



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI  
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FUTBOLCULARDA MENTAL YORGUNLUĞUN  
PERFORMANS VE HAREKET KALİTESİNE ETKİSİ**

**Sümeyye Özge MALKOÇ**

**Aralık 2023  
DENİZLİ**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FUTBOLCULARDA MENTAL YORGUNLUĞUN PERFORMANS  
VE HAREKET KALİTESİNE ETKİSİ**

**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI  
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sümeyye Özge MALKOÇ**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fatma ÜNVER**

**Denizli, 2023**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : Sümeyye Özge MALKOÇ

İmza :

## ÖZET

### FUTBOLCULARDA MENTAL YORGUNLUĞUN PERFORMANS VE HAREKET KALİTESİNE ETKİSİ

Sümeyye Özge MALKOÇ

Yüksek Lisans Tezi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Fatma ÜNVER

Yardımcı Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Alper KARTAL

Aralık 2023, 53 Sayfa

Çalışmamızın amacı, mental yorgunluğun olduğu durumların doğruluk/tepki süresine, sürat koşusu yeteneğine, alt ekstremite hareket kalitesine ve sıçrama performansına olan etkisini incelemektir.

Çalışmamıza yaş ortalaması  $19,2 \pm 0,77$  yıl, olan amatör ligde oynayan 15 futbolcu katıldı. Demografik veriler alındıktan sonra sürat süresi, reaksiyon süresi, dikey sıçrama yüksekliği ve alt ekstremite hareket kalitesi değerlendirmesi temel ölçümleri alındı. Bununla birlikte mental yorgunluk ve motivasyon düzeyi ölçümü Vizüel Analog Skala (VAS) ile ölçüldü. Tüm futbolculara Loughborough Futbol Pas Testi (LFPT) ile mental yorgunluk protokolü uygulandı. Yorgunluk protokolü sonrası tüm ölçümler tekrarlandı. Yorgunluk protokolü sonrası mental iş yükü ölçümü için Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA)- Mental İş Yükü Ölçeği kullanıldı.

Çalışmamızda mental yorgunluk sonrası sürat süresi, reaksiyon süresi, alt ekstremite hareket kalitesi değerlendirmesi, mental yorgunluk ve motivasyon düzeyi değerlendirmesinde başlangıç ölçümlerine göre anlamlı fark bulundu ( $p<0,05$ ). Dikey sıçrama yüksekliği değerlendirmesinde ise mental yorgunluk sonrası başlangıç ölçümüne göre anlamlı bir fark bulunamadı ( $p>0,05$ ). LFPT testi sonrası NASA-mental iş yükü ölçeği yüksek çıkmıştır.

Mental yorgunluğun sürat süresi, reaksiyon süresi ölçümleri ve alt ekstremite hareket kalitesine olumsuz etkileri olduğu bulunmuştur. Dikey sıçrama yüksekliğine anlamlı bir etkisi olmamıştır. LFPT' nin mental yorgunluk oluşturmada kullanılabilecek ekolojik bir görev olduğu desteklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mental yorgunluk, loughborough futbol pas testi, performans, hareket kalitesi

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF MENTAL FATIGUE ON PERFORMANCE AND QUALITY OF MOVEMENT IN FOOTBALL PLAYERS

MALKOC, Sumeyye Ozge

M.Sc. Thesis in Physical Therapy and Rehabilitation

Supervisor: Prof. Dr. Fatma UNVER

Assistant Supervisor: Doç. Dr. Alper KARTAL

December 2023, 53 Pages

The aim of our study was to examine the effects of mental fatigue on accuracy/reaction time, sprinting ability, lower extremity movement quality and jumping performance.

Fifteen football players playing in the amateur league with an average age of  $19.2 \pm 0.77$  years participated in our study. After demographic data were taken, basic measurements of sprint time, reaction time, vertical jump height and lower extremity movement quality evaluation were taken. In addition, mental fatigue and motivation level were measured with the Visual Analogue Scale (VAS). A mental fatigue protocol was applied to all football players with the Loughborough Soccer Passing Test (LSPT). All measurements were repeated after the fatigue protocol. The National Aeronautics and Space Administration (NASA)- Mental Workload Index record was broken for the increase in mental workload after the fatigue protocol.

In our study, a significant difference was found in sprint time, reaction time, lower extremity movement quality evaluation, mental fatigue and motivation level evaluation after mental fatigue compared to the initial measurements ( $p < 0.05$ ). In the assessment of vertical jump height, no significant difference was found compared to the initial measurement after mental fatigue ( $p > 0.05$ ). NASA-mental workload index was high after the LSPT test.

It has been found that mental fatigue has negative effects on sprint time, reaction time measurements and lower extremity movement quality. There was no significant effect on vertical jump height. It has been supported that LSPT is an ecological task that can be used to create mental fatigue.

**Keywords:** Mental fatigue, loughborough soccer passing test, performance, quality of movement

## TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans döneminde değerli bilgilerini ve tecrübelerini paylaşarak bakış açımı genişleten, her zaman yol gösteren, emeğini ve desteğini esirgemeyen, çalışma ve üretme azmine hayran olduğum, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, idolüm çok sevgili ve kıymetli hocam tez danışmanım Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Fatma ÜNVER'e

Gerekli popülasyona ulaşmamı ve ölçümleri en uygun şekilde almamı sağlayan, spor bilimleri alanındaki tecrübesiyle süreç boyunca tüm sorularımı cevaplayan ve yardımlarını esirgemeyen, değerli yardımcı tez danışmanım Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Alper KARTAL' a

Yüksek Lisans eğitimim boyunca verdikleri katkılarından dolayı Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine,

Spor bilimlerindeki bilgi ve tecrübesiyle ölçümleri almam ve tezi tamamlamam konusunda destek olan, süreç boyunca her zaman motive eden sevgili Furkan USTA' ya

Üniversite yıllarımdan bu yana beni her zaman her koşulda destekleyen ve tez dönemimde de yalnız bırakmayan canım dostlarım Rabia KURT, Duygu TEKİNER, Hatice ÜNER ve Endam ORÇUN'a

Berber başladığımız yüksek lisans sürecinde her zaman desteklerini hissettiğim, süreç boyunca yardımlarını esirgemeyen çok kıymetli arkadaşlarım ve meslektaşlarım Fzt. Büşra Nur ORHAN, Fzt. Bilgesu ALTINER ve Fzt. Begüm AKAR'a

Hayatım boyunca her anımda ve kararımda yanımda olan, desteklerini her koşulda hissettiğim, bugünlere gelmemi sağlayan canım aileme teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESİMLER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar</b> .....	<b>xi</b>
<b>SİMGE VE KISALTMALAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Amaç.....	<b>3</b>
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>4</b>
2.1. Yorgunluk.....	<b>4</b>
2.1.1. Yorgunluğun fizyolojisi.....	<b>5</b>
2.1.2. Yorgunluk ve spor.....	<b>6</b>
2.1.3. Yorgunluk ve futbol.....	<b>7</b>
2.1.4. Fiziksel yorgunluk.....	<b>7</b>
2.2. Mental Yorgunluk.....	<b>9</b>
2.2.1. Mental yorgunluk ve spor.....	<b>9</b>
2.2.2. Mental yorgunluk ve futbol.....	<b>11</b>
2.3. Sporda Performans.....	<b>12</b>
2.3.1. İçsel faktörler.....	<b>13</b>
2.3.1.1. Yaş.....	<b>13</b>
2.3.1.2. Cinsiyet.....	<b>13</b>
2.3.1.3. Psikoloji.....	<b>14</b>
2.3.1.4. Genetik.....	<b>14</b>
2.3.1.5. Otonom sinir sistemi .....	<b>14</b>
2.3.2. Dışsal Faktörler.....	<b>15</b>
2.3.2.1. Seyirci.....	<b>15</b>
2.3.2.2. Geçirilmiş sakatlıklar.....	<b>16</b>
2.3.2.3. Dinlenme ve uyku.....	<b>16</b>
2.4. Sporda Performansın Değerlendirilmesi.....	<b>16</b>
2.4.1. Sürat.....	<b>17</b>
2.4.2. Reaksiyon süresi.....	<b>17</b>
2.4.3. Sıçrama.....	<b>18</b>
2.5. Hareket Kalitesi.....	<b>18</b>
2.5.1. Hareket kalitesi değerlendirmesi.....	<b>19</b>
2.5.1.1. Dikey sıçrama .....	<b>20</b>
2.5.1.2. Tek bacak çömelle.....	<b>20</b>
2.5.2. Hareket kalitesi ve yaralanmaya yorgunluğun etkisi.....	<b>21</b>
2.6. Hipotezler.....	<b>22</b>
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER</b> .....	<b>23</b>
3.1. Katılımcılar .....	<b>23</b>
3.2. Gönüllüler İçin Araştırmaya Dahil Olma Kriterleri.....	<b>23</b>
3.3. Gönüllüler İçin Dışlama Kriterleri .....	<b>23</b>
3.4. Uygulama Protokolü.....	<b>24</b>

3.5. Ölçüm Protokolü.....	24
3.5.1. Demografik ve antropometrik ölçümler.....	24
3.5.1.1. Boy uzunluğunun ölçülmesi.....	24
3.5.1.2 Vücut ağırlığı ölçümü.....	25
3.5.2. Sürat süresi ölçümü.....	25
3.5.3. Reaksiyon süresi ölçümü.....	26
3.5.4. Dikey sıçrama yüksekliği ölçümü.....	26
3.6. Hareket Kalitesi Değerlendirmesi.....	27
3.7. Mental İş Yüğü Ölçümü.....	28
3.8. Mental Yorgunluk ve Motivasyon Düzeyi Ölçümü.....	29
3.9. Uygulama Protokolü.....	29
3.9.1. Mental yorgunluk protokolü.....	29
3.10. İstatistiksel Analiz.....	30
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>31</b>
4.1. Katılımcılara Ait Bulgular.....	31
4.2. Futbolcuların Mental Yorgunluk Protokolü Öncesi ve Sonrası Skorları	32
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>36</b>
<b>6. SONUÇ.....</b>	<b>45</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>46</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>47</b>
<b>EKLER</b>	
Ek-1 Çalışmanın Etik Kurul Onay Belgesi	
Ek-2 Çalışmanın Etik Kurul Değişiklik Onay Belgesi	
Ek-3 Çalışmanın Etik Kurul Değişiklik Onay Belgesi	
Ek-4 Değerlendirme Formu	
Ek-5 Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu	



**ŞEKİLLER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 2.1.</b> LFPT saha düzeni.....	12
<b>Şekil 3.1.</b> Sürat süresi ölçümü .....	25
<b>Şekil 3.2.</b> Reaksiyon süresi ölçümü.....	26
<b>Şekil 3.3.</b> Hareket kalitesi değerlendirmesi.....	28
<b>Şekil 3.4.</b> Mental yorgunluk protokolü uygulaması .....	30
<b>Şekil 4.1.</b> Mental yorgunluk protokolü her tekrar için tamamlanan süre ve performans süresi.....	35

**TABLolar**

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 4.1.</b> Futbolcuların demografik özellikleri.....	31
<b>Tablo 4.2.</b> Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması öncesi ve sonrası sürat süresi ve dikey sıçrama yüksekliği değişimi karşılaştırması.....	32
<b>Tablo 4.3.</b> Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması öncesi ve sonrası reaksiyon süresi değişimi karşılaştırması.....	32
<b>Tablo 4.4.</b> Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması öncesi ve sonrası hareket kalitesi puanlaması karşılaştırması.....	33
<b>Tablo 4.5.</b> Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması öncesi ve sonrası mental yorgunluk ve motivasyon düzeyi ölçümü karşılaştırması.....	33
<b>Tablo 4.6.</b> Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması sonrası mental iş yükü ölçümü.....	35

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

*	Anlamlı Fark
>	Büyüktür
=	Eşittir
<	Küçüktür
%	Yüzde Oran
Ark	Arkadaşları
Cm	Santimetre
CMS	Countermovement Sıçrama
DDV	Dinamik Diz Valgusu
FPT	Fonksiyonel Performans Testleri
LFPT	Loughborough Futbol Pas Testi
M1	Birincil Motor Korteks
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi
ÖÇB	Ön Çapraz Bağ
RDT	Reaktif Denge Testi
R	Reaksiyon Süresi
SKY	Sürat Koşusu Yeteneği
TBÇ	Tek Bacak Çömelleme
VAS	Vizüel Analog Skala

## 1. GİRİŞ

Futbol, aralarına birkaç yüksek yoğunluklu hareket serpiştirilmiş uzun süreli düşük yoğunluklu bir aktivite gerektiren aralıklı özelliklere sahip bir takım sporudur (Gantois ve 2020). 30 ile 40 metre sürat koşusu, 700'den fazla dönüş, 30 ile 40 kez top çalma ve sıçramayı içeren yaklaşık 1200 döngüsel olmayan ve öngörülemeyen aktivite değişikliği (her 3 ila 5 saniyede bir) ile karakterize edilen aralıklı bir spordur. Buna ek olarak, oyun yavaşlama, top sürme ve topa vurma gibi diğer yoğun eylemleri gerektirir (Iaia ve 2009). Bu fiziksel olarak zorlayıcı aktivite profili, maçın sonlarına doğru ve maçın yüksek yoğunluklu periyotlarından sonra kat edilen mesafeleri azaltabilecek yorgunluğa neden olur. Bu durum yani maçla ilgili yorgunluk, maçın sonuna doğru teknik performansın niceliğini ve kalitesini de azaltabilir. Etkisini azaltmak ve futbol performansını daha da artırmak için maç yorgunluğunun mekanizmalarını anlamak önemlidir (Angius ve 2022, Smith ve 2018).

Yorgunluk hem nörolojik hem de kas-iskelet sistemini temel fizyolojik (ve psikolojik) fonksiyonda geçici, egzersize bağlı bir düşüştür. Spesifik olarak, yorgunluk dinamik postüral kontrol sistemini ve dolayısıyla denge bozukluklarına uygun bir kas tepkisi üretme yeteneğini bozabilir ve bu da daha düşük dinamik eklem stabilitesine neden olabilir (Behan ve 2018).

Yorgunluğun alt ekstremitte kinetiği, kinematik ve kas aktivasyonu üzerinde etkileri de vardır. Örneğin, yapılan çalışmada yorgun üniversite futbolcularının daha yüksek tepe diz ve kalça fleksiyon açılarıyla 45 derecelik yan adım manevraları yaptığını göstermiştir (Cortes ve 2013). Zago ve arkadaşları kadın futbolunda yorgunluğa bağlı olarak alt ekstremitte mekaniklerini temassız yaralanma mekanizmasına yakın bir modele doğru (örneğin diz ve kalça fleksiyonunu azaltmak veya diz valgus momentini arttırmak) değiştirdiğini söylemişlerdir (Zago ve 2021).

Fiziksel yorgunluğun yanı sıra mental yorgunluğunda yorgunluk spektrumunun önemli bir yönü olduğu öne sürülmüştür (Verschueren ve 2020).

Mental yorgunluk, yorgunluk hissi ve enerji eksikliği ile birlikte mevcut aktiviteye devam etmek için azalan istek ile karakterize edilen ve uzun süreli bilişsel faaliyetler sırasında veya sonrasında ortaya çıkabilecek psikobiyolojik bir durumdur (Smith ve 2018, Filipas ve 2021). Mental yorgunluk, öznel, davranışsal ve fizyolojik olarak kendini gösterebilir. Öznel olarak, artan yorgunluk hissi, enerji eksikliği ve azalmış atiklik ve motivasyon bildirilmiştir. Davranışsal olarak, mental yorgunluk, bilişsel bir görevde performansta (doğruluk ve/veya tepki süresi) düşüş olarak kabul edilir. Son olarak, beyin aktivitesindeki değişikliklerin mental yorgunluğun fizyolojik bir tezahürü olduğu gösterilmiştir (Van Cutsem ve 2017). Bu işlevler spora özgü performans için önemli olduğundan, rekabetin önemli psikolojik stresini ve performans üzerindeki etkisini kabul ederek futbolda yorgunluk anlayışını genişleten araştırmacılar son zamanlarda mental yorgunluğun futbol performansı üzerindeki etkilerini araştırmaya başlamışlardır (Smith ve 2018).

Yapılan çalışmalarda mental yorgunluk, uzun süreli zorlu bir bilişsel görev tarafından tetiklenmiştir, ancak bu görev çalışmalar arasında değişiklik göstermiştir (Van Cutsem ve 2017). Mental yorgunluğu tetiklemedeki etkinliğe rağmen, Stroop görevi gibi geleneksel tuşa basma görevleri, bu özel araştırma alanında ekolojik geçerliliğinin olmaması nedeniyle son zamanlarda sorgulanmıştır (Bian ve 2022). Bu yüzden mental yorgunluğu tetiklemek için spora özgü geçerliliği olan ekolojik görevler araştırılmaya başlanmıştır.

Ekolojik görev olarak seçilen Loughborough Futbol Pas Testi (LFPT) pas, top sürme, kontrol ve karar verme yeteneklerini değerlendirmek için futbola özgü çok yönlü bir beceri testidir, gerçek hayattaki oyunlarda olduğu gibi algısal ve bilgi işleme taleplerini temsil eden algı-eylem bağlantılarını içerir. Bian ve arkadaşları futbolda mental yorgunluğu tetikleyen bir görev olarak 20 dakikalık tekrarlanan aralıklı Loughborough Futbol Pas Testi'nin kullanımını desteklemiştir (Bian ve 2022).

## **1.1. Amaç**

Bu çalışmada, mental yorgunluğun olduğu durumların doğruluk/tepki süresine, sürat yeteneğine, alt ekstremite hareket kalitesine ve sıçrama performansına olan etkisini incelemektir.

## 2. KURUMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Yorgunluk

Yorgunluk, dünya çapında yaklaşık beş yetiştikenden birinin bildirdiği önemli bir halk sağlığı sorunudur (Puetz 2016). Fiziksel, sosyoekonomik ve çevresel risk faktörleriyle ilişkili, dünya çapında görülen, örgütlere ve ülkelere doğrudan ve dolaylı ekonomik/sosyal maliyeti temsil eden multifaktöriyel bir olgudur (Martínez ve 2021).

Japon Yorgunluk Bilimi Derneği tarafından verilen yorgunluk ve yorgunluk hissi tanımları şu şekildedir: 'Yorgunluk, aşırı mental veya fiziksel aktiviteler veya hastalıktan kaynaklanan mental ve/veya fiziksel aktivitelerin yetenek ve verimliliğinde azalma olarak tanımlanır. Yorgunluğa genellikle tuhaf bir rahatsızlık hissi, dinlenme arzusu ve yorgunluk hissi olarak adlandırılan motivasyon düşüşü eşlik eder (Kitani, 2011). Kadınlar erkeklerden 1,5 kat yorulma riskine sahiptir. 2 haftadan uzun süren açıklanamayan yorgunluğun yaşam boyu yaygınlığının yaklaşık %14 olduğu tahmin edilmektedir ve herhangi bir zamanda insanların yaklaşık %9'unun 6 aydan uzun yorgunluk yaşadığı tahmin edilmektedir (Puetz 2016). Yorgunluk algısı öznelidir. Klinik kullanım için yorgunluk en iyi şekilde gönüllü faaliyetleri başlatmada veya sürdürmede zorluk olarak tanımlanabilir (Chaudhuri ve Behan 2004).

Klinik olarak yorgunluk iki bileşenden oluşur. Birincisi, bir aktiviteye başlama zorluğu (objektif bulgular olmadan) ve aktiviteyi sürdürme becerisinin azalması ile gösterilen fiziksel bir bileşendir. İkinci bileşen, duygusal tükenmenin yanı sıra konsantrasyon ve hafıza ile ilgili zorlukları kapsar. Ek olarak, yorgunluk doğrudan bireyin yaşam kalitesini düşürür ve sağlıkla ilgili olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilir (Martínez ve 2021).

### 2.1.1. Yorgunluğun fizyolojisi

Yorgunluk hissini tetikleyen psiko-fizyolojik süreç karmaşıktır, periferik ve merkezi faktörlerden kaynaklanabilir. Periferik yorgunluk, nöromusküler kavşakta veya distal olarak meydana gelen süreçlerin neden olduğu kuvvet kaybı olarak tanımlanır. Periferik yorgunluk kasın kendisinde yorgunluk olarak düşünülebilir. Yorgunlukla ilişkili merkezi faktörler, efferent nöronlarda gözlenen ve motor birimlerin işe alımını değiştiren bir dizi değişiklikten oluşur ve bu değişikliklerin bazıları değişmiş beyin nöro kimyasından kaynaklanır (Cordeiro ve 2017).

Bir birey fiziksel bir görevi yerine getirdiğinde ve aktif kas lifleri yorulduğunda, fiziksel yorgunluğu telafi etmek ve fiziksel performansı korumak için birincil motor korteksten (M1) motor çıkışını artırmak için gönüllü çabada bir artış gerekir. Bu, görev maksimum gönüllü çaba gerektirinceye kadar gerçekleşir. M1'den gelen motor çıkışını artıran sistem, fasilitasyon sistemi olarak bilinir ve limbik sistem, bazal ganglionlar, talamus, orbitofrontal korteks, dorsolateral prefrontal korteks, anterior singulat korteks, premotor alan, süplamanter motor alan ve M1 ile birbirine bağlanan sinir devresinden oluşur (Ishii ve 2014). Bu fasilitasyon sistemine yönelik motivasyonel bir girdi, süplamanter motor alan ve ardından M1'deki aktiviteyi artırarak periferik sisteme motor çıkışını arttırır (Tanaka ve Watanabe, 2011). Buna karşılık, fiziksel yorgunluk sırasında çevresel sistemden M1'e duyuşsal girdi, motor çıkışını azaltır. Bir inhibisyon sistemi, motor ünitelerinin alımını sınırlamak ve/veya M1'deki aktif motor ünitelerinin ateşlenme hızını yavaşlatmak için M1'e inhibitör girdiyi arttırır (Ishii ve 2014). Bu inhibisyon sistemi, omurilik, talamus, sekonder somatosensoriyel korteks, insüler korteks, posterior singulat korteks, anterior singulat korteks, premotor alan, süplamanter motor alan ve M1'i birbirine bağlayan bir nöral yoldan oluşur. Bu nedenle, M1'den gelen motor çıkışı öncelikle kolaylaştırma ve engelleme sistemleri arasındaki denge ile düzenlenir (Ishii ve 2014).

Mosso'nun orijinal anlatı raporlarında yorgunluğun, tükenmenin bir başlangıcı olarak genel bir fizyolojik bozulma oluşturduğu kabul edildi. Geçen yüzyılın ortalarına geldiğinde, yorgunluk kavramına, fizyolojik faktörlerin yanı sıra algısal-motor ve bilişsel fenomenleri de kapsayan disiplinler arası bir bakış açısıyla bakıldı (Reilly ve 2008).



Merkezi yorgunluk sadece fiziksel bir yorgunluk hissi değildir: aynı zamanda önemli bir bilişsel bileşene (mental yorgunluk) sahiptir. Kişilerde, bu bileşen genellikle semptomlarının en rahatsız edici yönüdür, çünkü kendilerini konsantrasyon ve mental görevlere dayanma yeteneklerinde sınırlı bulurlar. Sübjektif bir algı olmasına rağmen, merkezi yorgunluğun etkileri, belirli bir süre boyunca bilişsel ve motor görev işlemenin değerlendirilmesi ile ölçülebilir (Chaudhuri ve Behan 2004).

### **2.1.2. Yorgunluk ve spor**

Yorgunluk, günlük yaşamımızda, örneğin şiddetli ve / veya uzun süreli fiziksel aktivite dönemlerinde yaygın olarak yaşanan bir duygudur. Egzersizin neden olduğu yorgunluk, herkesin yaşadığı ortak bir duygudur. Egzersiz sırasında iş yükü o kadar yoğun bir his yaratabilir ki kişi iş yükünü azaltmak hatta egzersizi durdurmak zorunda kalabilir. Herhangi bir fiziksel egzersiz, er ya da geç vücudumuzdaki enerji stoklarını boşaltacak enerji tüketen bir aktivitedir. Bu stokların yeniden ikmal olmaksızın sınırsız tüketilmesi, fiziksel sağlığımız üzerinde zararlı etkilere sahip olacaktır. Bu nedenle, yorgunluk fiziksel bütünlüğümüzü korumak için gereklidir (Ament ve Verkerke 2009).

Egzersiz bilimi literatürü geleneksel olarak maksimum kuvvet üretiminde egzersize bağlı azalmayı nöromusküler veya kas yorgunluğu olarak sınıflandırır. Bir kas grubunun kuvvet üretim kapasitesindeki azalmanın (yani kas yorgunluğunun), hem laboratuvarında hem de sahada dayanıklılık performansını ve motor becerilerini bozduğu gösterilmiştir (Pageaux 2018).

Spor bağlamında, yorgunluk için belirleyici faktörler (fizyolojik veya psikolojik) bireysel olaylara özgü olsa da yorgunluk, sporcuların neredeyse tüm rekabetçi etkinliklerdeki performansı için çok önemlidir (Cordeiro ve 2017). Rekabetçi sporlarda sporcular yeteneklerinin zirvesinde performans göstermeyi amaçlar. Bu, sporda yorgunluğun diğer ortamlara göre daha aşırı olmasına neden olabilir (Barte ve 2017). Yorgunluk genellikle spor performansını olumsuz etkiler ve diğerler parametrelerin yanı sıra kas kuvveti, dayanıklılık performansı, sürat performansı ve motor beceri yürütmede azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Barte ve 2019).

### 2.1.3. Yorgunluk ve futbol

Futbol, sınırlı oyuncu değişikliği fırsatıyla 2 x 45 dakikadan oluşan ve oyun sırasında oyuncuların sürekli olarak yüksek yoğunluklu koşma, pas atma ve rakiplerle mücadele gibi fiziksel ve bilişsel olarak zorlu eylemler gerçekleştirdikleri dinamik ve öngörülemeyen bir çevre ile karakterize edilen bir beceri sporudur (Gantois ve 2020, Barte ve 2017). Bir futbol maçı sırasında, bir sporcu en iyi kararı vermek için hızla değişen durumları hızlı bir şekilde tahmin edebilmeli ve tepki verebilmelidir. Bu nedenle futbol sporcuları, uzun süreler boyunca konsantrasyonlarını korumaları ve öngörülemeyen bir ortamda hızlı ve doğru karar vermeleri gerektiğinden önemli bir bilişsel talep yaşarlar (Gantois ve 2020). Bu algısal-bilişsel taleplerin sürekli tekrarlanması ile mental yorgunluğun oluşması muhtemeldir (Kunrath ve 2020). Futbolcularda yorgunluk sadece maçın sonlarına doğru değil, oyun sırasında da geçici olarak meydana gelir (Bogdanis ve 2011). Futbol oynamanın neden olduğu yorgunluk, çeşitli bilişsel ve taktik stratejileri bozar, taktik hataları ve fiziksel çabaları artırır. Bu artan çabalar, bir maç sırasında sensorimotor kontrolü ve propriyosepsiyonu azaltan çevresel yorgunluk ile ilişkilidir (Neira ve 2022). Nöromüsküler yorgunluğun kronik etkilerinin maç sonrası 48 saate kadar sürdüğü de gösterilmiştir (Bromley ve 2021).

Maç esnası dışında sporcuların, uzun seyahatler, uykusuzluk veya gündüz/gece ritmindeki bozulmalar nedeniyle mental yorgunluk yaşadıklarını belirtmektedirler. Ayrıca kişisel veya sosyal ortamdaki sıkıntılar da mental yorgunluk hissine katkıda bulunabilir (Verschueren ve 2020).

### 2.1.4. Fiziksel yorgunluk

Futbolda hem koşu performansı hem de futbol beceri uygulaması yorgunluktan olumsuz etkilenebilir. Örneğın, sürat koşusu performansı maç yorgunluğundan olumsuz etkilenmiştir ve bir futbol pas görevindeki performans (yani, Loughborough Futbol Pas Testi; LFPT) yorucu bir futbol maçı oynadıktan hemen sonra kötüleşmiştir (Barte ve 2019). Futbolcularda yorgunluk tekrarlı sürat koşusu yeteneğinde (SKY) bir azalma olarak kendini gösterebilir. SKY futbol performansının önemli bir belirleyicisidir çünkü bir maç sırasında yüksek yoğunluklu performansın iyi bir tahminçisi olarak kullanılabilir

(Bogdanis ve 2011). Maçlar sırasındaki tüm hamstring yaralanmalarının yarısı, her bir yarının son 15 dakikasında meydana geldiğinden yorgunluk, hamstring gerilme yaralanmasına zemin hazırlayan bir faktör olabilir. Kas yorgunluğu, maçın ikinci yarısında kat edilen toplam mesafede %5-10'luk bir azalma ile oyunun sonuna doğru en belirgindir. Yorgunluğa bağlı kas gücü eksikliğinin yaralanmaya yatkınlığı arttırdığı öne sürülmüştür (Small ve 2010). Kas sertliği, alt ekstremitte sertliğinin önemli bir bileşenidir ve kasların tibiofemoral eklem içindeki harekete (tibiofemoral kesme hareketleri) direnme yeteneğini içerir. Bir yaralanma koruma mekanizması olarak alt ekstremitte sertliği, özellikle yorgunluk mevcut olduğunda ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmalarının bir başka önemli göstergesidir. Alt ekstremitte sertliği hakkında bilgi, bir sıçrama veya yön değişikliğinden sonra çarpmadan kaynaklanan yaralanma riski açısından özellikle önemlidir (Lehnert ve 2018). Araştırmacılar tek bacaklı inişler ve dur-atla görevleri sırasında yorgunluğun etkilerini incelemiş ve yorgunluğun nöromüsküler kontrolü değiştirdiğini göstermiştir. Spesifik olarak, yorgunluk diz fleksiyon açısını ve momentlerini, kalça iç rotasyonunu ve diz kaçırma açılarını ve momentlerini değiştirir. Bu değişkenler ÖÇB yaralanmaları için potansiyel risk faktörleri olarak tanımlanmıştır. Cortes ve çalışmalarında yorgunluğun kalça ve diz sagittal ve frontal mekaniği üzerindeki zararlı etkilerinin, katılımcıların maksimum yorgunluğunun %50'sinde görüldüğünü ve %100 yorgunlukta daha belirgin hale geldiğini bulmuşlardır (Cortes ve 2013). Öte yandan, bir futbol maçının yoğunluğunu ve süresini simüle eden aralıklı egzersizler, dinlenme ve yorgunluk olmayan koşullara kıyasla artmış iç diz rotasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle, futbol oynamanın neden olduğu yorgunluğun, dizde kontrolsüz pivot hareketlerine izin vererek rotasyonel diz stabilitesini azaltabileceği görülmektedir (Neira ve 2022). Postural denge, vücudun ağırlık merkezinin destek tabanı içindeki konumunu kontrol etme, vücudun düşmesini önleme ve fonksiyonel görevleri yerine getirme yeteneğidir. Hem yetişkinlerde hem de çocuklarda azalmış postüral denge fonksiyonunun ana potansiyel nedenlerinden biri, indüklenen lokal ve genel kas yorgunluğudur. Lokal kas yorgunluğu, belirli kasların kuvvet kapasitesini değiştirir. Kas egzersizi yorgunluğa yol açtığında, duyuşal bilginin kalitesi ve tedavisi üzerindeki etkileriyle postural dengenin düzenleyici sistemini etkiler (Steinberg ve 2016).

## 2.2. Mental Yorgunluk

Yorgunluk hissi ve enerji eksikliği ile birlikte mevcut aktiviteye devam etmek için azalan bağlılık, artan isteksizliklerle karakterize edilen ve uzun süreli bilişsel faaliyetler sırasında veya sonrasında ortaya çıkabilecek psikobiyolojik bir durumdur (Smith ve 2018, Filipas ve 2021). Fizyoloji, spor hekimliği, psikoloji ve terapi gibi farklı çalışma alanlarıyla ilgili karmaşık bir kavramdır. Görev performansını önemli ölçüde bozduğu tespit edilen mental yorgunluk, günlük yaşamda çok yaygındır (Guo ve 2015). Ayrıca nörolojik bozukluğu olan bireylerin yaşadığı en yaygın semptomlardan biridir (Van Cutsem ve 2017). Düşük üretkenlik, düşük çalışma verimliliği ve hatta trafik kazaları gibi çeşitli olumsuz sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle, mental yorgunluğun altında yatan mekanizmaların keşfedilmesi ve mental yorgunluğu azaltmak için etkili yöntemler geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Guo ve 2015).

Mental yorgunluk, öznel, davranışsal ve fizyolojik olarak kendini gösterebilir. Öznel olarak, artan yorgunluk hissi, enerji eksikliği ve azalmış atıklık ve motivasyon bildirilmiştir. Davranışsal olarak, mental yorgunluk, bilişsel bir görevde performansta (doğruluk ve/veya tepki süresi) düşüş olarak kabul edilir. Son olarak, beyin aktivitesindeki değişikliklerin mental yorgunluğun fizyolojik bir tezahürü olduğu gösterilmiştir (Van Cutsem ve 2017). Mental yorgunluğun olması için bu alanların üçünde de (öznel, davranışsal ve fizyolojik) değişikliklerin olması gerekmez. Örneğin, kişi mental olarak yorgun olduğunda bilişsel performans mutlaka düşmez, çünkü telafi edici çaba (örneğin beyin aktivitesindeki değişiklikler) bunu hafifletebilir (Hopstaken ve ark., 2015).

### 2.2.1. Mental yorgunluk ve spor

Algısal, davranışsal ve fizyolojik belirtileri içeren psikobiyolojik bir durum olarak tanımlanan mental yorgunluk, spor performansının fiziksel, teknik, taktiksel ve psikolojik yönlerini olumsuz etkileyebilir. Mental yorgunluğun elit takım sporu performansı üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri şunları içerir ancak bunlarla sınırlı değildir; artan 3000 m ve 5000 m koşu tamamlanma süresi, azaltılmış Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi-

Seviye 1 mesafesi, futbola özgü teknik yürütme karar verme doğruluğunun bozulması ve çevresel bilgileri etkin bir şekilde kullanma yeteneğinin azalması (Russell ve ark., 2021).

Fiziksel performans ve daha spesifik olarak dayanıklılık performansı, mental yorgunluktan olumsuz etkilenir (Van Cutsem ve ark., 2017). Literatürde bilişsel yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki etkisinin araştırılması tartışmalı sonuçlar vermiştir. Schucker ve MacMahon hem bilişsel olarak yorucu bir görevin (10 dakika boyunca bir Stroop) hem de kolay bir bilişsel görevin (10 dakika boyunca eşleşen Stroop veya doğa sahneleri içeren iki 5 dakikalık video izlemenin) standartlaştırılmış bir mekik koşusunun performansını bozmadığını gösterdi (Ciocca ve ark., 2022).

Buna karşılık ufuk açıcı bir çalışmada, Marcora ve ark. (2009), dikkat, hata izleme, bellek ve yanıt inhibisyonu dahil olmak üzere birden fazla yürütücü işlevi içeren 90 dakikalık bir AX Sürekli Performans Testinin neden olduğu mental yorgunluğun, tükenme testine müteakip bir submaksimal döngü süresi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Katılımcılar, kontrole kıyasla mental yorgunluk durumundayken yaklaşık 2 dakika önce bisiklete binmeyi bıraktılar, bu da tükenme süresinde %15'lik bir azalmaya eşitti. Bu performans açığı kardiyorespiratuar aktiviteden bağımsızdı, egzersize bağlı kalp atış hızı, felç hacmi, kalp debisi, ortalama arter basıncı, oksijen tüketimi, dakika ventilasyonu ve kan laktatında grup farkı yoktu. Özellikle, mental olarak yorgun olan katılımcılar, algılanan eforun daha yüksek bir derecesinde bisiklete binmeye başladılar. Algılanan efor, her iki grupta da egzersiz sırasında benzer bir oranda artmıştır ve bu nedenle, mental olarak yorgun katılımcılar tarafından kontrollere kıyasla maksimum tolere edilebilir efor (ve durma noktasına) daha erken ulaşılmıştır. Çalışmalar, bilişsel bir görevi gerçekleştirmenin, sonraki submaksimal kas kasılmalarını bozduğunu, ancak maksimal kas kasılmalarını etkilemediğini göstermektedir (Dallaway ve ark., 2022).

Seçkin sporcular ve personel, mental yorgunluğun performansı olumsuz etkilediğine inanmasına rağmen, mental yorgunluk, atletik popülasyonlarla çalışan uygulayıcılar tarafından rutin olarak izlenmez. Seçkin sporcuların antrenman ve yarışma dönemlerinde potansiyel olarak ne ölçüde mental yorgunluk yaşadıklarını daha iyi anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu, sporcularda mental yorgunluğun izlenmesini ve yönetimini geliştiren stratejileri bilgilendirebilir (Russel ve ark., 2021).

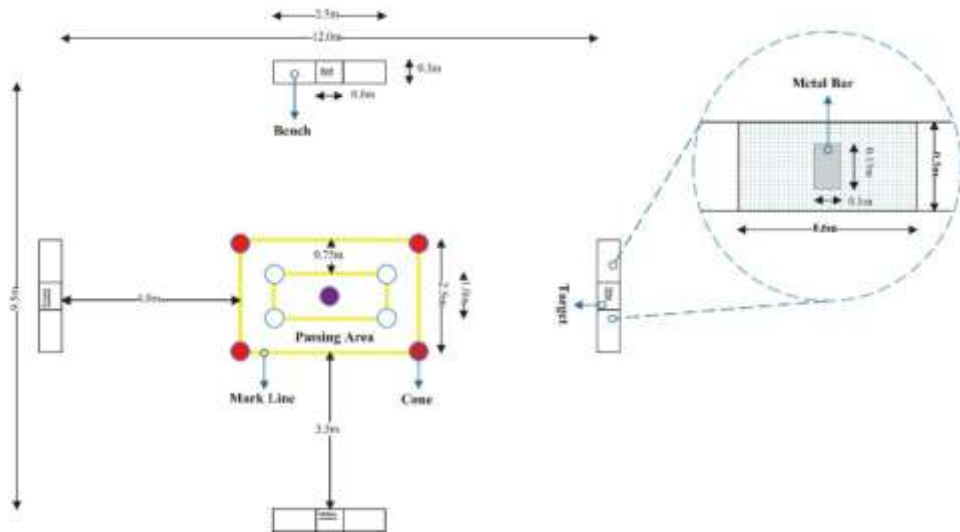
### 2.2.2. Mental yorgunluk ve futbol

Futbol, tekrarlanan yüksek yoğunluklu çabalarla serpiştirilmiş, öncelikle dayanıklılığa dayalı bir spordur (Badin ve ark., 2016). Kuvvet, aerobik dayanıklılık, çeviklik gibi değişen ve uzun süreli oyun yapısını içeren motor beceriler gerektirdiği bununla birlikte sürat koşusu, yön değiştirme, müdahale, teknik ve taktik becerilerden oluşan fiziksel eylemler içerir. Mental yorgunluk, tükenmişliğe maruz kalmayla birlikte algılanan eforun artması sonucunda performansın düşmesine neden olabilir. Futbol maçlarının uzun süreli ve rekabetçi oyun tasarımının, optimum performansa yönelik algısal-bilişsel talepleri karmaşıktırdığı gösterilmiştir (Soylu ve ark., 2021). Mental yorgunluk yarışma sırasındaki oyuncu aktivite profillerini olumsuz etkileyebilir ve rekabetçi futbol maçlarının sonuna doğru kat edilen mesafedeki gözlenen azalmalardan kısmen sorumlu olabilir. Maçın sonuna doğru teknik performansın nitelik ve niceliğinde azalmalar da gözlemlenebilir. Kontrollü bir ortamda yapılan son araştırmalar, mental olarak yorgun oyunculara futbola özgü fiziksel ve teknik performansta benzer azalmalar olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle mental yorgunluk hem fiziksel hem de teknik yeteneği bozduğu için rekabetçi futbol performansına zarar verebilir (Badin ve ark., 2016).

Futbolda mental yorgunluğu araştıran çoğu çalışma, mental yorgunluğu tetiklemek için bilgisayarlı bir bilişsel görev (yani Stroop görevi) kullanmıştır. Mental yorgunluğu tetiklemedeki etkinliğine rağmen, Stroop görevi gibi geleneksel tuşa basma görevleri, bu özel araştırma alanında ekolojik geçerliliği olmadığı için son zamanlarda sorgulanmıştır (Bian ve ark., 2022). Bu görevlerin bilişsel talepleri (yani sürekli dikkat ve engelleyici kontrol) futbol müsabakası sırasında da mevcut olsa da, oyuncular sahaya çıkmadan önce bu görevleri yerine getirmezler (Smith ve ark., 2018). Bu nedenle, futbol için ekolojik geçerliliği olan yeni bir motor göreve acilen ihtiyaç duyulmaktadır (Bian ve ark., 2022).

Loughborough Futbol Pas Testi (LFPT), pas verme, top sürme, kontrol etme ve karar verme yeteneklerini değerlendirmek için futbola özgü çok yönlü bir beceri testidir ve futbol beceri performansının geçerli ve güvenilir bir göstergesi olduğu gösterilmiştir (Ali ve ark., 2007). Bu testte oyuncuların sözel rasgele geçiş komutlarına 16 kez tepki vermeleri ve zaman ve mekan baskısı altında becerileri hızlı ve doğru bir şekilde uygulamaları istenmektedir (Ali ve., 2007). Bir LFPT'nin bitiş süresi (hareket süresi) 1

dakikadan azdır. Nispeten yoğun bilişsel ve beceri talepleri, bir mental yorgunluk durumuna neden olabilir. Bulgular, futbolda mental yorgunluğa neden olan bir görev olarak 20 dakikalık tekrarlanan aralıklı LFPT'nin kullanımını desteklemiştir (Bian ve ark., 2022).



Şekil 2.1. LFPT saha düzeni (Bian ve ark.).

### 2.3. Sporda Performans

Performans, önceden belirlenmiş standartları karşılayarak veya aşarak hedeflere ulaşma olarak tanımlanabilir. Çok boyutlu performans kavramı fizyolojik ve psikolojik etkilerle karşılıklı olarak bağlantılıdır. Bu nedenle performans, beklenmeyen çevresel etkilere uyum sağlamak için belirli beceri ve yeteneklerin geliştirilmesi, bu beceri ve yeteneklerin rekabetçi durumlarda sürekli ve güvenilir bir şekilde sunulmasıyla belirlenir. Performans, dayanıklılık, güç, hız veya esneklik gibi fizyolojik kapasitelerden etkilenebilir. Psikolojik olarak konsantrasyon, motivasyon ve irade gibi faktörler de performansı etkileyebilir (Kellman ve ark., 2018).

Sportif performansın karmaşık yapısının sebebi, sonucu etkileyen faktörlerin sayısının çokluğu ve çeşitliliğidir. Bu faktörler, performansı olumlu ve olumsuz etkileyebilirler ve oluşum kaynaklarına göre içsel ve dışsal faktörler olarak ikiye ayrılırlar (Bayraktar ve Kurtoğlu 2009).

### **2.3.1. İçsel faktörler**

#### **2.3.1.1. Yaş**

Genellikle erişkinlik dönemine kadar yaş ile fiziksel ve psişik gelişim ilişki halindedir ve performansa etkisi çok büyüktür. Bu nedenledir ki, genç erişkinlik dönemine kadar yarışmalar yaş grupları halinde gerçekleştirilir (Bayraktar ve Kurtoğlu 2009). Rekabetçi sporda kariyer yapmayı planlayan sporcular, en yüksek performanslarının hangi yaşta gerçekleşeceğini ve bu en yüksek performansı hangi süre boyunca sürdürebileceklerini bilmekten faydalanırlar (Hollings ve ark., 2014). Kuvvet ve dayanıklılıkta meydana gelen değişiklikler dışında, motor becerinin de yaşla değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Erken puberte döneminde her yıl anlamlı motor beceri değişiklikleri olduğu, geç puberte döneminde değişimin yavaşladığı ve 16-17 yaşla birlikte motor becerinin kararlı bir yapı aldığı bilinmektedir (Loko ve ark., 2000). Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, yaşla birlikte bazı atletik özelliklerde gerilemeler meydana gelmektedir. Örneğin koşucularda yaşla sürat, reaksiyon zamanı düşerken yere temas süresi uzamakta, bu da koşu süresini direkt olarak olumsuz olarak etkilemektedir. Yaş ilerledikçe hem kuvvet hem de dayanıklılıkla ilgili performans değerlerinin düşer. Kuvvetteki düşüş dayanıklılığa göre daha hızlı ve daha büyük olmaktadır (Bayraktar ve Kurtoğlu 2009).

#### **2.3.1.2. Cinsiyet**

Tüm sportif yarışmalar kadın ve erkekler için ayrı ayrı düzenlenmektedir. Kadın ve erkeğin birbiri ile yarışmıyor veya karşılaşmıyor olmasının en büyük sebebi cinsiyetin sportif performansın iki ana bileşeni olan psişik ve fiziksel performans üzerine olan etkisinin bilinmesindedir. Özellikle fiziksel olarak vücut kompozisyonundan, kas kitlesine, hormonal düzen ve seyirden oksijen tüketimine kadar kadın erkek arasında ciddi farklar mevcuttur (Bayraktar ve Kurtoğlu 2009).



### **2.3.1.3. Psikoloji**

Fiziksel kapasitenin en üst seviyede olması, mükemmel bir spor performansı için yeterli değildir. Psikolojik kapasite mükemmel bir performans için oldukça önemlidir. Günümüzde yapılan modern araştırmalar ise önemli bir noktaya dikkat çekerek, motorik özelliklerle birlikte mental faktörlerin de ne kadar önemli olduğunu bize göstermektedir. Performans sporcuları için bütün yarışlar önemlidir. Antrenmanlardaki yoğun çalışmaların karşılığını almak yarış sonucunda alınan başarıya bağlıdır. Bu gibi yarışmalarda sporcu için her şey baskıya sebep olabilir. Baskı sonucunda ortaya çıkan stres kişilik, rakiplerin gücü, yarışın önemi, yapılan sporun amacı, yarışa hazırlık durumu gibi nedenler ile yakından ilgilidir (Yıldız ve Erhan 2019).

### **2.3.1.4. Genetik**

Biyolojik düzeyde çok sayıda fizyolojik ve biyokimyasal sistem ve yol, elit performansları mümkün kılmak için etkileşime girmeli ve en iyi şekilde çalışmalıdır. Bunlar kas-iskelet sistemi, kardiyovasküler, merkezi sinir ve solunum sistemlerindeki fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri içerir. Optimal biyolojik özellikler spora özeldir; iskelet kasının avantajlı özellikleri, örneğin bir sürat koşusu veya güç sporcusuyla karşılaştırıldığında bir dayanıklılık sporcusu için çok farklıdır. Genetik faktörlerin bireyin atletik yeteneğini belirlediği bilim camiası tarafından genel olarak kabul edilmektedir (Tucker ve Collins 2012).

### **2.3.1.5. Otonom sinir sistemi**

Sporcunun, yapılan antrenman programına uyumu ve cevabı, antrenmanın sıklığı ve şiddeti gibi değişkenlerle birlikte ciddi olarak otonom sinir sistemi aktivasyonu ile de ilişkilidir. Bu aktivasyona bağlı iki tip sporcu profili iki uçta yer almaktadır. Birinci tipte kısa zamanda form tutan ve formunun zirvesinde kısa süre kalabilen form grafiği hızlı dalgalanma ile seyreden sporcular bulunmaktadır. Performans, sezon boyunca birkaç kez zirve yapar. Bu tür oyuncular genellikle genç sporcular olup belirgin sempatik aktivasyona sahiptirler. Artmış sempatik tonusu olan bu sporcuların özel antrenman

programlarına tabi tutulması performans grafiği açısından önemlidir. İkinci tipteki sporcular ise form tutmak için daha uzun süreye ihtiyaç duyarlar. Sportif performans değerleri birinci tipe göre çok daha yavaş yükselme eğiliminde olup, optimal performans seviyesinde değişiklik olmadan veya küçük oynamalarla çok uzun süre formda kalabilirler. Üstelik performanstaki gerilemeleri de ani olmaz ve yükselişteğine benzer bir eğilimle düşüş yaşarlar. Bu tip sporcular genelde erişkin sporculardır ve antrenman vagotonisine sahiptirler. Vagotonik sporcularda üstün başarı için bransa uygun antrenman programlaması yapmak uygun olacaktır. Her iki tipteki sporcularda da form dalgalanma eğilimlerine antrenman sıklığı, şiddeti, yoğunluğu ve programlaması ile müdahale etmenin mümkün olduğu unutulmamalıdır (Bayraktar ve Kurtoğlu 2009).

### **2.3.2. Dışsal faktörler**

#### **2.3.2.1. Seyirci**

Sporcular her maçta kalabalığın önünde performans sergilemek zorundadır ve kalabalıklar sporcuların performansları hakkındaki duygularını örneğin tezahürat yaparak (onları destekleyerek) veya alay ederek (cesaretlerini kırarak) ifade ederler. Böyle bir seyircinin varlığı takım ve bireysel sporcu performansını etkileyebilir. Sosyal kolaylaştırma, gözlemcilerin bireysel performans üzerindeki etkisi olarak nitelendirilmiştir. Genel olarak araştırmalar, bir veya daha fazla seyircinin varlığının, eğer beceri kolaysa veya iyi öğrenilmişse performansı artırabileceğini, ancak görev zor veya alışılmadıkça performansın düşebileceğini göstermektedir.

Seyirciler her takımın oyuncularını ile etkileşime giren çeşitli davranışlarla meşgul olabilirler. Örneğin futbolda tercih ettikleri takımın faul çizgisinden şut çeken oyuncusuna sessizlik sağlarlar veya tercih edilmeyen takımdaki oyuncunun dikkatini dağıtmak için yüksek sesle bağırabilirler. Çalışmalar, izleyicilerin sporcuların fizyolojik değişkenlerini ayrıca benlik kavramını ve performans algıları gibi bilişsel değişkenleri etkileyebileceğini açıkça göstermiştir (Epting ve ark., 2011).

### **2.3.2.2. Geçirilmiş sakatlıklar**

Spor aktivitelerine katılmanın sağlığa birçok faydası vardır ancak aynı zamanda yaralanma riskini de taşır. Yarışmacı ve rekreasyonel sporcular her yaşta, doğrudan travma veya tekrarlayan stresin neden olduğu çok çeşitli yumuşak doku, kemik, bağ, tendon ve sinir yaralanmalarına maruz kalır. Farklı sporlar, farklı yaralanma şekilleri ve türleri ile ilişkilendirilirken, yaş, cinsiyet ve aktivite türü yaralanmaların prevalansını etkilemektedir (Maffulli ve ark., 2011).

### **2.3.2.3. Dinlenme ve uyku**

Uyku sürecinin hem bilişsel hem de fizyolojik işlevler için kritik olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Uykunun temel moleküler mekanizmaları düzenlediğini ve uykunun metabolik homeostazda tamamlayıcı bir role sahip olduğunu göstermiştir. Sporcular çevrelerinde bozulmalarla karşılaştıklarında (örneğin seyahat veya gece antrenmanı/oyun oynama nedeniyle), endojen sirkadiyen ritimler ve normal uyku-uyanıklık döngüleri senkronizasyonu bozulabilir. Uyku düzenindeki bu tür bozulmalar, homeostatik basınçta bir artışa neden olabilir ve duygusal düzenlemeyi, vücut ısısını ve dolaşımdaki melatonin düzeylerini etkileyerek uykuya başlamada gecikmeye neden olabilir. Bu dönemlerin ardından uyku kaybı ve nörobilişsel ve fizyolojik performansın tehlikeye girme potansiyeli vardır (Fullagar ve ark., 2015).

## **2.4. Sporda Performansın Değerlendirilmesi**

Tüm antrenör ve sporcuların temel gayesi, en yüksek performansa ulaşmaktır. Optimum performansa ulaşmada bilimsel prensiplerin kullanımı da bu açıdan önem kazanmaktadır. Tüm spor dallarında sporcu performansının artırılmasında bilimsel yöntemlerin kullanılması önemlidir. Oyuncunun dayanıklılık, kuvvet, sürat, çeviklik

esneklik, beceri gibi motor özelliklerin gelişimi spor dalına özgü yapılan çalışmalar ve antrenmanlarla sağlanabilir (Karacabey 2013).

#### **2.4.1. Sürat**

İnsan hareketlerinin döngüsel bir formu olan sürat koşusu, maksimum hızla ilerleyen koşu adımlarından oluşur (Çetin 2018). Sürat, futbolun hız, çeviklik ve ani hareket gerektiren yönlerini etkileyen önemli fiziksel özelliktir. Sahadaki tüm oyuncular için olağanüstü bir öneme sahiptir ve kısa mesafelerde koşma hızı başarının temelidir (Reinhardt ve ark., 2019). Oyuncuların rakip savunmayı geçmek, topa ulaşmak, savunma yapmak veya hızlı pozisyon almak gibi durumlarda sürat yeteneği devreye girer. Bir oyuncunun maç içinde üstünlük sağlaması, pozisyon avantajı elde etmesi ve sonuç olarak takımının başarısını artırması açısından hayati bir rol oynar (Atasever ve Yılmaz 2023).

Futbol yüksek yoğunluklu hareketler içerir. Futbol oyunları sırasındaki yüksek yoğunluklu hareketler, hızlı hızlanma gerektiren eylemler (10 m sürat), maksimum hızdaki eylemler (30 m sürat) veya çeviklik gerektiren eylemler olarak sınıflandırılabilir. Maksimum hız ve ivme, saha sporlarında önemli niteliklerdir ve kısa mesafelerde koşma hızı başarının temelidir. Bir futbol maçı sırasındaki sürat sürelerinin %96'sının 30 metreden kısa olduğunu ve %49'unun 10 metreden kısa olduğunu bildirilmiştir. Bu nedenden dolayı sürat yeteneğinin geliştirilmesi performans açısından önemlidir (Reinhardt ve ark., 2019).

#### **2.4.2. Reaksiyon süresi**

Reaksiyon süresi (RS), bir organizmanın bir tür uyarana tepki verme çabukluğunun bir ölçüsüdür. RS, uyarının sunumu ile öznedey uygun gönüllü yanıtın ortaya çıkması arasındaki zaman aralığı olarak tanımlanır. İnsan RS'si, sinir sisteminin uyarıyı tanımasını sağlayarak çalışır. Daha sonra nöronlar mesajı beyne iletir. Mesaj daha sonra beyinden omuriliğe gider ve tekrar kasa döner. Hızlı RS, sporda olumlu sonuçlar oluşturur. Ortalama insan RS'sini etkileyebilecek faktörler arasında yaş, cinsiyet, sol veya

sağ el kullanımı, merkezi ve çevresel görüş, pratik, yorgunluk, egzersiz ve kişinin zekâsı yer alır (Jain ve ark., 2015).

Futbol müsabakası sırasında oyuncuların hızlanma, yavaşlama ve özellikle ani yön değiştirme yetilerinin gelişmiş olması gerekmektedir. Literatüre göre, hareket zamanı ile reaksiyon zamanı arasında ilişki olduğu vurgulanmaktadır. Uyarının başladığı zaman ile tepkinin başladığı zaman aralığında geçen süre reaksiyon zamanı, günümüz modern futbolunda sportif performansa dair; alan, zaman ve rakibin baskısı altında kalan oyuncuların süratli karar verebilme yeteneğine sahip olmaları, özellikle futbolcu için, kısa mesafeli sürati gerektiren eylemlerde, olayların daha önceden sıralanması ve rakipten daha önce hareketlenmeleri için avantaj sağlayacaktır.

### **2.4.3. Sıçrama**

Dikey sıçrama, üst ve alt vücut bölümleri arasında yüksek derecede motor koordinasyonu gerektiren karmaşık bir insan hareketi olarak tanımlanmaktadır. Bacak kas gücünün bir göstergesi olan bireyin ulaştığı maksimum sıçrama yüksekliği, birçok spor dalında kişinin fonksiyonel kapasitesi ve performansı hakkında önemli bilgiler verebilmektedir. Futbol, basketbol, voleybol ve hentbol dahil olmak üzere çeşitli takım sporlarında temel bir motor beceri olarak kabul edilmektedir (Thomas ve ark 2015). Dikey sıçrama şeklindeki patlayıcı kuvvetin futbolda optimal performans açısından işlevsel olduğu kabul edilmiş ve kondisyon ve yetenek seçimi testlerinde dikkate alınmıştır (Castagna ve Castellini 2013).

### **2.5. Hareket Kalitesi**

Fizyoterapistin birincil rolü insan hareketleriyle ilgilenmektir. Hastanın hareketini gözlemleyerek veya yönlendirerek hareket fonksiyon bozukluğunun değerlendirilmesi temel bir husustur. Hareket kalitesi, insan hareketlerinin zaman ve mekan boyutlarına göre gerçekleştirilme şekli olarak tanımlanmaktadır (Skjaerven ve ark., 2008).

Alt ekstremitenin anormal dinamik hizalanmasının varlığı çok sayıda alt ekstremitte patolojisiyle ilişkilendirilmiştir. Literatürde ekstremitte hizalama kontrolü "altın standart" olarak kabul edilen 3 boyutlu hareket analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu sistemler her ne kadar doğru olsa da pahalıdır ve değerlendirmeler zaman alıcıdır, bu durum birçok yazarın alt ekstremitte hizalamasını değerlendirmek için niteliksel yöntemler geliştirmesine yol açmıştır. Puanlama sistemlerinin hem güvenilir hem de geçerli olduğu ve dolayısıyla hastaları değerlendirirken önemli umut vaat ettiğini gösterilmiştir.

### **2.5.1. Hareket kalitesi değerlendirmesi**

Hareket kalitesini değerlendirmek için hareket tarama araçları kullanımı; hareket kompanzasyonlarının, asimetrielerin, bozuklukların ve hareket kontrolünün niteliksel olarak tanımlanmasını ve derecelendirilmesini içerir. Ayrıca, hareket tarama araçları, yaralanma riskini tahmin etmek ve/veya yaralanma önleme programlarına rehberlik etmek için klinik ortamda popülerlik kazanmıştır (Booysen ve ark., 2019).

Çok kameralı, üç boyutlu hareket analizinin alt ekstremitte kinematik değişkenlerini değerlendirmede mükemmel güvenilirliğe sahip olduğu bulunmuştur ve kinematik değerlendirmede altın standart olarak kabul edilmiştir (Maclachlan ve ark., 2015). Fakat karmaşık 3 boyutlu biyomekanik analizler, kuvvet platformları veya başka bir taşınamayan, maliyetli test ekipmanlarının kullanımı hem maliyet hem de zaman gereksinimi nedeniyle hareket kalitesinin değerlendirilmesi için efektif olmamaktadır (Whatman ve ark., 2021). Bu nedenlerden dolayı fonksiyonel testlerin görsel olarak gözlemlenmesi, şu anda klinikte dinamik hizalamayı değerlendirmenin en yaygın yöntemidir. Test protokollerinde sıklıkla yaralanma ile bağlantılı olduğu için pelvis, kalça ve dizin frontal düzlem kontrolüne odaklanılmıştır (Whatman ve ark., 2012).

Hareket kalitesini değerlendirmek için klinik olarak kullanılan yaygın alt ekstremitte fonksiyonel testleri arasında dikey sıçrama, dikey düşüş sıçraması, Sıçramadan Sonra Yere İnişte Hata Puanlama Sistemi ve tek bacak çömelme bulunur (Whatman ve ark., 2021).

### 2.5.1.1. Dikey sıçrama

Dikey sıçrama, üst ve alt vücut bölümleri arasında yüksek derecede motor koordinasyonu gerektiren karmaşık bir hareket olarak tanımlanmaktadır. Dikey sıçrama futbol, basketbol, voleybol ve hentbol dahil olmak üzere çeşitli takım sporlarında temel bir motor beceri olarak kabul edilmektedir (Rodríguez ve ark., 2017). Alt ekstremit motor yeteneğini değerlendirmek için standart bir testtir. Dikey sıçrama testinde hesaplanan en yaygın değişkenlerden biri atlama yüksekliğidir (Petridis ve ark., 2019). Bireyin ulaştığı maksimum sıçrama yüksekliği, birçok spor dalında kişinin fonksiyonel kapasitesi ve performansı hakkında önemli bilgiler verebilmektedir (Rodríguez ve ark., 2017).

Futbolda kritik olan hızlanma, sürat ve çeviklik gibi yetenekler, dikey sıçrama sırasında ölçülen kuvvet ve güçle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Dikey sıçrama sırasında daha fazla kuvvet üretebilen sporcular daha yüksek sürat hızlarına ulaşma kapasitesine sahiptir (Petridis ve ark., 2019). Dikey sıçrama yeteneğini değerlendirmek için birçok protokol kullanılır. (Rodríguez ve ark., 2017).

### 2.5.1.2. Tek bacak çömelme

Tek bacak çömelme (TBC), alt ekstremitelerin klinik anormal hareket paternlerini kinetik zincir veya koordineli kas aktivitesi açısından değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan klinik bir fonksiyonel testtir. TBC hem günlük aktiviteyi hem de atletik görevleri içerdiğinden, geçerliliği ve güvenilirliği farklı yöntemler ve değerlendirme araçlarıyla çok sayıda araştırmacı tarafından incelendiği içinişlevsel bir test olarak potansiyel olarak umut vericidir (Gianola ve ark 2017). TBC testi sonucu, zayıf alt ekstremit mekaniği, azalmış kor gücü veya kalça abdüktör zayıflığı ile ilişkilendirilmiştir (Ugalde ve ark., 2015).

Niteliksel bir puanlama sisteminde 5 kriter değerlendirilir; (1) 5 deneme için genel izlenim, (2) gövdenin pelvis üzerinde duruşu, (3) pelvisin duruşu, (4) kalça eklemine duruşu ve hareketi ve (5) diz eklemi duruşu ve hareketi. Bir kişinin performansının iyi, orta veya zayıf olarak derecelendirilir. Her bir kriterin her bileşeni için “iyi” olarak kabul

edilecek gereksinimlerin belirtilmiştir. İyi olarak kabul edilebilmesi için, katılımcının 5 denemenin tümü için 5 kriterden 4'ünün tüm gerekliliklerini yerine getirmesi gerekir. Katılımcının performansı, tüm denemeler için en az 1 kriterin tüm gerekliliklerini karşılamaması durumunda zayıf olarak kabul edilir (Crossley ve ark., 2011).

Temassız diz yaralanmaları, özellikle ÖÇB, spordaki en zayıflatıcı yaralanmalardan birisidir (Theisen, ve Day 2019). Bu yaralanmaların yaklaşık %70'i rekreasyonel ve sportif faaliyetlerde meydana gelmekte olup, en yüksek frekans basketbol, voleybol ve futbol dahil olmak üzere dönme ve ani durma gerektiren görevleri içeren sporlara katılan sporcularda meydana gelmektedir (Yu ve ark., 2005).

ÖÇB yırtıkları çoğunlukla temassız yaralanmalar olarak ortaya çıkar (Pollard ve ark 2006). Sporcuları temassız diz yaralanmalarına yatkın hale getiren yaygın risk faktörleri şunlardır: yavaşlamayla birlikte yön değişikliği, diz ekstansiyonunda sıçrayarak iniş, diz hiperekstansiyonu ve hiperfleksiyonu. ÖÇB yaralanmalarının %70'i doğrudan temastan kaynaklanmamaktadır (Yu ve ark., 2005).

Futbolda yavaşlama sırasında ve sıçrama sonrası inişler sırasında uygun olmayan mekanikler nedeniyle sıklıkla meydana gelir. Çalışmalar, eklem kinematığını ve bunların ÖÇB yaralanma mekanizmalarıyla ilişkilerini analiz etmek için dikey sıçrama görevini kullanmıştır (Pollard ve ark., 2006).

### **2.5.2. Hareket kalitesi ve yaralanmaya yorgunluğun etkisi**

Sakatlıklar hem bireysel hem de takım performansını önemli ölçüde olumsuz etkiler. Bu nedenle önleme bir öncelik olmalıdır. Bir yaralanmadan kaçınmanın anahtarı, bir sporcunun, vücudun tüm bölümlerinin sinerji içinde hareket ettiği karmaşık bir atletik ortamda, spora özgü yorgunluk koşulları altında bile istikrarlı motor çıkışı oluşturma yeteneğidir. Yorgunluğa giden yol yaralanmaya giden yola paralel uzanır (Benjaminse ve ark., 2019).

Uzun süreli egzersizin neden olduğu hem mental hem de kas yorgunluğu, spor performans kalitesini düşürebilmektedir. Yorgun bir durumda egzersiz yapmanın alt ekstremitedeki stresi, gerilimi ve darbe kuvvetlerini arttırdığı gösterilmiştir. Yorgunluğun alt ekstremitte mekaniği üzerinde önemli etkisi vardır. Nöromusküler fonksiyonun



değişmesiyle, eksantrik ve konsantrik kas kasılmaları arasındaki mekanik enerji aktarımında bir azalma ve kas reaksiyon sürelerinin yavaşlaması meydana gelebilir (Dierks ve ark., 2010). Literatüre bakıldığında yorgunluğun hareket kalitesi ve yaralanmaya olan etkisi ile ilgili çalışmalar varken, mental yorgunluğun etkisine dair yeterince çalışma yoktur.

## **2.6. Hipotezler**

H<sub>1</sub>: Mental yorgunluk, doğruluk/tepki süresi, sürat yeteneği, sıçrama performansını olumsuz etkiler.

H<sub>2</sub>: Mental yorgunluk alt ekstremite hareket kalitesini olumsuz etkiler.

### **3. GEREÇ VE YÖNTEMLER**

Çalışmanın etik onayı 26.07.2022 tarihinde Pamukkale Üniversitesi Tıbbi Etik Kurulu'nun 11 sayılı kurul toplantısında E-60116787-020-237132 sayılı kararı ile onaylandı (Ek-1) ve E-60116787-020-360010 ve E-60116787-020-380882 sayılı kararı değişiklik başvuruları kabul edildi (Ek-2 ve Ek-3).

#### **3.1. Katılımcılar**

Aydın ili amatör liginde oynayan 15 futbolcu dahil edildi.

#### **3.2. Gönüllüler İçin Araştırmaya Dahil Olma Kriterleri**

18 yaş ve üstü olmak, en az üç yıldır futbol oynamak, kaleci olarak oynamamak ve son 6 ay içinde kas-iskelet sistemi yaralanması geçirmemiş olmak.

#### **3.3. Gönüllüler İçin Dışlama Kriterleri**

Katılımcıların çalışmanın fiziksel ve teknik bileşenlerini tamamlamasını engelleyen herhangi bir tıbbi duruma veya yaralanmaya sahip olmaması ve teşhis edilmiş bir uyku bozukluğuna sahip olmak.

### **3.4. Uygulama Protokolü**

Katılımcılara demografik bilgi formu doldurtularak, antropometrik ölçümleri yapıldı. Olası öğrenme etkilerini en aza indirmek için gruplara müdahale ile ilgili bilgi verildi ve ardından temel test ölçümleri alındı. 72 saatlik dinlenme süresinin ardından mental yorgunluk testi uygulanıp son test ölçümleri tamamlandı. Değerlendirme formu Ek 4'te verildi.

Bireylere tek bacak çömelme, reaktif denge, 20 metre sürat koşusu, iş yükü puanı, yorgunluk ve motivasyon düzeyi ölçümü, dikey sıçrama testleri uygulandı. Testler öncesi genel bir ısınma yapıldı. Testler arasında 4 dakika dinlenme süresi verildi (Peacock ve 2014).

Gönüllülerden her deney seansından 24 saat önce kafein, alkol, uyarıcı veya depresanlardan ve yorucu egzersizden kaçınmaları istendi (Angius ve ark., 2022).

### **3.5. Ölçüm Protokolü**

#### **3.5.1. Demografik ve antropometrik ölçümler**

Katılımcıların demografik ve antropometrik özellikleri (yaş, boy, vücut ağırlığı, VKİ) veri kayıt formuna kaydedildi.

##### **3.5.1.1. Boy uzunluğunun ölçülmesi**

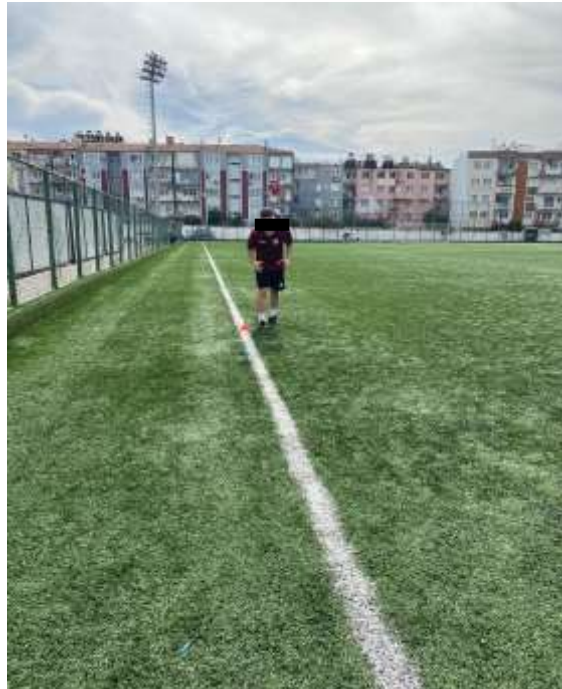
Katılımcı anatomik duruşta iken inspirasyon sırasında, kafafrontal düzlemde ve baş üstü tablası verteks noktasına degecek şekilde yerleştirilerek ölçüm santimetre (cm) cinsinden, hassasiyeti 1 milimetre (mm) olan stadiometre ile ölçülerek kaydedildi.

### 3.5.1.2. Vücut ağırlığı ölçümü

Vücut ağırlığı katılımcının üzerinde hafif kıyafetler olacak şekilde ve ayakkabısız olarak hassasiyeti 0,5 kg olan dijital bir baskül yardımıyla kg cinsinden ölçülerek kaydedildi.

### 3.5.2. Sürat süresi ölçümü

20 M sürat testi kullanıldı. Açık hava futbol sentetik sahasında yapıldı. Test iki kez uygulandı ve daha ileri analizler için en iyi deneme kaydedildi. Her deneme, ilk fotosel çiftinden 0,5 m önce ön ayağı yerleştirilmiş ayakta durma pozisyonundan başlayarak,20 metrede tek bir maksimum sürat koşusu olarak yapıldı ve sürat süresi, otomatik bir elektronik zamanlama kapısı kullanılarak zamanlandı (Nikolaidis ve ark., 2016).



Şekil 3.1. Sürat süresi ölçümü.

### 3.5.3. Reaksiyon süresi ölçümü

Katılımcıların reaksiyon süresi ölçümleri ayak göz koordinasyon testi ile ölçüldü, akıllı cihazlara uyumlu uygulaması ile kontrol edilebilen kablosuz ışık disklerinden oluşan Blazepod / sistemi ile gerçekleştirildi. Işık diskleri, belirlenen başlangıç noktasında 40 cm. ve merkezden 65 cm. aralıklarla bir plaka/zemin üzerine yerleştirildi. Katılımcıların reaksiyon sürelerinin belirlenmesi için 10 set 22 reaksiyon teması yaptırıldı ve setler arasında 5 saniye dinlenme verilerek toplam 220 teması tamamlandı. Katılımcılar testi baskın olarak kullandıkları uzuvları ile gerçekleştirdi. Tüm testte ışıklı sensörlere her temastan sonra ayak başlangıç konumuna döndürüldü. Teste başlamadan önce, katılımcıların ışık uyarılarına 5 yanıt vermektten oluşan bir ön test yapmalarına izin verildi (Ergin ve Kartal 2021).



Şekil 3.2. Reaksiyon süresi ölçümü.

### 3.5.4. Dikey sıçrama yüksekliği ölçümü

Dikey sıçrama testi kullanılarak ölçüldü. Katılımcılardan normal dik pozisyonda hızla diz çöktükten sonra maksimum güçle sıçramaları istendi. Iphone 11 cep telefonu (Apple Inc USA) kullanılarak her bir katılımcının dikey sıçramaları, onaylanmış My Jump 2 uygulamasında yüksek hızlı kamera ile kaydedildi. Her katılımcıdan mümkün olduğu kadar yüksekte 3 kez dikey sıçrama yapması istendi. Her sıçrama sonunda 2 dakikalık pasif dinlenme süresi verildi. Videoda katılımcıların kalkış ve inişleri belirlendi. Daha sonra sıçrama yüksekliğini belirleyen denklem ( $h = t^2 \times 1.22625$ ) kullanılarak sıçrama mesafesi hesaplanarak, en iyi sonuçlar değerlendirilmede dikkate alındı (Seyhan 2019).

### 3.6. Hareket Kalitesi Değerlendirmesi

Tek bacak çömelme testi kullanıldı. Katılımcılardan yüzleri video kameraya dönük olarak durmaları istendi. 5 saniyelik bir süre boyunca, dizleri en az 45° 'lik ancak 60°'den fazla olmayan fleksiyona kadar mümkün olduğunca çömelmeleri istendi. Diz fleksiyon açısı, denemeler boyunca standart bir gonyometre kullanılarak uygulama denemeleri sırasında (en fazla üç) kontrol edildi. İlk sayım hareketi başlatan, üçüncü sayı çömelmenin en alt noktasını ve beşinci sayı bitişi gösteren beş saniyelik periyodu işaretlemek için kullanılan elektronik bir sayaç da kullanıldı. Denemeler, yalnızca denek 45° ile 60° arasında çömelirse kabul edildi (Herrington 2014). Ölçümlerin katılımcının 3 m önündeki tripota yerleştirilen Iphone 11 (Apple) marka telefon ile videosu kaydedildi. Niceliksel değerlendirme video kayıtları izlenerek yapıldı.



**Şekil 3.3.** Hareket kalitesi değerlendirmesi.

### 3.7. Mental iş yükü ölçümü

Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA)- Mental İş Yükü Ölçeği ile ölçüldü. Algılanan zorluk derecesi bireyin yaptığı işe karşı istek, heves ve bağlılığını etkileyen önemli bir faktördür ve bu faktör mental iş yükü olarak tanımlanır. Mental iş yükü arttıkça performans düşmekte ve görevi yerine getirme zamanı ve hatalar artmaktadır. Bu sebepten dolayı mental iş yükü değerlendirmesi gereklidir. NASA-Mental İş Yükü Ölçeği yöntemi bir eylemin iş yükünü altı faktörü kullanarak subjektif olarak ölçmekte ve değerlendirmektedir. Bu faktörlerden mental, fiziksel ve zamansal talepler görevin karakteristiğini; performans, çaba davranışsal karakteristiğini ve rahatsızlık seviyesi ise bireysel karakteristiği oluşturmaktadır. Fiziksel aktivitelerin mental iş yükünün algılanması üzerinde potansiyel etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır. NASA-Mental İş Yükü Ölçeği yöntemi oranlama, ağırlıklandırma ve genel iş yükünü belirleme olmak üzere üç aşamadan oluşan bir yöntemdir. Sırayla üç aşama arasında ilerlenerek genel indeks elde edildi (DiDomenico ve Nussbaum 2008). Tüm protokollerden sonra olarak ölçüldü.

### 3.8. Mental yorgunluk ve motivasyon düzeyi ölçümü

Subjektif mental yorgunluk hissini değerlendirmek için “Vizüel Analog Skala (VAS)” kullanıldı. Katılımcılar, güncel yorgunluk duygularını iki uçları arası sol uçtan başlayıp “hiç mental yorgunluk yok” dan “tamamen mental olarak tükenmiş” e kadar ilerleyen 10 cm'lik yatay çizgi üzerinde gösterdiler. Katılımcı, o andaki öznel duygularına dayanarak bu aralıklar arasında dikey bir çizgi çizdi. Katılımcı yanıtları sol uçtan ölçülecek ve mm olarak ifade edildi (Peacock ve ark., 2014). Tüm protokollerden önce ve sonra olarak ölçüldü.

### 3.9. Uygulama Protokolü

#### 3.9.1. Mental yorgunluk protokolü

Aralıklı Loughborough Futbol Pas Testi (LFPT) ile oluşturuldu. Oyuncular dikdörtgen bir pas alanının ( $2.5 \times 4$  m,) ortasında durdular ve pas yönünü gösteren sesli uyarana cevap verdiler. Dört renkli pas hedefi ( $0.6 \times 0.3$  m), dikdörtgen oyun alanını ( $12 \times 9.5$  m) çevreleyen geri tepme tahtalarına (banklar) yerleştirildi. Katılımcıların hataları en aza indirirken geçişleri mümkün olduğunca çabuk tamamlamaları gerekti. Hatalar için ceza süresi eklendi, “mükemmel” bir pas için (hedefin ortasına tutturulmuş metal çubuğa vurmak) ceza süresi düşülürken, hareket süresi testi tamamlama zamanı olarak kaydedildi. Bir standart LFPT, ön ve son testlerde kullanıldığı gibi, rastgele bir pas yönü sırası kullanarak 16 pas içerir. Bir LFPT'nin bitiş süresi yaklaşık 45 s olduğundan, 20 dakikalık mental yorgunluğu indükleme işlemi, her biri 2 dakikada bir başlayan 10 LFPT tekrarını içerdi. Her LFPT arasındaki aralıklarda, oyuncu yaklaşık 75 saniye ayakta durma pozisyonunda dinlendi (Bian ve ark., 2022).





**Şekil 3.4.** Mental yorgunluk protokolü uygulaması.

### 3.10. İstatistiksel Analiz

Referans olarak aldığımız makale ile yaptığımız güç analizinde; çalışmaya 15 kişi alındığında %95 güven düzeyinde %80 güç elde edileceği hesaplanmıştır (Bian ve 2022). Verilerin analizi edilmesinde SPSS 29 (IBM Corp. Released 2022. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 29.0. Armonk, NY: IBM Corp) paket programı kullanılmıştır. Sayısal verilerin özetlenmesinde aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapma, medyan (1. ve 3. Çeyrekler), en küçük ve en büyük değerler; kategorik verilerin özetlenmesinde ise frekans ve yüzdeler kullanılmıştır. Ayrıca Temel ölçüm değerlerinden mental yorgunluk sonrası değerler çıkarılarak delta değerleri hesaplanmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro wilk testi ile incelenmiştir. Normal dağılıma uygunluk gösteren incelemeler için parametrik bir test olan Bağımlı gruplarda t testi, normal dağılıma uygunluk göstermeyen incelemelerde ise parametrik olmayan bir test olan Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanılmıştır. Tüm testlerin anlamlılıklarının incelenmesi için yanılma düzeyi  $\alpha=0,05$  kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Katılımcılara Ait Bulgular

Çalışmamıza yaş ortalaması  $19,2 \pm 0,77$  olan, Aydın SHÇEK spor kulübünde oynayan 15 futbolcu katılmıştır. Katılımcıların demografik ve tanımlayıcı özellikleri tablo 4.1.' de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.** Futbolcuların demografik özellikleri.

<b>Yaş</b>	<b>A.O ± S.S</b>	19,2 ± 0,77	
	<b>Med (IQR)</b>	19 (19 - 22)	
	<b>Min- Maks</b>	19 - 22	
<b>Kilo</b>	<b>A.O ± S.S</b>	68,67 ± 8,46	
	<b>Med (IQR)</b>	68 (62 - 75)	
	<b>Min- Maks</b>	55 - 85	
<b>Boy</b>	<b>A.O ± S.S</b>	177,8 ± 5,13	
	<b>Med (IQR)</b>	180 (173 - 183)	
	<b>Min- Maks</b>	168 - 184	
<b>Bki</b>	<b>A.O ± S.S</b>	21,69 ± 1,97	
	<b>Med (IQR)</b>	21,3 (20,1 - 23,7)	
	<b>Min- Maks</b>	19 - 25,4	
<b>Spor Yaşı</b>	<b>A.O ± S.S</b>	7,07 ± 3,37	
	<b>Med (IQR)</b>	6 (4 - 11)	
	<b>Min- Maks</b>	3 - 12	
<b>Çalışma Durumu</b>	evet	1	6,7
	hayır	14	93,3
		n	%
<b>Oynanan Pozisyon</b>	Bek	5	33,3
	Orta Saha	4	26,7
	Stoper	3	20,0
	Kanat	3	20,0
<b>Takım</b>	SHÇEK Spor Kulübü	15	100,0
<b>Dominant ekstremite</b>	sağ	11	73,3
	sol	4	26,7

A.O: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25.-75. Yüzdeler); min – maks: En küçük – en büyük değerler

#### 4.2. Futbolcuların Mental Yorgunluk Protokolü Öncesi ve Sonrası Skorları

Yapılan incelemelerde, 20 metre sürat değerlerinde temel ölçüm ve mental yorgunluk sonrası ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Mental Yorgunluk sonrası 20 metre sürat değerlerinin anlamlı şekilde yükseldiği tespit edilmiştir. Dikey sıçrama yüksekliği incelemesinde ise istatistiksel olarak herhangi bir değişim tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.2.** Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması öncesi ve sonrası sürat süresi ile dikey sıçrama yüksekliği değişimi karşılaştırması.

		A.O $\pm$ S.S	Med (IQR)	Min- Maks
20 Metre Sürat (sn)	Temel Ölçüm	3,23 $\pm$ 0,14	3,22 (3,1 - 3,38)	3,03 - 3,48
	Mental Yorgunluk	3,42 $\pm$ 0,11	3,45 (3,39 - 3,49)	3,15 - 3,56
	p		0,0001* (t=-5,128)	
	Delta	-0,18 $\pm$ 0,14	-0,16 (-0,3 - -0,05)	-0,44 - -0,01
Dikey Sıçrama Yüksekliği (cm)	Temel Ölçüm	39,55 $\pm$ 5,35	39,26 (35,87 - 41,55)	33,69 - 55,05
	Mental Yorgunluk	39,49 $\pm$ 4,91	39,26 (35,87 - 42,2)	31,58 - 50,62
	p		0,934 (t=0,084)	
	Delta	0,06 $\pm$ 2,83	0,44 (-1,77 - 2,21)	-6,2 - 4,43

A.O: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25.-75. Yüzdeler); min – maks: En küçük – en büyük değerler; t: Bağımlı gruplarda t testi; Delta: Temel ölçüm ve Mental yorgunluk sonrası ölçüm arası fark; p: anlamlılık düzeyi\*

Reaksiyon süresi incelemesine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı değişim olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Mental Yorgunluk sonrası sürenin temel ölçüme göre anlamlı şekilde yükseldiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.3.** Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması öncesi ve sonrası reaksiyon süresi değişimi karşılaştırması.

		A.O $\pm$ S.S	Med (IQR)	Min- Maks
Reaksiyon Süresi	Temel Ölçüm	197,51 $\pm$ 28,03	191,8 (175,43 - 206,96)	168,19 - 266,94
	Mental Yorgunluk	232,2 $\pm$ 57,48	210,27 (197,86 - 302,67)	147,05 - 338,01
	p		0,021* (t=-2,608)	
	Delta	-34,69 $\pm$ 51,51	-34,84 (-81,16 - 9,1)	-114,67 - 59,51

A.O: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25.-75. Yüzdeler); min – maks: En küçük – en büyük değerler; t: Bağımlı gruplarda t testi; Delta: Temel ölçüm ve Mental yorgunluk sonrası ölçüm arası fark; p: anlamlılık düzeyi\*

Hareket kalitesi puanlamasına bakıldığında ise hem sol bacak ( $p=0,002$ ) hem de sağ ( $p=0,005$ ) bacak ile olan incelemelerde istatistiksel olarak anlamlı değişim olduğu görülmüştür. Her iki incelemede de mental yorgunluk protokolü sonrası toplam puanın arttığı görülmüştür. Artan puan kötü hareket kalitesi anlamına gelir.

**Tablo 4.4.** Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması öncesi ve sonrası hareket kalitesi puanlaması karşılaştırması.

Hareket Kalitesi Puanlaması	A.O $\pm$ S.S	Med (IQR)	Min - Maks	
Sol	Temel Ölçüm	6,47 $\pm$ 1,41	7 (6 - 8)	3 - 8
	Mental Yorgunluk	7,87 $\pm$ 1,06	8 (7 - 9)	6 - 9
	p	0,002* (z=-3,165)		
	Delta	-1,4 $\pm$ 1,4	-1 (-2 - -1)	-5 - 0
Sağ	Temel Ölçüm	6,53 $\pm$ 1,68	7 (5 - 8)	3 - 9
	Mental Yorgunluk	7,93 $\pm$ 1,1	8 (7 - 9)	6 - 9
	p	0,005* (z=-2,831)		
	Delta	-1,4 $\pm$ 1,4	-1 (-2 - 0)	-4 - 0

A.O: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25.-75. Yüzdeler); min – maks: En küçük – en büyük değerler; t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; Delta: Temel ölçüm ve Mental yorgunluk sonrası ölçüm arası fark; p: anlamlılık düzeyi\*

Mental yorgunluk ve motivasyon düzeyi ölçümüne bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı değişim olduğu görülmüştür ( $p=0,001$ ). Mental yorgunluk sonrası değerlerinin temel ölçüme göre anlamlı şekilde yükseldiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.5.** Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması öncesi ve sonrası mental yorgunluk ve motivasyon düzeyi ölçümü karşılaştırması.

	A.O $\pm$ S.S	Med (IQR)	Min - Maks	
VAS	Temel Ölçüm	4,16 $\pm$ 1,64	4,6 (2,5 - 5,2)	2 - 7,5
	Mental Yorgunluk	7,33 $\pm$ 1,49	7,5 (6,4 - 8,8)	4,3 - 9,5
	p	0,001* (z=-3,184)		
	Delta	-3,17 $\pm$ 1,94	-3,9 (-4,3 - -2,2)	-6,3 - 2,3

A.O: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25.-75. Yüzdeler); min – maks: En küçük – en büyük değerler; t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; Delta: Temel ölçüm ve Mental yorgunluk sonrası ölçüm arası fark; p: anlamlılık düzeyi\*; VAS: Vizüel analog skala

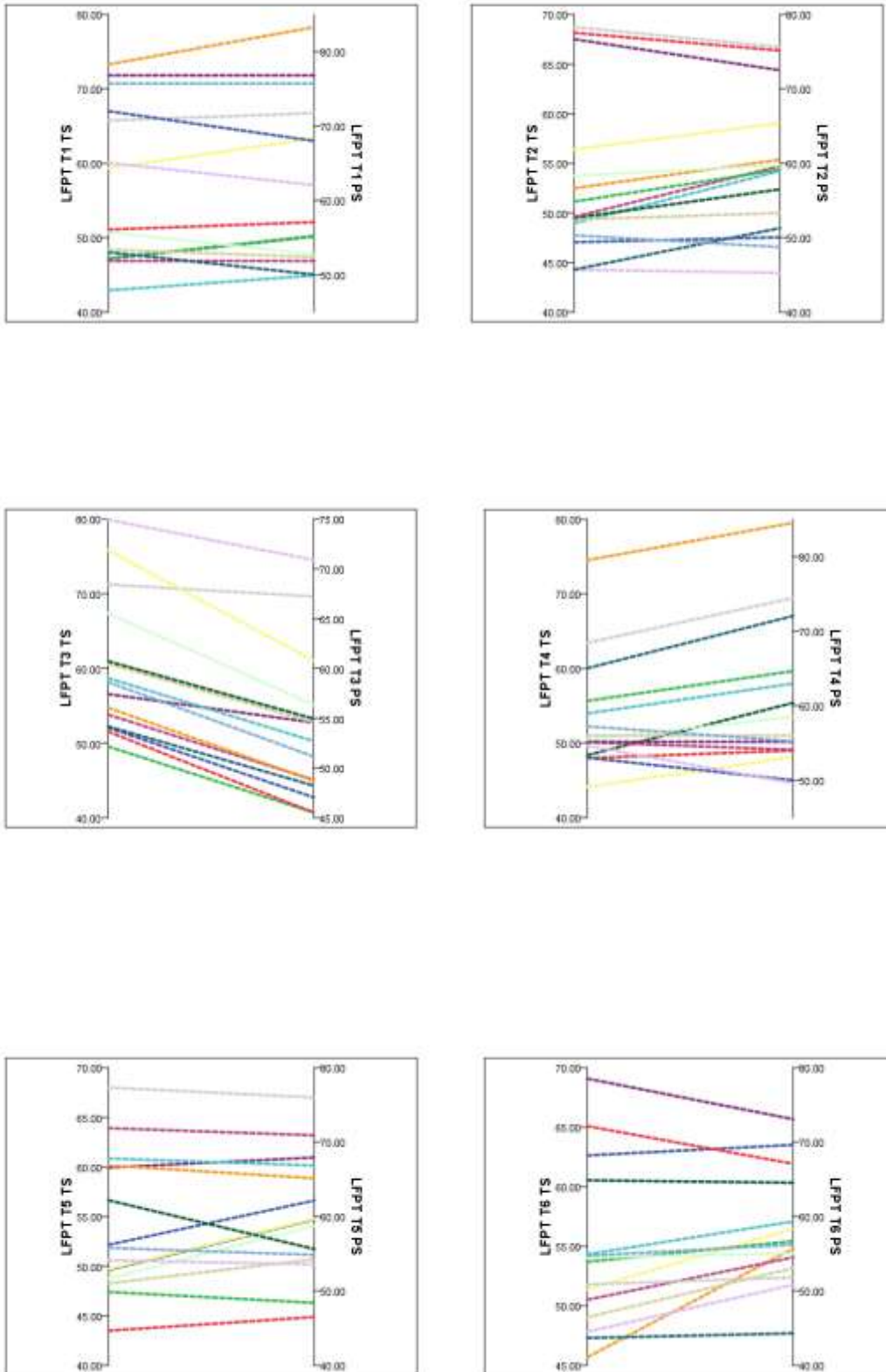
NASA-Mental İş Yüğü Ölçeği ile bakılan mental iş yükü ölçümüne bakıldığında 100 puan üzerinden ağırlıklı iş yükü ortalaması 61,69 $\pm$ 14,35 bulunmuştur. Tablo 4.6 da tüm maddeler için ortalama puanlar gösterilmiştir.

**Tablo 4.6.** Futbolcuların mental yorgunluk protokolü uygulaması sonrası mental iş yükü ölçümü.

<b>NASA-Mental İş Yükü Ölçeği</b>	<b>A.O ± S.S</b>	<b>Med (IQR)</b>	<b>Min- Maks</b>
<b>Zihinsel Talep</b>	113 ± 120,35	60 (30 - 225)	0 - 350
<b>Fiziksel Talep</b>	140,67 ± 104,09	120 (100 - 210)	0 - 400
<b>Zamansal Talep</b>	153,33 ± 91,23	180 (60 - 210)	0 - 320
<b>Efor</b>	168 ± 106,05	150 (60 - 240)	20 - 360
<b>Performans</b>	264,67 ± 152,54	270 (150 - 400)	50 - 500
<b>Rahatsızlık Seviyesi</b>	85,67 ± 84,62	75 (20 - 140)	0 - 300
<b>TOPLAM PUAN</b>	925,33 ± 215,19	920 (740 - 1090)	590 - 1240
<b>AĞIRLIKLI İŞ YÜKÜ</b>	61,69 ± 14,35	61,33 (49,33 - 72,67)	39,33 - 82,67

A.O: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25.-75. Yüzdeler); min – maks: En küçük – en büyük değerler;

Mental yorgunluk protokolü olarak uyguladığımız LFPT testinde, her tekrar için tamamlanan süre ve ceza puanları eklenerek oluşturulan performans süresi değişimi Resim 4.1.' da gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Mental yorgunluk protokolü her tekrar için tamamlanan süre ve performans süresi.

## 5. TARTIŞMA

Futbolcularda mental yorgunluğun olduğu durumların doğruluk/tepki süresine, sürat koşusu yeteneğine, alt ekstremitte hareket kalitesine ve sıçrama performansına olan etkisini incelemek amacıyla yaptığımız çalışmamızın sonucunda; mental yorgunluk sonrası, 20 metre sürat süresi hem sol hem de sağ bacak hareket kalitesi puanları, dinamik reaksiyon toplam süresi artarken, sıçrama performansından anlamlı bir değişiklik olmadığı bulundu.

Literatür incelendiğinde daha çok fiziksel yorgunluğun performans üzerine etkisine bakılmıştır (Small ve ark., 2009, Russell ve ark., 2011, Barte ve ark., 2020). Mental yorgunluğun etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlardan biri olan Bian ve ark (2022)'nin yaptıkları çalışmada on beş erkek futbolcu, mental yorgunluğu tetikleyen farklı testlerin etkinliğini belirlemek için 10 tekrarlı saat yönünde geçiş sırasına göre Loughborough Futbol Pas Testi (10xS-LFPT) , 10 tekrarlanan aralıklı LFPT testi (10xLFPT)ve 20 dakikalık Stroop testinden oluşan üç farklı göreve rastgele alınmıştır. Mental yorgunluk, her görevden hemen önce ve sonrasında görsel analog skala (VAS) ile , 3 dakikalık Stroop testi ve Loughborough Futbol Pas Testi ile de beceri performansı ile değerlendirilmiştir. Subjektif mental yorgunluk değerlendirmesi (VAS ile ölçüm) ile 10xLFPT ve Stroop-20'den sonra benzer şekilde artarken, 10xLFPT ve Stroop-20 ile indüklenen mental yorgunluğun benzer şekilde ceza süresi ve pas doğruluğunu önemli ölçüde olumsuz etkilendiğini bulmuşlardır. Futbola özgü bir motor görev olarak 20 dakikalık tekrarlanan aralıklı LFPT'nin, 20 dakikalık Stroop görevine benzer bir subjektif mental yorgunluğu tetikleyebilecek ekolojik bir görev olduğu söylenmiştir. Aralıklı olacak şekilde tasarlanması bilişsel ve futbol becerisi taleplerini gerçek hayattaki futbol oyunu gibi temsil etmeyi sağlamıştır. Bu aralıklı yeni görev özelliği sporcuya beklenmedik yeni emirlerin iletilmesini sağlayarak, testi diğer motor görevden bilişsel olarak daha zorlu hale getirmektedir.

Soylu ve (2021) yaptıkları sistematik derlemede futbolda kapalı alan, “mental yorgunluk ve futbol” ve “bilişsel yorgunluk ve futbol” anahtar kelimeleri kullanılan literatür taramasına, 1 Ocak 2010'dan 31 Ocak 2022'ye kadar olan 7 çalışma dahil edilmiştir. Bu çalışmaların altı tanesinde mental yorgunluk 30 dakikalık Stroop görevi, bir çalışmada ise D2 dikkat testi kullanılarak oluşturulmuştur. İnceleme, çeşitli mental yorgunluk müdahalelerinin psikofizyolojik tepkileri etkilediğini bununla birlikte futbol performansını düşürdüğünü göstermiştir. Performans bu çalışmalarda YO-YO testi, 90 dakikalık antrenman maçı, Loughborough futbol pas testi, Loughborough futbol şut testi ile gözlemlenmiştir. Mental yorgunluğu tanımlamada oldukça popüler ve objektif yöntemler olan VAS ve NASA- Mental İş Yüğü Ölçeği kullanılarak bilişsel yanıtlar elde edilmiş ve bu çalışma mental yorgunluk etkisi altında mental olarak eforun önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Bu durum çaba algısını artırıyor, beyin aktivitesini değiştiriyor, dikkati azaltıyor, tepki doğruluğunu ve karar vermeyi etkiliyor.

NASA-Mental İş Yüğü Ölçeğinde mental, fiziksel ve zamansal talepler görevin karakteristiğini; performans ve çaba davranışsal karakteristiğini, rahatsızlık seviyesi ise bireysel karakteristiği oluşturmaktadır. Bu ölçekte fiziksel iş yükü de vardır ama fiziksel iş yükünün belirlenmesi hedef olarak planlanmamıştır, fiziksel aktivitelerin mental iş yükünün algılanmasında potansiyel etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır (Delice 2016). Bu yöntem, genel iş yükünü mental talep, fiziksel talep, zamansal talep, performans, çaba, rahatsızlık seviyesi gibi altı alt farklı faktörü değerlendiren çok boyutlu oranlamalara sahip bir sübjektif yöntemdir. İki aşamalı değerlendirme işlemine sahip bir mental iş yükü hesaplama tekniğidir (Emeç ve Akkaya 2018).

Çalışmamızda mental yorgunluk protokolü için ekolojik bir test olan Loughborough futbol pas testini kullanmayı tercih ettik. LFPT testi sonucu oluşan mental yorgunluk sporcuların testi tamamlama ve ceza süresini olumsuz etkilemiştir. Alınan ceza sürelerinin eklenmesiyle performans süresi ortaya çıkmıştır. Tamamlanan süre ile performans süresi arasında anlamlı fark oluşmuştur. Bu farklar mental yorgunluk ile oluşan çaba algısı, tepki ve karar vermenin bozulması ile oluşan ceza puanlarından kaynaklanmaktadır. Bu durum mental yorgunluk etkisi ile bilişsel eforun arttığını göstermektedir. NASA-Mental İş Yüğü Ölçeğini mental yorgunluk protokolü olan LFPT sonrasında uyguladık. Tüm katılımcıların ortalama ağırlıklı NASA-Mental İş Yüğü puanı 61,69 çıkmıştır. 100 puan üzerinden değerlendirilen bu sonuç katılımcıların yoğun mental iş yüküne maruz kaldığını göstermiştir. NASA- Mental İş Yüğü Ölçeği iş yüküne en çok



etki eden faktör performans, en az ise rahatsızlık seviyesi çıkmıştır. Performans faktörü, futbolcuların maç esnasında gösterebilecekleri en iyi oyunu göstermek istemeleri ve bundan tatmin olma isteklerinden dolayı iş yükünün oluşmasına en çok etki eden faktör olmuş olması muhtemeldir. LFPT testinin futbolda kullanılan ekolojik bir görev olması, futbolcuların test içinde bulunan hareketlere ve işleyişe hâkim olmalarından dolayı rahatsızlık seviyesinin iş yüküne en az etki eden faktör olduğunu düşünüyoruz. Tüm bu sonuçlar ışığında LFPT testinin mental yorgunluk oluşturduğunu da tekrar kanıtlamış olduk.

Smith ve (2018) derlemelerinde teknik beceri performansının ve performansın maç boyunca düştüğünü, bu değişikliklerin tipik olarak fiziksel yorgunlukla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan bazı araştırmalar ile mental yorgunluğun futbola özgü fiziksel, teknik, karar verme ve taktiksel performansı olumsuz etkilediği kanıtlanmıştır. Bazı incelemeler ise mental yorgunluğun sürat koşusu, sıçrama ve maksimum kontraksiyon gibi kısa süreli güç patlamaları gerektiren fiziksel aktiviteleri etkilemediği sonucuna varmıştır (Van Cutsem ve 2017).

Staiano ve (2023), 18 sağlıklı ve formda erkek amatör basketbolcular üzerinde mental yorgunluk sonrası takım sporu yapan sporcularda tekrarlanan sürat koşusu ve atlama performansını değerlendirmiştir. Katılımcılar bir alışma oturumu ve ardından iki (mental yorgunluk, kontrol) test oturumu olarak 3 laboratuvar oturumunu tamamlamışlardır. Mental yorgunluğun tekrarlı sürat koşusu ve sıçrama performansı, algılanan efor derecesini artırıp sürekli dikkat ve uyanıklığı bozup bozmayacağını incelemişlerdir. Her koşuldan ve fiziksel testten sonraki subjektif iş yükü, NASA-Mental İş Yükü Ölçeği kullanılarak; mental yorgunluk ise her durumdan önce ve sonra görsel analog ölçek (VAS) kullanılarak ölçülmüştür. Tekrarlı sürat süresi mental yorgunluk sonrası anlamlı şekilde uzamıştır ve tekrarlı sıçramada daha kısa ortalama sıçrama yüksekliği bulunmuştur. Ancak tepe yüksekliğinde anlamlı değişiklik olmamıştır. 30 dakikalık son derece zorlu bir bilişsel görevin neden olduğu mental yorgunluk durumunun, tekrarlanan yönsel sürat ve tekrarlı sıçrama yeteneğini bozduğunu, bu durumdan farklı olarak mental yorgunluğun 3 atlamalı countermovement sıçrama (CMS) testinin performansını bozmadığını bulmuşlardır. Bu bulgu mental yorgunluğun tek CMS performansı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildiren önceki çalışmalar ile genel olarak uyumlu bulunmuştur.

Krustrup ve ark (2010) yaptıkları çalışmada elit kadın futbolcuların rekabetçi maçlar sonrasındaki yorgunluğunu değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Yaptıkları çalışmaya, en üst ligde oynayan toplam 23 elit kadın futbolcu katılmıştır. On dört oyuncu, maçlardan önce ve hemen sonra oyuncuların başlangıç çizgisine geri koştuğu, 25 saniyelik aktif toparlanma periyoduyla ayrılan 30 metrelik üç sürat koşusundan oluşan tekrarlanan bir sürat testi gerçekleştirmiştir. Aynı oyuncular maçtan önce ve sonra countermovement sıçrama testi yapmıştır. Sıçramalar 30 saniyelik dinlenme süreleri ile ayrıldı ve test sonucu olarak en iyi atlama kullanılmıştır. Aynı oyuncular bir Yo-Yo aralıklı toparlanma testi yapmışlardır. Diğer oyuncu grubu (n = 10) Yo-Yo aralıklı toparlanma testini istirahatte ve maçtan sonraki 3 dakika içinde gerçekleştirmiştir. Countermovement sıçrama yüksekliği maçtan sonra  $36 \pm 1$  cm olarak kaydedilmiş ve maçtan önceki değeri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $35 \text{ cm} \pm 1$ ). 30 Metrelik üç sürat için ortalama sürat süresi 5.06 saniyeydi, bu da maç öncesine göre daha yavaştır (4.86). Yo-Yo aralıklı toparlanma testi performansı maçtan sonra  $484 \pm 50$  m iken, dinlenme durumuna ( $1.265 \pm 133$  m) göre %62 daha düşüktür. Yo-Yo aralıklı toparlanma testi performansındaki bu tür bir düşüş oldukça aşırıdır bu durum cinsiyetten kaynaklanıyor olabilir. Bu çalışma elit kadın oyuncular için futbol maçlarının sonunda tekrarlanan sürat koşusu ve yoğun aralıklı egzersiz performansının zayıfladığını bunların oyundan dolayı oluşan yorgunluktan kaynaklandığını doğrulamıştır. Sürat koşusu yeteneği ve aralıklı egzersiz performansının aksine, sıçrama performansında değişiklik oluşmaması futbolda yorgunluk gelişiminin son derece spesifik bir olgu olduğunu göstermiştir. Sıçrama performansının, tekrarlanan sürat koşusu ve yoğun aralıklı egzersiz performansının aksine bozulmamasını yorgunluğu tetikleyen fizyolojik mekanizmaların farklı egzersiz türlerine göre farklılık gösterebileceğine yorumlamışlardır. Benzer şekilde Kaplan (2010) yaptığı çalışmada yorgunluk sebebiyle maçtan sonra sürat koşusu performansı yaklaşık %2 oranında azaldığını bulmuştur.

Sıçrama performansı açısından bakıldığında maçtan hemen sonra, countermovement sıçrama performansının düştüğünü belirten bazı çalışmalara (Andersson ve ark., 2008, Oliver ve ark., 2007) karşı olarak bazı çalışmalarda (Krustrup ve ark., 2010, Thorlund ve ark., 2009) sıçrama performansında bir değişiklik olmamıştır. Bu çalışmalar değişiklik olmaması durumunu muhtemel kasta oluşan “ısınma” etkisine bağlamışlardır. Hoffman ve ark. (2003) futbol maçından hemen sonra sıçrama performansında değişiklik göstermezken, 24 saat sonra performansta bozulma görüldü.

Bu da ma sırasında maksimum aerobik gücün korunduğunu, ancak 24 saat sonra daha düşük olduğunu göstermiştir. Çalışmamızda tüm bu bulgulara paralel olarak sürat süresinde anlamlı uzamalar bulurken, bu çalışmaya benzer olarak dikey sıçrama performansında anlamlı bir değişiklik bulamadık. Bu durum diğer çalışmalarda belirtildiği gibi ısınmanın etkisinden kaynaklanıyor olabilir. Hoffman ve ark. (2003)'nin çalışma prosedürüne paralel olarak çalışmamızda yorgunluk durumundan hemen sonra lmlerimizi aldık. Kas hasarına bağlı performans düşüşleri egzersiz durumunu takip eden 24 ila 48 saate kadar grlmektedir (Hoffman ve ark., 2003). Mental yorgunluk protokolünden hemen sonra test ölçümlerini almamız kas hasarının belirtileri çıkmadan önce olduğu için muhtemelen sıçrama performansında anlamlı düzeyde değişime neden olmamıştır. Ayrıca Krstrup ve (2010)'nin de belirttiği gibi yorgunluğun farklı egzersiz türleri ile farklı fizyolojik etkilere sebep oluyor olması da buna sebep olmuş olabilir.

Dinamik diz valgusu (DDV), rekreasyonel ve profesyonel sporcuların diz yaralanmalarından sorumlu olabilecek önde gelen bir hareket modelidir. Tek bacak üzerinde ayakta durma pozisyonunda denge kaybıyla birlikte diz valgusu, alt ekstremitte yaralanmaları sırasında gözlenen temel paterndir. n çapraz baė yaralanma vakalarının büyük çoğunluğu tek ayakla iniř görevleri sırasında meydana gelir. Ayrıca, tek bacakla yapılan görevler çift bacakla yapılanlara göre daha zorlu hareketlerdir ve bu da yaralanma riski daha yüksek olan kişileri tespit etmeyi kolaylaştırır. Bu nedenle araştırma, çift baccaktan ziyade tek bacağın görevlerine odaklanmalıdır. Tek bacak çömelme n çapraz baė yaralanma riskiyle ilişkili alt ekstremitte biyomekaniğini değerlendirmek için kullanılan yaygın bir testtir. Bu test iniř ve yükselme aşamalarından oluşur (Wilczyński ve ark., 2020).

Ugalde ve (2015) yaptıkları çalışmaya 2 yıllık bir süre boyunca 4 kez katılım öncesi spor fiziksel muayenesine alınan 142 sporcudan (92 kadın ve 50 erkek) oluşmuştur. Katılımcılar kros, atletizm, futbol, futbol, güreş, voleybol, Kuzey ve Alp disiplini kayak yarışı, lakros ve basketbol branşlarına katılan ortaokul ve lise düzeyindeki sporculardan seçilmiştir. Katılımcılar tek bacak çömelme testi ve 2 boyutlu drop sıçrama testi yapılırken değerlendirilmiştir. Değerlendiriciler, test yöntemleri konusunda eğitim almış lisanslı fizyoterapistler, ortotistler veya sertifikalı atletik antrenörlerden oluşmuştur. Tek bacak melmeyi her baccakta arka arkaya üç kez gerçekleştirmişlerdir. Anormal bir tepki olarak sayılan kolların sallanması, Trendelenberg veya destekleyici dizinin valgusa doğru gitmesinden oluşan herhangi bir anormal tepki kaydedilmiştir. Pozitif bir tek bacak

çömelme testi, toplam 6 denemede 2/3'den fazla anormal yanıt olarak tanımlamışlardır. Her katılımcıya tek bacak çömelme testinde Pozitif veya negatif puan verilmiştir. Pozitif bir tek bacak çömelme testi zayıf alt ekstremite mekaniğinin, azalmış çekirdek kuvvetinin veya kalça abdükör zayıflığının göstergesi olarak düşünülmüştür. 142 sporcunun 73'üne pozitif tek bacak çömelme puanı, 69 sporcuya negatif tek bacak çömelme puanı verilmiştir. Pozitif tek bacak çömelme grubundaki bireyler, negatif tek bacak çömelme grubundakilere göre anlamlı derecede daha düşük diz / kalça oranına sahip çıkmıştır; bu daha büyük dinamik diz valgusunun göstergesidir. Tek bacak çömelme testinin klinik ortamda spora katılım öncesi büyük muayeneler sırasında potansiyel yaralanma riskini azaltmak için biyomekanik taramanın bir bileşenini eklemek için kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Weeks ve (2015) yaptıkları çalışmaya 18 ila 40 yaşları arasında (ortalama yaş 25,3 ± 4,3 yıl) 60 sağlıklı, genç yetişkini (30 erkek ve 30 kadın) dahil edilmiştir. Alt ekstremite yorucu egzersiz protokolünden önce ve sonra on kameralı VICON hareket analiz sistemi (Oxford Metrics, İngiltere) ile TBCÇ 'ler için üç boyutlu kinematik veriler toplanmıştır. Seçilen bacak yazı tura atılarak belirlenmiştir. Her bir TBCÇ için katılımcılara, karşı dizi yaklaşık 90° fleksiyonda, karşı kalça nötr pozisyonda ve elleri bellerinin üzerinde anterior superior iliakın biraz üzerinde olacak şekilde tek ayak üzerinde durmaları ve dümdüz ileriye bakarken, 75 ila 85° arasında diz fleksiyonunu sağlayacak şekilde 'çömelmeleri' talimatı verilmiştir. Temel TBCÇ'ler gerçekleştirildikten ve 5 dakikalık dinlenme periyodunun ardından her katılımcı, Yardstick dikey atlama cihazı (Swift Sports, Lismore, Avustralya) ile ölçülen maksimum dikey sıçrama yüksekliği için bir test gerçekleştirilmiştir. Daha sonra genel bir yorgunluk protokolü başlatılmış; bu protokolda her katılımcı, test bacağı ve test dışı arasında dönüşümlü olarak lunge setleri gerçekleştirmiştir. Maksimum sıçrama performansındaki herhangi bir azalmayı izlemek için her setten sonra maksimum dikey sıçrama gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların ya maksimum atlama yükseklikleri %20 oranında azaldığında ya da katılımcı artık hamleleri yapmaya devam edemediğinde yorgun olarak kabul edilmiştir. Katılımcı yorgunluk kriterlerini karşıladıktan sonra, karşılaştırma için ilkiyle aynı şekilde üç ayrı TBCÇ daha gerçekleştirilmiştir. Yorgunluk protokolünün ardından, gövde fleksiyonunda, lateral fleksiyonda ve rotasyonda, pelvik tiltte ve rotasyonda, kalça fleksiyon ve adduksiyon aralığında artışlar gözlemlenmiş, dizde herhangi bir değişiklik gözlemlenmemişlerdir. Bu bulguları, nöromüsküler yorgunluğun istenmeyen alt ekstremite hareket kalıplarına sebep

olduğuna ve alt ekstremite hareket kontrolünde gövde ve pelvisin etkisinin yüksek olduğuna yorumlamışlardır.

Futbolda fiziksel veya mental yorgunluğun alt ekstremite hareket kalitesine etkisini inceleyen makale çok kısıtlıdır. Çalışmamız mental yorgunluğun etkisini incelemek için tek bacak çömelme kullanan bildiğimiz ilk çalışmadır. Kol stratejisi, gövde hizalaması, pelvik düzlem, uyluk hareketi, dizin pozisyonu ve sabit duruş başlıkları tek tek incelendiğinde temel ölçümlerde olmayan normal dizilimde sapmalar mental yorgunluk sonrası görölmektedir.

Bu maddelerden özellikle pelvik düzlem değerlendirmesinde “aşırı pelvik tilt veya rotasyon”, sabit duruş değerlendirmesinde “duruş bacağı belirgin şekilde sallanıyor” ve uyluk hareketi değerlendirmesinde “uylukta kalça adduksiyona gider” maddeleri önemli değişim göstermiştir. Yüksek oranda kişide bu durumlar temel ölçümde “yok” iken mental yorgunluk sonrası “var” olarak değişmiştir. Bununla birlikte gövde hizalaması incelemesinde herhangi bir yöne eğilim maddesi için hem sol hem de sağ tarafta ve pelvik düzlem incelemesinde horizontal düzlem kaybı için sol tarafta tüm katılımcılarda iki ölçümde de bu paternlerin var olduğu görölmüştür. Bu durumlar diz ve ayak bileği biyomekaniğini değiştireceği ve istenmeyen hareket kalıplarına neden olacağı için ÖÇB ya da alt ekstremite yaralanmalarına sebep oluşturabilir. Antrenmanlar bu duruma göre düzenlenmelidir.

Mental yorgunlukla beraber kas kontrolünün zayıfladığını ve istenmeyen hareket kalıplarının olduğunu görüyoruz. Bu durum çalışmamızda tespit ettiğimiz gibi başta pelvis ve diz olmak üzere alt ekstremite biyomekaniğinde değişime sebep oluyor. Oluşan bu değişimler başta ÖÇB yaralanmaları olmak üzere çeşitli alt ekstremite yaralanmalarına sebep olabilir. Bu sebeple özellikle antrenmanlar esnasında mental yorgunluk konusuna daha dikkat edilmelidir. Antrenmanlar takip edilmeli, yorgunluk durumu olduğu zaman belirlenerek antrenman süresi ve şiddeti gibi durumlar güncellenmelidir. Bu şekilde yorgunluk kaynaklı oluşacak yüklenmelerin ve yaralanmaların önüne geçilebilir.

Futbol oynamak için gereken algısal ve motor beceriler göz önüne alındığında, reaksiyon süresi (RS), performansın temel fiziksel göstergelerinden biri olarak vurgulanmıştır ve birçok spor dalında performans seviyelerini değerlendirmek için sıklıkla bir ölçü olarak kullanılmaktadır. RS genellikle bir kişinin bir hareketi hazırlaması ve başlatması için gereken süre olarak tanımlanır ve bu nedenle beklenmeyen bir sinyalin

başlangıcı ile hareketin başlangıcı arasındaki zaman aralığı olarak tanımlanabilir. RS aynı zamanda sporda karar vermenin hızı ve etkinliğinin temel göstergelerinden olarak görülmektedir ve futboldaki performansı büyük ölçüde etkileyebilir. Futbolla ilgili olarak, RS yalnızca performansın kritik bir göstergesi olmakla kalmaz, aynı zamanda sporcuların tek ayaklı duruşlar (örn. koşma veya top sürme sırasında karar verme) gibi dengesiz koşullar altında sıklıkla zorlandığının da göstergesidir. Bu nedenle denge, sporcular için bir diğer kritik değişkendir. Futbol sıklıkla tek ayak üzerinde durmayı gerektirdiğinden (örneğin, tek ayak üzerinde dururken topa vurmak), futbol oyuncularını sıklıkla iki ayaklı duruş gerektiren spor yapan diğer sporculara göre daha iyi statik ve dinamik denge yetenekleri sergilerler (Flôres ve ark., 2023).

Sant'Ana ve ark (2016) tekvandocular ile yaptıkları çalışmada belirli bir yorgunluk protokolünün reaksiyon süresi, tepki süresi, performans süresi ve vuruş etkisi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmayı iki gün olarak planlamışlardır. Birinci günde antropometrik ölçümler (vücut yağ yüzdesini hesaplamak için boy, vücut kütlesi ve deri kıvrım kalınlıkları) alındır. Birinci gün boyunca sporcular belirli bir aşamalı tekvando testi yaptılar ve ikinci gün, belirli bir aşamalı tekvando testi sırasında elde edilen maksimum tekme frekansına karşılık gelen bir yoğunluk seviyesinde tükenme testinden önce ve sonra reaksiyon süresini, tepki süresini, performans süresini ve tekme etkisini belirlemek için bir protokol yapmışlardır. Denemelerden önce sporcular esneme ve atlamalardan oluşan 5 dakikalık bir ısınma çalışması yapmışlardır. Rektus femoristeki kas aktivasyonu ve tercih edilen uzvun tekme etkisi değerlendirilmiştir. Tepki süresi ve performans süresi açısından herhangi bir farklılık gözlemlenmemişlerdir. Bununla birlikte, reaksiyon süresi artarken, tekme etkisinin azaldığını bulmuşlardır.

Veness ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada ise mental yorgunluğun kriketle ilgili psikomotor performans üzerindeki etkisini, kriket koşusu testi ile reaksiyon süresi ve el-göz koordinasyonu testi (Batak Lite testi) olarak iki farklı spora özgü test kullanarak incelemişlerdir. Kontrol koşuluyla karşılaştırıldığında mental yorgunluk durumunda kriket koşusu testinin tamamlanma süresinde bozulmalar bulunmuştur. Buna karşılık Batak lite testinde performansta mental yorgunluğun etkisi bulunamamıştır.

Fortes ve ark. (2109) profesyonel futbol sporcularında akıllı telefon uygulamalarına maruz kalma süresinin pas karar verme performansı üzerindeki etkisini analiz etmeyi amaçlayan çalışmasına yaşları 18-35 arasında değişen 20 futbolcu katılmıştır. 1 hafta arayla dört ziyaretten oluşan kontrollü ve randomize deneysel bir

denek içi araştırma olarak planlanmıştır. Erkek futbol sporcuları, dört ziyaret boyunca dört rastgele koşula katıldı: kontrol, 15 dakikalık akıllı telefon kullanımı, 30 dakikalık akıllı telefon kullanımı ve 45 dakikalık akıllı telefon kullanımı. Stroop Görevi, her deney koşulundan önce ve sonra oluşan zihinsel yorgunluğun düzeyini değerlendirmiştir. Daha sonra sporcular simüle futbol maçı oynamışlardır. 30 dakikalık akıllı telefon kullanımı ve 45 dakikalık akıllı telefon kullanımı koşullarında, karar verme performansından anlamlı bozulmalar meydana gelmiştir. Erkek futbol sporcularında en az 30 dakika boyunca akıllı telefon uygulamasına maruz kalmanın mental yorgunluğa neden olduğu ve bunun da pas karar verme performansını bozduğu sonucuna varmışlardır.

Çalışmamız literatürde futbolcularda mental yorgunluğun reaksiyon zamanı ve süresini “BlazePod” hız ve bilişsel eğitim sistemi kullanılarak değerlendirilen bildiğimiz ilk çalışmadır. Literatürde sıkça kullanılan Stroop testinin aksine “BlazePod” sisteminin futbolun doğasına daha yakın olması, yine benzer bir durum olarak Stroop testi ve el-göz reaksiyon testlerine karşılık bu testi ayak ile yapmış olmamızda futbolun doğasına ve işleyişine uygundur. Bu şekilde reaksiyon süresini değerlendirmemiz çalışmanın güçlü yönlerindedir. Reaksiyon süresi ve zamanı mental yorgunluk protokolünden sonra anlamlı şekilde değişmiş, reaksiyon süresi ve zamanında artış yaşanmıştır. Bu durum mental yorgunluk durumunda fiziksel yorgunlukta olduğu gibi düşük performans gösterilmesine sebep olduğunu kanıtlıyor. Bir futbol maçı ani dönüşler, paslar içerir. Oyuncular bu durumlara en kısa sürede tepki verebilmeli hareketi başlatabilmelidir. Çıkan bu sonuçlar ile antrenörler antrenmanlar sırasında mental yorgunluğu takip etmeli, reaksiyon süresinin düştüğü durumlarda gerekli müdahaleleri yapmalıdır. Uygun antreman protokolleriyle mental yorgunluğun reaksiyona olan etkisini en aza indirmelidir. Fizyoterapistler ise rehabilitasyon programlarında mental yorgunluğun reaksiyon süresine olan etkisini dikkate almalı, bu durumun yaralanma oluşturmaya izin vermeden tedaviyi tamamlamalıdır.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmayı mental yorgunluğun olduğu durumların doğruluk/tepki süresine, sürat koşusu yeteneğine, alt ekstremitte hareket kalitesine ve sıçrama performansına olan etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirdik. Çıkan sonuçlara göre mental yorgunluk olan durumlarda doğruluk/tepki süresi, sürat koşusu yeteneği ve alt ekstremitte hareket kalitesini olumsuz etkilenmiş fakat sıçrama performansından bir değişiklik bulunamamıştır.

Futbolda mental yorgunluk atletik performans eğitmenleri, antrenörler ve fizyoterapistler tarafından önem verilmesi ve değerlendirilmesi gereken önemli bir durumdur. Multidisipliner bir çalışma ile mental yorgunluğun sebep olabileceği yaralanmaların ve performans düşüşlerinin önüne geçilmelidir. Literatürde hala çok kısıtlı sayıda bulunan mental yorgunluk ile ilgili çalışmalar genişletilmelidir. Daha büyük yaş grubu ve profesyonel oyuncularla çalışmaların genişletilmesini önermekteyiz.



## 7. KAYNAKLAR

- Ament, W., ve Verkerke, G. J. (2009). Exercise and fatigue. *Sports medicine*, 39(5), 389-422
- Andersson H, Raastad T, Nilsson J, Paulsen G, Garthe I, Kadi F. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40(2): 372-80.
- Angius, L., Merlini, M., Hopker, J., Bianchi, M., Fois, F., Piras, F., ... ve Marcora, S. M. (2022). Physical and mental fatigue reduce psychomotor vigilance in professional football players. *International journal of sports physiology and performance*, 1(aop), 1-8
- Atasever, G., ve YILMAZ, H. H. (2023). Genç futbolcuların sprint ve anaerobik güç özelliklerinin oynadıkları mevkilere göre karşılaştırılması. *Spor ve bilim dergisi*, 1(2), 45-53.
- Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., ve Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue: impairment of technical performance in small-sided soccer games. *International journal of sports physiology and performance*, 11(8), 1100-1105.
- Barte JCM, Nieuwenhuys A, Geurts SAE, Kompier MAJ. Effects of fatigue on interception decisions in soccer. *Int J Sport Exerc Psychol*. 2020;18(1):64–75.
- Barte, J. C. M., Nieuwenhuys, A., Geurts, S. A. E., ve Kompier, M. A. J. (2017). Effects of fatigue on soccer performance and the role of task Motivation. *IN SOCCER*, 39.
- Barte, J. C., Nieuwenhuys, A., Geurts, S. A., ve Kompier, M. A. (2019). Motivation counteracts fatigue-induced performance decrements in soccer passing performance. *Journal of sports sciences*, 37(10), 1189-1196
- Bayraktar, B., ve Kurtoğlu, M. (2009). Sporda performans, etkili faktörler, değerlendirilmesi ve artırılması. *Klinik gelişim dergisi*, 22(1), 16-24.
- Behan, F. P., Willis, S., Pain, M. T., ve Folland, J. P. (2018). Effects of football simulated fatigue on neuromuscular function and whole-body response to disturbances in balance. *Scandinavian Journal of medicine & science in sports*, 28(12), 2547-2557.
- Benjaminse, A., Webster, K. E., Kimp, A., Meijer, M., ve Gokeler, A. (2019). Revised approach to the role of fatigue in anterior cruciate ligament injury prevention: a systematic review with meta-analyses. *Sports medicine*, 49, 565-586
- Bian, C., Ali, A., Nassis, G. P., ve Li, Y. (2022). Repeated Interval Loughborough Soccer Passing Tests: An Ecologically Valid Motor Task to Induce Mental Fatigue in Soccer. *Frontiers in physiology*, 2469

- Bogdanis, G. C., Papaspyrou, A., Souglis, A. G., Theos, A., Sotiropoulos, A., ve Maridaki, M. (2011). Effects of two different half-squat training programs on fatigue during repeated cycling sprints in soccer players. *The journal of strength & conditioning research*, 25(7), 1849-1856.
- Booyesen, N., Wilson, D. A., Lewis, C. L., Warner, M. B., Gimpel, M., Mottram, S., ... ve Stokes, M. (2019). Assessing movement quality using the hip and lower limb movement screen: Development, reliability and potential applications. *Journal of musculoskeletal research*, 22(03n04), 1950008
- Bromley, T., Turner, A., Read, P., Lake, J., Maloney, S., Chavda, S., ve Bishop, C. (2021). Effects of a competitive soccer match on jump performance and interlimb asymmetries in elite academy soccer players. *The journal of strength & conditioning research*, 35(6), 1707-1714.
- Castagna, C., ve Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *The journal of strength & conditioning research*, 27(4), 1156-1161.
- Chaudhuri, A., ve Behan, P. O. (2004). Fatigue in neurological disorders. *The lancet*, 363(9413), 978-988.
- Ciocca, G., Tessitore, A., Mandorino, M., ve Tschan, H. (2022). A Video-Based Tactical Task Does Not Elicit Mental Fatigue and Does Not Impair Soccer Performance in a Subsequent Small-Sided Game. *Sports*, 10(3), 31
- Cordeiro, L. M. S., Rabelo, P. C. R., Moraes, M. M., Teixeira-Coelho, F., Coimbra, C. C., Wanner, S. P., ve Soares, D. D. (2017). Physical exercise-induced fatigue: the role of serotonergic and dopaminergic systems. *Brazilian journal of medical and biological research*, 50
- Cortes, N., Greska, E., Kollock, R., Ambegaonkar, J., and Onate, J. A. (2013). Changes in lower extremity biomechanics due to a short-term fatigue protocol. *J. Athl. Train.* 48, 306–313. doi: 10.4085/1062-6050-48.2.03
- Crossley, K. M., Zhang, W. J., Schache, A. G., Bryant, A., ve Cowan, S. M. (2011). Performance on the single-leg squat task indicates hip abductor muscle function. *The American journal of sports medicine*, 39(4), 866-873.
- Çetin, E. (2018). Eğitim antrenmanlarının sprint koşu parametrelerine etkisi. *Spor ve performans araştırmaları dergisi*, 9(2), 136-146.
- Dallaway, N., Lucas, S. J., ve Ring, C. (2022). Cognitive tasks elicit mental fatigue and impair subsequent physical task endurance: Effects of task duration and type. *Psychophysiology*, 59(12), e14126
- Delice, E. K. (2016). Acil Servis Hekimlerinin Nasa-Rtlx Yöntemi İle Zihinsel İş Yüklerinin Değerlendirilmesi: BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI. *Atatürk üniversitesi iktisadi ve idari bilimler dergisi*, 30(3).
- DiDomenico, A. ve Nussbaum, M. (2008) “Interactive effects of physical and mental workload on subjective workload assessment”, *International journal of industrial ergonomics*, 38(11-12), ss. 977–983
- Dierks, T. A., Davis, I. S., ve Hamill, J. (2010). The effects of running in an exerted state on lower extremity kinematics and joint timing. *Journal of biomechanics*, 43(15), 2993-2998.

- Epting, L. K., Riggs, K. N., Knowles, J. D., ve Hanky, J. J. (2011). Cheers vs. jeers: Effects of audience feedback on individual athletic performance. *North american journal of psychology*, 13(2).
- Ergin, E., ve Kartal, A. (2021). Futbolcuların oynadıkları mevkilere göre görsel reaksiyon sürelerinin karşılaştırılması. *Akdeniz spor bilimleri dergisi*, 4(1), 180-192
- Filipas, L., Borghi, S., La Torre, A., ve Smith, M. R. (2021). Effects of mental fatigue on soccer-specific performance in young players. *Science and medicine in football*, 5(2), 150-157
- Flôres, F. S., Lourenço, J., Phan, L., Jacobs, S., Willig, R. M., Marconcin, P. E. P., ... ve Silva, A. F. (2023). Evaluation of Reaction Time during the One-Leg Balance Activity in Young Soccer Players: A Pilot Study. *Children*, 10(4), 743.
- Fortes, L. S., Lima-Junior, D., Nascimento-Júnior, J. A., Costa, E. C., Matta, M. O., ve Ferreira, M. E. C. (2019). *Effect of exposure time to smartphone apps on passing decision-making in male soccer athletes. Psychology of sport and exercise.*
- Fullagar, H. H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., ve Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports medicine*, 45(2), 161-186.
- Gantois, P., Caputo Ferreira, M. E., Lima-Junior, D. D., Nakamura, F. Y., Batista, G. R., Fonseca, F. S., ve Fortes, L. D. S. (2020). Effects of mental fatigue on passing decision-making performance in professional soccer athletes. *European journal of sport science*, 20(4), 534-543.
- Gianola, S., Castellini, G., Stucovitz, E., Nardo, A., ve Banfi, G. (2017). Single leg squat performance in physically and non-physically active individuals: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, 18(1), 1-10.
- Herrington, L., ve Munro, A. (2014). A preliminary investigation to establish the criterion validity of a qualitative scoring system of limb alignment during single-leg squat and landing. *J exerc sports orthop*, 1(2), 1-6.
- Hoffman, J. R., Nusse, V., ve Kang, J. (2003). *The Effect of an Intercollegiate Soccer Game on Maximal Power Performance. Canadian journal of applied physiology*, 28(6), 807-817.
- Hollings, S. C., Hopkins, W. G., ve Hume, P. A. (2014). Age at peak performance of successful track ve field athletes. *International journal of sports science & coaching*, 9(4), 651-661.
- Iaia, M. F., Rampinini, E., ve Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International journal of sports physiology and performance*, 291-306.
- Ishii, A., Tanaka, M., ve Watanabe, Y. (2014). *Neural mechanisms of mental fatigue. Reviews in the Neurosciences*, 0(0).
- Jain, A., Bansal, R., Kumar, A., ve Singh, K. D. (2015). A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students. *International journal of applied and basic medical research*, 5(2), 124.

- Kaplan, T. (2010). Examination of repeated sprinting ability and fatigue index of soccer players according to their positions. *The journal of strength & conditioning research*, 24(6), 1495-1501.
- Karacabey, K. (2013). Sport performance and agility tests Sporda performans ve çeviklik testleri. *Journal of human sciences*, 10(1), 1693-1704.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., ... ve Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, 13(2), 240-245.
- Kitani, T., et al. (2011) Term Committee of Japanese Society of Fatigue Science. Nihon Hirougakkaishi, 6, 1. (in Japanese)
- Krustrup, P., Zebis, M., Jensen, J. M., ve Mohr, M. (2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 437-441.
- Krustrup, P., Zebis, M., Jensen, J. M., ve Mohr, M. (2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 437-441.
- Kunrath, C. A., Nakamura, F. Y., Roca, A., Tessitore, A., ve Teoldo Da Costa, I. (2020). How does mental fatigue affect soccer performance during small-sided games? A cognitive, tactical and physical approach. *Journal of sports sciences*, 38(15), 1818-1828.
- Lehnert, M., Croix, M. D. S., Xaverova, Z., Botek, M., Varekova, R., Zaatar, A., ... ve Stastny, P. (2018). Changes in injury risk mechanisms after soccer-specific fatigue in male youth soccer players. *Journal of human kinetics*, 62(1), 33-42.
- Loko J, Aule R, Sikkut T, ve ark. Motor performance status in 10 to 17-year-old Estonian girls. *Scand J Med Sci Sports*.;10(2):109-13, 2000
- Maclachlan, L., White, S. G., ve Reid, D. (2015). Observer rating versus three-dimensional motion analysis of lower extremity kinematics during functional screening tests: a systematic review. *International journal of sports physical therapy*, 10(4), 482.
- Maffulli, N., Longo, U. G., Gougoulas, N., Caine, D., ve Denaro, V. (2011). Sport injuries: a review of outcomes. *British medical bulletin*, 97(1), 47-80.
- Marcora, S. M., Staiano, W., ve Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of applied physiology*, 106, 857-864.
- Martínez-Moreno, A., Cavas-García, F., López-Gullón, J. M., ve Díaz-Suárez, A. (2021). Effects of Fatigue and Grit on Club Sports Coaches. *International journal of environmental research and public health*, 18(14), 7414
- Neira, A., Silvestre, R., Debandi, A., Darras, D., Cristi-Sánchez, I., Barra, I., ... ve De La Fuente, C. (2022). Is the Rotatory Knee Stability Immediately Decreased Following a Competitive Soccer Match?. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 10
- Nikolaidis, P. T., Ruano, M. A. G., De Oliveira, N. C., Portes, L. A., Freiwald, J., Lepretre, P. M., ve Knechtle, B. (2016). Who runs the fastest? Anthropometric

- and physiological correlates of 20 m sprint performance in male soccer players. *Research in sports medicine*, 24(4), 341-351
- Oliver JL, Armstrong N, Williams CA. Reliability and validity of a soccer-specific test of prolonged repeated-sprint ability. *Int J Sports Physiol Perform* 2007 2015; 2(2): 137.
- Pageaux, B., ve Lepers, R. (2018). The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Progress in brain research*, 240, 291-315.
- Peacock, C. A., Krein, D. D., Silver, T. A., Sanders, G. J., ve Carlowitz, K.-P. A. (2014). An Acute Bout of Self-Myofascial Release in the Form of Foam Rolling
- Petridis, L., Utczás, K., Tróznai, Z., Kalabiska, I., Pálinkás, G., ve Szabó, T. (2019). *Vertical Jump Performance in Hungarian Male Elite Junior Soccer Players. Research quarterly for exercise and sport*, 90(2), 251–257.
- Pollard, C. D., Sigward, S. M., Ota, S., Langford, K., ve Powers, C. M. (2006). *The Influence of In-Season Injury Prevention Training on Lower-Extremity Kinematics during Landing in Female Soccer Players. Clinical journal of sport medicine*, 16(3), 223–227. doi:10.1097/00042752-200605000-00006
- Puetz, T. W. (2006). Physical activity and feelings of energy and fatigue. *Sports medicine*, 36(9), 767-780.
- Reilly, T., Drust, B., ve Clarke, N. (2008). Muscle fatigue during football match-play. *Sports medicine*, 38(5), 357-367.
- Reinhardt, L., Schwesig, R., Lauenroth, A., Schulze, S., ve Kurz, E. (2019). *Enhanced sprint performance analysis in soccer: New insights from a GPS-based tracking system. PLoS ONE*, 14(5), e0217782.
- Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., ve González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *The journal of strength & conditioning research*, 31(1), 196-206.
- Russell M, Benton D, Kingsley M. The effects of fatigue on soccer skills performed during a soccer match simulation. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011;6:221–33. pmid:21725107
- Russell, S., Jenkins, D. G., Halson, S. L., Juliff, L. E., ve Kelly, V. G. (2021). *How do elite female team sport athletes experience mental fatigue? Comparison between international competition, training and preparation camps. European journal of sport science*, 1–11.
- Sant'Ana, J., Franchini, E., da Silva, V., ve Diefenthaler, F. (2016). Effect of fatigue on reaction time, response time, performance time, and kick impact in taekwondo roundhouse kick. *Sports Biomechanics*, 16(2), 201–209
- Seyhan, S. (2019). Effects of 8-Week Strength Training on the Vertical Jump Performance of the Traceurs. *Journal of curriculum and teaching*, 8(2), 11-16.
- Skjaerven, L. H., Kristoffersen, K., ve Gard, G. (2008). An eye for movement quality: a phenomenological study of movement quality reflecting a group of physiotherapists' understanding of the phenomenon. *Physiotherapy theory and practice*, 24(1), 13-27.

- Small K, McNaughton LR, Greig M, Lohkamp M, Lovell R. Soccer fatigue, sprinting and hamstring injury risk. *Int J Sports Med.* 2009;30(8):573–8. pmid:19455478.
- Small, K., McNaughton, L., Greig, M., ve Lovell, R. (2010). The effects of multidirectional soccer-specific fatigue on markers of hamstring injury risk. *Journal of science and medicine in sport*, 13(1), 120-125.
- Smith, M. R., Thompson, C., Marcora, S. M., Skorski, S., Meyer, T., ve Coutts, A. J. (2018). Mental fatigue and soccer: current knowledge and future directions. *Sports medicine*, 48(7), 1525-1532.
- Soylu, Y., Arslan, E., Kilit, B. (2021). Psychophysiological responses and cognitive performance: a systematic review of mental fatigue on soccer performance. *International journal of sport studies for health*, 4(2)
- Staiano, W., Bonet, L. R. S., Romagnoli, M., ve Ring, C. (2023). Mental fatigue impairs repeated Sprint and jump performance in team sport athletes. *Journal of science and medicine in sport*.
- Steinberg, N., Eliakim, A., Zaav, A., Pantanowitz, M., Halumi, M., Eisenstein, T., ... Nemet, D. (2016). *Postural Balance Following Aerobic Fatigue Tests: A Longitudinal Study Among Young Athletes.* *Journal of motor behavior*, 48(4), 332–340.
- Şeyma, E. ve Akkaya, G. (2018). Sağlık sektöründe zihinsel iş yükü değerlendirmesi ve bir uygulama. *Ergonomi*, 1(3), 156-162.
- Tanaka, M. and Watanabe, Y. (2011). Neural compensation mechanisms to regulate motor output during physical fatigue. *Brain Res.* 1395, 46–52.
- Theisen, A., ve Day, J. (2019). Chronic ankle instability leads to lower extremity kinematic changes during landing tasks: a systematic review. *International journal of exercise science*, 12(1), 24.
- Thomas, C., Jones, P. A., Rothwell, J., Chiang, C. Y., ve Comfort, P. (2015). An investigation into the relationship between maximum isometric strength and vertical jump performance. *The journal of strength & conditioning research*, 29(8), 2176-2185.
- Thorlund JB, Aagaard P, Madsen K. Rapid muscle force capacity changes after soccer match play. *Int J Sports Med* 2009; 30(4): 273-8.
- Tucker, R., ve Collins, M. (2012). What makes champions? A review of the relative contribution of genes and training to sporting success. *British journal of sports medicine*, 46(8), 555-561.
- Ugalde, V., Brockman, C., Bailowitz, Z., ve Pollard, C. D. (2015). Single leg squat test and its relationship to dynamic knee valgus and injury risk screening. *Pm&r*, 7(3), 229-235.
- Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., ve Roelands, B. (2017). The effects of mental fatigue on physical performance: a systematic review. *Sports medicine*, 47(8), 1569-1588.
- Veness D, Patterson SD, Jeffries O, Waldron M. The effects of mental fatigue on cricket-relevant performance among elite players. *J Sports Sci.* 2017;35:2461–7
- Veness D, Patterson SD, Jeffries O, Waldron M. The effects of mental fatigue on cricket-relevant performance among elite players. *J Sports Sci.* 2017;35:2461–7

- Verschueren, J. O., Tassignon, B., Proost, M., Teugels, A., Roelands, B., Verhagen, E., ve Meeusen, R. (2020). Does mental fatigue negatively affect outcomes of functional performance tests?. *Medicine and science in sports and exercise*, 52(9), 2002-2010
- Weeks, B. K., Carty, C. P., ve Horan, S. A. (2015). Effect of sex and fatigue on single leg squat kinematics in healthy young adults. *BMC musculoskeletal disorders*, 16, 1-9.
- Whatman, C., Hing, W., ve Hume, P. (2012). Physiotherapist agreement when visually rating movement quality during lower extremity functional screening tests. *Physical therapy in sport*, 13(2), 87-96.
- Whatman, C., Toomey, C., ve Emery, C. (2021). Visual rating of movement quality in individuals with and without a history of intra-articular knee injury. *Physiotherapy theory and practice*, 37(12), 1474-1480.
- Wilczyński, B., Zorena, K., ve Ślęzak, D. (2020). Dynamic knee valgus in single-leg movement tasks. Potentially modifiable factors and exercise training options. A literature review. *International journal of environmental research and public health*, 17(21), 8208.
- Yıldız, M. E., ve Erhan, S. E. (2019). Kış sporu ile uğraşan sporcuların psikolojik becerilerinin incelenmesi. *Uluslararası egzersiz psikolojisi dergisi*, 1(1), 24-32.
- Yu, B., McClure, S. B., Onate, J. A., Guskiewicz, K. M., Kirkendall, D. T., ve Garrett, W. E. (2005). *Age and Gender Effects on Lower Extremity Kinematics of Youth Soccer Players in a Stop-Jump Task*. *The american journal of sports medicine*, 33(9), 1356–1364.
- Zago, M., David, S., Bertozzi, F., Brunetti, C., Gatti, A., Salaorni, F., ... ve Galli, M. (2021). Fatigue induced by repeated changes of direction in elite female football (soccer) players: impact on lower limb biomechanics and implications for ACL injury prevention. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 9, 586.
- Zileli R., ve Söyler M. (2022). Bölgesel amatör futbol ligi oyuncularında reaksiyon, dikey sıçrama, sürat ve çabukluk arasındaki ilişki. *GSI Journals serie a: advancements in tourism recreation and sports sciences*, 5(2), 124-133.

## **EKLER**



## Ek-1. Çalışmanın Etik Kurul Onay Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 01.08.2022-E.237132



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-60116787-020-237132  
Konu : Başvurunuz Hk.

Sayın Prof. Dr. Fatma ÜNVER

İlgi : 19/07/2022 tarihli dilekçeniz. *10.242.23.57*  
*984*

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz **"Futbolcularda Mental ve Fiziksel Yorgunluğun Performans ve Hareket Kalitesine Etkisi"** konulu çalışmanız **26.07.2022** tarih ve **11** sayılı kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIGINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Tahir TURAN  
Başkan

## Ek-2. Çalışmanın Etik Kurul Değişiklik Onay Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 26.04.2023-E.360010



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-60116787-020-360010  
Konu : Başvurunuz Hk.

26.04.2023

Sayın Prof. Dr. Fatma ÜNVER

İlgi : 10.04.2023 tarihli dilekçeniz. 10.242.70.212

984

28.04.2023

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**Futbolcularda Mental ve Fiziksel Yorgunluğun Performans ve Hareket Kalitesine Etkisi**" konulu çalışmanızda istenilen değişiklik talebiniz **18.04.2023 tarih ve 07 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu çalışmanızda istenilen değişikliklerinizin **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Hülya ÇETİN  
Kurul Başkanı

## Ek-3. Çalışmanın Etik Kurul Değişiklik Onay Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 15.06.2023-E.380882



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-60116787-020-380882  
Konu : Başvurunuz Hk.

15.06.2023

Sayın Prof. Dr. Fatma ÜNVER

İlgi : 02.06.2023 tarihli dilekçeniz. 10.242.95.241  
984  
16.06.2023

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğumuz "**Futbolcularda Mental ve Fiziksel Yorgunluğun Performans ve Hareket Kalitesine Etkisi**" konulu çalışmanızda istenilen değişiklik talebiniz **13.06.2023 tarih ve 10 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu çalışmanın adının "**Futbolcularda Mental Yorgunluğun Performans ve Hareket Kalitesine Etkisi**" olarak değiştirilmesinde **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Hülya ÇETİN  
Kurul Başkanı

## Ek-4. Değerlendirme Formu

### EK-1: BİREY TANITIM FORMU

Ad Soyad:

- Yaşınızı belirtiniz.....
- Cinsiyetinizi belirtiniz:  
a) Kız b)Erkek
- Kilo:..... Boy: .....
- BKİ:.....
- Çalışıyor musunuz:  
a)Evet b)Hayır
- Oynadığı pozisyon:
- Oynadığı takım :
- Spor Yaşı (yıl) :
- Dominant Ekstremitte:

### 20 METRE SPİRİT

	TEMEL ÖLÇÜM	MENTAL YORGUNLUK
1. DENEME		
2. DENEME		
EN İYİ SONUÇ		

### DİKEY SIÇRAMA YÜKSEKLİĞİ

	TEMEL ÖLÇÜM	MENTAL YORGUNLUK
1. DENEME		
2. DENEME		
3. DENEME		
EN İYİ SONUÇ		

## HAREKET KALİTESİ DEĞERLENDİRMESİ

Tek Bacak Yüklemesinin Niteliksel Analizi	Görev: Tek Bacak Çömelme	Temel Ölçüm				Mental Yorgunluk Sonrası			
		Sol		Sağ		Sol		Sağ	
		V	Y	V	Y	V	Y	V	Y
Kol Stratejisi	Dengeyi korumak için aşırı kol hareketi	1	0	1	0	1	0	1	0
Gövde Hizalaması	Herhangi bir yöne eğilmesi	1	0	1	0	1	0	1	0
Pelvik Düzlem	Horizontal düzlem kaybı	1	0	1	0	1	0	1	0
	Aşırı pelvik tilt veya rotasyon	1	0	1	0	1	0	1	0
Uyluk Hareketi	Ağırlık taşıyan uylukta kalça adduksiyona gider	1	0	1	0	1	0	1	0
	Ağırlık taşımayan uyluk nötral tutulmuyor	1	0	1	0	1	0	1	0
Dizin Pozisyonu	Patella 2. Parmağı işaret ediyor (fark edilebilir valgus)	1	0	1	0	1	0	1	0
	Ayağın içinden geçen patella noktaları var (önemli valgus)	1	0	1	0	1	0	1	0
Sabit Duruş	Ağırlık taşımayan ayağıyla yere temas eder	1	0	1	0	1	0	1	0
	Duruş bacağı belirgin şekilde sallanıyor	1	0	1	0	1	0	1	0
TOTAL									

### ZİHİNSEL YORGUNLUK VE MOTİVASYON DÜZEYİ ÖLÇÜMÜ

Mental yorgunluk protokolü öncesi



Mental yorgunluk protokolü sonrası



### Reaksiyon zamanı ölçümü

TEMEL ÖLÇÜM		
	Reaksiyon Süre (Saniye)	Reaksiyon Zamanı
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

MENTAL YORGUNLUK ÖLÇÜMÜ		
	Reaksiyon Süre (Saniye)	Reaksiyon Zamanı
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

---

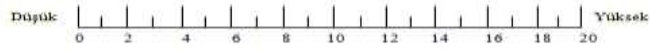


## EK A - İKİLİ KARŞILAŞTIRMALAR

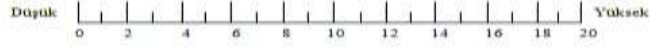
ZİHİNSEL TALEP	FİZİKSEL TALEP
ZAMANSAL TALEP	FİZİKSEL TALEP
PERFORMANS	ZİHİNSEL TALEP
RAHATSIZLIK SEVİYESİ	ZAMANSAL TALEP
EFOR	PERFORMANS
ZAMANSAL TALEP	PERFORMANS
EFOR	ZAMANSAL TALEP
FİZİKSEL TALEP	EFOR
ZİHİNSEL TALEP	ZAMANSAL TALEP
RAHATSIZLIK SEVİYESİ	FİZİKSEL TALEP
EFOR	ZİHİNSEL TALEP
RAHATSIZLIK SEVİYESİ	ZİHİNSEL TALEP
PERFORMANS	FİZİKSEL TALEP
RAHATSIZLIK SEVİYESİ	PERFORMANS
RAHATSIZLIK SEVİYESİ	EFOR

## EK B- ORANLAMALAR

### ZİHİNSEL TALEP



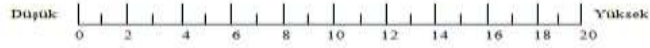
### FİZİKSEL TALEP



### ZAMANSAL TALEP



### EFOR



### PERFORMANS



### RAHATSIZLIK SEVİYESİ





**EK C- SAYIM KAĞIDI****Katılımcı No:****Tarih:**

İŞ YÜKÜ KAYNAKLARI SAYIM KAĞIDI		
ÖLÇEK ADI	SAYIM	AĞIRLIK
ZİHİNSEL TALEP		
FİZİKSEL TALEP		
ZAMANSAL TALEP		
EFOR		
PERFORMANS		
RAHATSIZLIK SEVİYESİ		

Toplam =

**EK D - HESAPLAMA KAĞIDI****Katılımcı No:****Tarih:**

AĞIRLIKLI PUANLAMA KAĞIDI			
ÖLÇEK ADI	AĞIRLIK	HAM PUAN	AĞIRLIK X HAM PUAN
ZİHİNSEL TALEP			
FİZİKSEL TALEP			
ZAMANSAL TALEP			
EFOR			
PERFORMANS			
RAHATSIZLIK SEVİYESİ			

Toplam=

Ağırlıklı Puan=

## **Ek-5. Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu**

### **Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu**

Çalışma sırasında çekilmiş fotoğraflarımın gereği halinde, kimlik bilgilerim verilmeyecek şekilde GÖZLERİ AÇIK/KAPALI olarak bilimsel çalışmalar, tezler, eğitim faaliyetleri ve bilimsel yayınlar için kullanılmasına İZİN VERDİĞİMİ beyan ederim.

Akademik çalışmalarda yayınlanacak resimlerimin yazım ve yayın kurallarına uygun olarak hazırlanıp sunulmasından Proje yürütücüsü sorumludur (...../...../.....).

Gönüllü / Hasta Adı Soyadı:

İzni veren kişi (Gönüllü / Hasta ya da velisi / vasisi)\* Adı Soyadı

İmza:

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ

Adı Soyadı:

İmza: