parametreleri Polar H10 marka göğüs bandıyla ölçülmüştür.



Şekil 3.11. Polar H10 Göğüs Bandı

3.3. Verilerin Toplanması

3.3.1. Araştırma planı

Bu araştırma, 2024-2025 sezonunun birinci devresi devam ederken, iki haftalık bir süre zarfında tamamlanmıştır. Çalışmaya, Eskişehir bölgesinde amatör olarak futbol oynayan 20 gönüllü katılımcı dahil edilmiştir. Deney sürecinde her biri farklı içeriğe sahip dört senaryo belirlenmiş ve senaryolar, her katılımcıya farklı sıralarda uygulanacak şekilde düzenlenmiştir. Katılımcılar, rastgele atama yöntemiyle 10’ar kişilik iki gruba ayrılmış ve adaptasyon testi uygulanmıştır.

Çalışma kapsamında, katılımcılar ikili gruplar halinde antrenman programına tabi tutulmuş ve test öncesinde karşılaşabilecekleri durumlar kendilerine detaylı olarak açıklanmıştır. Adaptasyon testi sonrasında, maksimal kalp atım hızlarını belirlemek amacıyla YoYo testi uygulanmış ve tükeniş noktalarındaki kalp atım hızları maksimal değer olarak kaydedilmiştir. Test sırasında katılımcıların nabız değerleri, Polar H10 göğüs bandı kullanılarak sürekli takip edilmiştir.

Deney protokolü, önce dinlenik durumda gerçekleştirilen testin ardından yorgunluk protokolü ile devam edecek şekilde tasarlanmıştır. Yorgunluk protokolü kapsamında, Jumping Jack, High Knee Raise ve Jump Squat egzersizleri her bir katılımcıya 1'er dakika süreyle ve YoYo testinde belirlenen maksimal kalp atım hızının %85'inin altına düşmeyecek şekilde uygulanmıştır. Yorgunluk protokolü, test öncesinde 3 dakika ve her senaryo arasında 1'er dakikalık süreler şeklinde planlanmıştır. Yorgunluk protokolünün tamamlanmasının ardından, katılımcılara esneme süresi tanınmış ve test süreci sonlandırılmıştır.

3.4. Ölçümler

3.4.1. SensiBall VR sanal gerçeklik testi

Çalışmaya katılan 20 kişilik katılımcı grup hem yorgunluk öncesi hem de yorgunluk protokolü ile 4 senaryoyu 3 kere tekrar ederek toplamda 12 senaryo uygulamışlardır. Sensiball VR platformu içerisinde çoklu nesne takibi, omuz tarama, bilişsel engelleme, bellekli çoklu nesne takibi olmak üzere toplam 4 senaryo uygulanmıştır. Futbolcuların bilişsel becerilerini test etmek için geliştirilmiş bu testlerde, her bir oyuncunun doğru karar verme, hedefi doğru algılayarak isabet ve kaçırma oranları ve bu karar verme eylemini uygularken ortaya koyduğu reaksiyon süresi ölçülmüştür. Tüm senaryolar uygulanırken Polar H10 göğüs bandıyla kalp atım hızı ölçümleri yapılmıştır.

Bu sürelerin futbol sahasında antrenörler tarafından ölçülmesi çok zor bir durumdur. Ancak sanal gerçeklik ortamında bu süreler objektif bir şekilde ölçülebilir, raporlanabilir ve belli periyotlarla tekrar edilerek gelişime katkı sağlayabilir. Sensiball VR testinde uygulanan 4 senaryo aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.4.2. Omuz tarama (shoulder scan) testi

Bu test, oyuncuların sahadaki geniş alanı tarayarak rakip oyuncuları ve boş alanları izleme yeteneği, oyuncuların saha içindeki durumları değerlendirme ve takım stratejilerine uyum sağlama yeteneğini güçlendirir. Çalışma esnasında sporcu, karşısında beliren yeşil ışık

sinyaliyle birlikte omuz taraması yapma başlar ve arkasından gelen oyuncuları tespit eder. Tarama bittikten sonra tespit ettiği oyuncunun renginde olan kaleye vuruş yapması istenir. Çalışma esnasından sporcunun isabet ve tepki süreleri msn cinsinden ölçülür.



Şekil 3.12. ve Şekil 3.13. Omuz Tarama Testinde, sporcunun arkasından gelen oyuncuyu görüp aynı renkteki kaleye vuruş yapması beklenir.

3.4.3. Bilişsel engelleme (cognitive inhibition) testi

Oyuncuların dikkatlerini odaklanmaları gereken önemli bilgilere yönlendirmelerini sağlayan bir beceri, dikkat dağıtıcı unsurları filtreleyerek hızlı kararlar alma ve duygusal kontrol sağlama yeteneğini güçlendirir. Bilişsel esneklik, önde gelen tepkileri geçersiz kılmak ve dikkati çeken alakasız parametrenin işlenmesini engellemek, esnek bir şekilde yanıt vermemizi ve değişen durumlara karşı davranışlarımızı ve duygusal tepkilerimizi ayarlamamızı sağlayan yeteneklerdir (Joorman, 2010).

Bu testin içeriğinde, sporcunun karşısında beliren oyuncuların yönlerini takip ederek ortadaki oyuncunun yönündeki kaleye vuruş yapılması istenir. Test sırasında sporcunun başarılı vuruş sayısı ve reaksiyon süresi msn cinsinden kaydedilir.



Şekil 3.14. ve Şekil 3.15. Bilişsel Engelleme Testinde, sporcu önündeki oyuncuların ortasındaki oyuncuyu tespit eder ve oyuncunun baktığı yöndeki kaleye vuruş yapar.

3.4.4. Çoklu nesne takibi (multi object tracking) testi

Oyuncuların sahadaki diğer oyuncularını, topu ve oyunun genel akışını etkin bir şekilde izleme yeteneği, hızlı reaksiyon verme ve uygun pozisyonlara yerleşme yeteneğini güçlendirir. Bu test, sporcunun dikkat, işlem kapasitesi ve bilişsel esneklik gibi parametrelerini ölçmek ve değerlendirmek için tasarlanmıştır.

Test esnasında sporcular, sporcular önünde belirlen oyuncu grubunun forma renklerini takip ederek 5 ve daha fazla olan rengi tespit edip önünde beliren renkli toplardan fazla sayıda renk olan topa temas etmeleri istenmiştir.

Bu test, sporcularda dikkatin bölünmesi, çoklu görev yapma yeteneği, hızlı karar verme gibi bilişsel becerileri değerlendirmek için kullanılmıştır. Test sonunda, sporcuların isabet oranı ve reaksiyon süresi msn cinsinden kaydedilir.



Şekil 3.16 ve Şekil 3.17. Çoklu Nesne Takibi Testinde, sporcu karşısında hareket eden ve forma renkleri sürekli değişen futbolcuların forma renklerine odaklanarak 5 veya daha fazla oyuncunun forma rengi aynı olduğunda önünde beliren toplardan doğru olana vuruş yapması istenir.

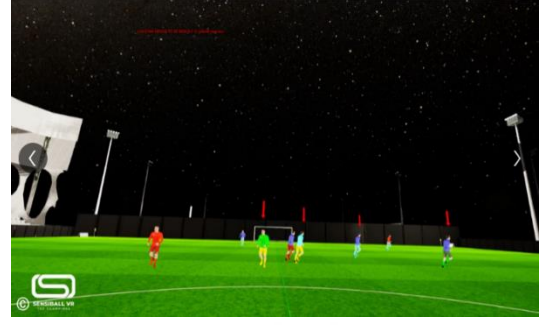
3.4.5. Bellekli çoklu nesne takibi (memot) testi

Oyuncuların sahadaki çoklu nesneleri izleme ve kısa süreli hafızayı kullanma yeteneği, hızlı kararlar alma ve değişen oyun koşullarına uyum sağlama yeteneğini güçlendirir.

