



Elit Karate Sporcularında Maksimal Egzersiz Sonrası Laktat Düzeyi, Öncelleme Zamanı ve Tepki Süresi Değişimlerinin İncelenmesi*

Hümeyra KARAKAYA¹ , Taylan Hayri BALCIOĞLU² , Nuri TOPSAKAL³ , Gülru Pemra CÖBEK ÜNALAN⁴ 

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, elit karate sporcularında tükenişe kadar uygulanan mekik koşusu öncesi ve sonrası kan laktat (LA) seviyesi, öncelleme zamanı (ÖZ) ve tepki süresi (TS) parametrelerini karşılaştırmaktır.

Yöntem: Araştırmaya, milli takım düzeyinde yarışan, yaş ortalaması 20,3±1,6 yıl olan 10 elit erkek karate sporcusu katılmıştır. Ön testlerde dinlenim durumunda LA ölçülmüş, ardından TS ve ÖZ ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sporcular, ardından tükenişe kadar mekik koşusu yapmış ve aynı testler tekrar edilmiştir. ÖZ testinde 5, 10 ve 30 ms hızlarda sunulan ışıklı uyaranlara verilen tepki ile hata skorları hesaplanmıştır. TS ölçümleri ışıklı uyaranla 12 tekrar halinde uygulanmış, en yüksek ve en düşük değerler çıkarılarak analiz edilmiştir. Veriler Shapiro-Wilk normallik testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edilmiştir.

Bulgular: Dinlenim ve yüklenme sonrası LA değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0,005). ÖZ ve TS ölçümlerinde ise ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

Sonuç: Maksimal mekik koşusunun oluşturduğu yüksek LA artışına rağmen, karate sporcularının TS ve ÖZ performanslarının korunabildiği gözlenmiştir. Bu durum, sporcuların yüksek şiddetli egzersizlere karşı gelişmiş fizyolojik ve psikomotor adaptasyonlara sahip olduklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karate, Kan Laktat, Öncelleme Zamanı, Tepki Süresi.

Investigation of Changes in Lactate Level, Anticipation Time and Reaction Time After Maximal Exercise in Elite Karate Athletes

Abstract

Aim: This study aimed to compare blood lactate (LA) levels, update time (UT), and reaction time (RT) parameters in elite karate athletes before and after a shuttle run performed to exhaustion.

Methods: Ten elite male karate athletes competing at the national level (mean age: 20.3±1.6 years) voluntarily participated in the study. In the pre-test phase, LA measurements were taken at rest, followed by RT and UT tests recorded with millisecond precision. Participants then performed a shuttle run until exhaustion, after which the same tests were repeated. In the UT test, visual light stimuli were presented at 5 ms, 10 ms, and 30 ms speeds (5 repetitions each), and participants were asked to stop the light at a predetermined target. Error scores were calculated from UT data before analysis. RT was measured using 12 repetitions with a visual stimulus, and each athlete's highest and lowest scores were excluded before statistical evaluation. Shapiro-Wilk normality test and Wilcoxon signed-rank test were used for data analysis.

Results: A significant difference was found between resting LA levels (1.2±0.2 mmol/L) and post-run LA levels (11.8±1.5 mmol/L) (p=0.005). However, no significant differences were observed in UT or RT parameters between pre- and post-tests.

Conclusion: Despite the marked increase in LA following maximal shuttle running, athletes were able to maintain their RT and UT performance. This suggests that the exercise remained within optimal limits of the inverted-U relationship and did not induce central nervous system fatigue. The results may reflect the athletes' neuromuscular adaptations to high-intensity training.

Keywords: Karate, Blood Lactate, Anticipation Time, Response Time.

Gönderi Tarihi : 11.12.2024

Kabul Tarihi : 25.04.2025

Online Yayın Tarihi : 30.06.2025

<https://doi.org/10.18826/useeabd.1599901>

GİRİŞ

Sağlıklı bireylerde zihinsel yorgunluğun; planlama süreçlerini zayıflatması, sensörimotor işlevlerde azalmaya yol açması, hata yapma riskini artırması ve bilişsel kontrol ile duygu düzenleme yetilerini olumsuz etkilemesi sonucunda hem fiziksel hem de bilişsel performansı bozduğu gösterilmiştir (Habay ve ark., 2021). Fiziksel egzersiz söz konusu olduğunda ise egzersiz yoğunluğu ile psikomotor performans arasındaki ilişki her zaman doğrusal olmasa da özellikle yoğun egzersiz sonrasında

¹ Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hareket ve Antrenman Bölümü, Türkiye, humeyrakarakayaa@gmail.com

² Fenerbahçe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Bölümü, Türkiye, taylanbalcioglu@hotmail.com

³ Sorumlu Yazar: Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hareket ve Antrenman Bölümü, Türkiye, topsakal.nuri@gmail.com

⁴ Marmara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü, Türkiye, pcanalan@gmail.com

*Bu araştırma Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilimdalı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir. 2024 ICAPHS kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.



yorgunluğun psikomotor performans üzerinde bozucu etkiler yarattığı bilinmektedir (Chmura ve Nazar, 2010; Van Cutsem ve ark., 2021).

Modern spor biliminde, fiziksel yüklenmenin yalnızca fizyolojik değil aynı zamanda bilişsel performans üzerindeki etkileri de giderek daha fazla araştırma konusu olmaktadır. Sporcularda yalnızca kas-iskelet sistemi değil; dikkat, karar verme, hareket planlama ve öngörü gibi bilişsel işlevler de sportif başarının belirleyici unsurları arasında yer almaktadır. Bu nedenle, fiziksel yorgunluk sonrasında bilişsel sistemde meydana gelen değişikliklerin anlaşılması, antrenman planlaması, müsabaka hazırlığı ve toparlanma süreçlerinin etkin yönetimi açısından kritik önemdedir.

Fiziksel egzersiz sırasında merkezi sinir sistemi ve metabolik sistemler eş zamanlı olarak çalışmakta, özellikle artan egzersiz şiddetiyle birlikte bu sistemler üzerindeki yük artmaktadır. Bu bağlamda, egzersiz sonrası artan kan laktat seviyeleri metabolik yükün bir göstergesi olarak değerlendirilmekte ve bu fizyolojik değişimin bilişsel performansa olan etkileri literatürde farklı sonuçlarla raporlanmaktadır (Tomporowski, 2003). Bazı çalışmalar orta düzeyde egzersizin dikkat ve bilgi işleme süreçlerini geliştirdiğini belirtirken (Chang ve ark., 2012), yüksek şiddetli egzersizlerin ise bilişsel işlevlerde geçici bozulmalara neden olabileceği belirtilmiştir (McMorris ve ark., 2009).

Mücadele sporları, tekrarlayan yüksek yoğunluklu eforlar içerdiğinden dolayı, kas glikojen depolarının hızla tükenmesine ve buna bağlı olarak metabolik yorgunluğun gelişmesine neden olabilir. Yoğun fiziksel aktivite sırasında kaslardaki ATP hızla tükenir; bu süreçte laktat ve hidrojen iyonu birikimi artar, kas içi pH düşer ve metabolik yorgunluk oluşur. Ayrıca, tekrarlayan sinaptik uyarımlar merkezi ve periferik sinir sisteminde iletimi azaltarak nöromüsküler düzeyde yorgunluğu artırır (Allen ve ark., 2008; Green, 1997; Şimşek ve Ertan, 2011).

Bu fizyolojik yüklenmelerin etkileri, özellikle kısa süreli ancak yüksek yoğunluklu müsabaka yapısına sahip branşlarda daha belirgin hale gelmektedir. Karate gibi spor dallarında müsabaka süresi her ne kadar 3 dakika ile sınırlı olsa da (Chaabène ve ark., 2012), duraklamalarla birlikte toplam süre 12–15 dakikayı bulabilmektedir. Aynı gün içinde birden fazla müsabaka yapılması toparlanma sürecini kısaltmakta ve yorgunluk birikimini artırmaktadır (Bıyıklı, 2018). Bu durum, enerji sistemleri üzerinde ilave baskı oluşturarak, glikojen depolarının azalmasına ve enerji üretiminde görevli olan glikoliz ile oksidatif fosforilasyon yollarının sınırlandırılmasına yol açar.

Karate gibi yüksek dikkat, hız, doğru karar verme ve zamanlamanın kritik olduğu branşlarda, sadece fizyolojik değil, bilişsel parametrelerin de performans üzerinde belirleyici rol oynadığı bilinmektedir. Bu bağlamda, sporcunun doğru anda ve uygun teknikte tepki verebilmesi için öncelleme zamanı (ÖZ) ve reaksiyon zamanı gibi algısal-motorik parametrelerin etkili çalışması gerekmektedir. ÖZ, hareket halindeki bir nesnenin veya rakibin belli bir noktaya ulaşma zamanını tahmin etme süreci olarak tanımlanır (Akbulut ve ark., 2015). Karate sporcuları, rakiplerinin duruşlarından hangi tekniği uygulayacaklarını sezinleyerek buna karşı etkili bir savunma veya saldırı gerçekleştirebilir (Mori ve ark., 2002; Milazzo ve ark., 2016).

Reaksiyon zamanı ise uyarının algılanmasından kas aktivasyonuna kadar geçen süreyi ifade eder (Draper ve ark., 2010). Reaksiyon ve hareket zamanları birlikte toplam süreyi (TS) oluşturur; bu süreçlerde sırasıyla merkezi sinir sistemi ve kas iskelet sistemi aktif rol oynar (Can, 2007; Sant'Ana, 2016). Karate sporcuları, özellikle saldırılara yönelik karar verme ve öngörü becerilerinde deneyimsiz bireylere göre daha başarılıdır (Mori ve ark., 2002). Rakip hareketlerini daha doğru ve hızlı yorumlamalarına olanak sağlayan bakış sabitleme stratejileri, bilgi işlemeyi kolaylaştırmakta ve reaksiyon süresini kısaltmaktadır (Bajkowski ve ark., 2024).

Tüm bu bilgiler ışığında, sporcunun hem fizyolojik yorgunluk hem de bilişsel işlevler bağlamında performansının nasıl etkilendiğinin incelenmesi önemlidir. Ancak literatürde, karate sporcularında öncelleme zamanı ve tepki süresinin yüksek yoğunluklu fizyolojik yüklenme sonrası nasıl değiştiğini irdeleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir (Nuri ve ark., 2012).

Bu çalışmanın amacı, karate sporcularında tükenişe kadar sürdürülen mekik koşusu sonrasında, kan laktat konsantrasyonu, öncelleme zamanı hata skorları ve tepki süreleri gibi bilişsel-fizyolojik parametrelerde meydana gelen değişiklikleri inceleyerek, yoğun fiziksel yüklenmenin bu göstergeler üzerindeki etkisini ortaya koymaktır.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, yarı deneysel desen türünde yapılandırılmış olup, tek grup ön test-son test modeline dayanmaktadır. Araştırmada, elit düzeyde karate sporcularında, tükenişe kadar uygulanan maksimal şiddetli bir egzersizin (mekik koşusu) ardından ortaya çıkan akut fizyolojik ve bilişsel değişiklikler incelenmiştir.

Katılımcılar yalnızca deney grubundan oluşmakta ve egzersiz öncesi (ön test) ve egzersiz sonrası (son test) olmak üzere iki farklı zaman diliminde ölçümler yapılmaktadır. Bu yöntem, uygulanan fiziksel yüklenmenin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini aynı bireyler üzerinde karşılaştırmalı olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Araştırmanın bağımsız değişkeni, tükenişe kadar sürdürülen mekik koşusu ile oluşturulan fiziksel yüklenmedir. Bağımlı değişkenler ise kan laktat (LA) düzeyi, tepki süresi (TS) ve öncelleme zamanı (ÖZ) hata skorlarıdır. ÖZ değişkeni, sabit, mutlak ve değişken hata olmak üzere üç alt başlıkta değerlendirilmiştir.

Bu araştırma modeli hem fizyolojik hem de bilişsel performans üzerinde akut egzersiz etkisini değerlendirmek için uygun bir çerçeveye sunmakta; spor bilimlerinde sıklıkla kullanılan ön test-son test yapısının avantajlarından faydalanarak doğrudan karşılaştırmaya olanak sağlamaktadır.

Evren ve örneklem

Çalışmanın tasarımına dayalı olarak, güç analizi yapılmıştır ve bu analizde t-testleri ve iki bağımlı ortalama arasındaki fark (eşleştirilmiş örneklemeler) kullanılmıştır. Analiz için kullanılan parametreler şunlardır: α hata olasılığı (α hata olasılığı) = 0.05, güç ($1 - \beta$ hata olasılığı) = 0.80, ölçümlerin sayısı: 2 ve etki büyüklüğü = 0.90 (Aslan ve ark., 2018). Analiz, istenilen gücün %83,60'unu elde etmek için toplam 10 katılımcının gerekeceğini göstermiştir.

Araştırmanın örneklem grubunu, haftada en az 9 saat antrenman yapan 19-24 yaşları arasında 10 erkek milli karate sporcusu oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan karate sporcularının yaşları, ortalama $20,3 \pm 1,6$ yıldır. Uzmanlığın etkisini görebilmek amacıyla en az 8 yıl branş deneyimine sahip ve uzmanlaşma düzeyindeki homojenliği sağlayabilmek için ise haftalık antrenman süresi 9 saat ve üzerinde olan, uluslararası dereceler elde etmiş ve sağ eli baskın olan gönüllü sporcular araştırmaya dahil edilmiştir.

Veri toplama araçları

Bu araştırmada, katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin bilgileri içeren bir form kullanılıp (adı-soyadı, doğum tarihi, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, BMI, antrenman yaşı, branş yaşı, kategori, dereceler, kullandığı el, kullandığı gard) forma (Ek-3) kaydedilmiştir.

Kan Laktat: Kan laktat testi, parmaktan alınan kan örneğiyle laktat ölçüm şeritleri ve laktat analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır (Forsyth ve Farrally 2000). Kan laktat ölçümünde Laktat scout plus cihazı ve stripleri kullanılmıştır.

Öncelleme Zamanı: Katılımcıların hareketli bir hedefe yönelik öngörü becerilerini ve görsel-motor koordinasyonlarını değerlendirmek amacıyla öncelleme zamanı testi uygulanmıştır. Sporcuların değişen hızlardaki uyaranlara doğru zamanda tepki verebilme kapasiteleri ölçülmüştür. Öncelleme zamanının belirlenmesi amacıyla test uygulanmıştır. Ölçümü yapabilmek için cihaz sporculara tanıtılıp üç deneme hakkı verilmiştir. Cihazın üzerinde belirlenen referans noktasında farklı mph ile hareket eden ışık varken sporculardan cihazın düğmesine basarak testi tamamlamaları istenilmiştir (Ramella, 1984). Öncelleme zamanı ölçümleri, Lafayette Instrument Company tarafından geliştirilen Bassin Anticipation Timer cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Belirli bir hızda doğrusal biçimde hareket eden ışığın seçilen hedefe ulaşmasını yakalayacak zamanda düğmeye basılmasıyla öncelleme zamanı ölçülmüştür. Işık hedef noktanın öncesinde durdurduğunda, kontrol panelinde yer alan sayısal değer negatif (-) işaretiyle hedef noktanın sonrasında durdurduğunda ise pozitif (+) işaretiyle kaydedilmiştir. Farklı uyarı hızları 5, 10 ve 30 mph kullanılmıştır. Her hızda 5 tekrar olmak üzere toplamda 15 kez tekrar edilmiştir.

Öncelleme zamanı verileri Sabit Hata (SH), Mutlak Hata (MH) ve Değişken Hata (DH) formülleri kullanılarak analiz edilmiştir (Acar ve Aktağ, 2024).

Sabit Hata = $[\sum (X_i - T) / N]$

Formülde Σ : toplamı, i: deneme sayısını, X_i : i. denemede elde edilen skoru, T: hedef mesafeyi ve N: toplam deneme sayısını ifade etmektedir.

Mutlak Hata = $[\sum (|X_i - T|) / N]$

Formülde Σ : toplamı, i: deneme sayısını, X_i : i. denemede elde edilen skoru, T: hedef mesafeyi ve N: toplam deneme sayısını ifade ederken, (|) çizgiler mutlak değeri göstermektedir.

Değişken Hata = $[\sum(X_i - SH)^2 / N]$

Formülde Σ : toplamı, i: deneme sayısını, X_i : i. denemede elde edilen skoru, SH: basit hata skorunu ve N: toplam deneme sayısını ifade etmektedir.

Tepki Süresi: Seçmeli Görsel Reaksiyon Süresi Aleti (Lafayette Instrument Company, model 63035A) ve Dijital Göstergeli Zaman Ölçer (model 54030) kullanılmıştır. Cihaz iki parçadan oluşur ve zamanı 1/1000 s değerinde vermektedir. Işık uyarısına karşı basit ve farklı renklerde (kırmızı, mavi, yeşil, beyaz) olan ışık uyarısına karşı seçmeli görsel reaksiyon süresini ölçmektedir. Tepki süresi testi için görsel uyarana en kısa sürede, daha önceden belirlenen düğmeye basılarak test uygulanmıştır. Karışık düzende gelen renklerle 12 tekrar ölçüm yapıp en hızlı ve en yavaş değerler atılmış kalan 10 değer milisaniye cinsinden ortalaması alınmıştır

Test Prosedürü

Araştırmada uygulanan test protokolü belirli bir sıraya göre yapılandırılmıştır ve her katılımcıya aynı standartlar çerçevesinde uygulanmıştır. Test süreci toplamda yedi aşamadan oluşmaktadır:

1. **Dinlenik Laktat Ölçümü:** Katılımcılar teste başlamadan önce 10 dakikalık pasif dinlenme süresi tamamladıktan sonra kulak memesi yoluyla alınan kapiller kan örneğiyle dinlenik kan laktat (LA) düzeyi ölçülmüştür. Bu değer, temel fizyolojik durumu belirlemek amacıyla referans olarak kaydedilmiştir.
2. **Öncelleme Zamanı Testi (ÖZ):** Laktat ölçümünün ardından katılımcılar, belirlenen 5 ms, 10 ms ve 30 ms hızlardaki görsel ışık uyarılarına yanıt verdikleri öncelleme testiyle bilişsel algı-motor tepki koordinasyonu ölçülmüştür. Her hız düzeyi için 5 tekrar uygulanmıştır.
3. **Tepki Süresi Testi (TS):** Ardından, ışıklı uyarıcı ile 12 tekrar halinde uygulanan tepki süresi testi gerçekleştirilmiştir. Bu testte, görsel uyarana verilen motor tepkilerin süreleri milisaniye (ms) cinsinden kaydedilmiştir. En düşük ve en yüksek tepki süreleri analiz dışı bırakılmıştır.
4. **Mekik Koşusu Testi:** Katılımcılar, Uluslararası 20 Metre Çoklu Mekik Koşu Protokolü doğrultusunda tükenişe kadar artan hızla koşu yapmışlardır. Bu test, maksimal fiziksel yüklenmeyi sağlamıştır.
5. **Koşu Sonrası Laktat Ölçümü:** Koşu bittikten sonraki ilk 1-2 dakika içinde tekrar kapiller kan örneği alınarak yüklenme sonrası LA düzeyi ölçülmüştür.
6. **Öncelleme Zamanı Testi (Tekrar):** Koşu sonrası elde edilen fizyolojik durum altında, ön testle aynı prosedür izlenerek ÖZ testi yeniden uygulanmıştır.
7. **Tepki Süresi Testi (Tekrar):** Son olarak TS testi yeniden uygulanmış ve yüklenme sonrası bilişsel-motor yanıtlar ölçülmüştür.

Bu prosedür sıralaması, yorgunluğun ve laktat birikiminin bilişsel performans üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla ön test ve son test karşılaştırmalarına olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Veri analizi

İstatistiksel analizlerde Spss 22.0 paket program kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Shapiro Wilk testi ile incelenmiş ve normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Veriler normal dağılım göstermediğinden sporcuların mekik koşusu performansı öncesinde ve sonrasında yapılan kan laktat testi ile tepki süresi ve öncelleme zamanı verilerinin ön test ve son test arasındaki değişiminin karşılaştırılması için parametrik olmayan Wilcoxon testi kullanılmıştır.

BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri

Değişkenler	Medyan	Ort. (\bar{X})	SS
Yaş (yıl)	19,5	20,3	1,6
Antrenman Yaşı (yıl)	11,0	12,0	3,3
Boy Uzunluğu (cm)	180,0	180,1	7,1
Vücut Kütlesi (kg)	70,5	71,9	10,5
Vücut Kütle İndeksi (kg/m ²)	22,5	22,1	2,3

$n = 10$; \bar{X} = Ortalama, SS = Standart sapma

Çalışmaya katılan sporcuların yaş ortalaması 20,3 yıl, antrenman yapma süreleri ise ortalama 12,0 yıldır. Boy ortalamaları 180,1 cm, vücut ağırlıkları ise 71,9 kg'dır. Vücut kütle indeksi ortalaması 22,1 kg/m² olarak bulunmuştur. Bu değerler, katılımcıların genel olarak genç, deneyimli ve normal kilolu bireyler olduğunu göstermektedir. Detaylı veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 2. Öncelleme zamanı hata skorları

Değişkenler	Yüklenme Öncesi			Yüklenme Sonrası		
	Medyan	Ort. (\bar{X})	SS	Medyan	Ort. (\bar{X})	SS
Sabit Hata 5 (m/s)	-,05	-,06	,03	-,04	-,04	,02
Mutlak Hata 5 (m/s)	,05	,06	,03	,04	,05	,02
Değişken Hata 5 (m/s)	,03	,04	,02	,03	,04	,02
Sabit Hata 10 (m/s)	-,00	-,00	,01	-,01	-,01	,01
Mutlak Hata 10 (m/s)	,04	,04	,01	,04	,04	,00
Değişken Hata 10 (m/s)	,04	,05	,02	,04	,04	,00
Sabit Hata 30 (m/s)	,07	,06	,03	,05	,04	,03
Mutlak Hata 30 (m/s)	,08	,08	,02	,07	,07	,01
Değişken Hata 30 (m/s)	,03	,04	,02	,05	,04	,02

$n = 10$; \bar{X} = Ortalama, SS = Standart sapma

Katılımcıların farklı hızlardaki (5, 10 ve 30 m/s) öncelleme görevlerinde gösterdikleri sabit, mutlak ve değişken hata skorları, yüklenme öncesi ve sonrası olmak üzere değerlendirilmiştir. 5 m/s hızında, sabit hata ortalaması yüklenme öncesi -0,06 m/s iken yüklenme sonrası -0,04 m/s'ye düşmüştür. Benzer şekilde, mutlak hata ortalaması 0,06 m/s'den 0,05 m/s'ye, değişken hata ise 0,04 m/s'de sabit kalmıştır. 10 m/s hızında sabit hata değerlerinde anlamlı bir fark gözlenmemiştir (öncesi ve sonrası: -0,00 m/s ve -0,01 m/s). Mutlak ve değişken hata değerleri de yüklenme öncesi ve sonrası arasında benzer kalmıştır. 30 m/s hızında ise, sabit hata ortalaması yüklenme öncesi 0,06 m/s iken yüklenme sonrası 0,04 m/s'ye düşmüştür. Mutlak hata 0,08 m/s'den 0,07 m/s'ye, değişken hata ise 0,04 m/s seviyesinde sabit kalmıştır. Bu bulgular, özellikle düşük ve yüksek hız seviyelerinde (5 m/s ve 30 m/s) yüklenme sonrası hata değerlerinde hafif azalmalar olduğunu göstermektedir. Ancak bu değişikliklerin istatistiksel anlamlılığı ayrı analizlerle değerlendirilmelidir. Ayrıntılı değerler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 3. Tepki süresi ve kan laktat değerleri

Değişkenler	Yüklenme Öncesi			Yüklenme Sonrası		
	Medyan	Ort. (\bar{X})	SS	Medyan	Ort. (\bar{X})	SS
Tepki Süresi (m/s)	0,36	0,36	0,03	0,38	0,37	0,03
Laktat (mmol/L)	1,25	1,20	0,25	11,70	11,80	1,60

Çalışmada, yüklenme öncesi ve sonrası olmak üzere katılımcıların tepki süresi (reaksiyon zamanı) ve laktat düzeyleri değerlendirilmiştir. Tepki süresi açısından değerlendirildiğinde, yüklenme öncesi ortalama tepki süresi $0,36 \pm 0,03$ saniye iken, yüklenme sonrasında bu değer $0,37 \pm 0,03$ saniyeye yükselmiştir. Medyan değerlere bakıldığında ise, tepki süresi yüklenme öncesinde 0,36 saniye, yüklenme sonrasında 0,38 saniye olarak ölçülmüştür. Bu artış, yüklenmenin ardından bilişsel yanıt süresinde hafif bir yavaşlama olabileceğini göstermektedir. Ancak farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ayrıca test edilmelidir. Laktat düzeyleri açısından ise belirgin bir artış gözlenmiştir. Yüklenme öncesi ortalama laktat seviyesi $1,20 \pm 0,25$ mmol/L iken, yüklenme sonrası ortalama değer $11,80 \pm 1,60$ mmol/L'ye yükselmiştir. Medyan değerler de bu artışı desteklemekte olup, yüklenme öncesi 1,25 mmol/L iken yüklenme sonrası 11,70 mmol/L olarak tespit edilmiştir. Bu bulgu, uygulanan fiziksel yüklenmenin yoğun metabolik stres yarattığını ve anaerobik sistemin devreye girdiğini açıkça göstermektedir. Tüm bu veriler, Tablo 3'te (veya yukarıda belirtilen tabloda) ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

Tablo 4. Wilcoxon testi sonuçları

Değişkenler	Z	p
Laktat (mmol/L)	-2,80	0,01*
Öncelleme Zamanı Sabit Hata 5 (m/s)	-1,48	0,14
Öncelleme Zamanı Mutlak Hata 5 (m/s)	-1,22	0,22
Öncelleme Zamanı Değişken Hata 5 (m/s)	-0,05	0,96
Öncelleme Zamanı Sabit Hata 10 (m/s)	-0,97	0,33
Öncelleme Zamanı Mutlak Hata 10 (m/s)	-0,42	0,68
Öncelleme Zamanı Değişken Hata 10 (m/s)	-0,77	0,44
Öncelleme Zamanı Sabit Hata 30 (m/s)	-1,38	0,17
Öncelleme Zamanı Mutlak Hata 30 (m/s)	-0,42	0,68
Öncelleme Zamanı Değişken Hata 30 (m/s)	-0,66	0,51
Tepki Süresi (m/s)	-0,46	0,65

n=10

Çalışmada, yüklenme öncesi ve sonrası ölçümler arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, yalnızca laktat düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z=-2,803$; $p=0,005$). Bu bulgu, yüklenme sonrası laktat düzeylerinin anlamlı düzeyde arttığını göstermektedir ($p < 0,05$). Buna karşın, öncelleme zamanı hata skorları ve tepki süresi değişkenlerinde yüklenme öncesi ve sonrası ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$). Özellikle 5 m/s, 10 m/s ve 30 m/s hızlarında sabit hata, mutlak hata ve değişken hata değerlerinde gözlenen değişiklikler, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir. Tepki süresi değişkeninde de anlamlı bir fark elde edilmemiştir ($Z=-0,459$; $p=0,646$), bu da yüklenmenin ardından tepki süresinde belirgin bir değişim olmadığını göstermektedir. Tüm bu istatistiksel sonuçlar, Tablo 4'te detaylı şekilde sunulmuştur.

Tablo 5. Değişkenlerin yüzde değişimi

Değişkenler	Yüzde Değişim
Öncelleme Zamanı (5 m/s)	-14,44
Öncelleme Zamanı (10 m/s)	17,86
Öncelleme Zamanı (30 m/s)	9,17
Tepki Süresi (m/s)	1,51
Laktat (mmol/L)	925,51

n=10

Değişkenlerin yüzde değişimlerine ilişkin bulgular çalışma kapsamında değerlendirildiğinde, yüklenme öncesi ve sonrası ölçümler arasındaki yüzde değişimler hesaplanarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, fiziksel yüklenmenin bilişsel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkisini daha net bir şekilde ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Öncelleme zamanı parametresi açısından değerlendirildiğinde, 5 m/s hızındaki sabit hedeflerde %14,44 oranında bir azalma gözlenmiştir. Bu durum, düşük hızlardaki bilişsel güncelleme sürecinde yüklenme sonrası daha az hata yapıldığını ve performansta iyileşme olabileceğini düşündürmektedir. Buna karşılık, 10 m/s hızında %17,86 ve 30 m/s hızında %9,17 oranında artış gözlenmiştir. Bu artışlar, daha yüksek hızlarda yüklenmenin bilişsel performans üzerindeki etkisinin olumsuz olabileceğini işaret edebilir. Tepki süresi değişiminde %1,51 oranında küçük bir artış görülmüştür. Bu bulgu, yüklenme sonrası bilişsel yanıt süresinin çok az da olsa yavaşladığını göstermektedir. Ancak bu değişimin çok sınırlı olduğu ve istatistiksel anlam taşımadığı dikkate alınmalıdır. Laktat düzeyi, yüklenme sonrası %925,51 oranında dramatik bir artış göstermiştir. Bu bulgu, uygulanan yüklenmenin yoğun metabolik stres oluşturduğunu ve anaerobik enerji sisteminin etkin biçimde devreye girdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Tüm yüzde değişim verileri, Tablo 5'te özetlenmiştir. Bu sonuçlar, fizyolojik yüklenmenin özellikle metabolik göstergeler üzerinde belirgin bir etki yarattığını, bilişsel göstergelerde ise hız düzeyine bağlı farklılıkların ortaya çıktığını göstermektedir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, fiziksel yüklenmenin öncelleme zamanı hata skorları, tepki süreleri ve laktat düzeyleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, fizyolojik tepkiler açısından anlamlı değişimlere işaret ederken, bilişsel parametrelerde daha sınırlı düzeyde farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur.

Laktat düzeylerinde gözlenen anlamlı artış ($p=0,005$), uygulanan yüklenmenin yoğun fizyolojik stres yarattığını ve anaerobik enerji sistemlerinin devreye girdiğini göstermektedir. %925'lik artış oranı da bu sonucu desteklemektedir. Bu durum, yoğun egzersiz sonrası artan kan laktat seviyelerinin bilişsel

fonksiyonlar üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarla örtüşmektedir (Tomprowski, 2003; Davranche ve Audiffren, 2004).

Sporcuların mekik koşusu sonrası LA düzeyleri anaerobik eşik düzeyi olarak kabul edilen 4 mmol/L düzeyinin önemli ölçüde üzerinde bulunmuştur. Bunun bir sonucu olarak dinlenik LA ve mekik koşusu sonrası LA verileri arasında anlamlı farklılık görülmüştür ($p=0,005$). Mekik koşusu, beklendiği gibi hidrojen iyonu birikimini arttırarak kas içi pH değerini düşürmüştür. Kas içi pH değerinin düşmesi ve LA düzeyinin çok artması durumda metabolik yorgunluk oluşması beklenir (Taner ve ark.,2016; Gençoğlu ve ark., 2022). Metabolik yorgunluğun öncelleme zamanı ve tepki süresi üzerindeki etkilerine ilişkin farklı görüşler (Bourara ve ark., 2023; Yu ve ark., 2025) literatürde mevcut olsa da merkezi yorgunluğun tepki süresi ve öncelleme zamanı üzerindeki olumsuz etkisi konusunda görüş birliği mevcuttur. Diğer yandan karate sporcularında algısal-motor yanıtların olumsuz etkilenmemesi, yüksek kan laktat konsantrasyonuna olan adaptasyonlarıyla ilişkili olabilir (Mori ve ark., 2002; Lyons ve ark., 2008). Egzersiz sonrası artan LA'nın merkezi sinir sistemi üzerindeki etkileri literatürde farklı biçimlerde ele alınmıştır. Yoğun egzersiz sırasında oluşan yorgunluk hem merkezi hem de periferik düzeyde performansı etkileyebilir. Ancak bazı çalışmalar, artan laktat düzeylerinin belirli bir eşığe kadar psikomotor görevlerde bozulmaya yol açmadığını, hatta destekleyici olabileceğini göstermektedir (Chmura ve Nazar, 2010). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, egzersizin tükenene dek sürdürülmesine rağmen psikomotor performansın, antrenman düzeyi yüksek sporcularda korunduğunu göstermektedir. Egzersizde yüklenme süresinin kısa olması da merkezi yorgunluk mekanizmalarının tam olarak gelişmesine olanak vermemiş olabilir. Literatürde, akut egzersizin TS ve ÖZ üzerinde dinlenik durumdan itibaren yoğunluk arttıkça belirli bir düzeye kadar olumlu etki gösterdiği ve tepki süresinin kısalmasını sağladığı, egzersiz yoğunluğunun belirli bir düzeyinden sonra hızla olumsuz etki göstererek tepki süresinin uzamasına neden olduğu bildirilmiştir. Bu durum tepki süresi ve öncelleme zamanı için "U ilişkisi", performans için "ters U ilişkisi" olarak ifade edilmektedir (Yerkes ve Dodson, 1908; Tomprowski, 2003).

Bu çalışmada ÖZ ve TS ön test ve son test ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Yükselen LA seviyesine rağmen egzersiz sonrasında ölçülen TS ve ÖZ olumsuz etkilenmemiştir. Zemková (2009) ve arkadaşlarının karate sporcularında yapmış olduğu çalışmada, kademeli olarak artan egzersiz yoğunluğunun başlangıç aşamasında, yan al uyumlu ve uyumsuz görsel uyaranlara verilen reaksiyon sürelerinde azalma görülmüştür. Bu azalma, egzersizin sağladığı fiziksel ve zihinsel uyarılmanın artmasıyla oluşmaktadır ve bunun TS üzerinde olumlu etkisi vardır. Egzersizin bilişsel performans üzerinde olumlu etkisi olmasıyla beraber yüksek egzersiz yoğunluğu reaksiyon süresini arttırmaktadır. Orta şiddetteki fiziksel egzersizin optimal sınırlara dahil olması ve bu sınırlarda performans korunuyor iken yüksek şiddetteki egzersiz sonunda performans düşmüştür.

Öncelleme zamanı hata skorlarında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ($p> 0,05$). Ancak 5 m/s hızındaki sabit hedeflerde %14,44 oranında hata azalması gözlenmiş, bu da düşük hızlardaki bilişsel performansta hafif bir iyileşme olabileceğini düşündürmektedir. Buna karşılık, 10 ve 30 m/s hızlarında gözlenen hata artışları, artan hızla birlikte bilişsel kontrol üzerinde baskı oluşabileceğini göstermektedir. Bu bulgu, dikkat ve hareket planlama gibi bilişsel işlevlerin egzersiz şiddetine bağlı olarak değişebileceğini ortaya koyan literatürle paralellik göstermektedir (McMorris ve ark., 2009). Öncelleme zamanı testinde sporcuların, karate branşında aşına oldukları görsel-motor sezinleme becerilerini kullanmaları gerekmektedir. Karate sporcuları müsabaka ve müsabakanın simülasyonunun yapıldığı antrenmanlar sırasında rakiplerinin hareketlerinden örtük bilgiler toplayarak rakiplerinin ataklarını ve bu atakların zamanlamasını kestirmeye çalışırlar (Balcioğlu ve ark., 2023). Deneyimli sporcuların sıklıkla ve yıllarca rakibin hareketlerini ve zamanlamasını önceden sezme üzerine yaptığı çalışmalar ÖZ testinde yüksek laktik asit konsantrasyonu maruziyetine rağmen dinlenik duruma göre performans düşüşünü engellemiş olabilir.

Karate gibi aralıklı yüklenmeler içeren branşlarda merkezi yorgunluğun etkileri süreklilik gerektiren dayanıklılık sporlarından farklı bir profilde olabilir. Uzun mesafe koşuları gibi sporlarda performansın sonlarına doğru belirgin bir merkezi yorgunluk görülebilir ve bu durum sporcunun psikomotor performansında bariz düşüslere yol açabilir. Uzun süren egzersizlerde MSS'de nörotransmitterlerin tükenmesi, artan beyin ısı artışı, dehidrasyon gibi faktörler nedeniyle algı ve karar verme süreçleri

zayıflar. Tepki sürelerinde de anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,646$). Yüklenme sonrası %1,51 oranında küçük bir artış görülmüş olup, bu değişim istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir. Bu bulgu, akut egzersizin tepki süreleri üzerindeki etkilerine dair daha önce rapor edilen karışık bulgularla tutarlıdır. Düşük-şiddetli egzersiz sonrası tepki sürelerinde iyileşme rapor edilirken, yüksek-şiddetli egzersizlerde bu sürelerin uzayabileceği bildirilmektedir (Chang ve ark., 2012).

Bu çalışmanın sınırlılıkları arasında örneklem büyüklüğünün ($n=10$) kısıtlı olması ve yalnızca erkek katılımcılarla gerçekleştirilmiş olması yer almaktadır. Ayrıca, bilişsel testler sınırlı süreyle uygulanmış, yüklenme sonrası uzun dönemli etkiler değerlendirilmemiştir.

SONUÇ

Bu çalışmanın bulguları, yoğun fiziksel yüklenmenin fizyolojik yanıtlar üzerinde belirgin etkiler yarattığını; ancak bilişsel performans üzerindeki etkilerinin daha sınırlı ve hız düzeyine bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymuştur. Laktat düzeylerinde anlamlı artış tespit edilirken, öncelleme zamanı hata skorları ve tepki sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı değişimler gözlenmemiştir. Düşük hızda bilişsel performansta kısmi iyileşme belirtileri bulunmuş; ancak yüksek hızlardaki artan hata skorları dikkatle değerlendirilmelidir.

Bu bulgular hem fizyolojik hem de bilişsel taleplerin yoğun olduğu spor branşlarında (mücadele sporları, futbol, basketbol vb.) antrenman ve toparlanma programlarının daha dengeli biçimde planlanmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, farklı yaş grupları ve cinsiyetlerde, daha geniş örneklemlemlerle yürütülmelidir.

ÖNERİLER

Gelecek çalışmalarda egzersiz süresinin ve egzersiz yoğunluğunun psikomotor performansta bozulmaya yol açtığı sınırların netleştirilmesi üzerine odaklanılması antrenörlerin saha uygulamalarına ışık tutabilir.

Aynı gün içerisinde birden fazla müsabakayı içeren şampiyonalar gibi yorgunluğun kümülatif olarak arttığı egzersizin psikomotor performansa etkilerini inceleyen çalışmalar sonuçların genişletilmesi açısından fayda sağlayacağı öngörülmektedir.

Kognitif antrenman ve eş zamanlı motor-kognitif antrenman yaklaşımları kullanılarak psikomotor performansın yorgunluk altında nasıl optimize edileceğine ilişkin araştırmalar da elit düzey performansa katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya destek veren Fenerbahçe Üniversitesi Spor Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne teşekkür ederiz.

Etik Onay İzin Bilgileri

Ethics Committee: Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Protocol/Number: 09.2023.1029

KAYNAKÇA

- Acar, S., & Aktağ, I. (2024). Determining the Anticipation Times of Athletes Participating and Non-Participating in Volleyball, Handball, and Basketball School Sports at Secondary Schools. *European Journal of Education and Pedagogy*, 5(1), 43-47.
- Akbulut, M., Aktağ, I., & Akpınar, S. (2015). Takım sporu ile bireysel spor yapan öğrencilerin sezinleme zamanlarının incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 26(4), 154-164.
- Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*, 88(1), 287-332.

- Aslan, K., Saygın, Ö., & Ceylan, H. İ. (2018). Futbol hakemlerinin farklı egzersiz şiddetlerinde sezinleme zamanı, kan laktat düzeyi ve karar verme becerilerinin incelenmesi. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 13(2), 260-276.
- Bajkowski, D.S., & Cynarski, W.J. (2024). Testing factors influencing handgrip strength and reaction time to visual stimulus in selected martial arts. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*. 105 (34), 46-59.
- Balcıoğlu, T., İlgen Uslu, F., Çotuk, B., & Duru, A. D. (2023). Elit Karate Sporcularında Farklılaşan Beyin Yolaklarının Uzamsal İstatistik Yöntemiyle Analizi. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences- IJSETS*, 9(3), 61-69. <https://doi.org/10.18826/useeabd.1325597>
- Bıyıklı, M. (2018). Erkek karate sporcularında yorgunluğun hedefe yönelik hareket koordinasyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi.
- Bourara, A., Nemeth, Z., Methnani, J., & Wilhelm, M., (2023). Impact of Fatigue on the Balance and Reaction Time of Amateur Padel Athletes. *Asian J Sports Med*.2023;14(4): e133550.<https://doi.org/10.5812/asj-sm-133550>.
- Can, İ., & Cihan, H. (2013). Yo-Yo aralıklı toparlanma testleri ve sportif performans üzerine genel bir değerlendirme. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11(2), 81-94.
- Can, S. (2007). *10-12 yaş grubundaki erkek tenisçiler, masa tenisçiler ve aynı yaş grubundaki sedanterlerin reaksiyon zamanlarının karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- Chaabène, H., Franchini, E., Miarka, B., Selmi, M. A., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2014). Time–motion analysis and physiological responses to karate official combat sessions: Is there a difference between winners and defeated karatekas. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 302-308.
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*, 1453, 87-101.
- Chmura, J., & Nazar, K. (2010). Parallel changes in the onset of blood lactate accumulation (OBLA) and threshold of psychomotor performance deterioration during incremental exercise after training in athletes. *International Journal of Psychophysiology*, 75(3), 287-290.
- Chmura, J., Nazar, K. & Kaciuba-Uściłko H. (1994). Choice Reaction Time During Graded Exercise in Relation to Blood Lactate and Plasma Catecholamine Thresholds. *International Journal of Sports Medicine*, 15(4), 172-176.
- Çetintaş, Y., & Yavuz, Ü. (Editor), (2021). *Karate Do Mücadele Sanatı*. Gökçe Ofset Matbaacılık Yayıncılık.
- Davranche, K., & Audiffren, M. (2004). Facilitating effects of exercise on information processing. *Journal Of Sports Sciences*, 22(5), 419-428.
- Doğru, E., Alemdaroğlu, U., Köklü, Y., & Alptekin, A. (2013). Genç futbolcularda yo-yo aralıklı toparlanma test (seviye 1) ve tekrarlı sprint test performanslarının değerlendirilmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 24(3), 226-233.
- Draper, S., McMorris, T., & Parker, J. K. (2010). Effect of acute exercise of differing intensities on simple and choice reaction and movement times. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(6), 536-541.
- Forsyth, J. J., & Farrally, M. R. (2000). A comparison of lactate concentration in plasma collected from the toe, ear, and fingertip after a simulated rowing exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 34(1), 35-38.
- Gençoğlu, C., Gül, M., Ulupınar, S., Özbay, S., Tanyeli, A., Şebin, S. Ö., & Öncan, E. (2022). Egzersizde Asit-Baz Homeostazi Bir Geleneksel Derleme. *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, 6(2), 74-94.
- Green, H. J., (1997). Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise, *Journal of Sports Sciences*, 15(3), 247-256.
- Habay, J., Van Cutsem, J., Verschueren, J., De Bock, S., Proost, M., De Wachter, J., ... Roelands, B. (2021). Mental fatigue and sport-specific psychomotor performance: a systematic review. *Sports Medicine*, 51, 1527-1548.
- Hazır, T., Aşçı, A., Cinemre, A., & Açıkada, C. (2010). Laktik asitin ölçümünde kullanılan bir el analizörünün değerlendirilmesi: lactate scout (+)'in güvenilirliği ve geçerliği. *Spor Bilimleri Dergisi*, 21(3), 79-89.
- Işın, A., Löküoğlu, B., Türk, A., & Melekoğlu, T. (2018). Maksimal Aerobik Egzersiz Sonrası Laktat Seviyelerinde Cinsiyet Farklılıkları. *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 146-154.

- Lyons, M., Al-Nakeeb, Y., & Nevill, A. (2008). Post-exercise coincidence anticipation in expert and novice Gaelic games players: the effects of exercise intensity. *European Journal of Sport Science*, 8(4), 205-216.
- McMorris, T., Myers, S., Macgillivray, W. W., Sexsmith, J. R., Fallowfield, J., Graydon, J., ... Forster, D. (1999). Exercise, plasma catecholamine concentrations and decision-making performance of soccer players on a soccer-specific test. *Journal of Sports Sciences*, 17(8), 667-676.
- McMorris, T., Turner, A., Hale, B. J., & Sproule, J. (2009). Acute, intermediate intensity exercise, and speed and accuracy in working memory tasks: A meta-analytical comparison of effects. *Physiology & Behavior*, '97'(3-4), 425-428. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2009.03.023>
- Milazzo, N., Farrow, D., Ruffault, A., & Fournier, J. F. (2016). Do karate fighters use situational probability information to improve decision-making performance during on-mat tasks? *Journal of Sports Sciences*, 34(16), 1547-1556.
- Mori, S., Ohtani, Y., & Imanaka, K. (2002). Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human movement science*, 21(2), 213-230.
- Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N., & Attarbashi Moghadam, B. (2013). Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European journal of sport science*, 13(5), 431-436.
- Ramella, R. J. (1984). Effect of knowledge of results on anticipation timing by young children. *Perceptual and Motor Skills*, 59(2), 519-525.
- Sant'Ana, J., Franchini, E., da Silva, V., & Diefenthaler, F. (2017). Effect of fatigue on reaction time, response time, performance time, and kick impact in taekwondo roundhouse kick. *Sports biomechanics*, 16(2), 201-209.
- Şimşek, D., & Ertan, H. (2011). Postural kontrol ve spor: kassal yorgunluk ve postural kontrol ilişkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9(4), 119-124.
- Taner, U., İšoğlu, S., Yıldırım, E., Işıkcı Koca, E., & Duru, D. G. (2016). Analysis of the relationship between maximum volume of oxygen consumption and electrophysiological measurements. *Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT): İstanbul*.
- Tomprowski, P. D. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta psychologica*, 112(3), 297-324.
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459-482.
- Yu, Y., Zhang, L., Cheng, M. Y., Liang, Z., Zhang, M., & Qi, F. (2025). The effects of different fatigue types on action anticipation and physical performance in high-level volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, 1-13.
- Zemková, E., Miklovič, P., & Hamar, D. (2009). There is a relationship between intensity of exercise and reaction time on laterally concordant and discordant stimuli. *Acta Kinesiologica*, 3(1), 59-63.

KAYNAK GÖSTERİMİ

Karakaya, H., Balcıoğlu, T.H., Topsakal, N., & Cöbek Ünalın, G.P. (2025). Elit Karate Sporcularında Maksimal Egzersiz Sonrası Laktat Düzeyi, Öncelleme Zamanı ve Tepki Süresi Değişimlerinin İncelenmesi *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi-USEABD*, 11(2), 121-130. <https://doi.org/10.18826/useabd.1599901>