

Mental Yorgunluk ve Farklı Yüklerin Post Aktivasyon Performans Artışına Etkileri: Bench Press ve Squat Üzerine Bir İnceleme

Cansu Koyun • Doç. Dr. Celil Kaçoğlu



 ÖZGÜR
YAYINLARI

Mental Yorgunluk ve Farklı
Yüklerin Post Aktivasyon
Performans Artışına
Etkileri:
Bench Press ve Squat
Üzerine Bir İnceleme

Cansu Koyun

Doç. Dr. Celil Kaçoğlu



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozguryayinlari.com

✉ info@ozguryayinlari.com

Mental Yorgunluk ve Farklı Yüklerin Post Aktivasyon Performans Artışına Etkileri: Bench Press ve Squat Üzerine Bir İnceleme

Cansu Koyun • Doç. Dr. Celil Kaçoğlu

Language: Turkish

Publication Date: 2026

Cover paint by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-8998-72-6

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1290>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Koyun, C., Kaçoğlu, C. (2026). *Mental Yorgunluk ve Farklı Yüklerin Post Aktivasyon Performans Artışına Etkileri: Bench Press ve Squat Üzerine Bir İnceleme*. Özgür Publications. DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1290>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozguryayinlari.com/>



İçindekiler

Simgeler ve Kısaltmalar	v
1. Giriş	1
Araştırmanın Amacı	5
Araştırmanın Problemi	5
Hipotezler	5
Araştırmanın Önemi	6
Araştırmanın Varsayımları	7
Araştırmanın Sınırlılıkları	7
2. Literatüre Giriş	9
Yorgunluk ve Türleri	9
Fiziksel Yorgunluk	11
Zihinsel (Mental) Yorgunluk	12
Yorgunluğun Ölçülmesi	13
Stroop Etkisi	14
Aktivasyon Sonrası Performans Artışı (PAPE)	16
Aktivasyon Sonrası Performans Artışı Fizyolojik Temeli	16
Aktivasyon Sonrası Performans Artışı Sinirsel Etkisi	17
Aktivasyon Sonrası Performans Artışı Motorsal Etkisi	17
PAPE'nin Spor Performansına Katkısı	18

3. Yöntem	21
Katılımcılar	21
Protokoller	21
Veri Toplama Araçları	23
Uygulanan Ölçekler	26
Bilişsel İş Yüğü Testler	27
Kontrol Koşulu (Belgesel İzleme)	27
Aktivasyon Sonrası Performans Artışı (PAPE) Protokolü	28
4. İstatistiksel Analiz	29
5. Bulgular	31
6. Tartışma	37
7. Sonuç	43
Kaynakça	45

Simgeler ve Kısaltmalar

1 TM	: 1 Tekrar Maksimal
BORG	: Borg Algılanan Zorluk Derecelendirme Skalası
BPT	: Bench Press Throw
BRUMS	: Brunel Mood Scale
EEG	: Elektroensefalografi
EMG	: Elektromiyografi
fMRI	: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
fNIRS	: Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi
GA	: Güven Aralığı
NASA-TLX	: NASA Task Load Index
ST	: Stroop Testi
VAS	: Görsel Analog Skala

1. Giriş

Egzersiz kapasitesi sporcuların antrenmanda sergileyeceği performansta önemli rol oynamaktadır (Russell vd.,2019). Sporcunun antrenman esnasında sergilediği performans parametreleri, kuvvet, güç ve hızı uzun süre devam ettirebilmesi dayanıklılık performansı olarak, kısa süre içerisinde maksimum kuvvet, güç veya hız üretmesi maksimum kuvvet performansı olarak, belirli bir hedefe odaklı performansı sergileme motor beceri performansı, sporcunun antrenman ve müsabaka esnasında doğru karar alması da bilişsel performans olarak adlandırılmaktadır (Pageaux ve Lepers, 2018). Sporculardaki bu adaptasyon durumu yüksek algı seviyesi, hızlı uyaran ayrımı, motor hazırlık, uygulama gibi eş zamanlı sinirsel aktiviteleri içermektedir (Nakata vd., 2010). Sporcular bu çeşitli parametreleri geliştirmek için antrenmanda farklı yüklenme stratejilerini kullanırlar. Amerikan Spor Hekimliği Koleji tarafından önerilen farklı yüklenme stratejisi olarak 1 tekrar maksimumun (TM) %80'i ya da daha fazlası maksimal kuvvet, kas hipertrofisi geliştirmek için ise 1TM'nin %70-%85'i olduğu ve aradaki farklı yüklerin gerekli olduğunu belirtmiştir (Ratamess vd., 2009). Antrenmandaki farklı yüklenme

stratejileri fiziksel, zihinsel ve nöromuskuler adaptasyonlar için oldukça önemlidir (Farley vd., 2020) (Lacio vd., 2021). Farklı yüklenme çeşitlerinin olduğu gibi farklı ısınma stratejileri de bulunmaktadır. Son yıllarda post aktivasyon potansiyeli geliştirme (PAPE) birçok spor branşı tarafından atletik performansı arttırması açısından (sprint, sıçrama, yön değiştirme, çeviklik) tercih edilmiştir. PAPE, egzersizden önce gerçekleştirileceğimiz bir hareketin potansiyel olarak kuvvet üretiminde ve atletik performansta akut bir artışı sağlayan fizyolojik bir olgu olarak nitelendirilmektedir (Chiu vd., 2003). PAPE sürecinde gerçekleşen bu fizyolojik olgu çeşitli teoriler üzerinden açıklanmıştır. Birinci teori: egzersiz öncesindeki uyarının miyozin düzenleyici hafif zincirini fosforilizasyon sağlayacağı, miyozini hareket ettirerek aktin filametlerine yaklaştıracığı ve sarkomer içerisinde gerçekleşen etkileşimleri kolaylaştıran kalsiyum iyonuna olan duyarlılığı arttıracığı şeklinde ifade edilmiştir. İkinci teoride ise: egzersiz öncesi yapılan bir yüklenmede nöromuskuler kavşakta ve spinal kortta uyarılma potansiyellerinin geçirgenliği konusunda arttırma sağlamada sorumlu olabileceği belirtilmiştir (Harmancı vd., 2017). Yapılan bu tür çalışmalar ve antrenmanlar (dayanıklılık antrenmanı, sürat antrenmanı, maksimal kuvvet antrenmanı) organizmada yorgunluğa sebep olmaktadır (Van der Linden, Frese ve Meijman, 2003).

Genel olarak yorgunluğa bakıldığında hayatımızda sıkça rastladığımız bir semptom olarak karşımıza çıkmaktadır (Jason vd., 2010). Yorgunluğun tam olarak anlaşılabilmesi için sürekli yorgunluk ve durumsal yorgunluk olarak birbirinden ayrılmıştır (Behrens vd., 2023). Sürekli yorgunluk, bireyde uzun süren zaman dilimi (haftalar ve aylar) boyunca var olan yorgunluğu tanımlamaktadır (Behrens vd., 2023). Sürekli yorgunluk bireyde doğrudan hastalık ile ilgisi olmayan (depresyon, ilaç kullanımı) veya nörodejenerasyon, enflamasyon sonucu ile ilişkili olarak meydana gelen

(kronik obstrüktif akciğer hastalığı, romatoid artrit, multipl skleroz) bir semptom olarak tanımlanmaktadır (Behrens vd., 2023). Sürekli yorgunluk durumunun aksine aktivite kaynaklı yorgunluk (durum yorgunluğu) ise bilişsel ve motor performanstaki akut azalma olarak tanımlanmaktadır (Behrens vd., 2023). Bilişsel performans yorgunluğu tepki süresinde azalma, odaklanamama gibi faktörler ile tanımlanmaktadır. Motor performans yorgunluğu sporcularda ve sedanter bireylerde uzun süreli gerçekleştirilen performans veya görev sonrasında istenilen durumu yeterli düzeyde yapamama ve zorluk çekmeleri anlamına gelmektedir (Behrens vd., 2023; Boksem, Meijman ve Lorist, 2006). Literatürde bir başka yorgunluk tanımı ise, belirli bir tekrar içerisinde veya sürekli olarak kas kasılması durumunda kuvvet üretme yeteneğinin kaybı veya azalması olarak tanımlanmaktadır (Halson, 2014). Yorgunluk, dışsal bir uyarının talep ettiği artan enerji tüketimi sonucu vücutta oluşan içsel denge (homeostaz) bozukluğu olarak da tanımlanmaktadır (Tornero-Aguilera vd., 2022). Antrenman esnasında bilişsel olarak sergilenen performans sporcuda mental yorgunluğa sebep olur ve mental yorgunluk sonucu da antrenmana odaklanamama, performansta düşüş yaşama gibi zorlukları bildirirler (Boksem, Meijman ve Lorist, 2005). Literatürde mental yorgunluğu gerçekleştirmede çeşitli yöntemler (belgesel izleme, sosyal medya kullanımı) kullanılmıştır. Bu yöntemlerden bir tanesi olan 1935 yılında John Ridley Stroop tarafından bulunan Stroop Görevi sporcunun zihinsel işi yükünü iletmede kullanılan bir yöntemdir (Kimura ve Nakano, 2021). Bu görevde sporcudan kelimenin rengini söylemesi yani 'kırmızı' kelimesi 'mavi' renkle yazıldığında, sporcudan kelimenin yazılmış olduğu rengi yani 'mavi' rengi söylemesi beklenir (Kimura ve Nakano, 2021). Literatürde sporcularda kullanılan stroop görevi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Fages vd., (2023) yapmış olduğu çalışmada direnç antrenmanında kullanılan

uyumsuz stroop görevi ve sosyal medya kullanımı ile sağlanan zihinsel yorgunluğun kontrol grubu (belgesel izleme) ile karşılaştırmayı amaçlamıştır ve bu çalışmanın sonucunda stroop görevi tarafından indüklenen mental yorgunluğun gerçekleştirilen tekrar sayını bozduğu ve sosyal medya tarafından indüklenen mental yorgunluğun 1 TM %65'ine karşı kuvvet üretme performansını da bozduğu bulunmuştur (Fages vd., 2023). García vd., (2021) tarafından tenisçiler üzerinde sadece Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenmanın (HIIT) ve stroop görevi ile HIIT antrenmanının servis hızı ve doğruluğu etkileyip etkilemediğini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda her iki grupta da servis hızında azalma gözlemlendiği fakat servis doğruluğunda herhangi bir değişim olmadığı sonucuna varılmıştır (García vd., 2021). Bisikletçiler üzerine yapılan bir çalışmada %80-90 HRmax yoğunluğunda 20 dakikalık bisiklet sürme seansı sırasında bilişsel performans parametrelerini izlemek için stroop görevini kullanmıştır. Çalışma sonucunda egzersiz sonrası deney grubunda tepki sürelerinde bir gelişme olduğunu ancak stroop görevi uygulanan grupta doğru sayılarında azalma ve hata sayısında yükselme olduğu sonucuna varılmıştır (Aguirre vd., 2022). Literatür incelendiğinde sporcularda zihinsel yorgunlukta kullanılan stroop görevi hakkında çeşitli makalelere rastlanmaktadır. Ancak sporcularda mental yorgunluk ve farklı yüklerin post aktivasyon performans artışına squat ve bench press hareketleri üzerine ile ilgili yapılan çalışmaya neredeyse hiç rastlanmamıştır. Bu doğrultuda literatürdeki eksiklikten yola çıkarak bu tez çalışmasında mental yorgunluk ve farklı yüklerin post aktivasyon performans artışına squat ve bench press hareketleri üzerinde etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada özellikle squat ve bench press egzersizlerine odaklanılarak, mental yorgunluğun fiziksel performansa olan etkisi ve farklı yük uygulamalarının PAPE'yi nasıl şekillendirdiği araştırılacaktır.

1.1. Araştırmanın Amacı:

Bu tez, sporcularda mental yorgunluk ve farklı yük uygulamalarının post-aktivasyon performans artışı (PAPE) üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Tez de squat ve bench press gibi temel kuvvet egzersizleri kullanılarak, mental yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki etkileri araştırılacaktır. Mental yorgunluk, özellikle Stroop görevi gibi testle indüklenerek, zihinsel yorgunluk ile fiziksel performans arasındaki ilişki analiz edilecektir. Ayrıca, farklı yükleme protokollerinin PAPE üzerindeki etkileri değerlendirilerek, sporcuların performansını artırmaya yönelik en uygun yük ve yorgunluk kombinasyonları belirlenmeye çalışacaktır. Bu sayede, zihinsel yorgunluğun sporcuların güç ve dayanıklılık kapasitesi üzerindeki etkilerine dair yeni veriler sunulması amaçlanmıştır.

1.2. Araştırmanın Problemi:

Mental yorgunluk ile PAPE arasında ilişki var mıdır?

Farklı yük uygulamaları ile PAPE arasında ilişki var mıdır?

1.3. Hipotezler:

Hipotez no 1

H0: Mental yorgunluğun, bench press ve squat performansı üzerine etkisi yoktur.

H1: Mental yorgunluğun, bench press ve squat performansı üzerine etkisi vardır.

Hipotez no 2

H0: Bir tekrar maksimalin yüzde altmışında uygulanan performansın post aktivasyon performansına etkisi yoktur.

H1: Bir tekrar maksimalin yüzde altmışında uygulanan performansın post aktivasyon performansına etkisi yoktur.

Hipotez no 3

H0: Bir tekrar maksimalin yüzde sekseninde uygulanan performansın post aktivasyon performansına etkisi yoktur.

H1: Bir tekrar maksimalin yüzde sekseninde uygulanan performansın post aktivasyon performansına etkisi yoktur.

Hipotez no 4

H0: Mental yorgunluğun post aktivasyon performansına etkisi yoktur.

H1: Mental yorgunluğun post aktivasyon performansına etkisi yoktur.

Hipotez no 5

H0 Mental yorgunluğun, düşük yüklerde post aktivasyon performansına etkisi yüksek yüklerden daha fazla etkisi yoktur.

H1: Mental yorgunluğun, düşük yüklerde post aktivasyon performansına etkisi yüksek yüklerden daha fazla etkisi vardır.

1.4. Araştırmanın Önemi:

Sporcular hem fiziksel hem de zihinsel yorgunlukla mücadele ederken performanslarını maksimize etmeye çalışır. Zihinsel yorgunluk, özellikle güç ve dayanıklılık egzersizlerinde, sporcuların performansını etkileyebilir. Bu bağlamda, bench press ve squat gibi egzersizlerde, farklı ağırlık yükleri ve zihinsel yorgunluğun performans üzerindeki etkisi önemlidir. Literatürde, zihinsel yorgunluk ve yüklerin aktivasyon sonrası performans artışına olan etkileri üzerine yeterli araştırma bulunmamaktadır. Bu tez, sporcuların ve antrenörlerin zihinsel yorgunluğu göz önünde bulundurarak performans yönetimine yeni bir yaklaşım sunmayı amaçlamaktadır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları:

- Rastgele örnekleme varsayımı: Tez çalışmasındaki örnekleme seçimimde evreni temsil eden bir grubun olduğu ve evrendeki diğer tüm katılımcıların seçilme şanslarının eşit olduğu;
- Güvenilirlik geçerlilik varsayımı: Tez çalışmasında kullanılan cihazların güvenilir ve doğru bir şekilde ölçüm aldığı ve örnekleme için doğru ve tekrarlanabilir olduğu;
- Bu tez çalışmasında sporcuların maksimum performans sarf etkileri;
- Çalışmaya dahil edilen katılımcılar tamamen gönüllülük esasına dayalı katıldığı, çalışmada oluşabilecek artılar ve eksiler katılımcılara eksiksiz olarak aktarıldığı varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları:

Bu tez çalışması Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerine ve en az 2 yıl antrenman yaşına sahip, Squat ve Bench pres egzersizlerine hâkim olan sporcular ile sınırlandırılmıştır.

2. Literatüre Giriş

2.1. Yorgunluk ve Türleri

Yorgunluk kavramına genel olarak baktığımızda günlük yaşantımızda çok sık yaşanan bir semptom olarak karşımıza çıkmaktadır (Jason vd., 2010). Genel popülasyonda yorgunluk kas güçsüzlüğü, konsantrasyon kaybı, enerji seviyesindeki düşüklük, tepki süresinde azalma, koordinasyonda düşüş, denge performansında bozulma gibi terimlerle fiziksel ve zihinsel olarak sergilenen bir efor sonucunda performansta azalma olarak tanımlanmaktadır (Azzollini ve Hayward, 2023; Moshawrab vd., 2022). Yorgunluk (fatigue) öznel bir his, yorulma (fatigability) ise gerekli dinlenmenin gerçekleşmediği, uzun süreli fiziksel veya zihinsel aktiviteyi sürdürmek için uğraşlar vermek ve bunun sonucunda yetersiz enerji kapasiteleri ile performansta düşüşü bildiren nesnel bir durum olarak tanımlanmaktadır. (Kluger, Krupp ve Enoka, 2013) (Job ve Dalziel, 2000). Literatürde yapılan diğer yorgunluk tanımı ise; vücutta uyuşukluk hisleri ile başlayan ve çalışma kapasitesindeki düşüş ile devam eden bu durumların sonucunda da fiziksel ve zihinsel performanstaki motivasyonun azalması olarak

tanımlanmaktadır (Nelesen vd., 2008). Philips'in yazdığı "Fatigue in Sport and Exercise" kitabında birçok yorgunluk tanımı bir araya getirilmiştir bunlarda birkaçı şu şekildedir;

- 1: Maksimum performans sergilemede düşüş yaşanması.
- 2: Antrenman performansını istenilen şekilde devam ettirememesi.
- 3: Antrenman sırasında kasta giderek azalan bir aktivasyon.
- 4: Gösterilen çaba sonrasında organ veya kas aktivasyonunda azalma meydana gelmesi.

Literatürde yapılan çalışmalarda birçok farklı yorgunluk tanımı bulunduğu gibi birçok farklı sınıflandırmada bulunmaktadır.

2.1.1. Akut yorgunluk

Yorgunluk semptomlarının 1 aydan daha kısa sürdüğü düzenli uyku ve stres yöntemimi ile kontrol altına alınabildiği bir yorgunluk türüdür. Sporcularda akut yorgunluk durumu genelde yoğun bir performans sonucunda meydana gelen ve kısa süren bir semptom olarak tanımlanmaktadır (Allen, Lamb ve Westerblad, 2008). Sporcularda enerji düşüklüğü, fiziksel performansta ve zihinsel performansta kısa bir düşüş sağlayan akut yorgunluk; yoğun sıvı kaybı, vücutta yaşanan elektrolit dengesizlikleri, düzensiz beslenme, antrenmana bağlı kaslarda yaşanan yorgunluk hissi ve enerji düşüklüğü belirtileri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Akut yorgunluk, kronik yorgunluğun aksine sağlık sorunlarına yol açmadığı fakat sporcularda Finsterer ve Mahjoub (2014) yapmış olduğu çalışmada akut yorgunluğun aşırı antrenman (sürantrenman) gibi sağlık sorunlarına sebep olabileceği vurgulanmıştır (Finsterer ve Mahjoub, 2014; Ament ve Verkerke, 2009).

2.1.2. Kronik yorgunluk

Altı aydan uzun süren, dinlenme durumundayken semptomları (baş ağrısı, iskelet kas ağrısı) geçmeyen yorgunluk olarak tanımlanmaktadır (Güzelgöz, 2020). Sporcularda kronik yorgunluk durumu uykusuzluk, yetersiz dinlenme, düzensiz beslenme gibi belirtiler sonucu ortaya çıkan ve akut yorgunluğun aksine çok daha uzun süreli olan yorgunluk türü olarak tanımlanmaktadır. Allen, Lamb ve Westerblad (2008) yapmış olduğu çalışmada kronik yorgunluğun sporcuların antrenmanda sergilediği teknik-taktik performansını ve müsabaka performansını olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır (Allen, Lamb ve Westerblad, 2008). Kronik yorgunluk durumundaki motivasyonda azalma, isteksizlik, sürekli yorgunluk hali ve uykusuzluk gibi belirtiler aşırı antrenmanın ortaya çıkarabileceği semptomlar olarak vurgulanmıştır (Finsterer ve Mahjoub, 2014). Kronik yorgunluk durumu sonucunda ortaya çıkan çeşitli semptomlar sporcunun/bireyin aktivitelerini kısıtlamasına rağmen eski formuna geri dönmesinin imkânsız olmadığı gibi yeterli dinlenme, psikolojik/psikiyatrik destek, dengeli sıvı alımı ve beslenme gibi adımlarla çözüme kavuşturulabileceği vurgulanmıştır (Güzelgöz, 2020).

2.2. Fiziksel Yorgunluk

2.2.1. Periferik yorgunluk

Kas dokularındaki meydana gelen yorgunluk olarak tanımlanmaktadır (Altunsoy, 2024). Periferik yorgunluk nöromüsküler kavşağın distalinde (uzak) gerçekleşen birden fazla semptomların neden olduğu yorgunluk olarak ifade edilmektedir (Babaoğlu, 2022). Bir başka tanım ise fiziksel olarak gösterilen bir performansın düşüşe geçmesi sonucu periferik yorgunluk oluşmaktadır şeklinde tanımlanmaktadır (Altunsoy, 2024). Periferik yorgunluk, ATP (Adenozin

Trifosfat) ve kreatin fosfat depolarının azalması, kas içi ısının yükselmesi, glikojen depolarının azalması, laktik asit birikimini gerçekleşmesi, metabolik atıkların (H iyonu) birikmesi sonucunda oluşmaktadır (Philips, 2015).

2.2.2. Merkezi yorgunluk

Merkezi yorgunluk, periferik yorgunluğun aksine kasın kasılma kuvvetinin proksimal (yakın) durumunda yaşanan düşüşlerdir. Bu düşüşler merkezi sinir sisteminin beyin, omurilik ve motor nöronlarda gerçekleşen faktörlerin neden olduğu yorgunluk türüdür (Philips, 2015; Gandevia, 2001). Merkezi yorgunluk kuvvet üretimi sonrasında ortaya çıkan nöronlar harekete geçmeden merkezi sinir sisteminde kuvveti engelleyerek kaslarda kuvvet/ güç üretimini baskılar. Kuvvet üretimindeki bu yetersizlik durumu merkezi yorgunluk olarak adlandırılmaktadır. Bu yetersizlik birkaç faktörden kaynaklanabilir;

- İstenilen kas kasılmasının sırasında farklı motor sınırlamasından dolayı koordineli olmaması.
- Maksimum ya da maksimuma yakın kasılan kasların katılımında azalma meydana gelmesi (Pekünlü, 2012).

Kısacası merkezi yorgunluk kasılma kuvvetinin proksimal kısmında, periferik yorgunluk nöromüsküler kavşağın distalinde gerçekleşse bile bu süreçleri farklı düşünmemek gereklidir, çünkü vücut entegre çalışır. Merkezi ve periferik yorgunluğun birbirlerini etkilediği/etkiletişim halinde olduğu anlamına gelmektedir (Pekünlü, 2012; Philips, 2015; Altunsoy, 2024).

2.3. Zihinsel (Mental) Yorgunluk:

Zihinsel yorgunluk, zorlayıcı uzun süreli bilişsel (kognitif) aktiviteler sonrasında konsantrasyon kaybı, dikkat eksikliği

tükenmişlik hissi, ilginin azalması gibi değişiklikler yaratan psikobiyolojik bir yorgunluk olarak tanımlanmaktadır (Meeusen, Van Cutsem ve Roelands, 2021; O'Keeffe, Hodder ve Lloyd, 2020). Nörolojik açıdan bir başka tanım ise, uzun süre boyunca maruz kalınan bilişsel bir görev sonrasında beynin sürekli uyarılması sonucu meydana gelen yorgunluk türü olarak tanımlanmaktadır (Qi vd., 2019). Birey tarafından öznel olarak sergilenen zihinsel yorgunluk belirtileri beynin prefrontal ve ön singulat korteks gibi beynin birden fazla bölgesinde dopamin ve adenozin için önemli rollere sahip nörotransmitter sistemini etkilediği ve bu durum sonrasında da zihinsel yorgunluk meydana geldiği vurgulanmaktadır (Meeusen, Van Cutsem ve Roelands, 2021; Grobe vd., 2017). Zihinsel yorgunluk çeşitli bilişsel görevlerden etkilense de bireyin sosyo-demografik (yaş, cinsiyet, meslek durumu, gelir düzeyi, medeni durum, eğitim durumu ve kronik hastalıklar) özelliklerinde de etkilenmektedir (Bilgiç, S. 2023).

2.4. Yorgunluğun Ölçülmesi:

Bireylerde meydana gelen yorgunluğun belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler biyokimyasal ölçümler, laboratuvar ölçümleri, psikofizyolojik ölçümler ve elektriksel beyin aktivasyon ölçümleri gibi dört gruba ayrılmaktadır. Laboratuvar ölçüm testleri laktat cihazları, elektromiyografi (EMG), bisiklet ergometresi, ve myotonometre gibi yöntemler kullanılmaktadır. Biyokimyasal (adenozin, laktat, glutamin) ölçüm yönteminde, hormonal (stress hormonu, kortizol hormonu), kalp atım hızı, kan basıncı, solunum hızı gibi fizyolojik temellere dayanan ölçüm yöntemleridir. Bir diğer ölçüm yöntemi olan psikofizyolojik ölçüm yöntemi brunel ruh hali (BRUMS), algılanan zorluk derecesi belirlenmesinde (BORG), görsel analog skalası (VAS), yorgunluk değerlendirme ölçeği (OMNI), iş yükü belirleme ölçeği (NASA-TLX) gibi çeşitli psikofizyolojik

ölçüm değerlendirmeleri kullanılmaktadır. Son yıllarda teknolojinin gelişimi ile kullanılan elektroensefalografi (EEG), manyetoensefalografi (MEG), fonksiyonel manyetik rezonans görüntülemesi (fMRI) ve fonksiyonel yakın kızıl ötesi spektroskopisi gibi çeşitli ölçüm yöntemleri beynin aktivasyonunu belirlemede kullanılmaktadır (Middlewood, Gallegos ve Gasper, 2016; Bestwick-Stevenson vd., 2022; Ishii, Tanaka ve Watanabe, 2014; Azevedo vd., 2021; Hernández-Belmonte vd., 2020).

2.5. Stroop Etkisi:

John Ridley Stroop tarafından geliştirilen Stroop etkisi, bir kelimenin ifade edilmesinde kullanılan mürekkep rengi ile kelimenin yazımında kullanılan rengin aynı olmaması durumu olarak adlandırılmaktadır. Stroop testi bilişsel esneklik, inhibisyon ve seçici dikkat gibi özelliklerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. (Stroop, 1935). Stroop testi başarılı bir performansla odaklanmanın yanı sıra test ile ilgili olmayan durumları ketlemeyi, test ile ilgisi olan durumlara ise odaklanmayı sağlamaktadır (Ardila ve Ostrosky, 2022). Literatürde yapılan çeşitli beyin görüntüleme çalışmalarında en fazla aktivasyon beynin frontal lob bölümü ve çevresinde olduğu, odaklanma, seçici dikkat gibi durumlarda ise stroop testi performansında önemli bir rol oynayan ve yüksek aktivasyon sağlayan anterior singulat kortekste olduğu vurgulanmıştır (Mead vd., 2002; Carter, Mintun ve Cohen, 1995; Alvarez ve Emory, 2006). Stroop testi uyumlu, uyumsuz ve nötr olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Uyumlu stroop görevinde kelime kırmızı renkte yazılmış ve söylenmesi istenilen kelimenin de kırmızı olduğu, uyumsuz stroop görevinde kırmızı yazılmış mavi kelimesi, son olarak nötr olan stroop görevinde ise herhangi bir rengi ifade etmeden $\times \times \times$ gibi şekil ve sembollerden oluşan görevlerdir (Hasshim ve Parris, 2021). Uyumsuz stroop görevi, nötr ve uyumlu görevlere kıyasla daha

geç (uzun) tepki süresi vermektedir. Bu geç tepki verme süresi stroop etkisi olarak adlandırılmaktadır. Smith vd., (2016) 12 futbolcu ile 30 dakika uyumsuz stroop görevini kullanarak yapmış olduğu çalışmada yoyo aralıklı toparlanma testinde koşu mesafesinde düşüş bildirmişlerdir. Bir diğer çalışma Salam, Marcora ve Hopker (2018) 11 bisikletçi üzerine yapmış olduğu 3 farklı yoğunlukta 3 farklı tükenme süresinin olduğu çalışmada 30 dakikalık uyumsuz stroop görevi 3 farklı yoğunluğunda tükenme süresinde düşüş sağlamıştır. Tüm bu durumlar beynin kontrol ve yürütme mekanizmalarından yani prefrontal korteks, anterior singulat korteks ve dorsolateral prefrontal korteks bölgelerinin aktivasyonu ile alakalıdır (Song ve Hakoda, 2015; Van Cutsem vd., 2017). Literatürde renk sayısı, kart sayısı, ifade edilen renkler açısından birçok farklı stroop testi bulunmaktadır (Straus, Sherman ve Spreen, 2006) Bu testler Nöropsikolojik tarama testi, Dodril formu, stoop kelime ve renk testi golden formu gibi örnekler vardır fakat popüler olarak kullanılan stroop formları Golden, Victoria ve Comalli Kaplan formlarıdır (Trenerry vd., 1989; Tüfekçi, 2019). Türkiye’de yapılan stroop formları Karakaş vd., (1993) tarafından geliştirilen stroop testi TBAG (Temel Bilimler Araştırma Grubu) formu ve Emek-Şavaş vd., (2020) tarafından geliştirilen stroop Çapa formudur. (Karakaş ve Başar, 1993; Emek-Savaş vd., 2020). Bu formlar literatürde geçerli ve güvenilir araçlar olarak değerlendirilmiş ve çalışmalar yapılmıştır. Çapa formunda 18-49 yaş arasında 2 hafta boyunca takip edilen grup ve 50 yaş üzeri 12 ay boyunca takip edilen grup olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışmanın sonucunda 2 hafta ve 12 ay takip edilen iki grubunda test tekrar test güvenilirliği yüksek bulunmuştur (Emek-Savaş vd., 2020). Bir başka çalışmada 7 ayrı yaş grubu üzerine yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda ise stroop testi performansının yaş ve eğitimden etkilendiği fakat cinsiyet değişkeninden etkilenmediği ve bu değişkenin performans üzerine herhangi

bir etkisi olmadığı vurgulanmıştır (Houx, Jolles ve Vreeling, 1993). Literatürde yapılan stroop testinin birçok geçerlilik güvenilirlik çalışmalarına ulaşmak mümkündür (Van der Elst vd., 2006; Streeter vd., 2008; Kang vd., 2013).

2.6. Aktivasyon Sonrası Performans Artışı (PAPE):

Son zamanlarda istemli kasılmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan, kuvvet ve güç performansında akut bir gelişim sağlayan aktivasyon sonrası performans artışı (PAPE), egzersizden önce gerçekleştireceğimiz bir hareketin potansiyel olarak kuvvet üretiminde ve atletik performansta akut bir artışı sağlayan fizyolojik bir olgu olarak nitelendirilmektedir (Krzysztofik vd., 2021; Chiu vd., 2003).

2.7. Aktivasyon Sonrası Performans Artışı Fizyolojik Temeli:

Aktivasyon sonrası performans artışı (PAPE) izometrik egzersizler, pliometrik egzersizler ve orta/ağır direnç antrenman çalışmaları dahil olmak üzere, farklı metot ve egzersiz yöntemleri aracılığıyla elde edilebilir. Uygulanan metot ve egzersiz yöntemleri, yüksek kuvvet gelişimine, artan sıçrama yüksekliğine ve sprint performansına yol açmaktadır (Kannas vd., 2024). Uygulanan kondisyon aktivitesi çalışmaları, kas gücünü artırmada ve atletik performansı iyileştirmede etkilidir. Literatüre bakıldığında kondisyon aktivitesinin insan organizmasında, fizyolojik değişikliklere sebep olduğu vurgulanmıştır. PAPE sürecinde gerçekleşen bu fizyolojik olgu çeşitli teoriler üzerinden açıklanmıştır. Birinci teori: egzersiz öncesindeki uyarının miyozin düzenleyici hafif zincirini fosforilasyon sağlayacağı, miyozini hareket ettirerek aktin filametlerine yaklaştıracığı ve sarkomer içerisinde gerçekleşen etkileşimleri kolaylaştıran kalsiyum iyonuna olan duyarlılığı arttıracığı şeklinde ifade edilmiştir. İkinci teoride ise: egzersiz öncesi yapılan bir yüklenmede nöromüsküler kavşakta ve

spinal kortta uyarılma potansiyellerinin geçirgenliği konusunda arttırma sağlamada sorumlu olabileceği belirtilmiştir (Harmancı vd., 2017; Jarosz vd., 2024).

2.8. Aktivasyon Sonrası Performans Artışı Sinirsel Etkisi:

Tekrar eden hareketler, ilgili kası inerve eden sinir yolağını ve sinirin sonlandığı motor son plağı aktif hale getirir. Bu aktivasyon durumunda sinir ve sinir bağlantılarını güçlendiren nörotransmitter gibi maddelerin salınımı artar (Stone vd., 2008). Nörotransmitterin en önemlilerinden biri asetilkolindir. Asetilkolin motor ünite de kas kasılmasının başlangıcında önemli rol oynamaktadır. Asetilkolin seviyesindeki artışa bağlı olarak, sinir iletim hızı, gücü ve diğer sinir uçları ile olan bağlantılar daha güçlü hale gelmektedir. Bu durum aktivasyon sonrası performans artışının nörolojik temellerinde asetilkolinin önemli rol aldığı nı vurgulamaktadır (Blazevich ve Babault, 2019). Bunlara ek olarak harekete bağlı kas içerisinde oluşan sıcaklıkta sinir iletim hızını desteklemektedir (Jarosz vd., 2024).

2.9. Aktivasyon Sonrası Performans Artışı Motorsal Etkisi:

Kas kasılması, sarkomerde başlayarak ve aksiyon potansiyeline bağlı olarak, yüksek miktarda sodyum, potasyum ve kalsiyum salınımı ile devam etmektedir. Dinamik kasılmalarda kasın kasılıp gevşemesi sırasında geçen süre hareketin hızının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Hodgson, Docherty ve Robbins, 2005). Geekleşen bir kasılmada kasın gevşemesi, kasın kasılmasından daha uzun sürmektedir. Kasın gevşeme süresini uzatması durumu tekrarlı kasılmalarda hızın geliştirilmesindeki faktörler arasındadır. Kasın hızla gevşeyebilmesi vizkozite özelliğinin düşük olması gibi faktörlere bağlıdır. Aktivasyon sonrası performans artışı

kasın vizkozitesini ve kasılma-gevşeme döngüsünü hızlandırır (Seiberl vd., 2015; Navarro-Cruz vd., 2019). Yüksek hızda yapılan hareketler Tip 2 kas fibrillerinin aktive olması ile alaklı bir durumdur. Güçlü motor ünite ve yüksek düzeyde glikotik aktiviteye sahip Tip 2 kas fibrilleri yüksek güç üretimi meydana getirmektedir. Aktivasyon sonrası performans artışı Tip 2 kas fibril katılımını arttıran bir yöntemdir (Gervasi vd., 2018).

2.10. PAPE'nın Spor Performansına Katkısı:

PAPE çalışmaları spor performansında akut değişikliklerle sonuçlanır. PAPE, etkileri genellikle sıçrama veya sprint performans testleri yoluyla değerlendirilmiştir (Liu, Niu ve Zhou, 2024). Yüksek patlayıcı güç gerektiren spor branşlarında yaygın olarak kullanılmıştır. Literatür incelendiğinde yüzüçülere uyguladıkları ön aktivasyon protokolünden 8 dakika sonra sporcuların 5 metre ve 15 metre performanslarında artış gözlemlenmişlerdir (Cuenca-Fernández vd., 2015). Liseli kadın sporcular üzerine ağırlık yeleği ve yeleksiz yaptığı pliometrik egzersizleri içeren dinamik bir çalışmanın sıçrama performansını arttırdığı fakat 10 metre sprint performansını arttırmadığı sonucuna varılmıştır (Faigenbaum vd., 2006). Halterciler üzerinde farklı yüklerde (1RM'nin %20, %30, %40, %60, %80) izometrik squat yapılmıştır ve her 3 dakika sonrasında dikey sıçrama performansı ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda 1RM'nin %2'nde düşüş %40, %60, %80 yoğunluklarında ise artış göstermiştir (Hirayama, 2014). Erkek futbolcular üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise 1 RM'nin %90'ında yarım squat yapılmış ve 1 ve 10 dakika sonraki counter movement sıçramasına bakılmıştır. Bir dakika sonrasında düşüş, 10 dakika sonrasında performansta artış meydana gelmiştir (Mola vd., 2014). Profesyonel ragbi oyuncularında 1 RM'nin %87'inde 3 set 3 tekrar yapılmış ve 15 saniye 4,8,12,16,20,24 dakikalarda counter movement sıçraması ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda 15 saniye

16,20,24'üncü dakikalarda düşüş 4,8,12'nci dakikalarda performansta artış meydana gelmiştir (Kilduff vd., 2008). Profesyonel düzeyde ragbi oyuncularında 1RM'nin %87'inde 3 × 3 bench press'ten 8 dakika sonra balistik bench preste %4,3'lük bir iyileşme olduğu sonucuna varılmıştır (West vd., 2013). Pliometrik şınavdan oluşan 1 set 10 tekrarlık PAPE kondisyon aktivitesinden 8 dakika sonra balistik bench presste güç çıktısında artış olduğu sonucuna varmışlardır (Ulrich ve Parstorfer, 2017).

3. Yöntem

3.1. Katılımcılar:

Bu tez çalışmasına en az 5 yıl antrenman yaşına sahip, Squat ve Bench press egzersizlerine hâkim olan sporcular gönüllük esasına bağlı olarak dahil olmuştur. Çalışmaya dahil edilen katılımcıların son 6 ay içerisinde herhangi bir sakatlık geçirmiş olmamaları, katılımcıların test günü öncesinden en az 8 saat uyumuş olmaları ve çalışma öncesinde kafein, alkol tüketmemiş olmaları istenmiştir ve dikkat edilmiştir. Katılımcılara testin gerçekleştirileceği spor salonu test günü öncesinden gösterilmiştir ve ölçüm sırasında neler yapacakları uygulamalı olarak gösterilmiş ve anlatılmıştır. Çalışmaya katılan sporcular herhangi oluşabilecek risklere karşı bilgilendirilmiş ve ardından katılımcılardan gönüllü katılım formu alınmıştır. Bu çalışma Eskişehir Teknik Üniversitesi Etik Komitesi tarafından (E-87914409-050.04-64420) onaylanmıştır.

3.2. Protokoller:

-Katılımcılar 6 oturum halinde çalışmaya dahil edilmiştir. Oturum sıraları rastgele belirlenmiştir ve 10:00 - 17:00 saatleri

arasında gerçekleştirilmiştir. Oturumlar arasında 48 saatlik dinlenme verilmeye özen gösterilmiştir.

-Birinci oturumda katılımcıların 1 TM ölçümleri, antropometrik ölçümleri ve uygulanacak olan performansları (bench pres- squat- stroop görevi- belgesel izleme) tanıtmak amacıyla famularizasyon oturumu uygulanmıştır.

-İkinci oturumda katılımcılara mental ve fiziksel yorgunluk öncesinde BORG ve BRUMS ölçekleri uygulanmıştır. Daha sonra katılımcılara ITM'nin %65'nde 30 dakikalık stroop görevi testi gerçekleştirilmiş ve spor salonunda PAPE protokolü uygulanmıştır. Uygulanan protokolden sonra BORG ve BRUMS ölçekleri kaydedilmiştir.

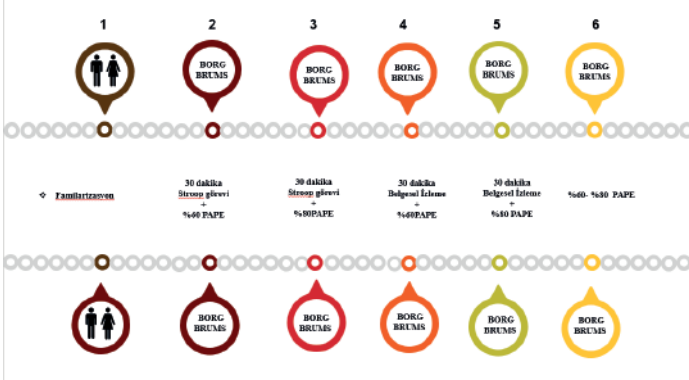
-Üçüncü oturumda katılımcılara mental ve fiziksel yorgunluk öncesinde BORG ve BRUMS ölçekleri uygulanmıştır. Daha sonra katılımcılar ITM'nin %80'nde 30 dakikalık Stroop görevini tamamlamışlardır ve spor salonunda PAPE protokolü uygulanmıştır. Uygulanan protokolden sonra BORG ve BRUMS ölçekleri kaydedilmiştir.

-Dördüncü oturumda katılımcılara mental ve fiziksel yorgunluk öncesinde BORG ve BRUMS ölçekleri uygulanmıştır. Daha sonra katılımcılar ITM'nin %65'nde 30 dakikalık belgesel izleme görevini tamamlamışlardır ve spor salonunda PAPE protokolü uygulanmıştır. Uygulanan protokolden sonra BORG ve BRUMS ölçekleri kaydedilmiştir.

-Beşinci oturumda katılımcılara mental ve fiziksel yorgunluk öncesinde BORG ve BRUMS ölçekleri uygulanmıştır. Daha sonra katılımcılar ITM'nin %80'nde 30 dakikalık belgesel izleme görevini tamamlamışlardır ve spor salonunda PAPE protokolü uygulanmıştır. Uygulanan protokolden sonra BORG ve BRUMS ölçekleri kaydedilmiştir.

-Altıncı oturumda ise sporculara sadece PAPE protokolü BORG ve BRUMS ölçekleri uygulanmış, hiçbir mental

yorgunluk sağlanmamıştır. Yapılan oturumlar arasında 48 saat ara verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma Planı

3.3. Veri Toplama Araçları:

3.3.1. Boy uzunluğu ölçüm aracı:

Katılımcıların antropometrik özelliklerden biri olan boy uzunluğu ölçümü belirlenmesinde $\pm 0,1\text{mm}$ hassasiyeti olan duvara sabitlenmiş stadiometre (Holtain, Ltd, UK) ile ölçüm yapılmıştır.



Görsel 3.1. Stadiometre (Boy Ölçüm Aracı)

3.3.2. Vücut ağırlığı ölçümü:

Vücut ağırlığı ölçümleri $\pm 0,1$ kg hassasiyeti olan elektronik baskül (Seca, Vogel; Halke, Hamburg) ile ölçülmüştür.



Görsel 3.2. Vücut Ağırlığı Ölçüm Aracı

3.3.3. Vücut kompozisyonu ölçümü:

Tanita MC 780 MA cihazı vücut yağ oranını, yağsız kütle ve vücut kompozisyonu parametrelerini belirlemek için kullanılmıştır. Ölçüm öncesinde cihazın kalibrasyonu sağlanmıştır.



Görsel 3.3. Tanita (Vücut Kompozisyonu Ölçüm Aracı)

3.3.4. Tekrar maksimum (1TM):

Antrenman müdahalesinden önce, bench press ve squat için maksimum kuvvet değerlendirmeler arasında en az 48 saat arayla gerçekleştirilmiştir. 1 TM testindeki potansiyel hataları en aza indirmek için Brzycki Formülü kullanılmıştır. (1RM=Ağırlık÷(1.0278-0.0278×TekrarSayısı)

3.4. Uygulanan Ölçekler:

3.4.1. Borg skalası:

Katılımcılar zihinsel ve fiziksel yorgunluklarını öncesinde ve sonrasında sayısal olarak ifade etmiş oldukları bir ölçektir.

Skor	Zorlanma derecesi	1-10 Skala	KAH% ¹
6			
7	Çok çok hafif	1	50-60%
8		2-3	60-70%
9	Çok hafif		
10		4-6	70-80%
11	Oldukça hafif		
12			
13	Biraz zor	7-8	80-90%
14			
15	Zor		
16			
17	Çok zor	9	90-95%
18			
19	Çok çok zor		
20	Maksimal Efor	10	95-100%

Görsel 3.4. Borg Zorluk Derecesi Skalası (Borg, 1998).

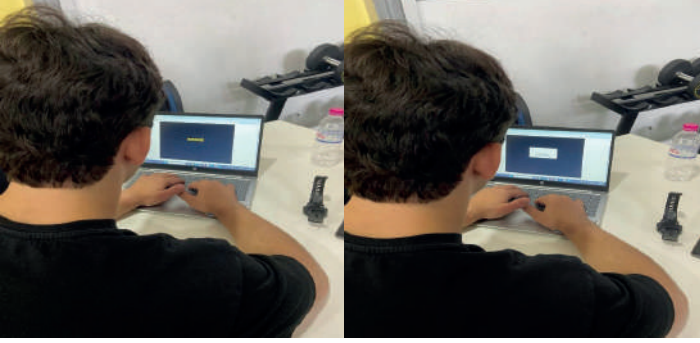
3.4.2. Brunel ruh hali ölçeği (BRUMS):

Çakıroğlu tarafından Türk sporcularına uyarlanan BRUMS ölçeği 24 maddelik, öfkeli, gergin, neşeli, gibi çocuklar ve yetişkinlerin ruh halinin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere geliştirilen bir ölçektir. 5'li likert ölçeği kullanılarak gerçekleştirilen bu ölçek '0' = 'Hiç değil', '1' = 'Biraz', '2' = 'Orta derecede', 3 = 'Biraz' ve '4' = 'Son derece' şeklinde sporculara egzersiz öncesi ve sonrasında ruh hallerinin belirlenmesi amacıyla kullanılıp kaydedilmiştir (Çakıroğlu, 2016).

3.5. Bilişsel İş Yüğü Testler

3.5.1. Stroop görevi:

John Ridley Stroop tarafından bulunan Stroop Görevi sporcunun zihinsel işi yükünü iletmede kullanılan bir yöntemdir. Bu görevde sporcudan bilgisayar ekranındaki kelimenin rengini söylemesi yani ‘kırmızı’ kelimesi ‘mavi’ renkle yazıldığında, sporcudan kelimenin yazılmış olduğu rengi yani ‘mavi’ rengi söylemesi istenmiştir. 30 dakikalık bu süre zarfında katılımcılardan kelimeleri ve renkleri maksimum düzeyde hızlı ve doğru söylenmesi istenmiştir.



Görsel 3.5. Stroop Görevi

3.6. Kontrol Koşulu (Belgesel İzleme):

Kontrol grubundaki katılımcılar için 30 dakikalık bir belgeselin izlenmesini istenmiştir.



Görsel 3.6. Belgesel İzleme

3.7. Aktivasyon Sonrası Performans Artışı (PAPE) Protokolü:

PAPE, egzersizden önce gerçekleştireceğimiz bir hareketin potansiyel olarak kuvvet üretiminde ve atletik performansta akut bir artışı sağlayan fizyolojik bir olgu olarak nitelendirilmektedir. Bu çalışmada ITM'ı alınan katılımcıların mental yorgunluk öncesinde ve sonrasında ITM'nin %60'ı 6 tekrar ve ITM'nin %85'i 3 tekrar yapmaları istenmiştir. Çalışma kapsamında 3, 6, ve 9 dakika sonra performans değerlerine bakılacaktır.

4. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel çözümlenmesi, SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 22.0 programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde öncelikle tanımlayıcı istatistikler (aritmetik ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler) hesaplanarak katılımcıların genel performans düzeyleri ve dağılım özellikleri ortaya konmuştur. Veri setinin normal dağılıma uygunluğu, Shapiro–Wilk testi ile sınanmıştır. $p > 0,05$ değerinin elde edildiği durumlarda, verilerin normal dağıldığı kabul edilmiştir. Küçük örneklemelerde yüksek güvenilirlik sağlanması nedeniyle Shapiro–Wilk testi tercih edilmiştir. Tüm değişkenlerin normallik varsayımını karşıladığı belirlendikten sonra, ölçüm zamanları arasındaki farkları ve grup etkilerini incelemek amacıyla Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) uygulanmıştır. Analizde iki iç grup faktörü (*yüzde: %60 ve %80; din: 3., 6. ve 9. dakika*) ile bir dış grup faktörü (*grup: Stroop, Belgesel, PAPE*) yer almıştır. Bu doğrultuda $2 \times 3 \times 3$ karışık (mixed design) bir model oluşturulmuş ve katılımcıların farklı koşullardaki performans değişimleri incelenmiştir. Veri analizinde küresellik (sphericity)

varsayımı Mauchly'nin Küresellik Testi ile değerlendirilmiş; varsayımın ihlal edilmesi durumunda sonuçlar Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılarak yorumlanmıştır. Analiz sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmesi halinde, farkın hangi ölçüm düzeyleri arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar uygulanmıştır. Bu yöntem, çoklu karşılaştırmalarda Tip I hata olasılığını kontrol altına almak amacıyla tercih edilmiştir. Analizde elde edilen farkların büyüklüğü eta kare (η^2) katsayısı ile hesaplanmış, gerektiğinde Cohen's d değeri de etki büyüklüğünü değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu değerler, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki açıklama oranını göstermektedir. Tüm istatistiksel işlemlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BÖLÜM 5

5. Bulgular

Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler Tablo 5.1. de gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler

Değişken	Ortalama \pm SS	%95 GA (Alt-Üst)	Min-Maks
Boy (cm)	174,80 \pm 6,86	171,59 – 178,01	164 – 193
Vücut ağırlığı (kg)	72,45 \pm 9,71	67,91 – 76,99	60 – 89
Yaş (yıl)	20,60 \pm 1,93	19,70 – 21,50	19 – 25
Yağ yüzdesi (%)	11,02 \pm 5,10	8,63 – 13,40	4,90 – 19,00
Antrenman yaşı (yıl)	8,65 \pm 2,87	7,31 – 9,99	3 – 13
Bench 1RM	63,25 \pm 18,94	54,39 – 72,11	35 – 105
Squat 1RM	89,10 \pm 17,33	80,99 – 97,21	65 – 120

Araştırmanın bu bölümünde, zihinsel yorgunluk koşulları (kontrol, Stroop ve belgesel) altında, farklı şiddetlerde (%60 ve %80 1RM) uygulanan PAPE prosedürünün ardından 3. 6. ve 9. dakikalarda ölçülen bench press throw (BPT), sıçrama

ve squat performans değişkenlerine ilişkin 3 yönlü ve 2 yönlü tekrarlayan ölçümler varyans analizi sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 5.2. Zihinsel yorgunluk (kontrol–Stroop–belgesel) koşullarında, farklı şiddetlerde (%60–%80 IRM) uygulanan PAPE sonrasında (3. 6. ve 9. dk) ölçülen performans değişkenlerine ait 3 yönlü (ZY x Şiddet x Zaman) ve 2 yönlü (ŞiddetxZaman; ZY düzeylerine göre) tekrarlayan ölçümler ANOVA sonuçları.

Değişken	Mauchly (Sferisite)	Düzeltilme	F(df1; df2)	P	Etki büyüklüğü	Observed Power
Bench Press Throw (BPT)	Sağlanmadı (p=0,16)	GG	1,185 (3,506; 66,607)	0,324	0,059	0,329
Sıçrama	Sağlandı (p=0,144)	—	1,727 (1,354; 25,734)	0,202	0,083	0,277

Tablo 5.3. Yönlü Tekrarlayan Ölçümler ANOVA – Sıçrama (Şiddet x Zaman), ZY Düzeylerine Göre

ZY düzeyi	Mauchly (Sferisite)	Düzeltilme	F(df1; df2)	p	Etki büyüklüğü	Observed Power
Stroop	Sağlanmadı (p=0,000)	GG	1,774 (1,340; 25,467)	0,195	0,085	0,282
Belgesel	Sağlandı (p=0,907)	—	1,020 (3; 57)	0,391	0,051	0,263
Kontrol	Sağlandı (p=0,497)	—	2,656 (3; 57)	0,066	0,123	0,573

Tablo 5.4. Yönlü Tekrarlayan Ölçümler ANOVA – Bench Press Throw (BPT) (Şiddet x Zaman), ZY Düzeylerine Göre

ZY düzeyi	Mauchly (Sferisite)	Düzeltilme	F(df1; df2)	P	Etki büyüklüğü	Observed Power
Stroop	Sağlanmadı (p=0,014)	GG	2,394 (3; 57)	0,078	0,112	0,569
Belgesel	Sağlanmadı (p=0,018)	GG	1,591 (2,117; 40,230)	0,215	0,077	0,326
Kontrol	Sağlandı (p=0,264)	—	0,761 (3; 57)	0,520	0,039	0,203

Tablo 5.5. Yönlü Tekrarlayan Ölçümler ANOVA – Squat (Şiddet x Zaman), ZY Düzeylerine Göre

ZY düzeyi	Mauchly (Sferisite)	Düzeltilme	F(df1; df2)	P	Etki büyüklüğü	Observed Power
Stroop	Sağlanmadı (p=0,00)	GG	1,774 (3; 57)	0,162	0,085	0,282
Belgesel	Sağlandı (p=0,907)	Equal variance assumed	1,020 (3; 57)	0,391	0,051	0,263
Kontrol	Sağlandı (p=0,497)	Equal variance assumed	2,656 (3; 57)	0,057	0,123	0,619

Tanımlayıcı istatistikler ve varyans analizlerine ilişkin sonuçlar ve bulgular metin içerisinde aşağıda raporlanmıştır. Zihinsel yorgunluk koşulları (kontrol, Stroop ve belgesel) altında, iki farklı şiddette (%60 ve %80 1RM) uygulanan PAPE protokolü sonrası belirlenen zaman noktalarında (0, 3, 6 ve 9. dakika) elde edilen performans değişkenlerine ait istatistiksel sonuçlar sunulmuştur. Üç yönlü tekrarlayan ölçümler ANOVA sonuçlarına göre, bench press throw (BPT) değişkeninde üçlü etkileşim için Mauchly sferisite varsayımı sağlanmadığından Greenhouse–Geisser düzeltmesine

bakılmıştır ($p=0,16$). BPT için zihinsel yorgunluk \times şiddet \times zaman üçlü etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F(3,506; 66,607)=1,185; p=0,324$; etki büyüklüğü=0,059; gözlenen güç=0,329). Benzer şekilde sıçrama değişkeninde üçlü etkileşim için sferisite varsayımı sağlanmıştır ($p=0,144$) ve zihinsel yorgunluk \times şiddet \times zaman üçlü etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F(1,354; 25,734)=1,727; p=0,202$; etki büyüklüğü=0,083; gözlenen güç=0,277). İki yönlü tekrarlayan ölçümler ANOVA sonuçlarında, sıçrama yüksekliği değişkeni için şiddet \times zaman etkileşimi zihinsel yorgunluk düzeylerine göre ayrıca incelenmiştir. Stroop koşulunda sferisite varsayımı sağlanmadığından Greenhouse–Geisser düzeltmesi raporlanmış ve etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(1,340; 25,467)=1,774; p=0,195$; etki büyüklüğü=0,085; gözlenen güç=0,282). Belgesel koşulunda sferisite varsayımı sağlanmış ve etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(3; 57)=1,020; p=0,391$; etki büyüklüğü=0,051; gözlenen güç=0,263). Kontrol koşulunda da sferisite varsayımı sağlanmış ve etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(3; 57)=2,656; p=0,066$; etki büyüklüğü=0,123; gözlenen güç=0,573). Bench press throw (BPT) değişkeni için de şiddet \times zaman etkileşimi zihinsel yorgunluk düzeylerine göre raporlanmıştır. Stroop koşulunda sferisite varsayımı sağlanmadığından Greenhouse–Geisser düzeltmesine göre etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(3; 57)=2,394; p=0,078$; etki büyüklüğü=0,112; gözlenen güç=0,569). Belgesel koşulunda sferisite varsayımı sağlanmadığından Greenhouse–Geisser düzeltmesine göre etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(2,117; 40,230)=1,591; p=0,215$; etki büyüklüğü=0,077; gözlenen güç=0,326). Kontrol koşulunda sferisite varsayımı sağlanmış ve etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(3; 57)=0,761; p=0,520$; etki büyüklüğü=0,039; gözlenen güç=0,203). Squat değişkeninde şiddet \times zaman etkileşimi zihinsel yorgunluk düzeylerine göre

değerlendirildiğinde; Stroop koşulunda sferisite varsayımı sağlanamamış ve Greenhouse–Geisser düzeltmesine göre etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(3; 57)=1,774; p=0,162$; etki büyüklüğü=0,085; gözlenen güç=0,282). Belgesel koşulunda sferisite varsayımı sağlanmış ve “equal variance assumed” satırına göre etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(3; 57)=1,020; p=0,391$; etki büyüklüğü=0,051; gözlenen güç=0,263). Kontrol koşulunda da sferisite varsayımı sağlanmış ve “equal variance assumed” satırına göre etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(3; 57)=2,656; p=0,057$; etki büyüklüğü=0,123; gözlenen güç=0,619). Borg (RPE) değerleri için üç yönlü tekrarlayan ölçümler ANOVA sonuçlarına göre; bench press throw için sferisite varsayımı sağlandığından “eşit varyans varsayımı” satırına bakılmış ($p=0,361$) ve zihinsel yorgunluk \times şiddet \times zaman (3, 6, 9. dk) üçlü etkileşimi anlamlı bulunmamıştır ($F(4; 72)=1,139; p=0,847$; etki büyüklüğü=0,019; gözlenen güç=0,124). Sıçrama için de sferisite varsayımı sağlandığından “equal variance assumed” satırına göre ($p=0,141$) üçlü etkileşim anlamlı bulunmamıştır ($F(4; 76)=2,129; p=0,696$; etki büyüklüğü=0,028; gözlenen güç=0,177). BRUMS verilerine uygulanan üç yönlü tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları, zihinsel yorgunluk koşulu, egzersiz şiddeti (%60 ve %80) ve zaman (öntest–sontest) arasında anlamlı bir üçlü etkileşim olduğunu göstermiştir (E. F (1154.641, $p<0.001$, $\eta^2=0.891$). İkili karşılaştırmalar, Stroop koşulunda hem %60 hem de %80 şiddette zamanla anlamlı değişim olduğunu ortaya koymuştur. %60 şiddette öntestte pozitif olan duygu durumu sontestte negatif yönde değişmiştir ($F(1,19)=106.875, p<0.001$). %80 şiddette ise başlangıçta negatif olan duygu durumu sontestte azalmış, ancak pozitif duygu durumuna tam geçiş sağlanamamıştır ($F(1,19)=206.668, p<0.001$). Belgesel ve PAPE koşullarında ise öntest–sontest arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

6. Tartışma

Bu çalışmada 18–23 yaş aralığındaki sporcu bireylerde zihinsel yorgunluk koşullarının (kontrol, Stroop, belgesel), iki farklı şiddette uygulanan PAPE prosedürünün (%60 ve %80 1RM) ve ölçüm zamanının (0., 3., 6., 9. dk) patlayıcı performans üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bench press throw (BPT) değişkeninde zihinsel yorgunluk %60 ve %80 şiddet, 3, 6, 9 dk zaman üçlü etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ($p=0,058$), buna karşın sıçrama yüksekliğinde de aynı üçlü etkileşim anlamlı bulunmuştur ($p=0,007$). BPT’de üçlü etkileşimin anlamlı çıkmaması literatüründe, mental yorgunluk ile benzerlik göstermektedir. Van Cutsem vd., (2017) sistematik derlemesi, mental yorgunluğun tutarlı biçimde dayanıklılık performansını bozduğunu; buna karşın maksimal kuvvet, güç ve anaerobik iş çıktılarında çoğu çalışmada belirgin bir bozulma görülmediğini belirtilmiştir. Benzer şekilde Alix-Fages vd., (2023) mental yorgunluğu (akıllı telefon kullanımı veya Stroop) takiben bench press kuvvet–hız profili, 1RM ve CMJ performansında anlamlı bir değişim bulmamıştır. Bu durumda kısa süreli, patlayıcı/kuvvet çıktılarının mental yorgunluktan her zaman etkilenmeyebileceği

belirtilmiştir. Buradan yola çıkarak BPT’de anlamlı etkileşim görülmemesi beklenebilir, ancak p-değerinin 0,058 ile sınırda kalması, etkilerin küçük/orta düzeyde olabileceği fakat bu örneklem ve protokol altında istatistiksel olarak netleşmemiş olabileceği şeklinde daha temkinli yorumlanmalıdır. Sıçrama yüksekliğinde anlamlı üçlü etkileşimin görülmesi, zihinsel yorgunluk koşullarında PAPE’nin ortaya çıkış biçiminin değiştiğini düşündürmektedir. PAPE yanıtı, kondisyonel aktivitenin (CA) oluşturduğu potansiyel “potansiyasyon” ile aynı anda oluşan “yorgunluk” bileşeninin dengesine bağlıdır ve bu nedenle optimal performans penceresi bireyler ve protokoller arasında değişebilir. Bu noktada özellikle dinlenme aralığı kritik bir değişkendir, Gouvêa vd., (2013) sıçrama performansı üzerine yaptıkları meta-analizde 0–3 dakikalık kısa dinlenmenin sıçrama performansını olumsuz etkileyebileceğini, 8–12 dakikalık aralığın ise sıçrama yüksekliği üzerinde daha olumlu bir etkiyle ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bu bilgi, 0–9 dakika ölçüm penceresinin bazı bireylerde tepe PAPE yanıtını yakalamak için yeterli olabileceği, ancak özellikle zihinsel yorgunluk varlığında optimum pencerenin gecikebileceği ve 9. dakikadan sonra daha belirginleşebilecek yanıtların kaçırılmış olabileceğini düşündürmektedir. Sıçrama performansında Stroop ve belgesel koşullarında şiddet %60 ve %80, zaman etkileşiminin anlamlı olmamasına karşın kontrol koşulunda anlamlı olmasıdır. Kontrol koşulunda sıçrama performansı için şiddet × zaman etkileşiminin anlamlı bulunması, %60 ve %80 IRM ile yapılan PAPE uygulamalarının ardından performansın 0, 3, 6 ve 9 dakikalarda aynı şekilde değişmediğini göstermektedir. Yani iki yük şiddeti zaman içinde benzer bir performans eğrisi izlememiştir; bazı zaman noktalarında %60 daha avantajlı görünürken, bazı zaman noktalarında %80 daha avantajlı bir tablo oluşturmuş olabilir. Ancak %60 ve %80 şiddetleri ayrı ayrı incelendiğinde, her bir şiddet için zaman ana etkisinin anlamlı çıkmaması, bu değişimlerin tek başına

her bir yükte net ve güçlü bir artış/azalış oluşturacak kadar büyük olmayabileceğine veya bireyler arasında tepe yanıt zamanının farklılaşması nedeniyle grup ortalamasında etkinin dağılmış olabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle kontrol koşulundaki bulgu, her iki şiddette de zamanla performans kesin artmıştı anlamına değil; iki şiddetin zamana verdikleri yanıtın birbirinden farklılaştığı anlamına gelmektedir (Seitz ve Haff, 2016). Mental yorgunluk–sıçrama ilişkisine dair literatür de tekil performans ve koşula bağlı performans ayırımını destekler niteliktedir. Örneğin Staiano vd., (2024), mental yorgunluğun tekil CMJ’yi etkilemeyebildiğini ancak tekrarlı yön değiştirmeli sprint ve tekrarlı sıçrama gibi daha karmaşık/tekrarlı görevlerde performansı düşürebildiğini raporlamıştı Staiano vd., (2024). Zihinsel yorgunluk, sıçramayı her zaman doğrudan düşürmemektir, fakat PAPE gibi yorgunluk–potansiyasyon dengesine hassas bir durumda, performansın zaman içindeki yanıtını ve şiddete duyarlılığını değiştirebilmektedir. Ayrıca yakın dönem de yapılan çalışmalar, mental yorgunluğun bazı anaerobik/patlayıcı çıktılarda görev yapısına ve ölçüm yaklaşımına bağlı olarak farklı sonuçlar verebildiğini göstermektedir (Gonzalez vd., 2024). BPT tarafında ise PAPE’nin varlığı ve zaman profili literatürde güçlü şekilde gösterilmekle birlikte, yanıtın protokol parametrelerine duyarlı olduğu vurgulanır. Örneğin Tsoukos vd., (2019), bench press temelli farklı yük ve hacim manipölasyonlarının BPT performansını takip eden dakikalarda (12 dakikaya kadar) farklı biçimlerde etkileyebildiğini bildirmiştir Tsoukos vd., (2019). Benzer şekilde Krzysztolik vd., (2021) üst ekstremite balistik performans (BPT) üzerine meta-analizlerinde, kondisyon aktivasyon türü, kondisyon aktivasyonunun şiddeti ve kompleks içi dinlenme aralığının BPT yanıtını anlamlı biçimde modüle edebileceğini belirtmişlerdir (Krzysztolik vd., 2021). Bu durumda, çalışmamızda BPT’de üçlü etkileşimin sınırda kalmasını açıklayabilir: 0–9 dakikalık ölçüm penceresi

veya kullanılan kondisyon aktivitesi parametreleri, BPT’de tepe yanıtın ortaya çıktığı pencereyle tam örtüşmemiş olabilir; ayrıca üst ekstremitelerde balistik performansın mental yorgunluğa karşı daha dirençli olması da olasıdır (Van Cutsem vd., 2017; Alix-Fages vd., 2023). Uygulamalı açıdan sonuçlar, özellikle alt ekstremitelerde patlayıcı performansın hedeflendiği durumlarda (sıçrama, sprint, olimpik türevler), sporcunun antrenman bilişsel yükünün PAPE’nin zamanlamasını ve şiddet yanıtını değiştirebileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle zihinsel olarak yorgun günlerde PAPE uygulamalarında tek bir sabit dinlenme süresi yerine, 8–12 dakika bandını da içerecek biçimde bireyselleştirilmiş zaman pencerelerinin denenmesi rasyonel olabilir (Gouvêa vd., 2013). Borg değerlerine ilişkin üç yönlü tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçlarında, BPT protokolü sonrası Borg için üçlü etkileşimde Mauchly sferisite varsayımı sağlanmış ($p=0,361$) ve sferisite varsayımı sağlandığında raporlanan satır esas alınmıştır. Buna göre, zihinsel yorgunluk (kontrol, Stroop, belgesel) \times şiddet (%60 ve %80 IRM) \times zaman (3., 6. ve 9. dk) üçlü etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir, $F(4,72)=1,139$, $p=0,847$, etki büyüklüğü=0,019, gözlenen güç=0,124. Benzer şekilde sıçrama protokolü sonrası Borg için de sferisite varsayımı sağlanmış ($p=0,141$) ve zihinsel yorgunluk \times şiddet \times zaman üçlü etkileşimi anlamlı bulunmamıştır, $F(4,76)=2,129$, $p=0,696$, etki büyüklüğü=0,028, gözlenen güç=0,177. Bu bulgular, farklı zihinsel yorgunluk koşullarında ve farklı şiddetlerde uygulanan PAPE prosedürlerini takiben 3. 6. ve 9. dakikalarda ölçülen Borg değerlerinin zihinsel yorgunluk koşullarına bağlı bir örüntü göstermediğini ve zihinsel yorgunluk varlığında/yokluğunda algılanan yüklenme yanıtının benzer seyrettiğini düşündürmektedir. Brunel Ruh Hali Ölçeği (BRUMS) verilerine uygulanan üç yönlü tekrarlı ölçümler varyans analizi, zihinsel yorgunluk, egzersiz şiddeti (%60 ve %80) ve zaman (öntest-sontest) değişkenleri arasında anlamlı

bir üçlü etkileşim olduğunu göstermiştir ($F(2,F(1154.641, p<0.001, \eta^2=0.891)$). Bu durum, farklı egzersiz şiddetlerinde ve zaman dilimlerinde zihinsel yorgunluğun duygu durumu üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. İki yönlü analizler sonucunda, Stroop testi verilerine göre hem %60 hem de %80 şiddetinde zamanla anlamlı farklılık saptanmıştır. %60 şiddetinde öntestte pozitif olan duygu durumu sontestte negatif yönde değişmiştir ($F(1,19)=106.875, p<0.001$). %80 şiddetinde ise başlangıçta negatif olan duygu durumu sontestte azalmış, ancak pozitif duygu durumuna tam geçiş sağlanamamıştır ($F(1,19)=206.668, p<0.001$). Belgesel ve pape koşullarında ise anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

7. Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışma zihinsel yorgunluğun PAPE yanıtını değişken-özgül biçimde etkileyebileceğini göstermiştir. BPT’de üçlü etkileşim anlamlı değilken sıçrama performansında anlamlı üçlü etkileşim bulunması, alt ekstremitte patlayıcı performansın PAPE bağlamında zihinsel durumdan daha fazla etkilenebileceğine işaret etmektedir. Gelecek çalışmalarda ölçüm penceresinin 12–15 dakikaya uzatılması (dinlenme aralığı meta-analizleriyle uyumlu biçimde) ve mümkünse EMG, bar hızı, kuvvet–zaman eğrisi gibi nöromüsküler ölçütlerin eklenmesi, zihinsel yorgunluk–PAPE etkileşiminin mekanizmasını daha net ortaya koyacaktır (Seitz ve Haff, 2016).

Kaynakça

- Aguirre-Loaiza, H., Arias, I., Bonilla, S., Ramírez, R., Ramírez-Herrera, S., Nanez, J., Barbosa-Granados, S., and Arenas-Granada, J. (2022). Effect of acute physical exercise on inhibitory control in young adults: High-intensity indoor cycling session. *Physiology & Behavior*, 254, 113902.
- Alix-Fages, C., Baz-Valle, E., González-Cano, H., Jiménez-Martínez, P., and Balsalobre-Fernández, C. (2023). Mental fatigue from smartphone use or Stroop task does not affect bench press force-velocity profile, one-repetition maximum, or vertical jump performance. *Motor Control*, 27(3), 631–644.
- Alix-Fages, C., González-Cano, H., Baz-Valle, E., and Balsalobre-Fernández, C. (2023). Effects of mental fatigue induced by Stroop task and by social media use on resistance training performance, movement velocity, perceived exertion, and repetitions in reserve: A randomized and double-blind crossover trial. *Motor Control*, 27(3), 645–659.
- Allen, D. G., Lamb, G. D., and Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: Cellular mechanisms. *Physiological Reviews*, 88(1), 287–332.
- Altunsoy, F. (2024). *Elit judo ve taekwondo sporcularının kronotip özellikleri ile yorgunluk seviyeleri arasındaki ilişkinin*

- incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Alvarez, J. A., and Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16, 17–42.
- Ament, W., and Verkerke, G. J. (2009). Exercise and fatigue. *Sports Medicine*, 39, 389–422.
- Ardila, A., and Ostrosky, F. (2022). What do neuropsychological tests assess? *Applied Neuropsychology: Adult*, 29(1), 1–9.
- Azevedo, R. D. A., Forot, J., Iannetta, D., MacInnis, M. J., Millet, G. Y., and Murias, J. M. (2021). Slight power output manipulations around the maximal lactate steady state have a similar impact on fatigue in females and males. *Journal of Applied Physiology*, 130(6), 1879–1892.
- Azzollini, V., and Hayward, W. (2023). What role does the cerebellum have in a fatigue network? *Journal of Neuroscience*, 43(45), 7599–7600.
- Babaoğlu, D. (2022). *Erken gebelikte vitamin B12, folik asit ve demir eksikliğinin fiziksel ve mental yorgunluk üzerine etkisinin değerlendirilmesi* (Tıpta uzmanlık tezi). İstanbul: Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gaziosmanpaşa Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi.
- Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., and Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue: Impairment of technical performance in small-sided soccer games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1100–1105.
- Behrens, M., Gube, M., Chaabene, H., Prieske, O., Zenon, A., Broscheid, K. C., and Weippert, M. (2023). Fatigue and human performance: An updated framework. *Sports Medicine*, 53(1), 7–31.
- Bestwick-Stevenson, T., Toone, R., Neupert, E., Edwards, K., and Kluzek, S. (2022). Assessment of fatigue and recovery in sport: Narrative review. *International Journal of Sports Medicine*, 43(14), 1151–1162.

- Bilgiç, S. (2023). *Hemşirelerin zihinsel yorgunluk düzeyleri ile tıbbi hata yapmaya eğilimleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Blazevich, A. J., and Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: Historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in Physiology*, 10, 1359.
- Boksem, M. A., Meijman, T. F., and Lorist, M. M. (2005). Effects of mental fatigue on attention: An ERP study. *Cognitive Brain Research*, 25(1), 107–116.
- Boksem, M. A., Meijman, T. F., and Lorist, M. M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, 72(2), 123–132.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human Kinetics.
- Burns, L., Weissensteiner, J. R., Cohen, M., and Bird, S. R. (2022). A survey of elite and pre-elite athletes' perceptions of key support, lifestyle and performance factors. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14, 1–12.
- Carter, C. S., Mintun, M., and Cohen, J. D. (1995). Interference and facilitation effects during selective attention: An H₂¹⁵O PET study of Stroop task performance. *NeuroImage*, 2(4), 264–272.
- Chiu, L. Z., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., and Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 671–677.
- Cook, C. J., Kilduff, L. P., Crewther, B. T., Beaven, M., and West, D. J. (2014). Morning-based strength training improves afternoon physical performance in rugby

- union players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, 317–321.
- Cuchna, F. M., Blair, P., Herrick, J., and Collins, S. (2024). The effects of mental fatigue induced by the Stroop test on muscular endurance performance and neuromuscular activation in division III female athletes. *International Journal of Exercise Science*, 17(4), 1540.
- Cuenca-Fernández, E., López-Contreras, G., and Arellano, R. (2015). Effect on swimming start performance of two types of activation protocols: Lunge and yoyo squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, 647–655.
- Çakıroğlu, A. A. (2016). *Brunel ruh hali ölçeği'nin yetişkin sporcularda geçerlik-güvenirlilik çalışması (Türkçe uyarlaması)*. Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Davis, M. P., and Walsh, D. (2010). Mechanisms of fatigue. *Journal of Supportive Oncology*, 8(4), 164–174.
- Emek-Savaş, D. D., Yerlikaya, D., Yener, G. G., ve Tanör, Ö. Ö. (2020). Stroop testi Çapa formu'nun geçerlik-güvenirlilik ve norm çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 31(1), 9–21.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Schwerdtman, J. A., Ratamess, N. A., Kang, J., and Hoffman, J. R. (2006). Dynamic warm-up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. *Journal of Athletic Training*, 41, 357–363.
- Farley, J. B., Stein, J., Keogh, J. W., Woods, C. T., and Milne, N. (2020). The relationship between physical fitness qualities and sport-specific technical skills in female, team-based ball players: A systematic review. *Sports Medicine – Open*, 6, 1–20.
- Finsterer, J., and Mahjoub, S. Z. (2014). Fatigue in healthy and diseased individuals. *American Journal of Hospice and Palliative Medicine*, 31(5), 562–575.

- Fuentes-García, J. P., Díaz-García, J., López-Gajardo, M. Á., and Clemente-Suarez, V. J. (2021). Effects of combined HIIT and Stroop on strength manifestations, serve speed and accuracy in recreational tennis players. *Sustainability*, 13(14), 7717.
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725–1789.
- Gervasi, M., Calavalle, A. R., Amatori, S., Grassi, E., Benelli, P., Sestili, P., and Sisti, D. (2018). Post-activation potentiation increases recruitment of fast twitch fibers: A potential practical application in runners. *Journal of Human Kinetics*, 65(1), 69–78.
- Gonzalez, M. P., Brown, D. M. Y., Swafford, I. M., Summerville, B., Seidi, M., Hajiaghamear, M., and Dorgo, S. (2024). The effects of mental fatigue on anaerobic power and power endurance performance. *Sports*, 12(7), 192.
- Gouvêa, A. L., Fernandes, I. A., César, E. P., Silva, W. A., and Gomes, P. S. (2013). The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of Sports Sciences*, 31(5), 459–467.
- Grobe, S., Kakar, R. S., Smith, M. L., Mehta, R., Baghurst, T., and Boolani, A. (2017). Impact of cognitive fatigue on gait and sway among older adults: A literature review. *Preventive Medicine Reports*, 6, 88–93.
- Güzelgöz, Ö. F. (2020). *Üniversite öğrencilerinde kronotip özelliklerinin yorgunluk, anksiyete ve depresyon ile ilişkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul: Üsküdar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(Suppl 2), 139–147.

- Harmancı, H., Karavelioğlu, M. B., Ersoy, A., Yüksel, O., Erzeybek, M. S., ve Başkaya, G. (2017). Post aktivasyon potansiyel (PAP) ve statik germe modeli ısınmalarının sıçrama performansına etkisi. *Sportif Bakış: Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(2), 56–68.
- Hashim, N., and Parris, B. A. (2021). The role of contingency and correlation in the Stroop task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 74(10), 1657–1668.
- Hernández-Belmonte, A., Buendía-Romero, Á., Martínez-Cava, A., Courel-Ibáñez, J., Mora-Rodríguez, R., and Pallarés, J. G. (2020). Wingate test, when time and overdue fatigue matter: Validity and sensitivity of two time-shortened versions. *Applied Sciences*, 10(22), 8002.
- Hirayama, K. (2014). Acute effects of an ascending intensity squat protocol on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1284–1288.
- Hodgson, M., Dochety, D., and Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: Underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35, 585–595.
- Houx, P. J., Jolles, J., and Vreeling, F. W. (1993). Stroop interference: Aging effects assessed with the Stroop Color-Word Test. *Experimental Aging Research*, 19(3), 209–224.
- Ishii, A., Tanaka, M., and Watanabe, Y. (2014). Neural mechanisms of mental fatigue. *Reviews in the Neurosciences*, 25(4), 469–479.
- Jarosz, J., Gawel, D., Grycmann, P., Aschenbrenner, P., Spieszny, M., Wilk, M., and Krzysztok, M. (2024). How repeatable is PAPE effect: The impact of in-season isometric squat activation on countermovement jump performance enhancement in national level soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 115.

- Jason, L. A., Evans, M., Brown, M., and Porter, N. (2010). What is fatigue? Pathological and nonpathological fatigue. *PM&R*, 2(5), 327–331.
- Job, R. S., and Dalziel, J. (2000). Defining fatigue as a condition of the organism and distinguishing it from habituation, adaptation, and boredom. In *Stress, workload, and fatigue* (pp. 466–476). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Kang, C., Lee, G. J., Yi, D., McPherson, S., Rogers, S., Tingus, K., and Lu, P. H. (2013). Normative data for healthy older adults and an abbreviated version of the Stroop test. *The Clinical Neuropsychologist*, 27(2), 276–289.
- Kannas, T. M., Chalatzoglidis, G., Arvanitidou, E., Babault, N., Paizis, C., and Arabatzi, F. (2024). Evaluating the efficacy of eccentric half-squats for post-activation performance enhancement in jump ability in male jumpers. *Applied Sciences*, 14(2), 749.
- Karakaş, S., ve Başar, E. (1993). Nöropsikolojik değerlendirme araçlarının standardizasyonu: Nöropsikolojik ölçümlerin elektrofizyolojik ölçümlerle ilişkileri. *TÜBİTAK-TBAG Projesi*, 17(2).
- Kilduff, L. P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M., Kingsley, M. I., and Cunningham, D. (2008). Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 26(8), 795–802.
- Kimura, T., and Nakano, W. (2021). Motor adaptation is promoted by an incongruent Stroop task, but not by a congruent Stroop task. *Experimental Brain Research*, 239(4), 1295–1303.
- Kluger, B. M., Krupp, L. B., and Enoka, R. M. (2013). Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: Proposal for a unified taxonomy. *Neurology*, 80(4), 409–416.
- Krzysztofik, M., Wilk, M., Stastny, P., and Golas, A. (2021). Post-activation performance enhancement in the bench press throw: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 11, 598628.

- Lacio, M., Vieira, J. G., Trybulski, R., Campos, Y., Santana, D., Filho, J. E., & Wilk, M. (2021). Effects of resistance training performed with different loads in untrained and trained male adult individuals on maximal strength and muscle hypertrophy: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11237.
- Liu, L., Niu, X. and Zhou, Z. (2024). Acute effects of different conditioning activities on the post-activation performance enhancement in athletes' jumping and sprinting performances: A systematic review and meta-analysis. *Applied Sciences*, 14(20).
- Mead, L. A., Mayer, A. R., Bobholz, J. A., Woodley, S. J., Cunningham, J. M., Hammeke, T. A. and Rao, S. M. (2002). Neural basis of the Stroop interference task: Response competition or selective attention? *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(6), 735–742.
- Meeusen, R., Van Cutsem, J. and Roelands, B. (2021). Endurance exercise-induced and mental fatigue and the brain. *Experimental Physiology*, 106(12), 2294–2298.
- Middlewood, B. L., Gallegos, J. and Gasper, K. (2016). Embracing the unusual: Feeling tired and happy is associated with greater acceptance of atypical ideas. *Creativity Research Journal*, 28(3), 310–317.
- Mola, J. N., Bruce-Low, S. S. and Burnet, S. J. (2014). Optimal recovery time for post-activation potentiation in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1529–1537.
- Moshawrab, M., Adda, M., Bouzouane, A., Ibrahim, H. and Raad, A. (2022). Smart wearables for the detection of occupational physical fatigue: A literature review. *Sensors*, 22(19), 7472.
- Nakata, H., Yoshie, M., Miura, A. and Kudo, K. (2010). Characteristics of the athletes' brain: Evidence from

- neurophysiology and neuroimaging. *Brain Research Reviews*, 62(2), 197–211.
- Navarro-Cruz, R., Alcazar, J., Rodriguez-Lopez, C., Losa-Reyna, J., Alfaro-Acha, A., Ara, I. ... Alegre, L. M. (2019). The effect of the stretch-shortening cycle in the force–velocity relationship and its association with physical function in older adults with COPD. *Frontiers in Physiology*, 10, 316.
- Nelesen, R., Dar, Y., Thomas, K. and Dimsdale, J. E. (2008). The relationship between fatigue and cardiac functioning. *Archives of Internal Medicine*, 168(9), 943–949.
- O’Keeffe, K., Hodder, S. and Lloyd, A. (2020). A comparison of methods used for inducing mental fatigue in performance research: Individualised, dual-task and short duration cognitive tests are most effective. *Ergonomics*, 63(1), 1–12.
- Pekünlü, E. (2012). Direnç antrenmanı araştırmalarında denk gruplar oluşturmak için kullanılan rastgeleleştirme yöntemine eleştirel bir yaklaşım: Yorgunluk katsayısına bağlı eşleme yöntemi. Doktora Tezi. İstanbul: Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Pageaux, B. and Lepers, R. (2018). The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Progress in Brain Research*, 240, 291–315.
- Philips, S. (2015). *Fatigue in sport and exercise* (1. baskı). London: Routledge.
- Qi, P., Ru, H., Gao, L., Zhang, X., Zhou, T., Tian, Y. ... Sun, Y. (2019). Neural mechanisms of mental fatigue revisited: New insights from the brain connectome. *Engineering*, 5(2), 276–286.
- Ratamess, N.A., Alvar, B.A., Evetoch, T.K., Housh, T.J., Kibler, W.B., Kraemer, W.J., and American College of Sports Medicine. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41 (3), 687–708.

- Russell, S., Jenkins, D., Smith, M., Halson, S., and 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.
- Salam, H., Marcora, S.M., and Hopker, J.G. (2018). The effect of mental fatigue on critical power during cycling exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 118 (1), 85–92.
- Seiberl, W., Power, G.A., Herzog, W., and Hahn, D. (2015). The stretch-shortening cycle (SSC) revisited: residual force enhancement contributes to increased performance during fast SSCs of human *m. adductor pollicis*. *Physiological Reports*, 3 (5), e12401.
- Seitz, L.B. and Haff, G.G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 46 (2), 231–240.
- Simmons, R., Doma, K., Sinclair, W., Connor, J., and Leicht, A. (2021). Acute effects of training loads on muscle damage markers and performance in semi-elite and elite athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51 (10), 2181–2207.
- Song, Y. and Hakoda, Y. (2015). An fMRI study of the functional mechanisms of Stroop/reverse-Stroop effects. *Behavioural Brain Research*, 290, 187–196.
- Staiano, W., Bonet, L.R.S., Romagnoli, M., and Ring, C. (2024). Mental fatigue impairs repeated sprint and jump performance in team sport athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 27 (2), 105–112.
- Stone, M.H., Sands, W.A., Pierce, K.C., Ramsey, M.W., and Haff, G.G. (2008). Power and power potentiation among strength–power athletes: preliminary study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3 (1), 55–67.

- Straus, E., Sherman, E.M.S. ve Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: administration, norms, and commentary*. New York: Oxford University Press.
- Streeter, C.C., Terhune, D.B., Whitfield, T.H., Gruber, S., Sarid-Segal, O., Silveri, M.M., and Yurgelun-Todd, D.A. (2008). Performance on the Stroop predicts treatment compliance in cocaine-dependent individuals. *Neuropsychopharmacology*, 33 (4), 827–836
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18 (6), 643–662.
- Tornero-Aguilera, J.F., Jimenez-Morcillo, J., Rubio-Zarapuz, A., and Clemente-Suárez, V.J. (2022). Central and peripheral fatigue in physical exercise explained: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (7), 3909.
- Trenerry, M.R., Crosson, B.A., DeBoe, J., and Leber, W.R. (1989). *Stroop neuropsychological screening test*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Tsoukos, A., Brown, L.E., Veligekas, P., Terzis, G., and Bogdanis, G.C. (2019). Postactivation potentiation of bench press throw performance using velocity-based conditioning protocols with low and moderate loads. *Journal of Human Kinetics*, 68, 81–98.
- Tüfekçi, M. (2019). *Stroop Testi Çapa Formu'nun Alzheimer Hastalığı ve hafif kognitif bozuklukta ayırt ediciliğinin belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Ulrich, G. and Parstorfer, M. (2017). Effects of plyometric versus concentric and eccentric conditioning contractions on upper-body postactivation potentiation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12 (6), 736–741.

- Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., and Roelands, B. (2017). The effects of mental fatigue on physical performance: A systematic review. *Sports Medicine*, 47 (8), 1569–1588.
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M.P., Van Breukelen, G.J., and Jolles, J. (2006). The Stroop color-word test: influence of age, sex, and education; and normative data for a large sample across the adult age range. *Assessment*, 13 (1), 62–79.
- Van der Linden, D., Frese, M., and Meijman, T.F. (2003). Mental fatigue and the control of cognitive processes: effects on perseveration and planning. *Acta Psychologica*, 113 (1), 45–65.
- West, D.J., Cunningham, D.J., Crewther, B.T., Cook, C.J., and Kilduff, L.P. (2013). Influence of ballistic bench press on upper body power output in professional rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (8), 2282–2287.

Ek-1

ARAŞTIRMA GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu alıŐma, 'Mental Yorgunluk ve Farklı Yüklere Post Aktivasyon Performans Artışına Etkileri. Bench Press ve Squat Üzerine Bir İnceleme' baŐlıklı bir tez çalışması olup sporcularda mental yorgunluk ve farklı yüklerin squat ve bench press egzersizlerinde algılanan zorluk derecesine etkisini incelemesi amacını taŐımaktadır. Çalışma, Doç. Dr. Celil KAÇOĞLU tarafından yürütölmekte ve sonuçları ile mental yorgunluk ve farklı yüklerin squat ve bench press egzersizlerinde algılanan algılanan zorluk derecesine etkisi olup olmadığını ortaya konacak ve böylelikle sporcuların gelişimine ışık tutulacaktır.

- Bu çalışmaya katılımınız gönüllölük esasına dayanmaktadır.
- Çalışmanın amacı doğrultusunda sizden veriler toplanacaktır.
- İsmınızı yazmak ya da kimliğinizi açığa çıkaracak bir bilgi vermek zorunda değilsiniz/araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dıŐında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan baŐkalarıyla paylaŐılmayacaktır.

- İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler yöntemi ile korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
- Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim. Çalışma hakkındaki sorularınızı Eskişehir Teknik Üniversitesi Antrenörlük Eğitimi bölümünden Celil KAÇOĞLU' na yöneltebilirsiniz.

Araştırmacı:

Adres:

İş Tel:

Cep Tel:

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabileceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

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

Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza:

Tarih:

Ek-2

BRUNEL RUH HALİ

Aşağıda duyguları tanımlayan kelimelerin bir listesi bulunmaktadır. Lütfen her birini dikkatlice okuyun. Ardından **ŞİMDİ NASIL HİSSETİĞİNİZİ** en iyi açıklayan kutuyu işaretleyin. Her soruyu cevapladığınızdan emin olun.

	Hiç	Çok Az	Kısmen	Oldukça	Son Derece
Panik	0	1	2	3	4
Canlı	0	1	2	3	4
Şaşkın	0	1	2	3	4
Bitkin	0	1	2	3	4
Karamsar	0	1	2	3	4
Morali Bozuk	0	1	2	3	4
Rahatsız	0	1	2	3	4
Tükenmiş	0	1	2	3	4
Kafası Karışık	0	1	2	3	4
Uykulu	0	1	2	3	4
Sinirli	0	1	2	3	4
Mutsuz	0	1	2	3	4
Kaygılı	0	1	2	3	4
Endişeli	0	1	2	3	4
Enerjik	0	1	2	3	4
Zavallı	0	1	2	3	4
Sersem	0	1	2	3	4

Gergin	0	1	2	3	4
Kızgın	0	1	2	3	4
Aktif	0	1	2	3	4
Yorgun	0	1	2	3	4
Huysuz	0	1	2	3	4
Atik	0	1	2	3	4
Kararsız	0	1	2	3	4

Kızgınlık: 7, 11, 19, 22 Şaşkınlık: 3, 9, 17, 24 Depresyon: 5, 6, 12, 16

Yorgunluk: 4, 8, 10, 21 Gerginlik: 1, 13, 14, 18 Canlılık: 2, 15, 20, 23

Mental Yorgunluk ve Farklı Y¼klerin Post Aktivasyon Performans Artışına Etkileri: Bench Press ve Squat Üzerine Bir İnceleme

Cansu Koyun
Doç. Dr. Celil Kaçoğlu