Çoklu nesne takibi genellikle iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, görüntü çerçevesinde nesnelerin tespiti, ikini aşama ise, sıralı görüntüde tespit edilen nesnelerin ilişkilendirilmesi aşamasıdır (Özdemir ve diğ., 2021). Bu bellekli çoklu nesne takibi testinde, sporcuların bilişsel performansını değerlendirmek, dikkat ve işlemsel hızı değerlendirmek amacıyla kullanılır.

Test sonuçları, katılımcının tepki verme süresi, dikkatini yönlendirme yeteneği ve motor koordinasyonu hakkında bilgi sağlamak amacıyla analiz edilmiştir.

Test sonunda, sporcuların isabet oranı ve reaksiyon süreleri msn cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 3.18 ve Şekil 3.19. Bellekli Çoklu Nesne Takibi Testinde, sporcu önünde sürekli hareket halinde olan oyuncu grubunun içinden üstlerinde ok ile beliren oyuncuları takip eder. Bu oklar söndüğünde oyuncuları üstlerinde numaralar belirir. Sporcudan bu numaraları aklında tutması ve önünde beliren doğru numaralara vuruş yapması istenir.

4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmada elde edilen verilerin analizi SPSS istatistik programı (version 25.0, IBM, Armonk, NY, USA) kullanılarak gerçekleştirildi. Analiz sürecinde öncelikle her bir değişken için tanımlayıcı istatistikler hesaplandı; ortalama (Mean), standart sapma (SD), medyan (Median) ve çeyrekler arası genişlik (IQR) değerleri rapor edildi. Bağımlı değişkenlerin yorgunluk öncesi ve sonrası dağılımlarının normal olup olmadığını belirlemek için Shapiro-Wilk Normallik Testi uygulandı. Normallik testinden elde edilen p-değerinin 0.05'ten büyük olması durumunda ilgili değişkenin normal dağılım gösterdiği kabul edildi. Dört farklı sanal gerçeklik senaryosu (Çoklu Nesne Tarama, Bilişsel Engelleme, Omuz Tarama ve Bellekli Çoklu Nesne Tarama) için yorgunluk öncesi ve sonrası ölçülen değişkenler karşılaştırıldı. Normallik varsayımını sağlayan değişkenlerin karşılaştırılması için Bağımlı Örneklem T-Testi (Paired Samples T-Test) kullanıldı. Buna karşın, normallik varsayımını sağlamayan değişkenlerde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (Wilcoxon Signed-Rank Test) uygulandı. Elde edilen test sonuçlarının yanı sıra etki büyüklükleri de hesaplanarak bulguların pratik anlamlılığı değerlendirildi. T-Testi uygulanan değişkenler için Cohen's d etki büyüklüğü hesaplandı ve 0.2'den küçük değerler küçük (small), 0.2 ile 0.5 arasındaki değerler orta (medium), 0.5 ile 0.8 arasındaki değerler büyük (large), 0.8 ve üzerindeki değerler ise çok büyük (very large) etki olarak yorumlandı. Wilcoxon testi uygulanan değişkenler için ise r etki büyüklüğü ($r = Z / \sqrt{N}$) hesaplandı ve 0.1'den küçük değerler küçük, 0.1 ile 0.3 arasındaki değerler orta, 0.3 ile 0.5 arasındaki değerler büyük, 0.5 ve üzerindeki değerler ise çok büyük etki olarak sınıflandırıldı. İstatistiksel anlamlılık açısından hipotez testlerinde $p < 0.05$ değeri, yorgunluk öncesi ve sonrası ölçümler arasında anlamlı bir fark olduğu şeklinde yorumlandı.

5. BULGULAR

Bu çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması $20.60 \pm 2,62$ yıl, vücut ağırlığı $71.30 \pm 7,08$ kg, uzunluk $178.05 \pm 5,38$ cm ve beden kütle indeksi $22.51 \pm 2,22$ kg/m²) olarak belirlendi. Katılımcıların oynadıkları mevkilere göre yüzde dağılım bulguları **Tablo 5.1.**'de gösterildi.

Tablo 5.1. Katılımcıların demografik değişkenlerine ait tanımlayıcı bilgiler (n = 20).

Değişken	Ortalama $\pm$ SS	Min.- Maks	%95 GA
Yaş (yıl)	20.60 ± 2.62	18- 25	19.45- 21.75
Vücut Ağırlığı (kg)	71.30 ± 7.08	59- 85	68.20- 74.40
Uzunluk (cm)	178.05 ± 5.38	169- 187	175.69- 180.41
Beden kütle indeksi(kg/m ²)	22.51 ± 2.22	18.11- 25.50	21.54- 23.49

Mevkiler	Yüzde Dağılım
Orta Saha	%35,0
Kaleci	%15,0
Forvet	%15,0
Sol Bek	%10,0
Sağ bek	%10,0
Kanat	%10,0
Stoper	%5,0

5.1. Çoklu Nesne Takibi Senaryosu

Başarılı Vuruş değişkeni açısından yorgunluk öncesi (8.65) ve yorgunluk sonrası (9.0) değerleri karşılaştırıldığında, %4.0 oranında artış gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir (Z = -1.204, p = 0.229, etki büyüklüğü = 0.27). Başarısız Vuruş değişkeni açısından yorgunluk öncesi (0.25) ve yorgunluk sonrası (0.95) değerleri karşılaştırıldığında, %280.0 oranında artış gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır (Z = -2.754, p = 0.006, etki büyüklüğü = 0.62). Reaksiyon Süresi değişkeni açısından yorgunluk öncesi (1.85) ve yorgunluk sonrası (1.92) değerleri karşılaştırıldığında, % 3.8 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir (t = -1.06, p = 0.304, etki büyüklüğü = 0.24). Senaryo Bazlı Skor değişkeni açısından yorgunluk öncesi (74.75) ve yorgunluk sonrası (62.54) değerleri karşılaştırıldığında, % -16.3 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır (t = 5.16, p = <0.001, etki büyüklüğü = 1.15). Kalp Atım Hızı değişkeni açısından yorgunluk öncesi (90.70) ve

yorgunluk sonrası (177.00) değerleri karşılaştırıldığında, % 95.1 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($t = -24.61$, $p = <0.001$, etki büyüklüğü = 5.50).

5.2. Bilişsel Engelleme Senaryosu

Başarılı Vuruş değişkeni açısından yorgunluk öncesi (6.15) ve yorgunluk sonrası (5.60) değerleri karşılaştırıldığında, %8,9 oranında azalma gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($t = 1.351$, $p = 0.192$, etki büyüklüğü = 0.21). Başarısız Vuruş değişkeni açısından yorgunluk öncesi (1.05) ve yorgunluk sonrası (4.40) değerleri karşılaştırıldığında, %319,0 oranında artış gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z = -3.031$, $p = 0.002$, etki büyüklüğü = 0.68). Reaksiyon Süresi değişkeni açısından yorgunluk öncesi (1.69) ve yorgunluk sonrası (1.84) değerleri karşılaştırıldığında, %8,9 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Z = -1.31$, $p = 0.191$, etki büyüklüğü = 0.29). Senaryo Bazlı Skor değişkeni açısından yorgunluk öncesi (67.84) ve yorgunluk sonrası (53.12) değerleri karşılaştırıldığında, %-21.7 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($t = 3.75$, $p = 0.001$, etki büyüklüğü = 0.84). Kalp Atım Hızı değişkeni açısından yorgunluk öncesi (90.70) ve yorgunluk sonrası (173.55) değerleri karşılaştırıldığında, %91,3 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($t = -22.94$, $p = <0.001$, etki büyüklüğü = 5.13).

5.3. Omuz Tarama Senaryosu

Başarılı Vuruş değişkeni açısından yorgunluk öncesi (6.50) ve yorgunluk sonrası (5.85) değerleri karşılaştırıldığında, %10.0 oranında azalma gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Z = -1.615$, $p = 0.106$, etki büyüklüğü = 0.36). Başarısız Vuruş değişkeni açısından yorgunluk öncesi (0.65) ve yorgunluk sonrası (4.15) değerleri karşılaştırıldığında, %538.5 oranında artış gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z = -3.643$, $p < 0.001$, etki büyüklüğü = 0.81). Reaksiyon Süresi değişkeni açısından yorgunluk öncesi (3.34) ve yorgunluk sonrası (3.37) değerleri karşılaştırıldığında, % 0.9 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Z = -0.41$, $p = 0.681$, etki büyüklüğü = 0.09). Senaryo Bazlı Skor değişkeni açısından yorgunluk öncesi (64.06) ve yorgunluk sonrası (60.54) değerleri karşılaştırıldığında, % -5.5 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($t = 1.03$, $p = 0.316$, etki büyüklüğü = 0.23). Kalp Atım Hızı değişkeni açısından yorgunluk öncesi (90.70) ve

yorgunluk sonrası (175.55) değerleri karşılaştırıldığında, % 93.6 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($t = -23.64$, $p = <0.001$, etki büyüklüğü = 5.29).

5.4. Bellekli Çoklu Nesne Tarama Senaryosu

Başarılı Vuruş değişkeni açısından yorgunluk öncesi (7.80) ve yorgunluk sonrası (7.50) değerleri karşılaştırıldığında, %3,8 oranında azalma gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Z = -1.186$, $p = 0.236$, etki büyüklüğü = 0.27). Başarısız Vuruş değişkeni açısından yorgunluk öncesi (0.20) ve yorgunluk sonrası (2.40) değerleri karşılaştırıldığında, %1100,0 oranında artış gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z = -4.117$, $p <0.001$, etki büyüklüğü = 0.92). Reaksiyon Süresi değişkeni açısından yorgunluk öncesi (2.49) ve yorgunluk sonrası (2.34) değerleri karşılaştırıldığında, %-6.0 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($t = 2.21$, $p = 0.039$, etki büyüklüğü = 0.49). Senaryo Bazlı Skor değişkeni açısından yorgunluk öncesi (31.91) ve yorgunluk sonrası (32.34) değerleri karşılaştırıldığında, %1,3 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($t = -0.33$, $p = 0.748$, etki büyüklüğü = 0.07). Kalp Atım Hızı değişkeni açısından yorgunluk öncesi (90.70) ve yorgunluk sonrası (178.50) değerleri karşılaştırıldığında, %96,8 değişim gözlemlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($t = -25.19$, $p = <0.001$, etki büyüklüğü = 5.63).

Yorgunluk sonrası Başarılı Vuruş Sayısı, farklı senaryolarda genel olarak değişiklik göstermiştir. Çoklu Nesne Tarama senaryosunda başarıda hafif bir artış gözlenirken, Bilişsel Engelleme, Omuz Tarama ve Bellekli Çoklu Nesne Takibi senaryolarında Başarılı Vuruş Sayısında azalma eğilimi gözlemlenmiştir. Ancak, bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Diğer taraftan, Başarısız Vuruş Sayısı tüm senaryolarda yorgunluk sonrası anlamlı bir şekilde artmıştır ($p <0.05$). En belirgin artış, Bellekli Çoklu Nesne Takibi senaryosunda (%1100) gözlemlenmiş olup, bunu sırasıyla Omuz Tarama, Bilişsel Engelleme ve Çoklu Nesne Takibi takip etmiştir. Reaksiyon süresi genel olarak değişmemiştir, ancak Bellekli Çoklu Nesne Takibi senaryosunda yorgunluk sonrası tepki süresinde hafif bir iyileşme (kısalmaya) gözlemlenmiş ve bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0.039$). Kalp atım hızı ise tüm senaryolarda yorgunluk sonrası belirgin bir şekilde artmıştır ($p <0.001$), bu da fiziksel ve bilişsel yüklenmenin fizyolojik bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Etki büyüklükleri açısından değerlendirildiğinde, Başarılı Vuruş Sayısındaki değişiklikler küçük ila orta büyüklükte bir etkiye sahipken ($r \approx 0.2-0.3$),

Başarısız Vuruş oranlarındaki değişimler genellikle orta ila büyük düzeyde etkiler göstermektedir ($r \approx 0.6-0.9$). Sonuç olarak, yorgunluk bilişsel performans üzerinde özellikle hata yapma eğilimini artırmakta, Başarılı Vuruş Sayısı'nda ise belirgin düşüşler olmasa da olumsuz bir eğilim yaratmaktadır. Bu bulgular, yorgunluk sonrası senaryo başarısının korunmasında bilişsel esnekliğin sınırlı olduğunu ve hata toleransının azaldığını göstermektedir.

Tablo 5.2. Sanal gerçeklik senaryolarında yorgunluk öncesi ve sonrası performans değişimlerinin istatistiksel analizi.

Değişkenle r	Ort ± SS	Ort ± SS	Medyan (25nci – 75nci) (Yorgunluk Öncesi)	Medyan (25nci – 75nci) (Yorgunluk Sonrası)	M / t	P	E.B
Çoklu Nesne Takibi	(Yorgunluk Öncesi)	(Yorgunluk Sonrası)					
Başarılı Vuruş	8.65 ± 1.09	9.0 ± 1.08	9.0 (8.0- 9.0)	9.0 (8.0- 10.0)	1.204 #	0.229	.27
Başarısız Vuruş	0.25 ± 0.55	0.95 ± 1.39	0.0 (0.0- 0.0)	1.0 (0.0- 2.0)	2.754 #	0.006	.62
Reaksiyon Süresi	1.85 ± 0.23	1.92 ± 0.34	1.86 (1.685- 2.0075)	1.90 (1.78- 2.1225)	1.06*	0.304	.24
Senaryo Bazlı Skor	74.75 ± 13.56	62.54 ± 17.52	73.0 (65.22- 83.32)	62.38 (54.5- 70.24)	.16*	<0.001	.15
Kalp Atım Hızı	90.70 ± 12.35	177.00 ± 9.40	90.5 (81.75- 103.25)	177.5 (168.0- 185.0)	24.61 *	001	<0. .50
Bilişsel Engelleme	Ort ± SS (Yorgunluk Öncesi)	Ort ± SS (Yorgunluk Sonrası)	Medyan (25nci – 75nci) (Yorgunluk Öncesi)	Medyan (25nci – 75nci) (Yorgunluk Sonrası)	/ t	P	E.B
Başarılı Vuruş	6. 15 ± 2.83	5. 60 ± 2.44	5. 0 (4.0-9.0)	5. 0 (4.0-8.0)	.351* 2	0.19	.21
Başarısız Vuruş	1. 05 ± 2.31	4. 40 ± 2.44	0. 0 (0.0-1.0)	5 (2.0-6.0)	3.031 # 2	0.00	.68
Reaksiyon Süresi	1. 69 ± 0.66	1. 84 ± 0.58	1. 615 (1.31- 1.79)	1. 63 (1.49- 1.93)	1.307 # 1	0.19	.29
Senaryo Bazlı Skor	67.84 ± 12.92	53.12 ± 16.56	66.465 (58.77- 80.38)	51 .83 (46.92- 58.38)	.75* 1	0.00	.84

Tablo 5.2. (Devam) Periferik ve Merkezi Yorgunluğun Tanımları ve Karşılaştırılması (Philips, 2015).

Kalp Atım Hızı	90.70 12.35	±	173.55 9.66	±	90.5 (81.75-103.25)	4.5 (167.75-179.0)	22.94 *	<0.001	.13
Omuz Tarama	Ort ± SS (Yorgunluk Öncesi)		Ort ± SS (Yorgunluk Sonrası)		Medyan (25nci – 75nci) (Yorgunluk Öncesi)	Medyan (25nci – 75nci) (Yorgunluk Sonrası)	M / t	P	E.B
Başarılı Vuruş	6.50 ± 2.72		5. 85 ± 2.11		5.0 (4.0-10.0)	5.0 (5.0-7.75)	1.615 #	0.106	.36
Başarısız Vuruş	0.65 ± 1.04		4. 15 ± 2.11		0.0 (0.0-1.0)	5.0 (2.75-5.0)	3.643 #	<0.001	.81
Reaksiyon Süresi	3.34 ± 0.73		3. 37 ± 0.69		3.29 (3.10-3.42)	3.34 (2.85-3.6)	0.411 #	0.61	.09
Senaryo Bazlı Skor	64.06 11.02	±	60 .54 ± 14.84		67.34 (54.34-72.39)	63.535 (53.93-66.08)	.03*	0.36	.23
Kalp Atım Hızı	90.70 12.35	±	5.55 11.81	±	90.5 (81.75-103.25)	175.0 (165.75-183.5)	23.64 *	<0.001	.29
Bellekli Çoklu Nesne Takibi	Ort ± SS (Yorgunluk Öncesi)		t ± SS orgunluk Sonrası)	Or (Y	Medyan (25nci – 75nci) (Yorgunluk Öncesi)	Medyan (25nci – 75nci) (Yorgunluk Sonrası)	/ t	P	E. B
Başarılı Vuruş	7.80 ± 0.52		7.50 ± 1.15		8.0 (8.0-8.0)	8.0 (8.0-8.0)	1.186 #	0.26	.27
Başarısız Vuruş	0.20 ± 0.62		2.40 ± 1.10		0.0 (0.0-0.0)	2.0 (2.0-2.0)	4.117 #	<0.001	.92
Reaksiyon Süresi	2.49 ± 0.31		2.34 ± 0.28		2.48 (2.23-2.69)	2.32 (2.15-2.50)	.21*	0.09	.49
Senaryo Bazlı Skor	31.91 5.00	±	32.34 6.98	±	32.3 (29.27-35.77)	31.9 (29.52-37.09)	0.33*	0.78	.07
Kalp Atım Hızı	90.70 12.35	±	178.50 8.88	±	90.5 (81.75-103.25)	178.0 (170.75-185.75)	25.19 *	<0.001	.63

= Wilcoxon işaretli sıralar testi; * = Paired samples t test; E.B. = etki büyüklüğü

6. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, yorgunluğun, dört farklı bilişsel senaryoda (Çoklu Nesne Tarama, Omuz Tarama, Bellekli Çoklu Nesne Tarama, Bilişsel Engelleme) performans üzerindeki etkilerini incelemektir. Araştırma bulguları, yorgunluğun bilişsel performans üzerinde karmaşık ve çok yönlü etkiler yarattığını göstermektedir. Aşağıda, her bir bilişsel senaryoların sonuçları tartışılacaktır.

6.1. Multi-Object-Tracking (Çoklu Nesne Takibi)

Yorgunluğun Çoklu Nesne Takibi senaryosuna etkisi, başarılı vuruş sayısında (SuccessCount) anlamlı bir artışla kendini gösterdi. Yorgunluk sonrası, katılımcıların daha fazla başarıyla görev tamamladığı gözlemlendi. Yorgunluk Öncesi ve Yorgunluk Sonrası arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.001$) ve etki büyüklüğü (E.B.) 0.88 ile büyük bir etkiyi işaret etmektedir. Bu bulgu, yorgunluğun katılımcıların odaklanma ve takip etme becerilerini artırabileceğini, belki de zorlu durumlarla başa çıkma yetilerini geliştirdiğini düşündürmektedir. Ancak, tepki süresi (ReactionTime) açısından anlamlı bir değişiklik gözlemlenmemiştir ($p = 0.304$). Bu, yorgunluğun hız ve tepki süresi üzerinde belirgin bir etki yaratmadığını ancak görevdeki genel başarıyı etkileyebileceğini gösterir.

Forestier ve Nougier (1998), yaptığı çalışmada, dinlenik ve yorgun durumunda olan katılımcılardan 3 hedeften birisine isabetli atış yapılması istenmiştir. Başarılı atışların yorgunluk protokolü uygulandıktan sonra düştüğü ortaya çıkmıştır. Araştırma sonuçlarına göre yorgunluk etkisinin hem hıza hem de isabet oranına etkisi görülmüştür ve bu çalışmayı desteklemiştir (Forestier ve Nougier, 1998).

Bedir ve Erhan (2021), yaptıkları 4 haftalık VR çalışmasına, hedefe dayalı sporlarla uğraşan 34 elit sporcu katılmıştır. Çalışmanın sonunda, VR çalışması yapan deney grubu, geleneksel antrenman yapan kontrol grubuna göre hem atış becerisi hem de imgeleme becerisi olarak daha büyük gelişmeler göstermiştir (Bedir ve Erhan, 2021).

Yorgunluk sonrası senaryo bazlı skor (FormulaResults) anlamlı bir düşüş göstermiştir ($p < 0.001$). Bu da bilişsel işleme süreçlerinin yorgunlukla birlikte zorlaştığını ve katılımcıların stratejik düşünme becerilerinde bir azalma yaşadığını göstermektedir. Kalp atış hızının yorgunluk sonrası büyük bir artış göstermesi ($p < 0.001$), katılımcıların fiziksel olarak daha fazla efor sarf ettiklerini ve bu durumun bilişsel görevler üzerindeki etkisini artırmış olabileceğini düşündürmektedir.

6.2. Cognitive-Inhibition (Bilişsel Engelleme)

Bilişsel Engelleme senaryosunda yorgunluğun etkisi, özellikle başarı sayısında belirgin bir artışla görülmüştür ($p < 0.001$). Bu bulgu, yorgunluğun, katılımcıların bilişsel engelleme senaryosuna daha fazla dikkat vererek tepki verdiklerini gösterebilir. Yorgunluk, bazı bireylerde dikkat ve odaklanma becerilerini artırabilir, ancak aynı zamanda başarısız vuruş sayısında da artış gözlemlenmiştir ($p = 0.040$). Bu, katılımcıların bazen yanlış kararlar verdiklerini ve bilişsel engelleme senaryosunu yerine getirirken hata yapma eğilimlerinin arttığını ortaya koymaktadır.

Reaksiyon süresi (ReactionTime) açısından anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p = 0.191$), bu da yorgunluğun tepki süresi üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığını ancak dikkat ve başarı gibi bilişsel becerilerde değişikliklere yol açtığını göstermektedir. Senaryo bazlı skor değerinde ise, yorgunluk sonrası belirgin bir düşüş görülmüştür ($p = 0.001$), bu da bilişsel engelleme görevlerinde stratejik düşünmenin zorlaştığını gösteriyor. Ayrıca, kalp atış hızındaki artış ($p < 0.001$) yine katılımcıların artan fiziksel ve bilişsel yüküyle başa çıkmaya çalıştıklarını gösteriyor.

Takai ve Ikudome (2023), yaptıkları çalışmada, karar verme sürecindeki antrenman türlerinin etkilerini incelemiş ve VR antrenmanlarının katılımcılara daha fazla gol atmaya yönelik seçenekler üretmeye yöneldiğini savunmuştur. Aynı çalışmanın kontrol grubu aynı antrenmanları yapmalarına rağmen geleneksel antrenmanlar uyguladıkları için deney grubuyla aynı tepkiyi göstermemişlerdir. Sonuç olarak bu çalışma, sanal gerçeklik ortamında yapılan antrenmanların karar verme becerisine yönelik değerli bir antrenman metodu olduğu, geçmişte yapılan çalışmaları desteklediği ve çalışmanın bulgularıyla benzer sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir. (Takai ve Ikudome 2023; Bate, 1988).

Wagenaar (2024), VR antrenmanlarının karar verme ve reaksiyon süresine etkisini doğrulamaktadır ve özellikle sanal gerçeklik antrenmanlarının karar verme süreçlerine etkisini vurgulayarak bu çalışmanın bulgularını doğrulamıştır. Ayrıca bu çalışma sanal gerçeklik antrenmanlarının geleneksel antrenmanlardan daha etkili olacağını açıklamıştır (Wagenaar, 2024).

Rusmanto ve diğ., (2023), yaptıkları çalışmada VR antrenmanlarının genç futbolcularda antrenmana katılma oranı ve teknik becerilerinde önemli bir artış olduğunu belirtmiştir (Rusmanto ve diğ., 2023).

Vestberg vd., (2012), genel yürütücü işlevlerin (Düşünme, planlama, problem çözme, dikkat vb.) ölçümlerinin bir futbolcunun başarısını öngörüp öngöremeyeceğini araştırdıkları çalışmalarında; oyuncuların yaratıcılık, yanıt inhibisyonu ve bilişsel esneklik gibi çevrimiçi çoklu işleme yeteneklerini içeren genel yürütücü işlevlerini değerlendiren standart nöropsikolojik değerlendirme araçlarını kullanmıştır. Profesyonel ve amatör futbolcuların genel yönetici işlevlerdeki performanslarının norm grubuna kıyasla anlamlı derecede daha iyi olduğu ve profesyonel futbolcuların, amatör futbolculardan bu testlerde daha yüksek puanlar aldığı belirtilmiştir. Ayrıca, yönetici işlev testlerinden elde edilen sonuçların, iki sezon sonra futbolcuların attıkları gol ve asist sayıları ile anlamlı bir korelasyon gösterdiği bulunmuştur.

Thatcher vd., (2020), yaptığı çalışmada VR antrenmanlarının mevcut antrenörlük metodlarına avantajlarını ve dezavantajlarını araştırmışlardır. Bulunan veriler ışığında, futbolcuların antrenmana daha fazla uyum sağladığı, bilişsel parametrelerin geleneksel antrenmanlara göre daha fazla geliştiği ve futbolcularla antrenörler arasında geri bildirimin büyük oranda genişletildiği belirtilmiştir (Thatcher ve diğ., 2020).

6.3. Shoulder-Scan (Omuz Tarama)

Yorgunluk sonrası omuz tarama senaryosundaki başarılı vuruş sayısı (SuccessCount) ve başarısız vuruş sayısında (MissSuccessCount) anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p < 0.001$ ve $p = 0.001$). Bu bulgular, yorgunluğun, katılımcıların çevrelerini daha dikkatli taramalarına ve daha fazla fırsat keşfetmelerine yol açabileceğini düşündürmektedir. Bu, fiziksel olarak daha fazla efor sarf eden katılımcıların çevresel farkındalıklarını artırmak adına daha fazla baş ile omuz üzerinden kontrol hareketi yapmalarına neden olmuş olabilir. Ancak, tepki süresinde anlamlı bir değişiklik gözlemlenmemiştir ($p = 0.681$), bu da yorgunluğun çevresel farkındalık ve tarama faaliyetlerinde bir artışa neden olsa da karar verme hızını etkilemediğini gösterir.

Yorgunluk sonrası senaryo bazlı skorda anlamlı bir değişiklik olmamıştır ($p = 0.316$), bu da yorgunluğun stratejik kararlar üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını ortaya koymaktadır. Yine kalp atış hızı ($p < 0.001$) artış göstermiştir, bu da katılımcıların yorgunluk sırasında daha fazla fiziksel ve zihinsel stresle karşı karşıya kaldığını gösterir.

McGuckian vd. (2018), yaptıkları çalışmada 11'e 11 futbol müsabakasında topu almadan önce omuz kontrolü yapmanın önemini, baş hareketliliği ve baş hareketi mesafesi

açısından inceleyerek ortaya koymuştur. Özellikle, oyuncuların çevrelerini başarıyla kullanabilmeleri için, bu çalışmada, oyuncuların çevrelerini yeterince keşfetmeleri gerektiği ve bunun için yüksek baş hareketi sıklığı ve mesafesi içeren bir keşif stratejisi uygulamaları gerektiği öne sürülmektedir. Yapılan araştırmalar, ileriye doğru pas yapma, topun alındığı yerin karşısına pas verme, top ile dönme ve tek dokunuşla pas yapma gibi eylemlerin tümünün görsel keşifle ilişkili olduğunu göstermektedir.

6.4. MeMOT (Bellekli Çoklu Nesne Takibi)

Bellekli Çoklu Nesne Takibi senaryosunda, başarılı vuruş sayısında anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p < 0.001$), bu da katılımcıların yorgunluk sonrasında görevlerini daha hızlı ve etkili bir şekilde tamamlayabildiklerini göstermektedir. Ayrıca, başarısız vuruş sayısı (MissSuccessCount) açısından da yorgunluk sonrası bir artış gözlemlenmiştir ($p = 0.005$), ancak tepki süresi (ReactionTime) açısından anlamlı bir fark yoktur ($p = 0.039$). Bu, katılımcıların hatalı yanıtlar verme eğiliminde olmalarına rağmen tepki hızlarını koruyabildiklerini ortaya koymaktadır.

Senaryo bazlı skor ve kalp atış hızı açısından ise yorgunluk sonrası herhangi bir anlamlı değişiklik gözlemlenmemiştir ($p = 0.748$ ve $p < 0.001$). Bu, katılımcıların genel bilişsel ve motor işlevlerini yorgunlukla birlikte sürdürmeye devam ettiklerini ancak bazı görevlerde stratejik değişikliklere gitmediklerini göstermektedir.

Tirp vd. (2015), yaptıkları VR tabanlı çalışmada, dart atma konusunda deneyimsiz 38 kişi üzerinde çalışmışlardır. Deney ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılan katılımcı grubuna 3x50 dart atışı uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda VR tabanlı çalışan deney grubu, normal atış yapan kontrol grubuna göre daha fazla atış isabeti ve göz takibinde bulunduğu bulgulanmıştır (Tirp ve diğ., 2015).

Terentjevenie vd. (2018), 30 sağlıklı erkek üzerinde bilişsel fonksiyon testi, reaksiyon zamanı testi, dikkat testi, problem çözme testi uygulamışlardır. Ortaya çıkan bulgular ışığında, katılımcıların bilişsel yorgunluk sonrası fiziksel ve bilişsel performanslarında düşüş, el kavrama kuvvetinde azalma, reaksiyon zamanında ve algılanan iş yükünde bir artış olduğu tespit edilmiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1. Sonuç

Bu çalışma, futbolcuların yorgunluk sonrası bilişsel ve fiziksel performansını izlemek için kullanılan çeşitli ölçütlerin etkinliğini göstermiştir. Yorgunluğun bilişsel işlevler üzerinde belirgin etkileri olduğu ve kalp atış hızı gibi fizyolojik parametrelerin yorgunlukla birlikte önemli değişiklikler gösterdiği bulgulanmıştır. Gelecekteki araştırmalar, bu bulguları genişleterek, farklı popülasyonlar ve antrenman senaryoları üzerinde yapılan analizleri içermelidir. Ayrıca, VR teknolojilerinin sporcuların iyileşme ve bilişsel dayanıklılık süreçlerini desteklemek için nasıl daha etkili bir şekilde kullanılabilceği araştırılmalıdır.

Çalışmada yorgunluk öncesi ve sonrası çeşitli bilişsel ve fiziksel testlerdeki performans değişiklikleri incelenmiştir. Katılımcılar, Eskişehir’de amatör olarak futbol oynayan farklı yaş, boy ve kilo ortalamalarına sahip gruptan seçilmiştir. Yorgunluk sonrası performans ölçümleri, özellikle Çoklu Nesne Tarama, Bilişsel Engelleme, Omuz Tarama ve Bellekli Çoklu Nesne Tarama testlerinde önemli değişiklikler göstermektedir.

Çoklu Nesne Takibi testinde, başarılı vuruş sayısında (SuccessCount) yorgunluk sonrası önemli bir artış gözlemlenmişken, reaksiyon süresi (ReactionTime) ile ilgili önemli bir değişiklik bulunmamıştır. Ancak, senaryo bazlı skor (FormulaResults) ve kalp atış hızında (HeartRate) belirgin bir artış meydana gelmiştir. Bu bulgular, yorgunluğun bazı bilişsel ve fiziksel işlevleri olumsuz yönde etkileyebileceğini, ancak bazı becerilerin yorgunluk sonrası iyileşebileceğini göstermektedir.

Bilişsel Engelleme testinde de benzer bir durum görülmüştür. Başarılı vuruş sayısındaki artış yorgunluk sonrası gözlemlenmiş, ancak reaksiyon süresinde önemli bir değişiklik bulunmamıştır. Senaryo bazlı skor (FormulaResults) ve kalp atış hızındaki değişiklikler de yorgunluk sonrası anlamlı derecede artmıştır. Bu bulgular, bilişsel engellemeye karşı duyarlılığın, yorgunluk seviyesine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

Omuz Tarama testinde ise, başarılı vuruş sayısı ve başarısız vuruş sayısındaki artış yorgunluk sonrası belirgin olarak gözlemlenmiştir. Kalp atış hızı yine anlamlı şekilde artmış, ancak reaksiyon süresi ve senaryo bazlı skorda değişiklikler minimal seviyede kalmıştır.

Son olarak, Bellekli Çoklu Nesne Takibi testinde başarılı vuruş sayısındaki artış dikkat çekmiştir. Bu testte kalp atış hızı yine artarken, reaksiyon süresi ve senaryo bazlı skorda çok

büyük bir değişiklik olmamıştır, ancak genel olarak tüm senaryolarda bilişsel süreçlerin olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir. Tüm senaryolar genel olarak değerlendirildiğinde, yorgunlukla birlikte fiziksel yükün arttığı ancak bazı durumlarda bireylerin motor performanslarını sürdürebildiği görülmektedir. Bununla birlikte, senaryo bazlı skorlarda meydana gelen düşüşler, yorgunluğun bilişsel süreçleri olumsuz etkilediğini göstermektedir. Kalp atım hızındaki belirgin artışlar ise fiziksel yüklenmenin katılımcılar üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

7.2. Öneriler

- Yorgunluk öncesi ve sonrası performans farkları, özellikle bilişsel testlerde, yorgunluğun antrenman ve maç öncesinde dikkatle izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Yorgunluk sonrası bilişsel performansta görülen olumsuz etkiler, sporcuların antrenman ve maç programlarının optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir. Antrenörler, sporcuların bilişsel yük takibini yaparak antrenman yoğunluğunu azaltabilir veya yeniden yapılandırabilirler.
- Sanal gerçeklik (VR) antrenmanları, futbolcuların müsabaka sırasında karşılaştıkları pozisyonları farklı ortamlarda defalarca deneyimlemelerini sağlayarak bilişsel öğrenme süreçlerini desteklemektedir. Bu antrenman yöntemi, futbolcuların ölü sezon boyunca gerçekleştirdikleri aerobik ve anaerobik dayanıklılık antrenmanlarına ek olarak uygulanması durumunda, elit sporcuların performans gelişimi açısından önemli bir katkı sağlayabilir.
- VR antrenmanları sırasında toplanan veriler, antrenörler tarafından düzenli olarak analiz edilmelidir ve oyunculara geri bildirim sağlanmalıdır. Bu geri bildirimler, oyuncuların antrenmanlar sırasında yaptıkları hataları düzeltmelerine ve performanslarını sürekli olarak geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca, performans izleme ve geri bildirim süreçleri, antrenman programlarının etkinliğini değerlendirmede kritik bir rol oynamaktadır.
- Yorgunluk sonrası kalp atış hızındaki önemli artışlar, kalp-dolaşım sisteminin etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde incelemeyi gerektirebilir. Bu bağlamda, kalp atış hızı monitörleri veya benzer izleme araçları kullanılarak, yorgunluk seviyeleri ve performans arasındaki ilişki daha net bir şekilde gözlemlenebilir. Bu yöntem, özellikle yüksek

yoğunluklu antrenman dönemlerinde sporcuların iyileşme süreçlerini izlemeye yardımcı olabilir.

- VR tabanlı antrenmanlar, yorgunluk sonrası performans iyileşmelerine katkıda bulunabilir. Yorgunluk sonrası performans değerlendirmelerinde, VR platformlarının sporcuların zihinsel dayanıklılıklarını ve iyileşme süreçlerini hızlandırma potansiyeli araştırılmalıdır. Bu tür platformların, sporcuların toparlanma, aynı zamanda bilişsel becerilerini geliştirmelerine olanak tanıyabileceği görülmüştür.
- Yoğun antrenman ve maç programlarının bilişsel ve fiziksel performans üzerinde etkileri, özellikle yoğun tempolu maçların ardından önemli ölçüde artmaktadır. Antrenörlerin, sporcuların dinlenme sürelerini optimize etmeleri ve yoğun tempolu maçlar sonrası iyileşme süreçlerini destekleyecek stratejiler geliştirmeleri önemlidir.

KAYNAKÇA

- Aaronson, L. S., Teel, C. S., Cassmeyer, V., Neuberger, G. B., Pallikkathayil, L., Pierce, J., ... & Wingate, A. (1999). Defining and measuring fatigue. *The Journal Of Nursing Scholarship*, 31(1), 45-50.
- Abdürrezzak, A. O. (2015). Futbolun gizemli dünyasının sosyo-kültür, kimlik ve mitoloji bağlamında değerlendirilmesi: İki kulüp örneği. *Gazi Türkiyat*, (16), 51-69.
- Ackerman, P. L., & Kanfer, R. (2009). Test length and cognitive fatigue: an empirical examination of effects on performance and test-taker reactions. *Journal Of Experimental Psychology*, 15(2), 163.
- A. K., & Elnegamy, T. E. (2020). Comparative effects of isokinetic training and virtual reality training on sports performances in university football players with chronic low back pain-randomized controlled study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020(1), 2981273.
- Akyüz, A. (2023). *16-18 yaş futbolcularda direnç bandı antrenmanlarının bazı futbol teknik becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Alesi, M., Bianco, A., Padulo, J., Luppina, G., Petrucci, M., Paoli, & Pepi, A. (2015). Motor and cognitive growth following a football training program. *Frontiers in Psychology*, 6, 1627.
- Alhadad, S. A., & Abood, O. G. (2018). Application of virtual reality technology in sport skill. *International Journal of Academic Management Science Research*, 2(12), 31-40.
- Al-Nawaiseh, A. M., Pritchett, R. C., & Bishop, P. A. (2016). Enhancing short-term recovery after high-intensity anaerobic exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 320-325.
- Ament, W., & Verkerke, G. J. (2009). Exercise and fatigue. *Sports Medicine*, 39, 389-422.
- Aras, D., Yiğit, S., Kayam, S., Arslan, E., & Akça, F. (2020). Bilişsel yorgunluğun egzersiz ve spor performansına etkileri. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(1), 1-32.
- Aslan, C. S. (2018). Futbol öğretimi: kuramsal bilgiler ve temel teknikler. *Ergün Yayınevi*, 1, 1-31.
- Ayla, A. S., Atıcı, E., & Ayla, Ö. Ö. (2020). Does football improve cognitive performance. *Sports Medicine Journal/Medicina Sportivâ*, 16(2), 3205-3210.
- Baek, S. S., & Tan, Q. (2021). Analysis and research on the timeliness of virtual reality sports actions in football scenes. *Wireless Communications and Mobile Computing*, (1), 1-9.
- Bailey, J. O., & Bailenson, J. N. (2017). Immersive virtual reality and the developing child. *In Cognitive Development in Digital Contexts*, 9, 181-200.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 111-127.

- Barengo, N. C., Meneses-Echávez, J. F., Ramírez-Vélez, R., Cohen, D. D., Tovar, G., & Correa Bautista, J. E. (2014). The impact of the fifa 11+ training program on injury prevention in football players: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), 11986-12000.
- Bedir, D., & Erhan, S. E. (2021). The effect of virtual reality technology on the imagery skills and performance of target-based sports athletes. *Frontiers in Psychology*, 11, 2073.
- Behm, D. G., Alizadeh, S., Hadjizedah Anvar, S., Hanlon, C., Ramsay, E., Mahmoud, M. M. I., ... & Steele, J. (2021). Non-local muscle fatigue effects on muscle strength, power, and endurance in healthy Individuals: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 51, 1893-1907.
- Bengtsson, H. (2018). Muscle injury rate in professional football is higher in matches played within 5 days since the previous match: a 14-year prospective study with more than 130 000 match observations. *Br J Sports Med*, 52:1116–1122.
- Berg, L. P., & Vance, J. M. (2017). Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: A survey. *Virtual Reality*, 21, 1-17.
- Bideau, B., Kulpa, R., & Faure, C. (2020). Virtual reality to assess and train team ball sports performance: A scoping review. *Journal of Sports Sciences*, 38(2), 192-205.
- Broadbent, D. P., Causer, J., Ford, P. R., & Williams, A. M. (2015). Contextual interference effect on perceptual–cognitive skills training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(6), 1243-1250.
- Carling, C., Lacome, M., McCall, A., Dupont, G., Le Gall, F., Simpson, B., & Buchheit, M. (2018). Monitoring of post-match fatigue in professional soccer: Welcome to the real world. *Sports Medicine*, 48, 2695-2702.
- Chen, Y. L. (2016). The effects of virtual reality learning environment on student cognitive and linguistic development. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 25, 637-646.
- Choi, S., Jung, K., & Noh, S. D. (2015). Virtual reality applications in manufacturing industries: Past research, present findings, and future directions. *Concurrent Engineering*, 23(1), 40-63.
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Wong, D. P., Travassos, B., Coutts, A. J., & Sampaio, J. (2018). Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. *Human Movement Science*, 58, 287-296.
- Çamsarı, M.A. (2024). *14-16 yaş arası futbolcularda uygulanan core egzersizlerin atletik performans ve futbol teknik becerilerine etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Niğde: Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Delahunta, S. (2002). Virtual reality and performance. *PAJ: A Journal Of Performance and Art*, 24(1), 105-114.
- DeLuca, J. (2005). Fatigue: Its definition, its study, and its future. *Fatigue Window Brain*, 19, 319.
- Demir, M. (2020). Endüstriyel futbol ve futbolda teknoloji kullanımı. *Trt Akademi*, 5(9), 356-375.

- Devecioğlu, S., Çoban, B., & Karakaya, Y. (2014). Futbol yönetimi ve organizasyonlarının görünümü. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 35-48.
- Dolu, U. (2022). *Sanal gerçeklik gözlüğü kullanımının izometrik kas kuvvetine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Fuentes, G. R., Prieto, P. C., Otero, J. C. S., & Carral, J. M. C. (2024). Immersive virtual reality and its influence on physiological parameters in healthy people. *retos: Nuevas tendencias en educación física, Deporte Y Recreación*, (51), 615-625.
- Gandhi, R. D., & Patel, D. S. (2018). Virtual reality—opportunities and challenges. *Virtual Reality*, 5(01), 2714-2724.
- Garganta, J., & Gréhaigne, J. F. (1999). Abordagem sistêmica do jogo de futebol: Moda ou necessidade. *Movimento*, 5(10), 40-50.
- Ghosh, S., Sasmal, S., Bhui, S., Dutta, S., Mukherjee, S., Majumder, A., & Ganguly, B. (2019). Radio frequency identification based goal line technology for quick decision making in a football match in 2019 devices for integrated circuit. *IEEE*, (Pp. 441-445).
- Gray, R. (2019). Virtual environments and their role in developing perceptual-cognitive skills in sports. *In Anticipation and Decision Making in Sport*. 1, 342-358.
- Gray, R. (2017). Transfer of training from virtual to real baseball batting. *Frontiers in Psychology*, 8, 2183.
- Güler, Ö., Aras, D., Akça, F., Bianco, A., Lavanço, G., Paoli, A., & Şahin, F. N. (2020). Effects of aerobic and anaerobic fatigue exercises on postural control and recovery time in female soccer players. *International Journal of Environmental Research And Public Health*, 17(17), 6273.
- Han, J. C., Bai, K., Zhang, C., Liu, N., Yang, G., Shang, Y. X., & Wang, W. (2024). Objective assessment of cognitive fatigue: a bibliometric analysis. *Frontiers in Neuroscience*, 18, 1479793.
- Iacono, A. D., & Holcomb, W. R. (2014). Effects of time of day and exercise-induced fatigue on soccer performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1872-1880.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(06), 483-492.
- Jakovljevic, B., Nikolic Turnic, T., Jeremic, N., Jeremic, J., Bradic, J., Ravic, M., & Zivkovic, V. (2019). The impact of aerobic and anaerobic training regimes on blood pressure in normotensive and hypertensive rats: Focus on redox changes. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 454, 111-121.
- Joormann, J. (2010). Cognitive inhibition and emotion regulation in depression. *Current Directions in Psychological Science*, 19(3), 161-166.

- Jason, L. A., Evans, M., Brown, M., & Porter, N. (2010). What is fatigue? Pathological and nonpathological fatigue. *PM&R*, 2(5), 327-331.
- Katz, L., Parker, J., Tyreman, H., Kopp, G., Levy, R., & Chang, E. (2006). Virtual reality in sport and wellness: Promise and reality. *International Journal of Computer Science in Sport*, 4(1), 4-16.
- Kittel, A., Larkin, P., Elsworth, N., & Spittle, M. (2021). Transfer of 360 virtual reality and match broadcast video-based tests to on-field decision-making. *Science and Medicine in Football*, 5(1), 79-86.
- Koçu, U. (2023). *Futbolda dar alan oyunlarının bazı teknik parametreler ile sensiball karar verme test skorlarının ilişkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Köse, O. (2024). *Genç futbolcuların aerobik ve anaerobik kapasiteleri ve futbola özgü teknik becerilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Bayburt: Bayburt Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Kulpa, R., Multon, F., & Argelaguet, F. (2015). International Conference on Biomechanics in Sports. F. Colloud ve M. Domalain (Editörler), *Virtual Reality & Sport (s. 1411-1414)*. Fransa.
- Lee, Y. S., Lee, D., & Ahn, N. Y. (2024). Saq training on sprint, change-of-direction speed, and agility in u-20 female football players. *Plos One*, 19(3), 1-25.
- Leavitt, V. M., & DeLuca, J. (2010). Central fatigue: Issues related to cognition, mood and behavior and psychiatric diagnoses. *PM&R*, 2(5), 332-337.
- Malkoç, S. Ö. (2023). *Futbolcularda mental yorgunluğun performans ve hareket kalitesine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Malik, A. A., Masood, T., & Bilberg, A. (2020). Virtual reality in manufacturing: Immersive and collaborative artificial-reality in design of human-robot workspace. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(1), 22-37.
- Maughan, R. J., & Gleeson, M. (2010). *The biochemical basis of sports performance*. Oxford: Oxford University Press.
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., & Pepping, G. J. (2018). A systematic review of the technology-based assessment of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal Of Sports Sciences*, 36(8), 861-880.
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., Jordet, G., Chalkley, D., & Pepping, G. J. (2018). Don't turn blind! the relationship between exploration before ball possession and on-ball performance in association football. *Frontiers in Psychology*, 9, 2520.
- Mohr, M. (2016). Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *European Journal of Applied Physiology*, 116, 179-193.
- Möller, M. (2018). Evaluating soccer-specific perceptual skills. *Frontiers in Psychology*, 9, 2341.

- Murakawa, D., Yamagata, S., Takai, Y., Ikudome, S., & Nakamoto, H. (2023). Decision making under virtual environment triggers more aggressive tactical solutions. *Journal of Digital Life*, 3, 9.
- Noakes, T. D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Physiology*, 3, 82.
- Nor, N., Sunar, M., & Kapi, A. (2019). A review of gamification in virtual reality (vr) sport. *EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies*, 6, 21.
- Soylu, Y. (2022). Futbolda dar alan oyunlarında zihinsel yorgunluğun psikofizyolojik cevaplara ve bilişsel performansa etkileri: Sistematik derleme. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 20(1), 132-144.
- Tirp, J., Steingröver, C., Wattie, N., Baker, J., & Schorer, J. (2015). Virtual realities as optimal learning environments in sport-a transfer study of virtual and real dart throwing. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 57(1), 57.
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *Plos One*, 7(4), 3-5.
- Yıldız, A. B., & Doğu, G. A. (2022). Sporda teknoloji kullanımı: Bir metafor çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 67-80.
- Wagenaar, R. (2024). *Training scanning behavior in virtual reality: does it improve decision-making of elite football players*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Groningen: Groningen Üniversitesi, Yetenek Gelişimi ve Yaratıcılık Enstitüsü.
- http-1:**<https://downloads.theifab.com/downloads/laws-of-the-game-2024-25-turkish?l=en>
(Erişim tarihi: 21.12.2024)

EKLER

EK-1 GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu çalışma, **Futbolda Yorgunluğun Bilişsel ve Yürütücü İşlevlere Etkisi** başlıklı bir yüksek lisans tez çalışması olup sporcuların yorgunluk öncesi ve yorgunluk sonrası Sensiball VR çalışmasının bilişsel çıktıları karşılaştırılacaktır. Çalışma, ESTÜ Hareket ve Antrenman Bilimleri Tezli Yüksek Lisans öğrencisi Boran Güler ve Yüksek Lisans Tez Danışmanı Doç. Dr. Ali ONUR CERRAH tarafından yürütülmektedir. Sonuçları ile objektif bir değerlendirme yöntemi ortaya konacak ve oyuncuların gelişimine ışık tutulacaktır. Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.

- Çalışma kapsamında 20 kişilik çalışma grubu Anadolu Üniversitesi Teknopark Sensiball VR şirketinde uygulanacaktır. Katılımcılar yorgunluk öncesi ve yorgunluk sonrası 2 durumda Sensiball VR tarafından geliştirilmiş sanal gerçeklik ortamındaki bilişsel testlere tabi tutulacaklardır.
- Anadolu Üniv. Kampüsü içerisindeki Teknopark'taki VR ofisinde, her oyuncu Sensiball VR testine adaptasyon, yorgunluk öncesi ve yorgunluk sonrası olmak üzere 3 defa girecektir.
- İsminizi yazmak ya da kimliğinizi açığa çıkaracak bir bilgi vermek zorunda değilsiniz/araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İstemeniz halinde sizden toplanan verileri sizin veya antrenörünüzün inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler şifreli kaydetme yöntemi ile korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
- Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim. Çalışma hakkındaki sorularınızı çalışmanın araştırmacısı yüksek lisans öğrencisi Boran Güler'e yöneltebilirsiniz.

Araştırmacı Adı: Boran Güler

Adres: |

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabileceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı kullanılmasına izin veriyorum.

(Lütfen bu formu doldurup imzaladıktan sonra veri toplayan kişiye veriniz.)

Katılımcı Adı-Soyadı.....

İmza Tarih:.....

EK-2 ETİK KURUL ONAY RAPORU

Eskişehir Teknik Üni. Evrak Tarih ve Sayısı: 15.02.2024 - 8803



T.C.
ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hukuk Müşavirliği



Sayı :E-87914409-050.04-8213
Konu :09.02.2024 Tarih ve 13/10 Sayılı Fen
Bilimleri Etik Kurul Kararı (Boran
GÜLER Hk.)

14.02.2024

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 30.01.2024 tarihli ve 5331 sayılı yazı.

İlgi yazınıza istinaden; Rektörlüğümüze gönderilen Doç. Dr. Ali Onur CERRAH'ın danışmanlığını yaptığı ve Boran GÜLER'in yazarlığını yaptığı "**Yüksek İrtifa Ortamlarında Bilişsel ve Yürütücü İşlevlerin İncelenmesi**" başlıklı Yüksek Lisans tez çalışması etik kurul başvurusu Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından incelenmiş olup etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve uygulama dosyasının hazırlanmasında, ilgili kurumun bulunması halinde Etik Kurulu yönergelerinin dikkate alınması hususunda gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Onur KAYA
Fen Bilimleri ve Mühendislik Bilimleri
Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu
Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSLL5H12AU
Adres:İki Eylül Kampüsü Tepebaşı/Eskişehir
Telefon:+90 222 321 33 50/7453 Faks:+90 222 335 36 16
e-Posta:gensek@eskisehir.edu.tr Web:gensek@eskisehir.edu.tr
Kep Adresi:eskisehirkonukuniversitesi@hu01.kep.tr

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/eskisehir-teknik-universitesi-ebys>

Bilgi için: Fatma DEMİR
Unvanı: Büro Personeli



Bu belge, Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO: 0009-0007-3189-9871

Ad Soyad : Boran GÜLER

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2006-2014: İki Eylül İlköğretim Okulu
- 2014-2016: Toki Şehit İkrım Cirit Anadolu Lisesi
- 2016-2017: Genç Ufuk Temel Lisesi
- 2017-2021: Anadolu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü
- 2017-Devam ediyor: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi İşletme Bölümü
- 2021-2022: Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Pedagojik Formasyon Sertifika Programı
- 2022-2025: Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı