



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ZİHİNSEL YORGUNLUK NİŞANCILIK KARAR PERFORMANSINI VE
PSİKOFİZYOLOJİK CEVAPLARI NASIL ETKİLİYOR?**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan AĞIRMAN

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yusuf SOYLU

TOKAT- 2025

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Yusuf SOYLU danışmanlığında hazırlamış olduğum “**ZİHİNSEL YORGUNLUK NİŞANCILIK KARAR PERFORMANSINI VE PSİKOFİZYOLOJİK CEVAPLARI NASIL ETKİLİYOR?**” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

....../...../.....

Gökhan AĞIRMAN



JÜRİ KABUL VE ONAY SAYFASI

Gökhan AĞIRMAN tarafından hazırlanan “**ZİHİNSEL YORGUNLUK NİŞANCILIK KARAR PERFORMANSINI VE PSİKOFİZYOLOJİK CEVAPLARI NASIL ETKİLİYOR?**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 07/01/2025 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Üye (Başkan) :

Üye :

Üye :

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Her şeyden önce, danışmanım Doç. Dr. Yusuf SOYLU'ya bu araştırma boyunca gösterdiği rehberlik, destek ve teşvik için en derin minnettarlığımı ifade etmek isterim. Bana öğrenmem ve gelişmem için teşvik edici bir ortam sağlayan meslektaşlarıma ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım. Sarsılmaz destekleri ve cesaretlendirmeleri için aileme özel teşekkürlerimi sunarım. Son olarak, bu çalışmaya şu veya bu şekilde katkıda bulunan herkese minnettarlığımı sunmak isterim.



ÖZET

ZİHİNSEL YORGUNLUK NİŞANCILIK KARAR PERFORMANSINI VE PSİKOFİZYOLOJİK CEVAPLARINI NASIL ETKİLİYOR?

Ağırman, Gökhan

Yüksek Lisans, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yusuf SOYLU

Temmuz 2025, 60 Sayfa

Bu çalışmanın amacı zihinsel yorgunluk uygulamasının nişancılık atış performansı ve psikofizyolojik cevaplara etkisini incelemektir. Bu çalışmaya güvenlik hizmetlerinde çalışan 10 katılımcı (yaş = 27.00 ± 4.03 yıl gönüllü olarak katılmıştır. Ölçümler öncesinde antropometrik ölçümler yapılmıştır. Çalışma, a) zihinsel yorgunluk uygulaması sonrası atış performansı b) kontrol seansı olarak iki seansta gerçekleştirilmiş. Seanslar sırasında katılımcılar düzenli olarak kullandıkları silahlarla 8m'lik uzaklıktan 10 atış gerçekleştirmiştir. Atışlar sırasında algılanan zorluk derecesi (AZD), keyif ve görsel analog skala (GAS) doldurulmuştur. Brunel Ruh Hali ölçeği ise atışlar öncesi ve sonrası doldurulmuştur. Mevcut çalışmanın bulgularına göre zihinsel yorgunluğun atış sırasında algılanan zorluğu ve zihinsel yorgunluk düzeyini artırdığını fakat aynı algılanan keyif duygusunu azaldığını göstermiştir ($p < 0.05$). Ruh hali cevaplarına dayalı olarak, grup*zaman etkileşiminde zihinsel yorgunluk sonrası gerginlik ruh hallerinde artış gözlemlenirken, kızgınlık, depresyon, yorgunluk, şaşkınlık ve canlılık ruh halinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Çalışmanın sonuçlarına göre zihinsel yorgunluğun nişancılığı önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Zihinsel yorgunluk, aktiviteyi daha zor hissettirerek, ruh halini, motivasyonu, odaklanmayı etkileyerek ve karar verme mekanizmasını olumsuz yönde etkileyerek atış performansını engelleyebilir. Zihinsel yorgunluğu yöneterek ve zihinsel toparlanmayı artırıcı uygulamalar ile atış deneyimini optimize ederek performansın arttırılabileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Atış Performansı, Bilişsel Yorgunluk, Psikofizyoloji

ABSTRACT

HOW MENTAL FATIGUE IMPAIRS MARKSMANSHIP DECISION PERFORMANCE AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL RESPONSES

Ağırman, Gökhan

Master's Degree, Physical Education and Sports Department

Thesis advisor: Assoc. Prof. Yusuf SOYLU

July 2025, 60 Page

This study investigated the effects of mental fatigue on marksmanship shooting performance and psychophysiological responses. Ten participants (age = 27.00 ± 4.03 years) working in security services participated voluntarily in this study. Anthropometric measurements were performed prior to measurements. The study was conducted in two sessions: a) shooting performance after a mental fatigue intervention, and b) a control session. During the sessions, the participants fired ten shots from a distance of 8 m with their regular weapons. The rating of perceived exertion (RPE), enjoyment, and visual analogue scale (VAS) were completed during the shooting sessions. The Brunel Mood Scale was completed before and after the shots. The findings of the present study showed that mental fatigue increased the perceived difficulty and mental fatigue level during shooting but decreased perceived enjoyment ($p < 0.05$). Based on the mood responses, an increase in the moods of tension after mental fatigue was observed in the group*time interaction, while no statistically significant difference was found in the moods of anger, depression, fatigue, confusion and vigour ($p < 0.05$). According to the results of this study, mental fatigue significantly affects marksmanship. Mental fatigue can hinder shooting performance by making the activity feel more difficult, affecting mood, motivation, and focus, and negatively affecting decision-making. It can be argued that performance can be improved by managing mental fatigue and optimising shooting experience through practices that enhance mental recovery.

Keywords: Shooting Performance, Cognitive Fatigue, Psychophysiology

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME	i
JÜRİ KABUL VE ONAY SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	x
1.GİRİŞ	2
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Yorgunluk	3
2.2. Fiziksel Yorgunluk.....	6
2.3. Zihinsel Yorgunluk	11
2.4. Yorgunluk ve Nişancılık Performansı İlişkisi.....	14
2.5. Zihinsel Yorgunluk ve Nişancılık Performansı.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Araştırmanın Modeli	17
3.2. Evren ve Örneklem	18
3.3. Veri Toplama Aracı.....	18
3.3.1. Algılanan Zorluk Derecesi (AZD).....	18
3.3.2. Ruh Hali	19
3.3.3. Egzersiz Keyfi	19
3.3.4. Zihinsel Yorgunluk.....	19
3.4. Prosedür	20
3.5. Temel Atış Doğruluğu Değerlendirmesi.....	20
3.6. Zihinsel Yorgunluk Uygulaması.....	21

3.7. Verilerin Analizi.....	22
4. BULGULAR.....	22
5. TARTIŞMA.....	25
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	28
KAYNAKÇA.....	29
ÖZGEÇMİŞ	50



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Hedef Kâğıdı	12
Şekil 2. Nişsancılık Performansı (%)	22
Şekil 3. Psikofizyolojik cevaplar.....	22
Şekil 4. Zihinsel yorgunluk ve kontrol koşuluna ait Brunel ruh hali cevapları.....	23



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo No

Sayfa No

Tablo 1. Periferik ve merkezi spor ve egzersize bağlı yorgunluğun gelişiminde rol oynayan olası bölgeler.....8

Tablo 2. Spor ve egzersizde literaüründe yorgunlukla ilgili tanımları10



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
AZD	: Algılanan Zorluk Derecesi
GAS	: Görsel Analog Skalası
KG	: Kilogram
CM	: santimetre



1.GİRİŞ

Zihinsel yorgunluk, uzun süreli bilişsel, fiziksel ve/veya duygusal aktivite sırasında ortaya çıkan, yorgunluk hissi ve performans kapasitesinde azalma ile sonuçlanan psikobiyolojik bir durumdur (Habay ve ark., 2021). Yıllar boyunca, zihinsel yorgunluğun farklı araştırma alanlarında izole bir şekilde incelenmesi nedeniyle, bu karmaşık fenomeni tanımlamak için ego tükenmesi ve bilişsel yorgunluk (Baumeister ve ark., 1998; MacMahon ve ark., 2014) dahil olmak üzere çeşitli terimler kullanılmıştır (Pattyn ve ark., 2018). Çok sayıda çalışma, zihinsel yorgunluğun dikkat (Fan ve ark., 2017) ve yönetici kontrolü (Terentjeviene ve ark., 2018) ve dayanıklılık (Van Cutsem ve ark., 2017; Brown ve ark., 2020) ve spora özgü psikomotor performans (Soylu ve ark., 2022) gibi hem bilişsel hem de fiziksel performansta düşüslere yol açtığını göstermiştir. Araştırmalar, zihinsel yorgunluğun fiziksel aktiviteyi, teknik becerileri, karar vermeyi, kas dayanıklılığını ve egzersiz sırasında iyileşmeyi bozabileceğini göstermektedir (Trecroci ve ark., 2020). Zihinsel yorgunluk nedeniyle bozulan motor performansın altında yatan nöromüsküler mekanizmalar hala tam olarak anlaşılamamıştır (Kowalski ve Anita, 2020). Çalışmalar, uzun süreli motor imgelemenin neden olduğu zihinsel yorgunluğun, efor algısını artırabileceğini ve motor alanların aktivitesini etkileyebileceğini ve potansiyel olarak motor imgelemenin performans üzerindeki olumlu etkilerine karşı koyabileceğini göstermiştir (Jacquet ve ark., 2021). Hafif silah nişancılığı hem spor hem de askeri mesleklerle ilgili olan ince motorlu bir görevdir. Nişancılık, performansın hem fizyolojik hem de psikolojik faktörler tarafından değiştirilebildiği karmaşık bir görevdir (Helin vd., 1987; Konttinen vd., 1998; McDermott vd., 2001; Lakie, 2010). Nişancılıkta isabet, çevre (sıcak ve soğuk) (Lakie v Campbell, 1995), stres (Solberg ve ark., 1996) ve fiziksel yorgunluk (Tenan vd., 2017) dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere sayısız faktörden etkilenir. Çalışmalar, fiziksel efor veya bilişsel yükten kaynaklanan akut yorgunluğun atış performansının düşmesine ve nişancılık becerilerinin tehlikeye girmesine neden olabileceğini göstermiştir (Nibbeling vd., 2014; Hoffman vd., 2014; Jaworski vd., 2015). Ters-U hipotezi, egzersizin neden olduğu ılımlı uyarılma seviyelerinin başlangıçta atış isabetliliğini artırabileceğini, ancak maksimum yorgunluğun nişancılık üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabileceğini öne sürmektedir (Nibbeling ve ark., 2014). Bu çalışmanın amacı da zihinsel yorgunluğun nişancılık atış performansı ve psikofizyolojik cevaplar üzerindeki etkisini incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yorgunluk

Yorgunluk hem fiziksel hem de zihinsel yönleri kapsayan çok yönlü bir olgudur. Aaronson ve ark., (1999) tarafından tanımlandığı şekliyle yorgunluk, yorgunluktan bitkinliğe kadar bir dizi deneyimi kapsayan ve normal işleyişi engelleyen kalıcı bir durumla sonuçlanan öznel ve hoş olmayan bir semptomdur. Yorgunluk hem sağlıklı bireyler hem de akut ve kronik tıbbi rahatsızlıkları ve/veya hastalıkları (örn. viral enfeksiyon sonrası, kanser, depresyon, multipl skleroz ve fibromiyalji) olan bireyler tarafından bildirilen yaygın ancak karmaşık bir semptom deneyimidir (Saligan ve ark., 2015). Yorgunluk genellikle belirli tıbbi durumlar bağlamında tanımlanır. Depresyon, ağrı, uyku bozukluğu ve bilişsel işlev bozukluğu gibi diğer klinik semptomlarla birlikte ortaya çıkabilir (Kinsinger ve ark., 2010). Yorgunluğun olumsuz etkileri, tıbbi sakatlık nedeniyle iş yerinde verimlilik kaybından, mesleki tehlikelere, ilaç hatalarından kaynaklanan ölümlere ve intihar düşüncesine kadar uzanmaktadır (Fan ve Smith, 2017; Kapur ve Webb, 2016).

Yorgunluk çeşitli şekillerde ortaya çıkabilir ve çeşitli boyutlara göre sınıflandırılabilir. Örneğin merkezi yorgunluk, öznel yorgunluk deneyimlerini, bilişsel performans düşüşlerini, motivasyondaki değişiklikleri ve merkezi sinir sistemi (MSS) işlevi üzerindeki etkileri veya MSS ile ilgili yorgunluk nedenlerini ifade eder (Kluger ve ark., 2013). Bu yorgunluk türü, genel yorgunluk seviyelerini etkilemede öznel deneyimler, bilişsel işlev ve MSS mekanizmaları arasındaki etkileşimi vurgular. Önde gelen bir yorgunluk türü olan zihinsel yorgunluk, odaklanma, dikkat ve karar verme gerektiren görevleri etkileyen bilişsel tükenme ve zihinsel keskinliğin azalması ile karakterize edilir (Ouellet ve Morin, 2006). Buna karşılık, fiziksel yorgunluk bedensel yorgunluk hissi, düşük fiziksel performans ve efor sonrası kas güçsüzlüğü ile ilgilidir (Tanaka ve ark., 2012). Zihinsel ve fiziksel yorgunluk arasındaki bu ayrımlar, yorgunluğun çok faktörlü doğasının ve bilişsel ve fiziksel alanlar üzerindeki farklı etkilerinin altını çizmektedir. Dahası, tip 1 diyabet gibi durumlarda yaygın olan kronik yorgunluk yaş, depresyon, ağrı, uyku bozuklukları, düşük öz yeterlilik ve fiziksel hareketsizlik gibi faktörlerle ilişkilidir (Goedendorp ve ark., 2013). Bu tür yorgunluk, geçici yorgunluğun ötesine geçerek uzun bir süre boyunca devam etmekte ve günlük işlevselliği ve yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Travmatik beyin hasarı

veya postural ortostatik taşıkardi sendromu olan bireyler gibi belirli popülasyonlar bağlamında, zihinsel ve fiziksel yorgunluk, günlük aktiviteleri ve genel refahı etkileyebilen belirgin türlerdir (Wylie ve ark., 2019; Wise ve ark., 2015). Bu popülasyonlar, kendilerine özgü ihtiyaçlarını karşılamak için özel müdahaleler gerektiren farklı yorgunluk modelleri yaşayabilir. Ayrıca, karar yorgunluğu, tekrarlanan karar verme görevlerinin ardından zihinsel kaynakların tükenmesiyle ilgili belirli bir bilişsel tükenme türünü temsil eder (Pignatiello ve ark., 2018). Bu yorgunluk biçimi, karar verme süreçleriyle ilişkili bilişsel yükü ve bunun muhakeme ve bilişsel performans üzerindeki etkilerini vurgular.

Fiziksel ya da zihinsel olabilen yorgunluk, vücut içinde karmaşık etkileşimler içeren çok sayıda karmaşık mekanizmadan etkilenir. Bu mekanizmalar, her biri yorgunluğa farklı şekillerde katkıda bulunan merkezi ve periferik faktörler olarak kategorize edilebilir. Merkezi yorgunluk, beynin sinyalleri kaslara etkili bir şekilde iletme yeteneğini etkileyen nöromüsküler disfonksiyon ve nörokimyasal değişikliklerle ilişkilidir (Kang ve ark., 2021). Bu tür yorgunluk, ruh halini, motivasyonu ve fiziksel performansı düzenlemede önemli rol oynayan serotonin ve dopamin gibi nörotransmitter seviyelerindeki değişiklikler gibi faktörlerden etkilenir (Cordeiro ve ark., 2017). Merkezi yorgunluk, özellikle neostriatum gibi bölgelerdeki beyin aktivitesindeki değişikliklerle de modüle edilebilir ve bu da yorgunluğun altında yatan motivasyonel süreçleri etkileyebilir (Dowell ve ark., 2016). Buna karşılık, periferik yorgunluk, kas lifleri içinde metabolitlerin birikmesi ve kas kasılma dinamiklerindeki değişiklikler gibi kas fonksiyonunu ve performansını yerel düzeyde etkileyen faktörleri ifade eder (Enoka ve Duchateau, 2008). Nöromüsküler bozukluklar gibi durumlarda, periferik yorgunluk, kas gücünü ve dayanıklılığını etkileyerek genel yorgunluğa önemli bir katkıda bulunabilir (Vries ve ark., 2009). Ek olarak, periferik yorgunluk merkezi mekanizmalarla etkileşime girerek yorgunluk seviyelerinin belirlenmesinde nöral ve kas faktörleri arasında karmaşık bir etkileşime yol açabilir (Noakes ve ark., 2005). İnflamatuar süreçler, özellikle inme sonrası yorgunluk ve romatizmal hastalıklar gibi durumlarda yorgunluğun gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Doncker ve ark., 2017; Staud, 2012). Enflamasyon, sensorimotor işlemeyi etkileyen, nörotransmitter seviyelerini değiştiren ve enerji metabolizmasını bozan, sonuçta kronik yorgunluk deneyimine katkıda bulunan bir olaylar zincirini başlatabilir (Doncker ve ark., 2017). Ayrıca, bağışıklık sisteminin beyinle

iletişimi nöropsikiyatrik semptomları şiddetlendirerek yorgunluğun altında yatan nörobiyolojik mekanizmaları daha da etkileyebilir (Capuron ve Miller, 2011). Ayrıca, yorgunluk, ağrı ve depresyon ve anksiyete gibi duygudurum bozuklukları arasındaki karşılıklı ilişki, yorgunluk deneyimine katkıda bulunan ortak nörobiyolojik yolların altını çizmektedir (Bernstein, 2023). Beyin yapısındaki değişiklikler, nörotransmitter sistemlerindeki modifikasyonlar ve ruh hali düzenlemesinde yer alan nöral devrelerin düzensizliği, yorgunluk semptomlarının gelişimini ve kalıcılığını etkileyebilir (Bernstein, 2023).

Ayrıca, Rudroff ve ark., (2016) yorgunluğun hem fiziksel hem de bilişsel nedenleri olduğunu açıklayarak çok boyutlu doğasını vurgulamaktadır. Enoka ve Duchateau (2016) yorgunluğu, Mosso'nun performans yorgunluğu ile algılanan yorgunluk arasındaki etkileşimleri gösteren ve dolayısıyla fiziksel ve bilişsel işlevleri sınırlandıran iki alanlı kavramına dayanarak tanımlamaktadır. Skau ve ark., (2021) yorgunluğu, aktiviteleri gerçekleştirmek için gerekli kaynakların mevcudiyeti, kullanımı ve restorasyonundaki dengesizlik olarak tanımlayarak, kaynak yönetiminin kişinin fiziksel ve zihinsel efor kapasitesini belirlemedeki rolünü vurgulamaktadır. Bu tanım, yorgunluğa katkıda bulunan hem iç hem de dış faktörlerin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. Yorgunluk, farklı alanlardaki bireyleri etkileyerek çeşitli şekillerde ortaya çıkabilir. Fibromiyaljide yorgunluk, dinlenmeyle hafiflemeyen, sarf edilen eforla orantılı olmayan, motivasyon ve konsantrasyonu engelleyen ezici bir yorgunluk hissi olarak tanımlanmaktadır (Humphrey ve ark., 2010). Dahası, bilişsel yorgunluk, sürekli bilişsel çaba sırasında optimum performansı sürdürmek için bir yönetici başarısızlığı olarak kavramsallaştırılır, bu da performans seviyelerinin azalmasına ve daha değişken olmasına neden olur (Holtzer ve ark., 2010).

Yorgunluk ister fiziksel ister zihinsel olsun, farklı disiplinlerde çeşitli şekillerde kavramsallaştırılmış ve tanımlanmış karmaşık bir olgudur. Örneğin, fiziksel tıp ve rehabilitasyonda yorgunluk genellikle efordan kaynaklanan, aktiviteyi aynı yoğunlukta sürdürememeye yol açan ve performansta düşüşle sonuçlanan fiziksel ve/veya zihinsel bitkinlik durumu olarak tanımlanır (Evans ve Lambert, 2007). Nörolojide yorgunluk, belirli nedenlerden kaynaklanan ve görev performansını etkileyen bir semptom olarak kavramsallaştırıldığı multipl skleroz gibi durumlarda araştırılmıştır (Rudroff ve ark., 2016). Ayrıca, yaşlanma ve enerji metabolizması bağlamında, yorgunluk düşük enerji

hissiyle ilişkilendirilmiş ve optimal işlevsellik için gereken enerji kaynaklarının dengesinde potansiyel bir bozulmaya işaret etmiştir (Alexander ve ark., 2010). Spor bilimi ve egzersiz fizyolojisinde yorgunluk, Mosso tarafından önerilen ve performans yorgunluğu ile algılanan yorgunluk arasındaki etkileşimler nedeniyle fiziksel ve zihinsel işlevi sınırlayan bir semptom olarak görülen klasik iki alanlı konseptte dayalı olarak tanımlanmıştır (Enoka ve Duchateau, 2016).

2.2. Fiziksel Yorgunluk

Fiziksel ve zihinsel dayanıklılığı korumak günlük yaşamda, işte, eğitimde ve diğer uğraşlarda çok önemli olmakla birlikte, bu taleplere verilen doğal psikolojik ve fizyolojik tepkileri ifade eden yorgunluk hem zihinsel hem de fiziksel performansı bozabilir (Behrens ve ark., 2023). Ayrıca yorgunluk tipik olarak, bir görevin veya egzersizin algılanan/gerçek yoğunluğuna yanıt olarak fiziksel performansta azalma ve egzersiz sırasında gerekli kuvvetin sürdürülememesi ile karakterize edilir (Abd-Elfattah ve ark., 2015).

Spor biliminde yorgunluk, kas liflerinde belirli metabolitlerin birikmesi veya motor korteks aktivasyonunun eksikliği nedeniyle yetersiz motor çıkışı olarak tanımlanır ve fiziksel aktivitede azalmaya neden olur (Meeusen ve ark., 2006). Yorgunluk, kasların kuvvet üretmesini sağlayan bir veya daha fazla fizyolojik sürecin bozulmasından kaynaklanır ve bu süreç "görevle ilgili faktörler" olarak bilinir ve bu dönemde ortaya çıkan ilkelerden biridir (Abd-Elfattah ve ark., 2015). Fiziksel yorgunluk, sinir sisteminin güç üretme kapasitesinde tersine çevrilebilen bir azalma olarak tanımlanır ve fiziksel görevleri yerine getirememe ile ilgilidir (Fry ve ark., 2017). Spesifik olarak, kas enerjisinin tükenmesi ve fiziksel aktivite açısından işlevsel kapasitenin azalması anlamına gelir (Frone ve Tidwell, 2015). Bu terim, yorgunluğun tek bir nedenden kaynaklanmadığını, mekanik stres öncesinde ve sırasında meydana gelen, kasların hem içinde hem de dışında çeşitli ve karmaşık fizyolojik değişiklikleri içeren kapsamlı bir süreç olduğunu ifade eder (Cairns ve ark., 2005). Fiziksel yorgunluk hem aktif kaslardaki periferik süreçlerden hem de beyindeki supraspinal mekanizmalardan kaynaklanabilir (Fry ve ark., 2017). Zihinsel yorgunluk ve duygusal yorgunluk ile birlikte üç yorgunluk türünden biridir (Frone ve Tidwell, 2015). Periferik yorgunluk, enerji substratlarının tükenmesi, metabolitlerin birikmesi ve kas yorgunluğu fonksiyonunun bozulması gibi

faktörler fiziksel yorgunluğa yol açabilir (Ma ve ark., 2021). Fiziksel yorgunluk, uzun süreli fiziksel efor, tekrarlayan hareketler veya kas gerginliği gerektiren aktivitelerden kaynaklanabilir (Morimoto ve ark., 2012). Öte yandan, supraspinal yorgunluk, motor korteksten suboptimal çıktıyı içerir ve uzun süreli kas yorgunluğu sırasında yaşanan genel fiziksel yorgunlukta önemli bir rol oynayabilir (Fry ve ark., 2017).

Enerjinin tükenmesi bilişsel performansı etkileyebilir ve fiziksel yorgunluk zihinsel işlevleri de etkileyebilir (Frone ve Tidwell, 2015). Sağ dorsolateral prefrontal korteksin, yorgunluk hissi yoluyla performansı düzenleyen bir beyin bölgesi olduğu ve fiziksel yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki etkisinin altında yatan nöral mekanizmalara ışık tuttuğu öne sürülmüştür (Matsuo ve ark., 2021). Enerjinin tükenmesi bilişsel performansı etkileyebilir ve fiziksel yorgunluk zihinsel işlevleri de etkileyebilir (Frone ve Tidwell, 2015). Fiziksel yorgunluğun zihinsel yorgunlukla etkileşime girerek bireyin genel performansını ve karar verme yeteneklerini etkileyebileceğini göstermektedir (Li ve ark., 2020). Fiziksel yorgunluk altında işleyen mekanizmaları anlamak, etkilerini hafifletmeyi amaçlayan müdahaleler geliştirmek için çok önemlidir. Örneğin, beslenme müdahaleleri fiziksel yorgunlukla başa çıkmanın bir yolu olarak araştırılmıştır. Ma ve ark., (2021) fiziksel yorgunluğun mekanizmalarını ve yorgunluğu yönetmede beslenme stratejilerinin potansiyel uygulamalarını incelemişlerdir. McKenna ve ark., (2008) merkezi sinir sistemi yorgunluğunu, motor nöronların frekansı ve senkronizasyonundaki azalma ve motor korteksten gelen uyarının azalması ile doğrudan ilişkili olarak kasların gönüllü aktivasyonunda azalma olarak tanımlamıştır. Periferik yorgunluk, kas aksiyon potansiyellerinin iletim mekanizmalarındaki değişikliklerle birlikte kas liflerinin kasılma gücündeki azalma olarak belirtilmiştir (Zajac ve ark., 2015). Fiziksel yorgunluk, genellikle uzun süreli veya yoğun fiziksel efor nedeniyle nöromusküler sistemin kuvvet üretme kabiliyetinde geçici bir düşüştür. Çalışmalar, fiziksel yorgunluğun spor, askeri operasyonlar ve kolluk kuvvetleri gibi çeşitli bağlamlarda atış isabetliliğini ve nişancılık becerilerini önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermiştir Aguilera ve ark., 2021; Royal ve ark., 2006; Erçulj ve Supej, 2009). Yerel kas yorgunluğu, efor arttıkça becerinin azalmasına katkıda bulunan bir faktör olarak tanımlanmış ve bireyin optimum atış performansını sürdürme yeteneğini etkilemiştir (Royal ve ark., 2006).

Tablo 1. Periferik ve merkezi spor ve egzersize bağılı yorgunluğun gelişiminde rol oynayan olası bölgeler (Ament ve Verkerke, 2019)

I. Periferik Yorgunluk
A. Egzersizle İlgili İç Ortam Değişiklikleri
1. Laktat ve H^+ birikimi. H^+ , kısmen tamponlanarak bikarbonattan karbondioksit üretimini artırır.
2. Isı birikimi, artan ter salgısına yol açar. Su kaybı dehidrasyona yol açabilir.
B. Kas Lifleri İçindeki Egzersizle İlgili Değişiklikler
1. Sarkoplazmada Pi birikimi, çapraz köprü inhibisyonu nedeniyle kasılma kuvvetini azaltır.
2. Sarkoplazmada H^+ birikimi, çapraz köprü inhibisyonu nedeniyle kasılma kuvvetini azaltır. H^+ birikimi ayrıca sarkoplazmik retikulumda Ca^{2+} geri alımını azaltabilir.
3. Sarkoplazmik Mg^{2+} birikimi. Mg^{2+} , sarkoplazmik retikulumdan Ca^{2+} salınımını karşılar.
4. Pi birikimi ile sarkoplazmik retikulumdan Ca^{2+} salınımının inhibisyonu (bkz. madde 1). Ca^{2+} salınımı, sarkoplazmik retikulumda kalsiyum fosfatın çökmesi ve Ca^{2+} salınım kanallarının fosforilasyonu ile engellenir.
5. Glikojen depolarının azalması ve (aşırı durumlarda) kan glukoz seviyelerinin azalması.
6. Sarkolemma boyunca aksiyon potansiyellerinin iletim hızının azalması, muhtemelen kas liflerinin içindeki ve çevresindeki biyokimyasal değişikliklerin sonucu olarak. Bunun kas kuvveti üretimi üzerinde bilinen bir etkisi yoktur.
7. Kaslardan K^+ çıkışının artması. T-tubulilerinin lümeninde artan K^+ , tübüler aksiyon potansiyelini engelleyebilir ve uyarım-kasılma bağlanmasının depresyonu nedeniyle kuvveti azaltabilir.
II. Merkezi Yorgunluk
1. Aksiyon potansiyellerinin aksonal iletimi, aksonal dallanma noktalarında engellenebilir ve bu da kas lifi aktivasyonunun kaybına yol açar.
2. Motor nöron sürüşü, kas afferentlerinden gelen refleks etkiler tarafından etkilenebilir.

3. Tip III ve IV sinirlerinin uyarılması, motor nöron ateşleme hızını azaltır ve motor korteks çıktısını engeller.
4. Beyin motor korteksindeki hücrelerin uyarılabilirliği, transkraniyal manyetik stimülasyon kullanılarak yapılan ölçümlerin gösterdiği gibi, devam eden motor görevler sırasında değişebilir.
5. Serotoninerjik nöronların sinaptik etkileri artabilir, bu da artan yorgunluk ve bitkinliğe yol açar. Bu, egzersizin neden olduğu BCAA'ların (dallı zincirli amino asitler) kan konsantrasyonundaki azalmalar yoluyla beyin triptofan girişinin artmasından kaynaklanabilir.
6. Egzersizin neden olduğu sitokin salınımı; IL-6 yorgunluk hislerini ve IL-1 hastalık davranışını indükler.

Kısaltmalar: BCAA's = dallı zincirli amino asitler; Ca²⁺ = kalsiyum; H⁺ = hidrojen; IL = interlökin; K⁺ = potasyum; Mg²⁺ = magnezyum; Pi = inorganik fosfat.

Ancak, yorgunluk, öznel algının birçok farklı faktörden etkilendiği öznel bir deneyim olarak kabul edilmiştir. Artımlı izometrik egzersize bağlı yorgunluk sırasında iskelet kası tepkilerinde yaş ve cinsiyet farklılıkları gözlenmiştir, bu da yorgunluk çalışmalarında bu faktörlerin dikkate alınması gerektiğini düşündürmektedir (Kent-Braun ve ark., 2002). 5. Durum ve özellik yorgunluğu yaş ve cinsiyete göre incelenmiş, nörogörüntüleme ve öz bildirim verileri kullanılarak kendi kendine bildirilen yorgunluktaki farklılıklar ortaya çıkarılmıştır (Wylie ve ark., 2022). Yorgunluk algısı kadınlarda daha fazladır (Tarnopolsky ve ark., 2001; Bensing ve ark., 1999). Son olarak, yorgunlukla en yakından ilişkili hastalıklardan biri olan fibromiyalji, kadınları erkeklerden önemli ölçüde daha yüksek oranda etkiler. Bu nedenle, yorgunluk, etiyojisi, algısı ve cinsiyetler arasındaki farklarla ilgili olarak barizdir adır (Bensing ve ark., 1999; Hunter, 2014; Tarnopolsky ve ark., 2001).

Spor ve egzersiz alanında yorgunluk araştırmaları önemli bir sorunu vurgulamakta ve yorgunluğun birleşik bir tanımı üzerinde anlaşamadığını göstermektedir (Tablo 2) (Phillips, 2015). Yorgunluk terimi için literatürdeki bu anlaşma eksikliği, çalışma sonuçlarını değerlendirmek ve karşılaştırmak için tek bir araç veya ölçüt olmadığından, yorgunluğa ilişkin bilimsel araştırmayı engellemektedir (Marino ve ark., 2011). Bu durum üç ana faktöre bağlanabilir. İlk olarak, yorgunluk neredeyse tüm spor, egzersiz,

fiziksel aktivite, mesleki performans ve çok sayıda klinik ve sağlık koşullarında geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu alanlardan herhangi birinde yorgunluğu araştırmak, onu o spesifik bağlamla ilişkili olarak tanımlamayı gerektirir (literatürde yorgunluğun klinik tıp, iş sağlığı araştırmaları, psikoloji ve fizyoloji gibi disipline özgü nişlere 'parçalanması' olarak adlandırılır). Bu parçalanma veya bölümlere ayrılmanın iki temel sonucu vardır: (1) kaçınılmaz olarak yorgunluk tanımını neredeyse tüm diğer alanların dışında bırakacaktır ve (2) bu diğer alanlardaki yorgunluk araştırmacılarını kendi özel yorgunluk tanımlarını geliştirmeye zorlayacaktır. Genel olarak yorgunluk tipik olarak en yüksek performans kapasitesinde azalma ve daha önce makul bir süre içinde gerçekleştirilebilen görevleri tamamlayamama ile karakterize edilen çok yönlü ve karmaşık bir olgu olarak ifade edilir (Russell ve ark., 2020). Yorgunluğun spor performansı üzerindeki etkisi, çoğunlukla hem metabolik hem de nöromusküler faktörler (fiziksel yorgunluk) açısından değerlendirilmiş olsa da (Bangsbo ve ark., 2007), son tartışmalar bu geleneksel bakış açısının ötesine geçerek mental yorgunluğun rolünü de içermektedir (Kunrath ve ark., 2020. “*Fiziksel yorgunluk*” terimi (Russell ve ark., 2020; Russell ve ark., 2019) artık bu tartışmalarda ortak bir faktör olarak kabul edilmemektedir.

Tablo 2. Spor ve egzersizde literatüründe yorgunlukla ilgili tanımları

1. Bir katılımcının gerekli kas kasılmasını veya yapılan iş yükünü sürdüremediği an.
2. Egzersiz sonrası aşırı yorgunluk; uzun süreli aktivite sonrasında bir kasın, organın vb. verimliliğinin azalması.
3. Gerekli veya beklenen kuvvetin sürdürülememesi.
4. Motor korteksten çıktı üretme başarısızlığıyla üretilen yorgunluk.
5. Maksimum kuvvet üretme kapasitesinin kaybı.
6. Kuvvetin yükselme hızında ve gevşeme hızında azalma dahil olmak üzere, tersine çevrilebilir bir kuvvet depresyonu durumu.
7. Kasın kuvvet veya güç üretme yeteneğinde egzersiz kaynaklı herhangi bir azalma; bunun periferik ve merkezi nedenleri vardır.
8. Belirli bir egzersiz yoğunluğunda çalışmaya devam edememe.
9. Görev sürdürülebilir olup olmadığına bakılmaksızın, kas kuvveti veya gücünü uygulama yeteneğinde egzersiz kaynaklı herhangi bir azalma.
10. Egzersiz sırasında kasın gönüllü aktivasyonunda kademeli bir azalma.

Spor ve egzersizde yorgunluk, merkezi ve periferik faktörler, enflamatuar süreçler ve nörotransmitter düzensizliğinin yanı sıra metabolik değişiklikler de dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan ortaya çıktığı söylenebilir. Merkezi yorgunluk, nöromüsküler işlev bozukluğu ve nörotransmitter seviyelerindeki değişikliklerle kendini gösterir; bu da beynin sinyalleri kaslara etkili bir şekilde iletme kapasitesini bozabilir (Kobayashi ve ark., 2008). Bu yorgunluk şekli, özellikle submaksimal yüklerle tükenene kadar yapılan egzersizlerde kas güçsüzlüğüne ve fiziksel performansın azalmasına katkıda bulunabilir (Heil ve ark., 2020). Ayrıca, inflamasyonun sensorimotor işleme ve enerji metabolizması üzerindeki etkisini gösteren inme sonrası yorgunluk ve romatizmal hastalıklar gibi durumların kanıtladığı gibi, inflamatuvar süreçlerin egzersize bağlı yorgunlukta bir rolü vardır (Yan ve ark., 2022).

Enflamasyon nörotransmitter seviyelerini bozabilir, enerji metabolizmasını değiştirebilir ve sporcularda kronik yorgunluğa katkıda bulunabilir (Yan ve ark., 2022). Ayrıca, yorgunluk, ağrı ve duygudurum bozuklukları arasındaki etkileşim, spor ve egzersizde yorgunluğun altında yatan nörobiyolojik yolları etkileyebilir (Jiang, 2021). Beyindeki yapısal değişiklikler, nörotransmitter sistemlerinin düzensizliği ve ruh hali düzenlemesindeki değişiklikler, sporcularda yorgunluk semptomlarının gelişmesine ve devam etmesine katkıda bulunabilir (Jiang, 2021). Ek olarak, kas proteomiği, glukoneogenez ve mitokondriyal fonksiyon gibi faktörler, egzersiz kaynaklı yorgunluğu azaltmada ve sporcularda iyileşmeyi artırmada önemli roller oynar (Liu ve ark., 2021). Sportif kaynaklı yorgunluğu hafifletmek ve sporcuların performansını ve iyileşmesini artırmak için masaj terapisi, akupunktur ve germe egzersizleri gibi stratejiler araştırılmıştır (Skala ve Zemková, 2022; Xie ve ark., 2023; Legall, 2024).

2.3. Zihinsel Yorgunluk

Algılanan zihinsel yorgunluk (geleneksel olarak öznel bilişsel veya zihinsel yorgunluk olarak adlandırılır), sürdürülen ve/veya yoğun bilişsel görevlerin icrası sırasında gelişen yorgunluğun öznel algısının artması olarak ifade edilir (Müller ve ark., 2019; Genova ve ark., 2013; Boksem ve Tops, 2008). Genellikle yorgunluk, halsizlik veya hatta bitkinlik hisleri ve mevcut göreve devam etmeye karşı bir isteksizlik olarak tanımlanır (Müller ve ark., 2019; Boksem ve Tops, 2008). Yakın zamanda, algılanan zihinsel yorgunluğun, dinlenme ihtiyacı hissi veya harcanan çaba ile gerçek performans

arasındaki uyumsuzluk olarak tanımlanması önerilmiştir (Skau ve ark., 2021). Bununla birlikte zihinsel yorgunluk, egzersiz sırasında fizyolojik ve psikofizyolojik tepkilerdeki değişikliklerle ilişkilidir (Pires ve ark., 2018). Bilişsel performans yorgunluğuna benzer şekilde, algılanan bilişsel yorgunluğun, belirli bir bilişsel görevde enerji harcamanın maliyetleri ve faydalarının analizinin bir sonucu olarak ortaya çıkabileceği önerilmiştir (Boksem ve ark., 2006) ve nörotransmitter salınımındaki değişikliklere bağlı olabileceği düşünülmüştür (Boksem ve Tops, 2008). Zor bir sürdürülen bilişsel görevi gerçekleştirmek bilişsel çaba gerektirir ve bu, zamanla giderek daha çok aversif (kaçınılmak istenen) olarak algılanabilir (Kurzban, 2016; Shenkav ve ark., 2017) ve belirli bir noktada görevin potansiyel fayda/ödülleri (örneğin kısa veya uzun vadeli ödüller, görevin sona erdirilmesinin olumsuz sonuçları veya görevin içsel olarak motive edici olması) aşabilir. Zihinsel yorgunluğun fiziksel performans, teknik beceriler ve psikolojik tepkiler üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için araştırılması gereken bir alandır (Pageaux ve ark., 2015). Zihinsel yorgunluğun ruh hali, motivasyon ve davranış değişiklikleri de dahil olmak üzere bilişsel işlevler üzerinde çok boyutlu etkileri olabilir (Assaf ve ark., 2023). Öz farkındalık ve dış stres gibi faktörler zihinsel yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki etkilerine aracılık edebilir (Pageaux ve ark., 2015).

Çalışmalar, zihinsel yorgunluğun egzersiz toleransını azalttığını, algılanan çabayı artırdığını ve fiziksel görevler sırasında toparlanma süresini kısalttığını göstermiştir (Marcora ve ark., 2009). Zihinsel yorgunluğun motor performansı ve eylem planlamasını etkilediğini gösteren ve motor ve bilişsel durumların karşılıklı bağımlılığını vurgulayan kanıtlar vardır (Demougeot ve Papaxanthis, 2011). Çalışmalar ayrıca zihinsel yorgunluğun bilişsel-motor performansı etkileyerek görevlerde doğruluk ve performansın azalmasına yol açtığını göstermiştir (Guo ve ark., 2015). Özellikle sporda, zihinsel yorgunluğun futbol, basketbol ve masa tenisi gibi disiplinlerde yetenekli performansı engellediği bulunmuştur (Sun ve ark., 2021). Buna ek olarak, zihinsel yorgunluk futbolcularda teknik performansın azalmasıyla ilişkilendirilmiş ve zihinsel yorgunluğun motor becerileri engelleyebileceği fikrini daha da desteklemiştir (Sun ve ark., 2022). Zihinsel yorgunluğun etkilerinin altında yatan mekanizmaları açıklamak için hem bilişsel hem de motivasyonel faktörleri içeren çeşitli teoriler öne sürülmüştür (Martin ve ark., 2018; Meeusen ve ark., 2020; Van Cutsem ve ark., 2019; Giboin ve Wolf, 2019). Zihinsel yorgunluğun ince motor görevleri üzerinde etkisi olabilir. Rozand ve ark., (2016)

tarafından yapılan araştırma, zihinsel yorgunluğun bir Kolla işaret etme görevindeki performansı etkileyebileceğini göstermiştir. Bu görev, katılımcıların baskın elleriyle bir stylus aleti kullanmalarını ve belirlenen iki kareye dokunmalarını gerektirmektedir. Kolla işaret etme görevi, hız ve doğruluk arasında bir denge gerektirir ve bu da içsel bir odaklanma gerektirir. Çalışma, zihinsel yorgunluğun daha yavaş tepki süreleri şeklinde ölçülebilir performans bozukluklarına yol açtığını bulmuştur. Bu bulgu gerçek dünyadaki görevlere doğrudan uygulanabilir olmasa da zihinsel yorgunluğun nişancılık gibi daha pratik uygulanabilir ince motor görevlerini etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Zihinsel yorgunluk, özellikle bilişsel süreçler ve zihinsel eforla ilgili bir bitkinlik veya yorgunluk hali ile birlikte dikkat, hafıza, karar verme ve problem çözme yetenekleri de dahil olmak üzere bilişsel performansta düşüş ile karakterizedir (Dantzer ve ark., 2014). Araştırmalar, zihinsel yorgunluğun yalnızca görevle ilgili beyin bölgelerindeki bozulmuş aktiviteden kaynaklanmadığını, aynı zamanda bu bölgelerdeki aktivitenin zihinsel kolaylaştırma ve engelleme sistemleri tarafından modüle edilmesini de içerdiğini göstermiştir (Ishii ve ark., 2014). Zihinsel yorgunluğun nöral mekanizmalarında çeşitli beyin bölgeleri rol oynamaktadır. Anterior singulat korteks (ACC), prefrontal korteks (PFC), bazal ganglionlar, talamus ve insular korteksin zihinsel yorgunlukta rol oynadığı bulunmuştur (Chen ve ark., 2020). Zihinsel kolaylaştırma sistemi bilişsel görev performansının artırılmasında rol oynarken, zihinsel engelleme sistemi bilişsel görev performansını düzenler ve yorgunluk hissiyle yakından ilişkilidir (Ishii ve ark., 2014). Bu bölgeler bilişsel kontrol, dikkat, karar verme, çaba ve motivasyonun düzenlenmesinde rol oynar (Wylie ve ark., 2022). Zihinsel yorgunluğun sinirsel mekanizmaları tam olarak anlaşılamamıştır ve altta yatan süreçleri aydınlatmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olmakla birlikte çalışmalar, monoaminler, histamin ve adenosin gibi nörotransmitterlerin enerji ve yorgunluk ruh hali yaratmadaki rolünü araştırmıştır (O'Connor, 2004). Ayrıca, manyetoensefalografi (MEG) ve fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) gibi teknikler kullanılarak yapılan araştırmalarda zihinsel yorgunlukla ilişkili nöral aktivite ve bağlantılar incelenmiştir (Ishii vd., 2015). Zihinsel yorgunluğun nöral mekanizmalarını anlamının iş sağlığı, eğitim ve performans optimizasyonu dahil olmak üzere çeşitli alanlar için etkileri vardır.

2.4. Yorgunluk ve Nişancılık Performansı İlişkisi

Fiziksel yorgunluğun postüral ve kol hareketi kontrolü üzerindeki potansiyel etkisi, polis memurlarının atış performansının fiziksel eforla birlikte zarar göreceği beklentisine yol açabileceği düşüncesine rağmen potansiyel zararlı etkilere karşı koyabilecek başka faktörler de olabilir (Brown ve ark., 2013). Kapsamlı eğitimden kaynaklanan atış otomatikliği (Haufler ve ark., 2000; Kerick ve ark., 2004; Oudejans, 2008) memurların yorgunken bile performanslarını korumalarını sağlayabilir. Dahası, tabancayla nişan almak, bir nesneyi sabit tutmak, işaret etmek, dokunmak veya bakmak gibi postür üstü bir hedefe sahip olmanın, postür üstü hedefe ulaşmayı kolaylaştırmak için postüral sallanmada kendiliğinden azalmalara neden olduğu gösterilmiştir (Riley ve ark., 1999; Stoffregen ve ark., 2000; 1999). Bu etki, bacak yorgunluğundan kaynaklanan herhangi bir ek titremeyi dengeleyebilir. Postür üstü hedefleri içeren görevlerde postüral stabilitedeki artışlar, birey dikkatini dışarıya, yani dokunulan (McNevin ve Wulf, 2002) ya da tutulan (Wulf ve ark., 2004; Wulf ve ark., 2003) bir nesnenin hareketlerini azaltmaya yönelik çevresel hedefe odakladığında özellikle belirgindir. Bir hedefe ateş etmek gibi amaçlanan hareket sonucuna dikkatin dışarıdan odaklanmasının, hareketin otomatikliğini teşvik ettiği ve bunun sonucunda sonucun doğru, güvenilir ve verimli bir şekilde elde edildiği gösterilmiştir (Wulf, 2007, 2012).

Atış performansı isabetlilik, hassasiyet ve tutuş stabilitesine göre değerlendirilmektedir (Hoffman ve ark., 1992). Postüral sallanma ve kalp atış hızı gibi faktörlerin atış performansının düşmesine neden olduğu belirtilmiştir (Evans ve ark., 2003). Kısa süreli, yüksek yoğunluklu egzersizin neden olduğu periferik kas yorgunluğunun postüral stabiliteyi etkilediği ve dik pozisyonu koruma becerisinin bozulmasına yol açtığı görülmüştür (Dickin ve Doan, 2008). Ayakta atış yaparken bacak yorgunluğunun performansı etkilediği, yüzüstü atış yaparken ise etkilenmediği gözlemlenmiştir (Hoffman ve ark., 1992). Tabanca atışlarında, yorgunluğun neden olduğu kol titremesi ve vücut titremesi yorgunluk etkisini artırmaktadır (Goonetilleke ve ark., 2009; Lakie, 2010). Silah, kol uzatılmış olarak tek elde tutulduğu için, uzatılmış elin küçük hareketleri normal bir olgudur ve sinir sisteminin pozisyonu kontrol etme çabalarını gösterdiği düşünülmekte ve kalp atış hızı ve ventilasyonda egzersize bağlı artışlar da titremeye yol açmaktadır (Lakie, 2010).

Brown ve ark., (2013) yorgunluğun polis memurlarının tabanca atışlarını nasıl etkilediğini inceledikleri çalışmada, memurlara yorulana kadar bisiklet sürdükten sonra hedeflere ateş ettirdikten sonra isabetlilikleri ve hassasiyetleri dinlenik oldukları zamanla karşılaştırıldığında aralarında bir fark olmadığını belirtmiştir. Bu durum, eğitimli memurların yorgun olsalar bile baskı altında ateş ederken otomatik reflekslere güvenebileceklerini göstermektedir. Tenan ve ark., (2017) yapmış oldukları çalışmada, asker yükü, yürüyüş mesafesi ve kalp atış hızının atış isabetini nasıl etkilediği incelemiştir. Ağır sırt çantaları (48,5 kg) veya daha hafif yükler (26,1 kg) taşıyan askerler 11,8 km yürümüş ve ardından hedeflere ateş etmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre yük, kalp atış hızı ve atış performansı arasında karmaşık bir ilişki olduğunu göstermiştir. İlginç bir şekilde, muhtemelen artan uyanıklık nedeniyle, yürüyüş öncesi isabet oranı daha ağır yüklerde daha da yüksekti. Genel olarak bu çalışma, yük ve yürüyüşün her zaman atış isabetini azaltmayabileceğini göstermektedir. Evans ve ark., (2003) üst vücut kas yorgunluğunun atış isabetini nasıl etkilediği incelenmiştir. Askerler kol egzersizlerinden veya engelli parkurdan sonra bir tüfek simülatörüyle ateş etmişlerdir. İsabetlilik egzersiz türleri arasında değişmezken, kaçırılan atışların sayısı egzersizden hemen sonra önemli ölçüde artmıştır. Atışların ne kadar sıkı gruplandığıyla ölçülen atış hassasiyeti de azaldı ancak 10 dakika içinde iyileştiği görülmüştür.

2.5. Zihinsel Yorgunluk ve Nişancılık Performansı

Yorgunluk, askeri operasyonlar, spor ve kolluk kuvvetleri de dahil olmak üzere çeşitli bağlamlarda atış isabeti ve nişancılık üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Araştırmalara göre hem fiziksel hem de zihinsel yorgunluk atış görevlerinde performansın düşmesine neden olabilir. Üst ekstremité kas yorgunluğundan kaynaklanan fiziksel yorgunluk, askeri personelde, özellikle ayakta, desteksiz bir pozisyondan atış yaparken, atış performansının düşmesiyle ilişkilendirilmiştir (Evans ve ark., 2003). Ayrıca, egzersize bağlı yorgunluğun piyade askerlerinde atış isabetini ve bilişsel performansı etkilediği gösterilmiştir ve bu da savaş durumlarında yorgunluk seviyelerini yönetmenin önemini vurgulamaktadır (Nibbeling vd., 2014). Bilişsel efordan kaynaklanan zihinsel yorgunluğun da nişancılık karar performansını bozduğu ve atış görevlerinde hataların artmasına ve hız-doğruluk dengesinin bozulmasına yol açtığı bulunmuştur (Head vd., 2017). Ayrıca, yorgunluğa neden olabilen akut ve sürekli uyku kısıtlaması, askeri eğitim senaryolarında nişancılık doğruluğunun azalması ve bilişsel

işlevin bozulması ile ilişkilendirilmiştir (Tait ve ark., 2022). Yorgunluğun atış isabeti üzerindeki etkisi askeri bağlamların ötesine uzanmaktadır. Polis memurlarını içeren çalışmalar, akut egzersiz kaynaklı yorgunluğun tabanca atış performansını etkileyebileceğini göstermiş ve nişancılık becerilerini korumak için fiziksel eforu yönetmenin önemini vurgulamıştır (Brown ve ark., 2013). Ayrıca, fiziksel efor ve yük taşımadan kaynaklanan yorgunluğun polis memurları ve özel silah ve taktik (SWAT) operatörlerinde nişancılığı tehlikeye attığı gösterilmiştir (Muirhead ve ark., 2019; Thomas ve ark., 2018). Spor ortamlarında, üst ve alt uzuv yorgunluğundan kaynaklanan akut yorgunluk, eğitilmiş Hava Kuvvetleri askerlerinde nişancılık performansını azaltmamış ve belirli yorgunluk koşulları altında nişancılık becerilerinin dayanıklılığını vurgulamıştır (Pedrosa, 2023). Ayrıca, egzersiz kaynaklı yorgunluğun, takip görevlerinde koşudan tüfek atışına geçişi etkilediği, atış mesafesini ve karar verme süreçlerini etkilediği bulunmuştur (Nibbeling ve ark., 2013).

Fiziksel veya zihinsel eforun neden olduğu yorgunluk, efor algısını artırabilir ve sonraki dayanıklılık performansını bozabilir (Pageaux ve Lepers, 2016). Zihinsel ve fiziksel iş yapma kapasitesi arasındaki antagonistik ilişki kavramı yeni bir kavram değildir. Önceki zihinsel efor, sonraki fiziksel performans bozabilir (Longman ve ark., 2017). EEG ritimlerine dayanan kapsamlı bir veri analizi yöntemiyle, yüksek fiziksel yorgunluğun zihinsel yorgunluğun indüklenmesini önemli ölçüde hızlandırabileceği bulunmuştur. Risk belirleme görevlerinde aynı bilişsel performans seviyesini korumak için ek kaynaklar harcanmış ve bu da zihinsel yorgunluğun artmasına neden olmuştur (Xing ve ark., 2020). Fiziksel yorgunluk, bir kasın fiziksel performansını sürdürmedeki geçici yetersizliğidir ve fiziksel stresle daha şiddetli hale gelir (Behrens ve ark., 2023). Zihinsel yorgunluk ise bilişsel performansta geçici bir düşüştür (Oh ve ark., 2015) ve genellikle uzun süreli bilişsel faaliyetlerin neden olduğu "yorgunluk" ve "enerji eksikliği" duyularıyla karakterize edilen psikobiyolojik bir durum olarak kavramsallaştırılmaktadır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, dayanıklılık egzersizlerinde ve spora özgü görevlerde fiziksel performans üzerinde olumsuz etkiler bulmuştur (Kunrath ve ark., 2020).

Zihinsel yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki zararlı etkilerinin arkasındaki mekanizmalar tam olarak bilinmemekle birlikte, kalp atış hızı, laktat birikimi ve nöromüsküler fonksiyon gibi dayanıklılık performansını sınırlayan geleneksel

faktörler zihinsel yorgunluktan etkilenmemektedir (Marcora ve ark., 2009). Güncel çalışmalar, zihinsel olarak yorgun durumdaki katılımcıların uzun süreli orta yoğunlukta sürekli egzersiz sırasında kontrol grubuna kıyasla performansta düşüş yaşadıklarını göstermiştir (Slimani ve ark., 2018). Brownsberger ve arkadaşları (2013), zihinsel olarak yorgun durumdaki sporcuların bireysel koşu hızlarından daha düşük bir seviyede performans gösterdiklerini ve kontrol grubuna kıyasla daha düşük iş yüklerini seçtiklerini bulmuştur. Pageaux ve Lepers (2018) zihinsel yorgunluğun sporcuların dayanıklılığını ve teknik/taktik becerilerini olumsuz etkilediğini, ancak bu etkinin tüm performans çıktıları arasında tutarlı olmadığını bildirmiştir.

Van Cutsem ve ark., (2017) tarafından yapılan bir başka çalışma, zihinsel yorgunluğun kısa süreli ve maksimal güç gerektiren egzersizler üzerinde daha az etkiye sahip olduğunu öne sürmektedir. Bu durum, ilgili farklı yorgunluk mekanizmalarına ve sporcuların uzun ve kısa vadeli görevlerde güç çıktılarını nasıl uyarlamak zorunda kaldıklarına bağlanmaktadır (Gandevia, 2001). Bu farklılık, kısa ve uzun süreli egzersizlerde yorgunluğun altında yatan farklı mekanizmalardan kaynaklanmaktadır (Gandevia, 2001). Kısa süreli ve anaerobik egzersizlerde, periferik yorgunluk zihinsel yorgunluğu etkiler (Amann, 2011). Anaerobik egzersiz sırasında, periferik yorgunluk enerji sağlayan substratların mevcudiyeti ile sınırlıdır ve kaslar, enerji ve oksijenin tükendiği bir noktaya ulaşarak egzersizi ne zaman durduracaklarını belirler. Dayanıklılık egzersizlerinde ise kararı beyin verir ve dayanıklılık egzersizi, nöral tahrik ve sinyal hızı bozulduğunda sonlandırılır (Schiphof-Godart ve ark., 2018). Smith ve ark. (2015) zihinsel yorgunluğun sporcularda aralıklı egzersiz performansındaki etkisini araştırmıştır. Araştırmacılar, 90 dakikalık bir bilişsel testin neden olduğu zihinsel yorgunluğun, sporcuların uzun süreli aralıklı egzersiz performansını azalttığını ve kontrol grubuna kıyasla koşu sürelerini artırdığını bulmuşlardır. Ergen sporcularla yapılan bir çalışmada, Slimani ve ark., (2018) zihinsel yorgunluğun mekik çekme üzerindeki etkisini incelemiş ve katılımcıların kontrol grubuna kıyasla testi daha erken sonlandırdığını bulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Akut deneysel araştırma tasarımları, bir uygulama veya uygulamanın belirli bir sonuç veya değişken üzerindeki anlık etkilerini araştıran araştırma çalışmalarını ifade

eder. Bu tasarımlar tipik olarak tek bir oturumu veya müdahaleye maruz kalmayı içerir ve araştırmacıların müdahalenin anlık veya kısa vadeli etkilerini incelemesine olanak tanır. Zihinsel yorgunluk ve fiziksel performans bağlamında, zihinsel yorgunluğun kas dayanıklılığı, motor performansı ve egzersiz kapasitesi gibi fiziksel performansın çeşitli yönleri üzerindeki anlık etkisini incelemek için akut deneysel araştırma tasarımları kullanılmıştır. Bu çalışmalar genellikle bilişsel görevler veya faaliyetler yoluyla zihinsel yorgunluğun tetiklenmesini ve hemen ardından fiziksel performans sonuçlarının değerlendirilmesini içerir (Pageaux ve ark., 2013; Marcora ve ark., 2009).

3.2. Evren ve Örneklem

Çalışmaya güvenlik hizmetlerinde çalışan 10 erkek (yaş = 27.00 ± 4.03 yıl; boy = 179.20 ± 3.77 cm; kilo = 77.60 ± 3.23 kg) katılımcı gönüllü olarak katılmıştır. Tüm katılımcılar ateşli silah güvenliği konusunda eğitim almış ve 9 mm, .40 kalibre ya da .45 kalibre olmak üzere departman onaylı bir yarı otomatik hizmet tabancasıyla atış yapmaya aşinaydı. Katılımcılara veri toplanmadan önce katılımcılar çalışmanın faydaları ve olası riskleri hakkında bilgilendirilmiş ve katılım için yazılı onamları alınmıştır. Çalışma protokolü Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylanmış (E-91742949-044-428741/2024-08.30) ve tüm prosedürler Helsinki Deklarasyonu'na uygun olarak yürütülmüştür.

3.3. Veri Toplama Aracı

3.3.1. Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)

Algılanan Zorluk Derecesi (AZD), fiziksel aktivitenin öznel bir ölçüsüdür ve bireylerin egzersiz sırasında hissettikleri çaba veya yoğunluk düzeyini değerlendirmek için kullanılır. Bu ölçek, egzersiz bilimi, spor eğitimi ve klinik ortamlarda, bir kişinin egzersiz sırasında ne kadar yoğun çalıştığını algıladığına dair bir fikir sunar. AZD 6-20 ölçeği, orijinal Borg AZD ölçeğinin Foster ve ark. (2001) tarafından değiştirilmiş bir versiyonudur ve algılanan çabanın daha ayrıntılı bir değerlendirmesini sunmak amacıyla 0 ila 10 arasında bir aralık sunar. AZD 6-20 ölçeği kullanılırken, bireylerden mevcut efor seviyelerini en iyi şekilde yansıtan bir sayı seçmeleri istenir. Bu, genel efor hissi, solunum, kalp atış hızı, kas yorgunluğu ve diğer fiziksel duyular gibi öznel bir değerlendirmeye dayanır (Foster ve ark., 2001).

3.3.2. Ruh Hali

Atış performansı öncesinde ve sonrasında, katılımcıların ruh hali düzeyleri Terry ve ark. (1999; 2003) tarafından geliştirilmiş ve daha sonra Soylu ve ark. (2022) tarafından Türkçe 'ye çevrilen Brunel Ruh Hali Ölçeği kullanılarak tespit edilmiştir. Ölçek altı (6) farklı boyutta (kızgınlık, şaşkınlık, depresyon, yorgunluk, gerginlik ve canlılık) toplamıştır. Depresyon alt boyutu, klinik depresyonu değil, depresif bir ruh halini yansıtan bir gösterge içermektedir. Katılımcılara, oyunlar öncesinde ve sonrasında "Şu anda kendinizi nasıl hissediyorsunuz?" sorusu yöneltilmiş ve yanıtlarını 0 ile 4 arasında bir sayıyla ifade etmeleri istenmiştir (0 = hiç, 1 = biraz, 2 = orta derecede, 3 = oldukça, 4 = aşırı derecede).

3.3.3. Egzersiz Keyfi

Atış performansı sırasında alınan keyif düzeyi, Kendzierski ve DeCarlo (1991) tarafından geliştirilen 18 maddelik Fiziksel Aktivite Keyif Ölçeğinden Raedeke (2008) tarafından türetilen 8 maddelik Egzersiz Keyif ölçeği kullanılarak belirlenmiştir. Soylu ve ark. (2023) tarafından Türkçe'ye uyarlanmıştır. Katılımcıların atış performansı sırasında "Egzersiz yaparken kendinizi şu anda nasıl hissediyorsunuz?" sorusunu yanıtlamaları istenmiştir. Ölçek, egzersizden aldıkları keyif seviyesini değerlendirmek için kullanılan tek bir alt boyuttan (örneğin, "Eğlenceli-Eğlenceli Değil") oluşur. Katılımcılar, 1 (Hiç katılmıyorum) ile 7 (Tamamen katılıyorum) arasında değişen 7 puanlı iki kutuplu bir ölçek kullanarak yanıtlarını vermişlerdir.

3.3.4. Zihinsel Yorgunluk

Zihinsel yorgunluğun ölçümünde kullanılan bir araç olan Görsel Analog Skala (GAS), bireylerin zihinsel yorgunluğu algılamasını ve öznel deneyimlerini değerlendirmelerini sağlayan bir derecelendirme ölçeğidir. GAS, tipik olarak "yorgunluk yok" veya "hiç yorgun değilim" (0) ile "aşırı yorgunluk" veya "çok yorgunum" (100) arasındaki bir yatay çizgi veya ölçekle temsil edilir. Katılımcılardan algıladıkları zihinsel yorgunluk seviyesini göstermek için çizgi üzerine bir işaret koymaları istenir. Bu ölçeğin futbolcularda zihinsel yorgunluğu doğru bir şekilde ölçtüğü daha önce kanıtlanmıştır (Soylu ve ark., 2022).

3.4. Prosedür

Çalışma, zihinsel yorgunluğun güvenlik hizmetlerinde çalışan bireylerde nişancılığı nasıl etkilediğini araştırmaktadır. Katılımcılar, zihinsel yorgunluk uygulaması sonrası gerçekleştirilen atış performansı ve kontrol görevi olarak bir hafta boyunca iki seansa katıldılar. Tüm seanslar günün aynı saatinde izole bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, çalışma boyunca uyku düzenlerini korumaları ve belirli maddelerden (kafein, nikotin, alkol) kaçınmaları talimatı verilmiştir. Seanslar sırasında katılımcılar güvenlik ve gerçekçilik için koruyucu giysiler (yelek, kask) giymiştir. Her iki atış performansı seansları sırasında algılanan zorluk derecesi, egzersiz keyfi ve görsel analog skala doldurdular. Ruh hali ölçeği ise seanslardan önce ve sonra doldurtulmuştur. Seanslar açık alan atış poligonunda gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar kendi görev tabancalarını kulak koruyucularını ve göz koruyucularını kullanmış ve test sürecinin tamamı boyunca kendi tabancalarından sorumlu olmuşlardır. Tüm katılımcılar için standart mermiler ve aynı hedefler sağlanmıştır. Katılımcıların atış performansı farklı günlerde 48 saat arayla test edilmiştir.

3.5. Temel Atış Doğruluğu Değerlendirmesi

Katılımcıların, kontrollü bir ortamda temel atış hassasiyetini değerlendirmek için standart kullanmış oldukları (SAR9 METE, 9x19 mm) tabancalarını kullanmaları istenmiştir. Katılımcılar standart yeterlilik hedefinde (bir bireyin üst vücut ve baş şeklinde siyah bir silüet) bulunan, merkeze veya başa yerleştirilmiş 20.32 cm'lik bir daireye nişan alıp atış yapmıştır (Şekil 1). Tam şarjörün (15 mermi) doldurulmasının ardından, memurlar 8m çizgisinde durmuş ve statik bir şekilde kendi hızlarında on atış gerçekleştirmiştir.

İsabetlilik, atışların yerleşimine göre aşağıdaki puanlama sistemiyle değerlendirilmiştir:

- * 3 puan: Hedef merkezi veya kafa
- * 2 puan: Kütle merkezi dışındaki hayati üst vücut bölgeleri
- * 1 puan: Ekstremiteler

Alınabilecek maksimum puan 30 olarak belirlenmiştir. Nihai puanlar, katılımcıların puanının 30'a bölünmesi ve ardından 100 ile çarpılması sonucunda yüzde olarak ifade edilmiştir (Muirhead ve ark., 2019).



Şekil 1. Hedef Kâğıdı

3.6. Zihinsel Yorgunluk Uygulaması

Zihinsel yorgunluk uygulaması olarak EncephalApp Stroop uygulaması kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Solon-Júnior ve ark., 2024; Bouneva, 2013; Bajaj ve ark., 2015). Testin bilgisayar versiyonu ile geçerliliğini sağlamak için araştırmacılar, bilgisayarda olduğu gibi, deneme sayısını uygulamanın ayarlarına göre yapılandırmıştır. Bunun için "ayarlar" kısmına hem "stroop off" hem de "stroop on" için "test aşamaları" kısmına 6 sayısını eklemişlerdir. Uygulama, uyaranların uyumsuzluğuna veya uyumuna bağlı olarak ayarlanabilen "kapalı" ve "açık" durum olmak üzere iki bileşene sahiptir. Katılımcılardan ekranın alt kısmında görüntülenen renge karşılık gelen bölüme dokunmaları istenmiştir. Örneğin, uyumsuz renklendirme denemelerinde, "YEŞİL" kelimesi kırmızı renkte görüntüleniyorsa, doğru yanıt kırmızı ve yanlış yanıt yeşil olacaktır. Eğer bir katılımcı hata yaparsa, deneme duracak ve program baştan başlayacaktı. Katılımcıların bir denemeyi bitirebilmeleri için arka arkaya on başarılı denemeyi tamamlamaları gerekiyordu. Son olarak, yanıt süresine ilişkin veriler toplanmıştır (doğru yanıtlar için ortalama süre, uyumlu ve uyumsuz uyaranlar için ayrı ayrı analiz edilmiştir, yani 60 uyumlu ve 60 uyumsuz denemenin ortalaması). Uyumlu ve

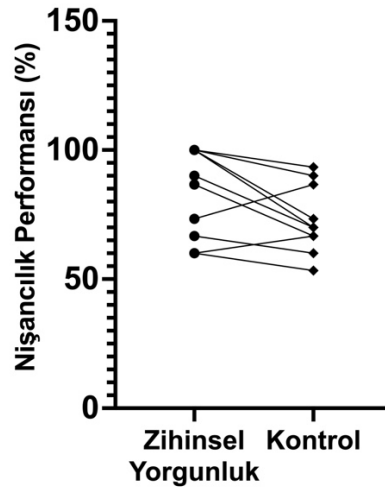
uyumsuz uyaranlar için doğruluk oranları (ortalama yüzde $\pm$ SD) sırasıyla 98.9 ± 1.2 ve 98.9 ± 1.4 olarak tespit edilmiştir (Solon-Júnior ve ark., 2024).

3.7. Verilerin Analizi

Zihinsel yorgunluk sonrası atış performansı ve kontrol seasını atış performansında elde edilen veriler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde sunulmuştur. Her iki koşul arasındaki farklılıkları değerlendirmek amacıyla, psikofizyolojik yanıtlar ve atış performans gibi her bağımlı değişken için eşleştirilmiş t-testleri kullanılmıştır. Ruh hali cevapları için tekrarlı ölçümlerde iki yönlü ANOVA analizi kullanılmıştır. Ayrıca, her bağımlı değişken için etki büyüklükleri (Cohen's d) hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü istatistikleri için belirlenen eşikler şu şekildedir: 0.2, önemsiz; 0.6, küçük; 1.2, orta; 2.0, büyük; ve >2.0 , çok büyük (Hopkins ve ark., 2008). Tüm istatistiksel analizler, SPSS yazılımının 24.0 sürümü (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p \leq 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

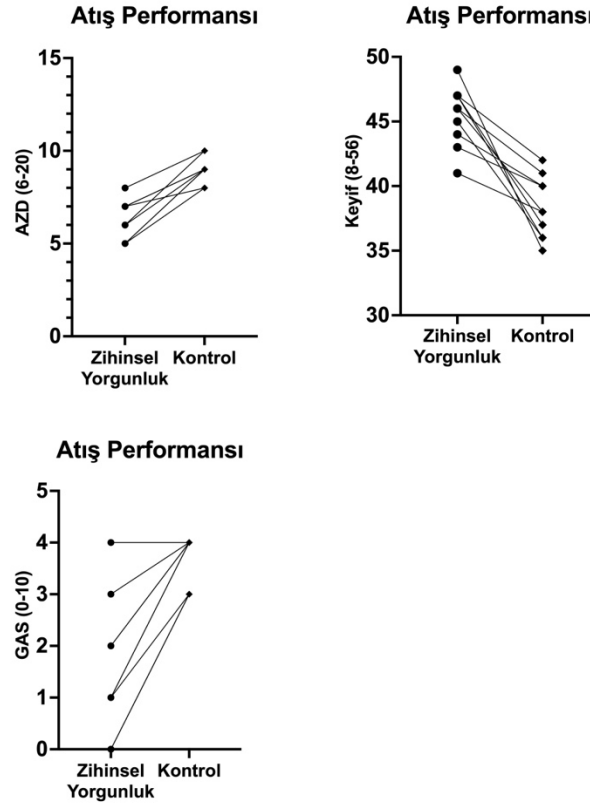
Araştırmanın bu bölümünde zihinsel yorgunluk uygulaması yapılarak gerçekleştirilen atış performansı ile zihinsel yorgunluk olmadan yapılan seasnlara ait psikofizyolojik ve atış performansı istatistiksel sonuçlara sunulmuştur.



Şekil 2. Nişancılık Performansı (%)

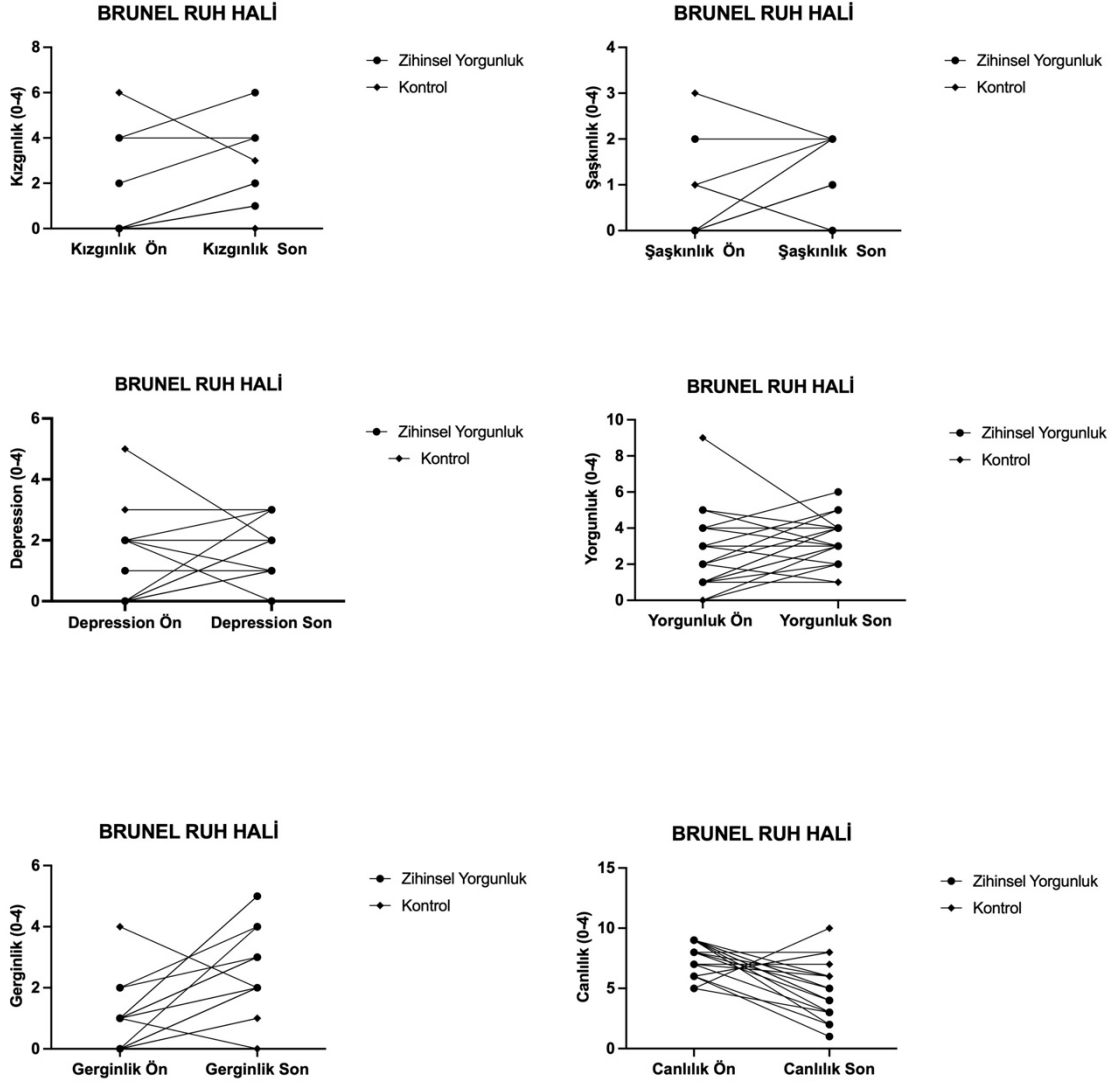
Şekil 2’de katılımcıların nişancılık performans (%) ait istatistiksel cevaplara yer verilmektedir. Nişancılık performansı yanıtında gruplar arasında istatistiksel olarak

anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$; $d = 0.770$). Zihinsel yorgunluk uygulamasının nişancılık performansını düşürdüğü tespit edilmiştir.



Şekil 3. Psikofizyolojik cevaplar

Şekil 3’de zihinsel yorgunluk ve zihinsel yorgunluk olmadan gerçekleştirilen nişancılık performanslarına ait istatistiksel sonuçlarına yer verilmiştir. AZD ($p < 0.05$; $d = -2.278$), GAS ($p < 0.05$; $d = 2.190$), ve keyif ($p < 0.05$; $d = -1.449$). yanıtlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Sonuçlara göre zihinsel yorgunluk sonrasında algılanan zorluk ve GAS değerleri artarken, alınan keyif azalma olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. Zihinsel yorgunluk ve kontrol koşuluna ait Brunel ruh hali cevapları

Şekil 4’de zihinsel yorgunluk uygulaması yapıldıktan ve yapılmadan sonra gerçekleştirilen nişancılık atış performansına verilen ruh hali yanıtlarına ait istatistiksel sonuçlarına yer verilmiştir. Gerginlik ruh halinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($F = 30.720$; $p = 0.01$; $\eta^2 = 0.631$). Zihinsel yorgunluk koşulunda daha fazla gerginlik ruh haline sahip olduğu belirlenmiştir. Kızgınlık ($F = 0.259$; $p = 0.617$; $\eta^2 = 0.014$), şaşkınlık ($F = 0.900$; $p = 0.132$; $\eta^2 = 0.122$), depresyon ($F = 0.637$; $p = 0.435$; $\eta^2 = 0.034$), yorgunluk ($F = 1.683$; $p = 0.211$; $\eta^2 = 0.086$) ve canlılık ($F = 0.210$; $p = 0.652$; $\eta^2 = 0.012$) cevaplarındagruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Zihinsel yorgunluk verilerek yapılan atış

performansı kızgınlık, depresyon, yorgunluk, gerginlik gibi ruh hallerinde artışa neden olurken, canlılık ruh halinde ise azalmaya neden olduğu görülmüştür. Şaşkınlık ruh halinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada zihinsel yorgunluk uygulamasının güvenlik personeline nişancılık performansına ve psikofizyolojik yanıtlara etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre zihinsel yorgunluk uygulama sonrasında nişancılık performansında düşüş olduğu görülmüştür. Zihinsel yorgunluk uygulaması sonrasında AZD ve GAS skorlarında artış olurken keyif düzeyinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Ruh halinin ise zihinsel yorgunluktan etkilendiği kızgınlık, depresyon, yorgunluk, gerginlik düzeylerinde artış olduğu bununla birlikte canlılık ruh halinde azalma olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada zihinsel yorgunluğun nişancılık performansını olumsuz etkilediği ve atış performansında düşüşe neden olduğu görülmüştür. Zihinsel yorgunluğun nişancılıkta isabetlilik ve hassasiyet üzerinde önemli bir etkisi olduğu araştırmalarla desteklenmektedir. Nişancılıkta isabetlilik, sıcak ve soğuk gibi çevre şartları (Lakie ve Campbell, 1995) ve stres (Solberg vd., 1996) gibi çok sayıda faktörden etkilendiği belirtilmektedir. Johnson ve Merullo (1999) yılında yaptıkları çalışmada, katılımcılar üç saat boyunca dost-düşman ayrımı yaptıkları zihinsel olarak yorucu bir nöbetçi nişancılığı simülasyonunu tamamlamışlardır. Katılımcılar çift kör bir tasarımla plasebo ya da uyarıcı (kafein) almak üzere rastgele atanmışlar ve uyarıcı alan katılımcılar, görevde geçen süre arttıkça önemli ölçüde daha az dost-düşman karar hatası sergilemiştir.

Yakın zamanda yapılan çalışmalar, zihinsel yorgunluk ile dost-düşman karar doğruluğu arasında, ince motor kontrolü ile endekslenen potansiyel bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Wilson ve ark., (2015) hedef açısından zengin bir ortamda (yüksek atış/düşük atış yapmama) atış yapan katılımcıların daha fazla görev hatası (yani, ateşi kesmek yerine yanlışlıkla ateş etme) ve daha hızlı tepkiler verdiğini ve bunun da hız-doğruluk dengesine yol açtığını bulmuşlardır. Head ve Helton (2012; 2013) katılımcıların genellikle atış yapılmayan uyaranların tamamen farkında olduğu ancak motor balistik rutin nedeniyle yanlışlıkla yanıt verdiğini belirtmiştir. Bu durum ise ince motor kontrolündeki bu başarısızlık, denetleyici dikkat sisteminin aşırı yüklenmesi ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Helton, 2009). Yapılan diğer çalışmalar da zihinsel yorgunluğun

nişancılık görevlerinde karar verme ve atış performansını bozabileceğini göstermiştir (Head vd., 2017). Bu etki, zihinsel yorgunluğun isabet ve teknik performansın azalmasıyla bağlantılı olduğu çeşitli sporlara da uzanmaktadır (Gokmen ve ark., 2024; Soylu ve ark., 2021; Soylu ve ark., 2022; Smith ve ark., 2016; Daub ve ark., 2022; Daub, 2023). Performans üzerindeki etkisini değerlendirirken zihinsel yorgunluğu fiziksel yorgunlukla birlikte ele almak önemlidir. Fiziksel yorgunluk tek başına her zaman nişancılıkta isabet oranının düşmesine yol açmasa da (Pedrosa, 2023), zihinsel ve fiziksel yorgunluğun birleşimi atış performansı üzerinde daha belirgin bir etkiye sahip olabilir (Coutinho vd., 2018). Zihinsel yorgunluğun, nişancılık görevlerinde isabeti korumak için gerekli olan nöromusküler işlevi ve egzersiz performansını da bozduğu gösterilmiştir (Holgado ve ark., 2023). Devam eden araştırmalar, zihinsel yorgunluğun nişancılık doğruluğu üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için karşı önlemler geliştirmeye odaklanmıştır. Zihinsel yorgunluğun atış performansı üzerindeki etkisini hafifletmeye yardımcı olmak için zihinsel toparlanma teknikleri gibi stratejiler araştırılmıştır (Loch ve ark., 2023). Zihinsel yorgunluk ve nişancılık isabeti arasındaki ilişkiyi anlamak, özellikle fitness seviyelerinin ve eğitim programlarının nişancılık sonuçlarını etkileyebileceği kolluk kuvvetleri gibi yüksek performanslı ortamlarda çok önemlidir (Muirhead ve ark., 2019). Sonuç olarak, zihinsel yorgunluk, nişancılık görevlerinde yüksek düzeyde doğruluk elde etmek için gerekli olan karar verme, teknik beceriler ve fiziksel performansı bozarak nişancılık doğruluğunu ve hassasiyetini önemli ölçüde etkiler. Zihinsel yorgunluğun etkisini tanımak ve bunu yönetmek için uygun stratejileri uygulamak, nişancılık performansını optimize etmek için hayati önem taşır.

Mevcut çalışmanın psikofizyolojik yanıtları incelendiğinde AZD ve GAS değerlerindeki artışın ve keyif hissinin azalmasının zihinsel yorgunluktan kaynaklandığı görülmüştür. Zihinsel yorgunluğun AZD, GAS ve atış faaliyetlerinden alınan keyif üzerindeki etkisini anlamak için, fiziksel ve bilişsel performans üzerindeki etkilerini dikkate almak çok önemlidir. Head ve ark., (2017) zihinsel yorgunluk nedeniyle bireyler gereken çabayı gerçekte olduğundan daha yüksek olarak algılayabilmekte ve bilişsel işlevlerdeki bu bozulma, atış görevleri sırasında AZD'nin artmasına neden olduğunu belirtmiştir. Slimani ve ark., (2018) zihinsel yorgunluk ruh hali, motivasyon ve uyanıklıktaki değişikliklerle ilişkilendirilmiştir ve bu da öznel keyif derecelendirmelerini etkileyebileceğini vurgulamıştır. Ayrıca, fiziksel aktivite, zihinsel aktivite ve yorgunluk

boyutları arasındaki zamansal ilişkiler, nişancılık gibi faaliyetlerde zihinsel yorgunluk ve algılanan efor arasındaki karmaşık ilişkinin altını çizmektedir (Fawole ve ark., 2020). Genel olarak, zihinsel yorgunluk çaba, ruh hali ve keyif algılarını değiştirebilir ve sonuçta AZD ve GAS puanlarını ve nişancılık faaliyetleri sırasında genel memnuniyeti etkileyebilir. Yapılan araştırmalarda zihinsel yorgunluğun çeşitli sporlarda fiziksel performansı bozabileceğini göstermiştir (Soylu ve Arslan, 2021; Cutsem vd., 2017). Marcora ve ark., (2009) zihinsel yorgunluğun, fiziksel görevler sırasında çaba ve efor algısını etkileyebilecek algısal çarpıtmalara neden olabileceğini göstermiştir. Ayrıca, zihinsel yorgunluk ruh hali, motivasyon ve uyanıklıktaki değişikliklerle ilişkilendirilmiştir ve bu da öznel keyif derecelendirmelerini etkileyebilir ve zihinsel yorgunlukla ilişkili yorgunluk hissi ve enerji eksikliği, atış görevlerine katılımında keyif ve motivasyonun azalmasına neden olabilir (Bahrami ve ark., 2020). Araştırmalar ayrıca zihinsel yorgunluğun sporda karar verme ve teknik performansa zarar verebileceğini, bunun da atış faaliyetleri sırasında keyif ve memnuniyetin azalmasına katkıda bulunabileceğini bununla birlikte zihinsel yorgunluğun bilişsel süreçler ve motor beceriler üzerindeki olumsuz etkileri, algılanan performans kalitesi ve atış deneyiminden genel memnuniyetle ilgili GAS puanlarını etkileyebileceği vurgulanmıştır (Daub ve ark., 2022). Sonuç olarak, zihinsel yorgunluk, çaba, ruh hali, motivasyon ve bilişsel performans algısını değiştirerek AZD'yi, GAS puanlarını ve atış faaliyetlerinden alınan keyfi etkileyebilir. Zihinsel yorgunluğu yönetme ve zihinsel iyileşmeyi artırma stratejileri, atış deneyimini optimize etmede ve atış görevleri sırasında yüksek düzeyde keyif ve memnuniyeti sürdürmede faydalı olabilir.

Bu çalışmanın farklı bir sonucuda zihinsel yorgunluğun duygu durumunu etkilediğini göstermiştir. Kızgınlık, depresyon, gerginlik ve yorgunluk ruh hallerinde artışlar ortaya çıkarken canlılık halinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Yorgunluk ister zihinsel ister fiziksel olsun, atış veya nişancılık performansında ruh hali ve duygular üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Marcora ve ark., (2009)'a göre, zihinsel yorgunluk duygusal tükenme, duygusal kapasitede azalma ve ruh halindeki değişikliklerle bağlantılıdır. Hsu ve ark., (2021) belirttiği gibi, yorgunluk, enerji eksikliği ve yorgunlukla ilişkili duygusal tükenme duyguları, atış görevlerinden alınan keyif, motivasyon ve memnuniyetin azalmasına neden olabilir. Ayrıca, Pedrosa (2023)'nın belirttiği gibi, yorgunluk stres, endişe ve depresyon duygularına katkıda bulunabilir ve bu

da nişancılık faaliyetleri sırasında ruh halini ve genel psikolojik refahı olumsuz yönde etkileyebilir. Benzer şekilde Bourdas (2024) yorgunluğun atış performansını etkileyebileceğini belirtmiştir. Grgić ve ark., (2022) ise, yorgunluk ile ruh hali bozuklukları da dahil olmak üzere performans eksiklikleri arasındaki ilişki kapsamlı bir şekilde ortaya koymuş ve yorgunluk genellikle olumsuz ruh hali durumlarıyla ilişkilendirilmektedir. Buna ek olarak, Daub'un (2023) yorgunluk karar verme, bilişsel işlem hızı ve duygusal düzenlemeyi bozarak çekim görevleri sırasında ruh halini ve duygusal refahı daha da etkileyebileceğini ifade etmiştir. Literatür incelendiğinde, zihinsel yorgunluk duygusal tükenme, duygusal kapasitede azalma ve ruh halindeki değişikliklerle bağlantılı olmakla birlikte bu durum duygusal düzenleme ve ifadeyi etkileyebilir (Brietzke ve ark., 2021). Dahası ister fiziksel ister bilişsel efordan kaynaklansın, yorgunluk, bitkinlik, enerji eksikliği ve duygusal tükenme duygularına neden olabilir ve bu da ruh halini ve genel psikolojik refahı etkileyebilir (Healy ve McKay, 2000). Çalışmalar sürekli olarak ruh hali ve yorgunluk arasında bir ilişki olduğunu ve düşük ruh halinin genellikle artan yorgunlukla aynı zamana denk geldiğini göstermiştir (Matcham ve ark., 2015). Zihinsel yorgunluğun, genel refahın belirlenmesinde önemli faktörler olan duygusal düzenleme ve ruh hali durumları üzerinde etkisi olduğu gösterilmiştir (Grillon ve ark., 2015). Zihinsel yorgunluğun duygusal tükenmeye, duygusal kapasitenin azalmasına ve ruh hali durumlarında değişikliklere yol açabileceğini ve duygusal düzenleme ve ifadeyi etkileyebilecek daha yüksek düzeyde duygusal iş yorgunluğu, stres, anksiyete ve depresyon ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Grillon ve ark., 201). Buna ek olarak, zihinsel yorgunluk fiziksel ve duygusal tükenme duygularına katkıda bulunabilir ve bu da nihayetinde ruh halini ve genel psikolojik güçlenmeyi etkileyebilir (Blais ve ark., 220). Bu nedenle, yorgunlukla ilgili sorunları etkili bir şekilde yönetmek ve çeşitli ortamlarda ruh sağlığını teşvik etmek için zihinsel yorgunluk ile duygusal esenlik arasındaki ilişkiyi anlamak önemlidir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonuçları, zihinsel yorgunluğun nişancılık atış performansı sırasında nişancılık performansını, algılanan zorluğu ve zihinsel yorgunluk düzeyini artırdığını ve algılanan keyif duygusunu azalttığını göstermiştir. Ayrıca zihinsel yorgunluğun ruh hali cevaplarında da kızgınlık, depresyon, gerginlik ve yorgunluk ruh halini artırırken canlılık halinde düşüslere neden olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucu göstermektedir ki,

yorgunluğun tetiklenme mekanizmasının nasıl olduğundan bağımsız olarak yorgunluğun ruh hali, duygusal uyarılma ve motivasyonda değişikliklere yol açabileceğini belirtilmiştir. Nişancılık bağlamında, zihinsel yorgunluk ve duygu arasındaki etkileşim önemli olmakla birlikte zihinsel yorgunluk duygusal iş yorgunluğuna, strese, kaygıya ve depresyona katkıda bulunabilir. Nişancılık aktiviteleri sırasında duygusal düzenlemeyi ve ruh halini etkileyebilir. Ayrıca zihinsel yorgunlukla ilişkili yorgunluk hissi ve enerji eksikliği, atış görevlerini yerine getirirken alınan keyfin, motivasyonun ve memnuniyetin azalmasına neden olabilir. Nişancılık performansı öncesinde oluşacak zihinsel yorgunluk durumlarında, kişilere stres, başa çıkma stratejileri ve duygusal tükenme arasındaki ilişki, işle ilgili stresin gerginlik, kaygı, yorgunluk ve depresyon duyguları da dahil olmak üzere ruh hali değişiklikleri üzerindeki etkisini vurgulayacak farkındalıklar oluşturmak bu durumu engelleyebilir. Bununla birlikte, zihinsel torparlanma stratejileri kullanılarak kişilerin nişancılık performansları artırılabilir.

KAYNAKÇA

- Aaronson, L., Teel, C., Cassmeyer, V., Neuberger, G., Pallikkathayil, L., Pierce, J., ... ve Wingate, A. (1999). Defining and measuring fatigue. *Image the Journal of Nursing Scholarship*, 31(1), 45-50. <https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.1999.tb00420.x>
- Abd-Elfattah, H. M., Abdelazeim, F. H., ve Elshennawy, S. (2015). Physical and cognitive consequences of fatigue: A review. *Journal of advanced research*, 6(3), 351-358.
- Aguilera, J., Gil-Cabrera, J., Regueros, A., ve Clemente-Suárez, V. (2021). Effect of different exercise stressors on soldier's psychophysiological response and marksmanship.. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-711782/v1>
- Alexander, N., Taffet, G., Horne, F., Eldadah, B., Ferrucci, L., Nayfield, S., ... ve Studenski, S. (2010). Bedside-to-bench conference: research agenda for idiopathic fatigue and aging. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(5), 967-975. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.02811.x>

- Amann, M. (2011). Central and peripheral fatigue: interaction during cycling exercise in humans. *Medicine ve Science in Sports ve Exercise*, 43(11), 2039-2045.
- Ament, W., ve Verkerke, G. J. (2009). Exercise and fatigue. *Sports medicine*, 39, 389-422.
- Assaf, A. H., Abdessalem, H. B., ve Frasson, C. (2023). Detection and recuperation of mental fatigue. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 13(2), 15-31.
- Bahrami, A., Moradi, J., ve Etaati, Z. (2020). The effect of mental fatigue on three-point shot performance in skilled basketball players. *International Journal of Motor Control and Learning*, 2(4), 4-10. <https://doi.org/10.29252/ijmcl.2.4.4>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., ve Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, 2(2), 111–127. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2.2.111>
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Muraven, M., ve Tice, D. M. (1998). Ego depletion: Is the active self a limited resource? *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(5), 1252–1265. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.5.1252>
- Behrens, M., Gube, M., Chaabene, H., Prieske, O., Zenon, A., Broscheid, K. C., ... ve Weippert, M. (2023). Fatigue and human performance: an updated framework. *Sports medicine*, 53(1), 7-31.
- Bensing, J. M., Hulsman, R. L., ve Schreurs, K. M. (1999). Gender differences in fatigue: biopsychosocial factors relating to fatigue in men and women. *Medical care*, 37(10), 1078-1083.
- Bernstein, C. (2023). Understanding predictors of fatigue over time in persons with inflammatory bowel disease: the importance of depressive and anxiety symptoms. *The American Journal of Gastroenterology*, 119(5), 922-929. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000002630>
- Blais, A., Gillet, N., Houle, S., Comeau, C., ve Morin, A. (2020). Work fatigue profiles: nature, implications, and associations with psychological empowerment. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.596206>

- Boksem, M. A., ve Tops, M. (2008). Mental fatigue: costs and benefits. *Brain research reviews*, 59(1), 125–139. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.07.001>
- Boksem, M. A., Meijman, T. F., ve Lorist, M. M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological psychology*, 72(2), 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.007>
- Bourdas, D. (2024). Basketball fatigue impact on kinematic parameters and 3-point shooting accuracy: insights across players' positions and cardiorespiratory fitness associations of high-level players. *Sports*, 12(3), 63. <https://doi.org/10.3390/sports12030063>
- Brietzke, C., Vinícius, Í., Franco-Alvarenga, P., Canestri, R., Goethel, M., Santos, L., ... ve Santos, T. (2021). Proof-of-concept and test-retest reliability study of psychological and physiological variables of the mental fatigue paradigm. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9532. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189532>
- Brown, D. M. Y. Y., Graham, J. D., Innes, K. I., Harris, S., Flemington, A., ve Bray, S. R. (2020). Effects of prior cognitive exertion on physical performance: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(3), 497–529. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01243-4>
- Brown, M., Tandy, R., Wulf, G., ve Young, J. (2013). The effect of acute exercise on pistol shooting performance of police officers. *Motor Control*, 17(3), 273-282. <https://doi.org/10.1123/mcj.17.3.273>
- Brownsberger, J., Edwards, A., Crowther, R., ve Cottrell, D. (2013). Impact of mental fatigue on self-paced exercise. *International journal of sports medicine*, 1029-1036.
- Cairns, S. P., Knicker, A. J., Thompson, M. W., ve Sjøgaard, G. (2005). Evaluation of models used to study neuromuscular fatigue. *Exercise and sport sciences reviews*, 33(1), 9-16.

- Capuron, L. and Miller, A. (2011). Immune system to brain signaling: neuropsychopharmacological implications. *Pharmacology ve Therapeutics*, 130(2), 226-238. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2011.01.014>
- Chen, M. H., Wylie, G. R., Sandroff, B. M., Dacosta-Aguayo, R., DeLuca, J., ve Genova, H. M. (2020). Neural mechanisms underlying state mental fatigue in multiple sclerosis: a pilot study. *Journal of Neurology*, 267, 2372-2382.
- Cordeiro, L., Rabelo, P., Moraes, M., Teixeira-Coelho, F., Coimbra, C., Wanner, S., ... ve Soares, D. (2017). Physical exercise-induced fatigue: the role of serotonergic and dopaminergic systems. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 50(12). <https://doi.org/10.1590/1414-431x20176432>
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Wong, D., Travassos, B., Coutts, A., ve Sampaio, J. (2018). Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. *Human Movement Science*, 58, 287-296. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.03.004>
- Dantzer, R., Heijnen, C. J., Kavelaars, A., Laye, S., ve Capuron, L. (2014). The neuroimmune basis of fatigue. *Trends in neurosciences*, 37(1), 39-46.
- Daub, B. (2023). The relationship between mental fatigue and shooting performance over the course of a national collegiate athletic association division i basketball season. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(2), 334-341. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000004624>
- Daub, B., McLean, B., Heishman, A., Peak, K., ve Coutts, A. (2022). Impacts of mental fatigue and sport specific film sessions on basketball shooting tasks. *European Journal of Sport Science*, 23(8), 1500-1508. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2161421>
- Daub, B., McLean, B., Heishman, A., Peak, K., ve Coutts, A. (2022). Impacts of mental fatigue and sport specific film sessions on basketball shooting tasks. *European Journal of Sport Science*, 23(8), 1500-1508. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2161421>

- Demougeot, L. and Papaxanthis, C. (2011). Muscle fatigue affects mental simulation of action. *Journal of Neuroscience*, 31(29), 10712-10720. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.6032-10.2011>
- Dickin, D.C., ve Doan, J.B. (2008). Postural stability in altered and unaltered sensory environments following fatiguing exercise of lower extremity joints. *Scandinavian Journal of Medicine ve Science in Sports*, 18, 765–772. PubMed doi:10.1111/j.1600-0838.2007.00760.x
- Doncker, W., Dantzer, R., Ormstad, H., ve Kuppuswamy, A. (2017). Mechanisms of poststroke fatigue. *Journal of Neurology Neurosurgery ve Psychiatry*, 89(3), 287-293. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2017-316007>
- Dowell, N., Cooper, E., Tibble, J., Voon, V., Critchley, H., Cercignani, M., ... ve Harrison, N. (2016). Acute changes in striatal microstructure predict the development of interferon-alpha induced fatigue. *Biological Psychiatry*, 79(4), 320-328. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.05.015>
- Enoka, R. and Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *The Journal of Physiology*, 586(1), 11-23. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.139477>
- Enoka, R. and Duchateau, J. (2016). Translating fatigue to human performance. *Medicine ve Science in Sports ve Exercise*, 48(11), 2228-2238. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000929>
- Erčulj, F. and Supej, M. (2009). Impact of fatigue on the position of the release arm and shoulder girdle over a longer shooting distance for an elite basketball player. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 1029-1036. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181a07a27>
- Evans, R. K., Scoville, C. R., Ito, M. A., ve Mello, R. P. (2003). Upper Body Fatiguing Exercise and Shooting Performance. *Military Medicine*, 168(6), 451–456. <https://doi.org/10.1093/milmed/168.6.451>

- Evans, W. and Lambert, C. (2007). Physiological basis of fatigue. *American Journal of Physical Medicine ve Rehabilitation*, 86(1), S29-S46.
<https://doi.org/10.1097/phm.0b013e31802ba53c>
- Fan, J., ve Smith, A. P. (2017). The impact of workload and fatigue on performance. In *Human Mental Workload: Models and Applications: First International Symposium, H-WORKLOAD 2017, Dublin, Ireland, June 28-30, 2017, Revised Selected Papers 1* (pp. 90-105). Springer International Publishing.
- Fan, X., Zhou, Q., Xie, F., ve Liu, Z. (2017). Mental fatigue and impaired attention: An event-related potential study. *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, 7(2), 378–387. <https://doi.org/10.1166/jmihi.2017.2043>
- Fawole, H., Dell’Isola, A., Steultjens, M., Riskowski, J., ve Chastin, S. (2020). Temporal associations between physical activity, mental activity and fatigue dimensions in knee osteoarthritis: an exploratory intensive longitudinal study. *Fatigue Biomedicine Health ve Behavior*, 8(1), 32-48.
<https://doi.org/10.1080/21641846.2020.1744807>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... ve Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Frone, M. R., ve Tidwell, M. C. O. (2015). The meaning and measurement of work fatigue: Development and evaluation of the Three-Dimensional Work Fatigue Inventory (3D-WFI). *Journal of occupational health psychology*, 20(3), 273.
- Fry, A., Mullinger, K. J., O'Neill, G. C., Brookes, M. J., ve Folland, J. P. (2017). The effect of physical fatigue on oscillatory dynamics of the sensorimotor cortex. *Acta Physiologica*, 220(3), 370-381.
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological reviews*.
- Genova, H. M., Rajagopalan, V., Deluca, J., Das, A., Binder, A., Arjunan, A., Chiaravalloti, N., ve Wylie, G. (2013). Examination of cognitive fatigue in multiple sclerosis using functional magnetic resonance imaging and diffusion

tensor imaging. PloS one, 8(11), e78811.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078811>

- Giboin LS, Wolff W. The effect of ego depletion or mental fatigue on subsequent physical endurance performance: a meta-analysis. *Perform Enhanc Health*. 2019;7(1–2):1–23.
- Goedendorp, M., Tack, C., Steggink, E., Bloot, L., Bazelmans, E., ve Knoop, H. (2013). Chronic fatigue in type 1 diabetes: highly prevalent but not explained by hyperglycemia or glucose variability. *Diabetes Care*, 37(1), 73-80.
<https://doi.org/10.2337/dc13-0515>
- Gokmen, E., Soylu, Y., Turgut, T., Talaghir, L. G., ve Rus, C. M. (2024). Mind Games on the Court: Exploring Mental Fatigue in Simulated Badminton Matches. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 16(2), 325-335.
- Goonetilleke, R.S., Hoffmann, E.R., ve Lau, W.C. (2009). Pistol shooting accuracy as dependent on experience, eyes being opened and available viewing time. *Applied Ergonomics*, 40, 500–508. doi:10.1016/j.apergo.2008.09.005
- Grgić, J., Mikulić, I., ve Mikulić, P. (2022). Negative effects of mental fatigue on performance in the yo-yo test, loughborough soccer passing and shooting tests: a meta-analysis. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(1), 10.
<https://doi.org/10.3390/jfmk7010010>
- Grillon, C., Quispe-Escudero, D., Mathur, A., ve Ernst, M. (2015). Mental fatigue impairs emotion regulation.. *Emotion*, 15(3), 383-389.
<https://doi.org/10.1037/emo0000058>
- Guo, W., Ren, J., Wang, B., ve Zhu, Q. (2015). Effects of relaxing music on mental fatigue induced by a continuous performance task: behavioral and erps evidence. *Plos One*, 10(8), e0136446. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136446>
- Habay, J., Van Cutsem, J., Verschueren, J., De Bock, S., Proost, M., De Wachter, J., et al. (2021). Mental fatigue and sport-specific psychomotor performance: A systematic review. *Sports Medicine*, 51(7), 1527–1548.
<https://doi.org/10.1007/s40279-021-01491-4>

- Haufler, A.J., Spalding, T.W., Santa Maria, D.L., ve Hatfield, B.D. (2000). Neuro cognitive activity during a self-paced visuospatial task: comparative EEG profiles in marksmen and novice shooters. *Biological Psychology*, 53, 131–160. PubMed doi:10.1016/S0301-0511(00)00047-8
- Head, J., ve Helton, W. S. (2012). Natural scene stimuli and lapses of sustained attention. *Consciousness and cognition*, 21(4), 1617-1625.
- Head, J., ve Helton, W. S. (2013). Perceptual decoupling or motor decoupling?. *Consciousness and Cognition*, 22(3), 913-919.
- Head, J., Tenan, M., Tweedell, A., LaFiandra, M., Morelli, F., Wilson, K., ... ve Helton, W. (2017). Prior mental fatigue impairs marksmanship decision performance. *Frontiers in Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00680>
- Head, J., Tenan, M., Tweedell, A., LaFiandra, M., Morelli, F., Wilson, K., ... ve Helton, W. (2017). Prior mental fatigue impairs marksmanship decision performance. *Frontiers in Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00680>
- Healy, C. and McKay, M. (2000). Nursing stress: the effects of coping strategies and job satisfaction in a sample of australian nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 31(3), 681-688. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2000.01323.x>
- Heil, J., Loffing, F., ve Büsch, D. (2020). The influence of exercise-induced fatigue on inter-limb asymmetries: a systematic review. *Sports Medicine - Open*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00270-x>
- Helin, H., Mattila, J., Rantala, I., ve Vaalasti, T. (1987). In vivo binding of immunoglobulin and complement to elastic structures in urinary bladder vascular walls in interstitial cystitis: demonstration by immunoelectron microscopy. *Clinical immunology and immunopathology*, 43(1), 88-96.
- Helton, W. S. (2009). Impulsive responding and the sustained attention to response task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31(1), 39-47.
- Hoffman, J., Landau, G., Stout, J., Dabora, M., Moran, D., Sharvit, N., ... ve Ostfeld, I. (2014). B-alanine supplementation improves tactical performance but not

- cognitive function in combat soldiers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-15>
- Hoffman, M.D., Gilson, P.M., Westenburg, T.M., ve Spencer, W.A. (1992). Biathlon shooting performance after exercise of different intensities. *International Journal of Sports Medicine*, 13, 270–273. PubMed doi:10.1055/s-2007-1021265
- Holgado, D., Jolidon, L., Borragán, G., Sanabria, D., ve Place, N. (2023). Individualized mental fatigue does not impact neuromuscular function and exercise performance. *Medicine ve Science in Sports ve Exercise*, 55(10), 1823-1834. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000003221>
- Holtzer, R., Shuman, M., Mahoney, J., Lipton, R., ve Verghese, J. (2010). Cognitive fatigue defined in the context of attention networks. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 18(1), 108-128. <https://doi.org/10.1080/13825585.2010.517826>
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., ve Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine ve Science in Sports ve Exercise*, 41(1), 3.
- Hsu, W., Cheng, C., Zanto, T., Gazzaley, A., ve Bove, R. (2021). Effects of transcranial direct current stimulation on cognition, mood, pain, and fatigue in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.626113>
- <http://doi:10.1016/j.copsyc.2015.08.003>
- Humphrey, L., Arbuckle, R., Mease, P., Williams, D., Samsøe, B., ve Gilbert, C. (2010). Fatigue in fibromyalgia: a conceptual model informed by patient interviews. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-216>
- Hunter, S. K. (2014). Sex differences in human fatigability: mechanisms and insight to physiological responses. *Acta physiologica*, 210(4), 768-789.
- Ishii, A., Karasuyama, T., Kikuchi, T., Tanaka, M., Yamano, E., ve Watanabe, Y. (2015). The neural mechanisms of re-experiencing mental fatigue sensation: a magnetoencephalography study. *PLoS One*, 10(3), e0122455.

- Ishii, A., Tanaka, M., ve Watanabe, Y. (2014). Neural mechanisms of mental fatigue. *Reviews in the Neurosciences*, 25(4), 469-479.
- Jacquet, T., Lepers, R., Poulin-Charronnat, B., Bard, P., Pfister, P., ve Pageaux, B. (2021). Mental fatigue induced by prolonged motor imagery increases perception of effort and the activity of motor areas. *Neuropsychologia*, 150, 107701. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107701>
- Jaworski, R., Jensen, A., Niederberger, B., Congalton, R., ve Kelly, K. (2015). Changes in combat task performance under increasing loads in active duty marines. *Military Medicine*, 180(3S), 179-186. <https://doi.org/10.7205/milmed-d-14-00432>
- Jiang, J. (2021). Effect of supplementary branch chain amino acids on the ability of table tennis players by image analysis of visual sensors. *Journal of Sensors*, 2021, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2021/4603361>
- Johnson, R. F., ve Merullo, D. J. (1999, September). Friend-foe discrimination, caffeine, and sentry duty. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 43, No. 23, pp. 1348-1352). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Kang, J., Kim, D., Lee, J., Hwang, S., Kim, G., Hyun, S., ... ve Son, C. (2021). Korean red ginseng ameliorates fatigue via modulation of 5-HT and corticosterone in a sleep-deprived mouse model. *Nutrients*, 13(9), 3121. <https://doi.org/10.3390/nu13093121>
- Kapur, N., ve Webb, R. (2016). Suicide risk in people with chronic fatigue syndrome. *The Lancet*, 387(10028), 1596-1597.
- Kendzierski, D., ve DeCarlo, K. J., 1991. Physical activity enjoyment scale: Two validation studies. *Journal of sport ve exercise psychology*, 13(1).
- Kent-Braun, J., Ng, A., Doyle, J., ve Towse, T. (2002). Human skeletal muscle responses vary with age and gender during fatigue due to incremental isometric exercise. *Journal of Applied Physiology*, 93(5), 1813-1823. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00091.2002>

- Kerick, S.E., Douglass, L.W., ve Hatfield, B.D. (2004). Cerebral cortical adaptations associated with visuomotor practice. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 118–129. PubMed doi:10.1249/01.MSS.0000106176.31784.D4
- Kinsinger, S.W., Lattie, E., Mohr, D.C., 2010. Relationship between depression, fatigue, subjective cognitive impairment, and objective neuropsychological functioning in patients with multiple sclerosis. *Neuropsychology* 24 (5), 573–580. <https://doi.org/10.1037/a0019222>.
- Kluger, B., Krupp, L., ve Enoka, R. (2013). Fatigue and fatigability in neurologic illnesses. *Neurology*, 80(4), 409-416. <https://doi.org/10.1212/wnl.0b013e31827f07be>
- Kobayashi, Y., Rader, E., Crawford, R., Iyengar, N., Thedens, D., Faulkner, J., ... ve Campbell, K. (2008). Sarcolemma-localized nnos is required to maintain activity after mild exercise. *Nature*, 456(7221), 511-515. <https://doi.org/10.1038/nature07414>
- Konttinen, N., Lyytinen, H., ve Viitasalo, J. (1998). Preparatory heart rate patterns in competitive rifle shooting. *Journal of sports sciences*, 16(3), 235-242.
- Kowalski, K. and Anita, D. (2020). Force control and motor unit firing behavior following mental fatigue in young female and male adults. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnint.2020.00015>
- Kunrath, C. A., Cardoso, F. D. S. L., Calvo, T. G., ve Costa, I. T. D. (2020). Mental fatigue in soccer: a systematic review. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 26, 172-178.
- Kurzban R. (2016). The sense of effort. *Current Opinion in Psychology*, 7, 67–70.
- Lakie, M. (2010). The influence of muscle tremor on shooting performance. *Experimental physiology*, 95(3), 441-450.
- Lakie, M. D., ve Campbell, K. S. (1995). A method of identifying small sudden force increments in a voluntary isometric contraction in man. In *Journal Of Physiology-London* (Vol. 483, Pp. P2-P2). 40 West 20th Street, New York, Ny 10011-4211: Cambridge Univ Press.

- Legall, A. (2024). Validity of information integration based on subjective and physiological data from a real sports condition: application to the judgment of fatigue in sport. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1338883>
- Li, F., Chen, C., Xu, G., Chang, D., ve Khoo, L. (2020). Causal factors and symptoms of task-related human fatigue in vessel traffic service: a task-driven approach. *Journal of Navigation*, 73(6), 1340-1357. <https://doi.org/10.1017/s0373463320000326>
- Liu, L., Zhang, Y., Liu, T., Ke, C., Huang, J., Fu, Y., ... ve Chen, Q. (2021). Pyrroloquinoline quinone protects against exercise-induced fatigue and oxidative damage via improving mitochondrial function in mice. *The FASEB Journal*, 35(4). <https://doi.org/10.1096/fj.202001977rr>
- Loch, F., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M., ve Kellmann, M. (2023). Acute effects of mental recovery strategies in simulated air rifle competitions. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1087995>
- Longman, D. P., Stock, J. T., ve Wells, J. C. K. (2017). A trade-off between cognitive and physical performance, with relative preservation of brain function. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14186-2>
- Ma, X., Chen, H., Cao, L., Zhao, S., Zhao, C., Yin, S., ... ve Hu, H. (2021). Mechanisms of physical fatigue and its applications in nutritional interventions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(24), 6755-6768. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01251>
- MacMahon, C., Schücker, L., Hagemann, N., ve Strauss, B. (2014). Cognitive fatigue effects on physical performance during running. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 36(4), 375–381. <https://doi.org/10.1123/jsep.2014-0004>
- Marcora, S., Staiano, W., ve Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 857-864. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>

- Marino, F. E., Gard, M., ve Drinkwater, E. J. (2011). The limits to exercise performance and the future of fatigue research. *British journal of sports medicine*, 45(1), 65-67.
- Martin, K., Meeusen, R., Thompson, K. G., Keegan, R., ve Rattray, B. (2018). Mental fatigue impairs endurance performance: A physiological explanation. *Sports Medicine*, 48(9), 2041–2051. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0934-9>
- Matcham, F., Ali, S., Hotopf, M., ve Chalder, T. (2015). Psychological correlates of fatigue in rheumatoid arthritis: a systematic review. *Clinical Psychology Review*, 39, 16-29. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2015.03.004>
- Matsuo, T., Ishii, A., Minami, T., Nanjo, H., ve Yoshikawa, T. (2021). Neural mechanism by which physical fatigue sensation suppresses physical performance: a magnetoencephalography study. *Experimental Brain Research*, 240(1), 237-247. <https://doi.org/10.1007/s00221-021-06250-1>
- McDermott, F. T., Cordner, S. M., ve Tremayne, A. B. (2001). Road traffic fatalities in Victoria, Australia and changes to the trauma care system. *British journal of surgery*, 88(8), 1099-1104.
- McKenna, M. J., ve Hargreaves, M. (2008). Resolving fatigue mechanisms determining exercise performance: integrative physiology at its finest!. *Journal of Applied Physiology*, 104(1), 286-287.
- Meeusen, R., Van Cutsem, J., ve Roelands, B. (2020). Endurance exercise-induced and mental fatigue and the brain. *Experimental Physiology*, 106, 2294–2298. <https://doi.org/10.1113/EP088775>
- Meeusen, R., Watson, P., Hasegawa, H., Roelands, B., ve Piacentini, M. F. (2006). Central fatigue: the serotonin hypothesis and beyond. *Sports medicine*, 36, 881-909.
- Morimoto, Y., Zhang, Q., ve Adachi, K. (2012). Effects of memantine, an NMDA -methyl-D-aspartate receptor antagonist, on fatigue and neuronal brain damage in a rat model of combined

- (physical and mental) fatigue. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 35(4), 481-486. <https://doi.org/10.1248/bpb.35.481>
- Muirhead, H., Orr, R., Schram, B., Kornhauser, C., Holmes, R., ve Dawes, J. (2019). The relationship between fitness and marksmanship in police officers. *Safety*, 5(3), 54. <https://doi.org/10.3390/safety5030054>
- Muirhead, H., Orr, R., Schram, B., Kornhauser, C., Holmes, R., ve Dawes, J. (2019). The relationship between fitness and marksmanship in police officers. *Safety*, 5(3), 54. <https://doi.org/10.3390/safety5030054>
- Müller, T., ve Apps, M. A. J. (2019). Motivational fatigue: A neurocognitive framework for the impact of effortful exertion on subsequent motivation. *Neuropsychologia*, 123, 141–151. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.030>
- Nibbeling, N., Oudejans, R., Cañal-Bruland, R., Wurff, P., ve Daanen, H. (2013). Pursue or shoot? effects of exercise-induced fatigue on the transition from running to rifle shooting in a pursuit task. *Ergonomics*, 56(12), 1877-1888. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.847213>
- Nibbeling, N., Oudejans, R., Ubink, E., ve Daanen, H. (2014). The effects of anxiety and exercise-induced fatigue on shooting accuracy and cognitive performance in infantry soldiers. *Ergonomics*, 57(9), 1366-1379. <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.924572>
- Noakes, T., Gibson, A., ve Lambert, E. (2005). From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. *British Journal of Sports Medicine*, 39(2), 120-124. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.010330>
- O'Connor, P. J. (2004). Evaluation of four highly cited energy and fatigue mood measures. *Journal of psychosomatic research*, 57(5), 435-441.
- Oh, H., Kim, D., Choi, H. J., Kim, N., ve Kim, D. (2015). Anti-fatigue effects of 20(ve;ivegt;sve;ivegt;)-protopanaxadiol and 20(ve;ivegt;sve;ivegt;)-protopanaxatriol in mice. *Biological ve Amp; Pharmaceutical Bulletin*, 38(9), 1415-1419. <https://doi.org/10.1248/bpb.b15-00230>

- Oudejans, R.R.D. (2008). Reality-based practice under pressure improves handgun shooting performance of police officers. *Ergonomics*, 51, 261–273. doi:10.1080/00140130701577435
- Ouellet, M. and Morin, C. (2006). Fatigue following traumatic brain injury: frequency, characteristics, and associated factors.. *Rehabilitation Psychology*, 51(2), 140-149. <https://doi.org/10.1037/0090-5550.51.2.140>
- Pageaux, B., ve Lepers, R. (2016). Fatigue induced by physical and mental exertion increases perception of effort and impairs subsequent endurance performance. *Frontiers in physiology*, 7, 231796.
- Pageaux, B., Marcora, S. M., Rozand, V., ve Lepers, R. (2015). Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 67.
- Pattyn, N., Van Cutsem, J., Dessy, E., ve Mairesse, O. (2018). Bridging exercise science, cognitive psychology, and medical practice: Is “Cognitive Fatigue” a remake of “The Emperor’s New Clothes”? *Frontiers in Psychology*, 9, Article 1246. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01246>
- Pedrosa, G. (2023). Upper and lower limbs acute fatigue did not mitigate male trained air force soldiers’ marksmanship. *Perceptual and Motor Skills*, 130(6), 2343-2361. <https://doi.org/10.1177/00315125231199813>
- Phillips, S. (2015). *Fatigue in sport and exercise*. Routledge.
- Pignatiello, G., Martin, R., ve Hickman, R. (2018). Decision fatigue: a conceptual analysis. *Journal of Health Psychology*, 25(1), 123-135. <https://doi.org/10.1177/1359105318763510>
- Pires, F. O., Silva-Júnior, F. L., Brietzke, C., Franco-Alvarenga, P. E., Pinheiro, F. A., De Franca, N. M., ... ve Meireles Santos, T. (2018). Mental fatigue alters cortical activation and psychological responses, impairing performance in a distance-based cycling trial. *Frontiers in physiology*, 9, 227.

- Raedeke, T. D., 2007. The relationship between enjoyment and affective responses to exercise. *Journal of Applied Sport Psychology*, 19(1), 105-115.
- Riley, M.A., Stoffregen, T.A., Grocki, M.J., ve Turvey, M.T. (1999). Postural stabilization for the control of touching. *Human Movement Science*, 18, 795–817. doi:10.1016/S0167-9457(99)00041-X
- Royal, K., Farrow, D., Mujika, I., Halson, S., Pyne, D., ve Abernethy, B. (2006). The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 807-815. <https://doi.org/10.1080/02640410500188928>
- Rozand, V., Lebon, F., Stapley, P. J., Papaxanthis, C., ve Lepers, R. (2016). A prolonged motor imagery session alter imagined and actual movement durations: Potential implications for neurorehabilitation. *Behavioural Brain Research SreeTestContent1*, 297, 67-75.
- Rudroff, T., Kindred, J., ve Ketelhut, N. (2016). Fatigue in multiple sclerosis: misconceptions and future research directions. *Frontiers in Neurology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fneur.2016.00122>
- Russell, S., Jenkins, D., Halson, S., ve Kelly, V. (2020). Changes in subjective mental and physical fatigue during netball games in elite development athletes. *Journal of science and medicine in sport*, 23(6), 615–620. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.12.017>
- Russell, S., Jenkins, D., Smith, M., Halson, S., ve Kelly, V. (2019). The application of mental fatigue research to elite team sport performance: New perspectives. *Journal of science and medicine in sport*, 22(6), 723–728. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.12.008>
- Saligan, L.N., Olson, K., Filler, K., Larkin, D., Cramp, F., Yennurajalingam, S., Mustian, K., 2015. The biology of cancer-related fatigue: a review of the literature. *Support. Care Canc.* 23 (8), 2461–2478. <https://doi.org/10.1007/s00520-015-2763-0>.
- Schiphof-Godart, L., Roelands, B., ve Hettinga, F. J. (2018). Drive in sports: how mental fatigue affects endurance performance. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01383>

- Shenhav, A., Musslick, S., Lieder, F., Kool, W., Griffiths, T. L., Cohen, J. D., ve Botvinick, M. M. (2017). Toward a Rational and Mechanistic Account of Mental Effort. *Annual review of neuroscience*, 40, 99–124. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-072116-031526>
- Skala, F. and Zemková, E. (2022). Effects of acute fatigue on cognitive performance in team sport players: does it change the way they perform? a scoping review. *Applied Sciences*, 12(3), 1736. <https://doi.org/10.3390/app12031736>
- Skau, S., Sundberg, K., ve Kuhn, H. (2021). A proposal for a unifying set of definitions of fatigue. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.739764>
- Slimani, M., Znazen, H., Bragazzi, N. L., Zguira, M. S., ve Tod, D. (2018). The effect of mental fatigue on cognitive and aerobic performance in adolescent active endurance athletes: insights from a randomized counterbalanced, cross-over trial. *Journal of clinical medicine*, 7(12), 510.
- Smith, M., Coutts, A., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., ve Marcora, S. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. *Medicine ve Science in Sports ve Exercise*, 48(2), 267-276. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000762>
- Solberg, E. E., Berglund, K. A., Engen, O., Ekeberg, O., ve Loeb, M. (1996). The effect of meditation on shooting performance. *British journal of sports medicine*, 30(4), 342-346.
- Solon-Júnior, L. J. F., Vieira da Silva Neto, L., Lima-Junior, D. D., Costa, Y. P., Klinger da Silva Oliveira, J., Fiorese, L., ve Fortes, L. D. S. (2024). “Encephalapp Stroop”: Validity and reliability of a smartphone app to measure cognitive performance in physically active subjects. *Applied Neuropsychology: Adult*, 1-6.
- Soylu Y., Arslan E., Kilit, B., 2022. Yetişkin ve ergen sporcular için Brunel ruh hali ölçeği: Türkçe uyarılma çalışması. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 20(2), 56–67.

- Soylu, Y., ve Arslan, E. (2021). Effects of mental fatigue on psychophysiological, cognitive responses, and technical skills in small-sided games in amateur soccer players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 13(7), 5.
- Soylu, Y., Arslan, E., ve 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).
- Soylu, Y., Arslan, E., ve Kilit, B., 2023. Egzersiz ve Keyif: Ergen ve Yetişkin Sporcular İçin Ölçek Uyarlama Çalışması. *SportmetreBeden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 21(1), 93-104.
- Soylu, Y., Ramazanoglu, F., Arslan, E., ve Clemente, F. (2022). Effects of mental fatigue on the psychophysiological responses, kinematic profiles, and technical performance in different small-sided soccer games. *Biology of Sport*, 39(4), 965-972.
- Staud, R. (2012). Peripheral and central mechanisms of fatigue in inflammatory and noninflammatory rheumatic diseases. *Current Rheumatology Reports*, 14(6), 539-548. <https://doi.org/10.1007/s11926-012-0277-z>
- Stoffregen, T.A., Pagulayan, R.J., Bardy, B.G., ve Hettinger, L.J. (2000). Modulating postural control to facilitate visual performance. *Human Movement Science*, 19, 203–220. doi:10.1016/S0167-9457(00)00009-9
- Stoffregen, T.A., Smart, L.J., Bardy, B.G., ve Pagulayan, R.J. (1999). Postural stabilization of looking. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 25, 1641–1658. doi:10.1037/0096-1523.25.6.1641
- Sun, H., Soh, K., Mohammadi, A., Wang, X., Bin, Z., ve Zhao, Z. (2022). Effects of mental fatigue on technical performance in soccer players: a systematic review with a meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.922630>
- Sun, H., Soh, K., Roslan, S., ve Wazir, M. (2021). Does mental fatigue affect skilled performance in athletes? a systematic review. *Plos One*, 16(10), e0258307. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258307>

- Tait, J., Aisbett, B., Corrigan, S., Drain, J., ve Main, L. (2022). Recovery of cognitive performance following multi-stressor military training. *Human Factors the Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 66(2), 389-403. <https://doi.org/10.1177/00187208221086686>
- Tanaka, M., Shigihara, Y., Ishii, A., Funakura, M., Kanai, E., ve Watanabe, Y. (2012). Effect of mental fatigue on the central nervous system: an electroencephalography study. *Behavioral and Brain Functions*, 8(1), 48. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-48>
- Tarnopolsky, M. A., ve Saris, W. H. (2001). Evaluation of gender differences in physiology: an introduction. *Current Opinion in Clinical Nutrition ve Metabolic Care*, 4(6), 489-492.
- Tenan, M. S., LaFiandra, M. E., ve Ortega, S. V. (2017). The Effect of Soldier Marching, Rucksack Load, and Heart Rate on Marksmanship. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 59(2), 259–267. <https://doi.org/10.1177/0018720816671604>
- Terentjeviene, A., Maciuleviciene, E., Vadopalas, K., Mickeviciene, D., Karanauskiene, D., Valanciene, D., et al. (2018). Prefrontal cortex activity predicts mental fatigue in young and elderly men during a 2 h “Go/NoGo” task. *Frontiers in Neuroscience*, 12, Article 620. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00620>
- Terry, P. C., Lane, A. M., ve Fogarty, G. J., 2003. Construct validity of the Profile of Mood States—Adolescents for use with adults. *Psychology of sport and exercise*, 4(2), 125-139.
- Terry, P. C., Lane, A. M., Lane, H. J., ve Keohane, L., 1999. Development and validation of a mood measure for adolescents. *Journal of sports sciences*, 17(11), 861-872.
- Thomas, J., Pohl, M., Shapiro, R., Keeler, J., ve Abel, M. (2018). Effect of load carriage on tactical performance in special weapons and tactics operators. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 554-564. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002323>
- Trecroci, A., Boccolini, G., Duca, M., Formenti, D., ve Alberti, G. (2020). Mental fatigue impairs physical activity, technical and decision-making performance during

- small-sided games. Plos One, 15(9), e0238461. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238461>
- Van Cutsem J, Roelands B, Pluym B, Tassignon B, Verschueren J, De Pauw K, et al. Can creatine combat the mental fatigue–associated decrease in visuomotor skills? Med Sci Sports Exerc. 2019;52(1):120–30.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0672-0>
- Vries, J., Hagemans, M., Bussmann, J., Ploeg, A., ve Doorn, P. (2009). Fatigue in neuromuscular disorders: focus on guillain–barré syndrome and pompe disease. Cellular and Molecular Life Sciences, 67(5), 701–713. <https://doi.org/10.1007/s00018-009-0184-2>
- Wilson, K. M., Head, J., De Joux, N. R., Finkbeiner, K. M., ve Helton, W. S. (2015). Friendly fire and the sustained attention to response task. Human factors, 57(7), 1219–1234.
- Wise, S., Ross, A., Brown, A., Evans, M., ve Jason, L. (2015). An assessment of fatigue in patients with postural orthostatic tachycardia syndrome. Journal of Health Psychology, 22(6), 733–742. <https://doi.org/10.1177/1359105315613624>
- Wulf, G. (2007). Attention and motor skill learning. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wulf, G. (2012). Attentional focus and motor learning: A review of 15 years. International Review of Sport and Exercise Psychology, doi:10.1080/1750984X.2012.723728.
- Wulf, G., Mercer, J., McNevin, N.H., ve Guadagnoli, M.A. (2004). Reciprocal influences of attentional focus on postural and supra-postural task performance. Journal of Motor Behavior, 36, 189–199. PubMed doi:10.3200/JMBR.36.2.189-199
- Wulf, G., Weigelt, M., Poulter, D.R., ve McNevin, N.H. (2003). Attentional focus on suprapostural tasks affects balance learning. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 56, 1191–1211.

- Wylie, G., Genova, H., Dobryakova, E., DeLuca, J., Chiaravalloti, N., Falvo, M., ... ve Cook, D. (2019). Fatigue in gulf war illness is associated with tonically high activation in the executive control network. *Neuroimage Clinical*, 21, 101641. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.101641>
- Wylie, G., Sisto, A., Genova, H., ve DeLuca, J. (2022). Fatigue across the lifespan in men and women: state vs. trait. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.790006>
- Xie, J., Fu, M., Liu, T., Li, S., Liu, G., Wang, J., ... ve Zhang, T. (2023). Clinical studies on the electric automatic massage therapy for recovery of acute sports fatigue. *Technology and Health Care*, 31, 185-197. <https://doi.org/10.3233/thc-236016>
- Xing, X., Zhong, B., Luo, H., Rose, T. M., Wang, W., ve Antwi-Afari, M. F. (2020). Effects of physical fatigue on the induction of mental fatigue of construction workers: a pilot study based on a neurophysiological approach. *Automation in Construction*, 120, 103381. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103381>
- Yan, K., Gao, H., Liu, X., Zhao, Z., Gao, B., ve Zhang, L. (2022). Establishment and identification of an animal model of long-term exercise-induced fatigue. *Frontiers in Endocrinology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.915937>
- Zajac, A., Chalimoniuk, M., Gołasz, A., Lngfort, J., ve Maszczyk, A. (2015). Central and peripheral fatigue during resistance exercise—a critical review. *Journal of human kinetics*, 49(1), 159-169.