



## Kadın yüzücülerde akut yorgunluğun denge performansına etkisinin incelenmesi

Mehmet Şerif ÖKMEN<sup>1</sup> , Mehmet SARIKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Mardin, Türkiye

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bingöl, Türkiye

| Araştırma Makalesi/Research Article |                         | DOI: 10.5281/zenodo.8349752     |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Gönderi Tarihi/ Received:           | Kabul Tarihi/ Accepted: | Online Yayın Tarihi/ Published: |
| 07.05.2023                          | 12.08.2023              | 20.09.2023                      |

### Öz

Bu çalışma kadın sporcularda maksimal tüketici bir egzersiz sonrası oluşan akut yorgunluğun denge performansı üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma grubunuz Bingöl Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinin Antrenörlük eğitimi bölümündeki 4. sınıf yüzme uzmanlık kadın (n=12) öğrencilerinden oluşturulmuştur. Araştırmada zayıf deneysel araştırma modeli (ön test-son test) tercih edilmiştir. Yüzücülerin denge performanslarını belirlemek için Stabilometrik platform, akut yorgunluk oluşturmak içinse koşu bandı üzerinde Bruce protokolü uygulanmıştır. Yüzücülerden alınan ön test ile son test verilerini değerlendirilmesi SPSS 23 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre yüzücülerin hem gözleri açık hem de gözleri kapalı ön test ve son test statik denge sağa-sola standart sapma, öne-arkaya standart sapma, sağa-sola salınım hızı, öne arkaya salınım hızı, basınç merkezi çizim analizi ve salınım alanı değerleri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). Sonuç olarak, kadın yüzücülere uygulanan tüketici bir egzersiz protokolü sonrası oluşan akut kas yorgunluğunun vücut denge performans değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülme de denge performansını üzerinde olumsuz etkisinin olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Akut, denge, performans, yorgunluk

### Investigation of the effect of acute facilitation on balance performance in women swimmers

#### Abstract

This study was carried out to examine the effect of acute fatigue on balance performance in female athletes after a maximally exhausting exercise. Your study group consisted of 4th grade swimming specialization female (N=12) students in the Coaching Education Department of the Faculty of Sports Sciences of Bingöl University. A weak experimental research model (pretest-posttest) was preferred in the study. Stabilometric platform was used to determine the balance performance of swimmers, and Bruce protocol was applied on the treadmill to create acute fatigue. The evaluation of the pre-test and post-test data taken from the swimmers was made using the SPSS 23 package program. According to the findings, both eyes open and eyes closed pretest and posttest static balance right-left standard deviation, forward-backward standard deviation, right-left swing speed, forward-backward swing speed, pressure center drawing analysis and swing area values When compared, it was seen that there was no significant difference ( $p>0.05$ ). As a result, although no statistically significant differences were observed on body balance performance values of acute muscle fatigue after a exhausting exercise protocol applied to female swimmers, it was observed that it had a negative effect on balance performance.

**Keywords:** Acute, balance, performance, burn out.

**Sorumlu Yazar/Corresponded Author:** Mehmet Şerif ÖKMEN, E-posta/e-mail: [mserifokmen@gmail.com](mailto:mserifokmen@gmail.com)  
The Extended English Abstract is located the end of the Article.

## GİRİŞ

Yüzme, su ortamlarında yapılan bireysel bir spordur (Kalva-Filho ve ark., 2015). Yüzme sporu ise sporcunun serbest, sırt, kurbağalama ve kelebek teknikleriyle belirli bir mesafeyi su içerisinde zamana karşı kat edebilme becerisidir (Hannula, 2001). Yüzme, egzersiz olarak diğer spor dallarından birçok yönüyle farklıdır. Yüzme sporunun en belirgin farkı, suyun üzerinde kalmak için kolların ve bacakların aynı anda ve ayrı ayrı kullanılmasıyla yatay hareketin sağlanması için enerji harcanmasıdır. Diğer farklar, suyun içinde harekete engel olan sürtünmeyi yenmek veya en aza indirmek için gereken etkenlerdir. Ayrıca, suyun solunum üzerinde nefes alıp vermeyi zorlaştıran baskı etkisi vardır. Bu nedenle "bir mesafeyi yüzmek için gereken enerji aynı mesafeyi koşmak için gereken enerjinin dört katıdır" denebilir (Mcardle ve ark., 1991; Güler, 2000). Yüksek şiddetli egzersizlerde kas metabolizmasında baskın enerji sistemi anaerobik glikoliz olduğu için bu tip egzersizler esnasında kas ve kanda laktik asit (LA) konsantrasyonu önemli ölçüde artar. LA çok kuvvetli olduğu için laktat + H<sup>+</sup> iyonu şeklinde ayrışarak metabolik asidoza (pH'da azalma) ve yorgunluğa neden olur (Günay & Cicioğlu, 2005).

Yorgunluk, insanların günlük aktivitelerde bedensel veya zihinsel olarak enerji eksikliği yaşadığı bir durumdur (Ertürk, 2004). Performansın düşmesine sebep olan yorgunluğun vücudun farklı bölgelerinde meydana gelen değişikliklerden kaynaklanabilir (Köymen, 2020). Yorgunluk, kısa sürede sık ve yoğun bir antrenman sürecinde meydana gelen anlık (akut), birden fazla mikro döneminden kalan sürekli (kronik) olmak üzere ikiye ayrılır (Bompa & Haff, 2015). Egzersiz sırasında oluşan streslerden dolayı meydana gelen yorgunluk sportif performanslarını istenilen düzeyde uygulanmasını engelleyebilmektedir (Çavdar, 2014). Yorgunluğun güç, hareket aralığı ve propriyosepsiyon üzerindeki kümülatif etkileri yüzme performansı üzerinde bir etkisi olduğu görülmüştür (Matthews ve ark., 2017). Yüzme sırasında oluşan yorgunluk, kinematiğin değişmesine yol açabilir ve kompensasyon stratejileri ile sonuçlanabilir (Stirn ve ark., 2011).

Denge, vücut kütlelerinin düşmesini engelleyen dinamiklerin basit bir tanımını tanımlayan genel bir terimdir (Bressel ve ark., 2007). Ayrıca denge, vücudun ağırlık merkezinin konumunun değişimini gösteren ön-arka ve iç-yan dengesi şeklinde de ifade edilir (Şimşek & Arslan, 2019). Denge dinamik ve statik olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Dinamik denge; postural kontrol, nöromuskular kontrol, alt ekstremitenin güç, esneklik ve koordinasyon komponentlerini içermektedir. Aynı zamanda hareket halinde vücut pozisyonunu korumaya çalışır (Crossley ve ark., 2011). Statik denge; postural kontrol, alt

ekstremiteler kutanöz, artikulasyon ve kassal bilgi, görsel geri dönüş içermektedir (Bayrakdar ve ark., 2020). Yorgunluğa bağlı olarak denge kayıplarının sporcuların performanslarında büyük bir düşüşe sebep olabileceği söylenebilir.

Kas yorgunluğuna neden olan süreçler, dahil edilen kas grupları, kontraksiyonun yoğunluğu, gösterilen eforun devamlı veya intermitant olup olmadığı, yaş, cinsiyet ve motivasyon gibi bireysel özelliklere bağlı olduğu belirtilmiştir (Barry & Enoka, 2007). Literatür incelendiğinde ise yüzücülere oluşturulan akut yorgunluğun denge performansı üzerindeki etkisi araştırılan çalışmaya rastlanmamıştır. Antrenörlerin sporcuların performanslarını bilmesi ve buna bağlı olarak antrenman içeriğine denge egzersizlerini uygulaması önem taşımaktadır. Bundan dolayı bu çalışma maksimal tüketici bir egzersiz protokolü sonrası oluşabilecek akut yorgunluğun denge performansı üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla yapıldı.

## **YÖNTEM**

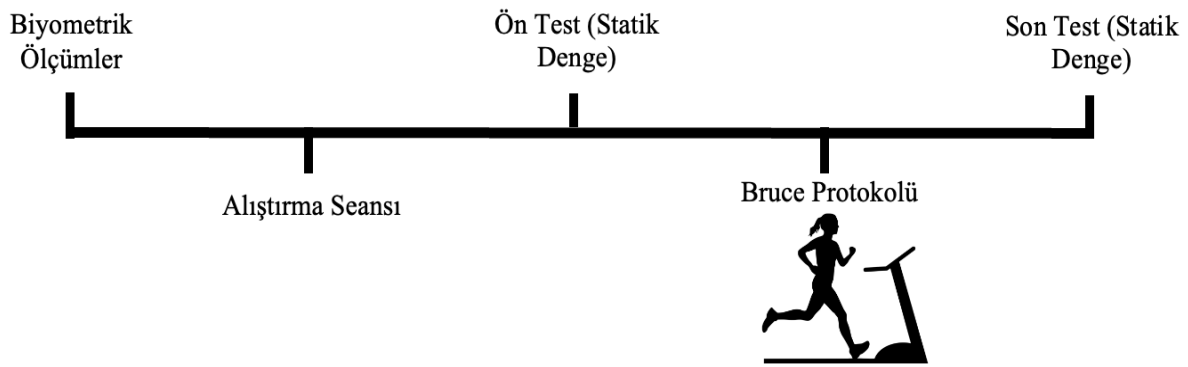
### **Araştırmanın modeli ve araştırma grubu**

Araştırmada, nicel araştırma yöntemlerinden biri olan zayıf deneysel araştırma modeli tercih edildi. Çalışmaya en az 3 yıl boyunca haftada üç gün düzenli yüzme egzersizi yapan Bingöl Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük eğitimi bölümündeki 4. sınıf yüzme uzmanlık dersi alan 12 kadın sporcu katıldı. Çalışma grubunun belirlenmesi için G\*Power (sürüm 3.1.9.3, Germany) güç analiz programı kullanıldı. Güç analizi (güven aralığı=0,95, alfa değeri=0,05 ve beta değeri=0,80, ve etki büyüklüğü değeri=0,60) sonucunda çalışmaya dâhil edilmesi gereken sporcu sayısının en az 12 sporcu olması gerektiği belirlendi (Faul ve ark., 2007).

### **Verilerin toplanması**

Veriler toplanmadan önce araştırmaya katılan katılımcıların performansını etkilediği ifade edilen menstürasyon (Çavlıca, 2006; Roupas & Georgopoulos, 2011; Janse ve ark., 2012) döneminde olmamalarına dikkat edildi. Veri toplama protokolü çalışmaya başlamadan iki gün önce tüm katılımcılara anlatıldı ve katılımcıların dinlenik kalp atım hızları belirlenerek katılımcılara uygulanacak testler hakkında tecrübe kazanmaları için deneme hakkı verildi. Katılımcıların aylık menstürasyon döngüsünü tamamladıktan bir hafta sonra veri toplama protokolü uygulandı. Testi kabul eden kişilerin biyometrik özelliklerini tespiti için yaş (yıl), vücut ağırlığı (kg), boy (m) ve beden kitle indeksi (BKİ) değerleri alındı. Katılımcıların biyometrik özelliklerinin belirlenmesinden iki gün sonra ön test-son test ölçümleri alındı. Ön test aşamasında, katılımcıların denge yeteneklerini değerlendirmek amacıyla gözler açık ve

kapalı koşullarda iki ayrı denge ölçümü yapıldı. Ön test ölçümlerinin ardından, katılımcılara son test öncesinde maksimal egzersiz kapasitelerini belirlemek amacıyla Bruce metoduyla maksimal tüketici egzersiz testi uygulandı (Bruce, 1972) ve katılımcıların son test öncesi denge yeteneklerini belirlemek amacıyla yine gözler açık ve kapalı koşullarda olmak üzere iki ayrı denge ölçümü gerçekleştirildi. Son test sonrası denge ölçümleri, katılımcıların akut yorgunluk etkilerinden tamamen arınmış olmamalarını sağlamak amacıyla, belirlenen dinlenik kalp atım hızına ulaşılmadan gerçekleştirilmiştir.



#### Veri toplama araçları

Boy uzunluğu, Vücut Ağırlığı ve BKİ: Katılımcıların boy uzunluğu ölçümleri, hassasiyeti  $\pm 1$  mm olan Inbody marka vücut analiz cihazı kullanılarak alındı. Katılımcılar anatomik duruş pozisyonunda, ayakları çıplak, topukları birleştirilmiş, anatomik pozisyona getirildikten sonra ölçülüp ve değerler cm cinsinden kaydedildi. Katılımcıların vücut ağırlık ölçümleri  $\pm 100$  gr hassasiyetine sahip baskülle ölçüldü. Ölçüm sırasında katılımcı üzerinde yalnızca şort olması, ayakları çıplak ve anatomik duruş pozisyonu sağlandıktan sonra verileri alınmış ve veriler kg cinsinden kaydedildi. Katılımcıların BKİ değerleri  $\text{kg/m}^2$  formülüne göre hesaplandı (Sever, 2018; Bayrakdar ve ark., 2019).

#### Denge ölçümleri

Statik Denge (Stabilometrik Platform): Katılımcıların denge verilerinin değerlendirilmesinde stabilometrik yüzey platform (Elettronica Pagani, İtalya) ile hesaplandı. Stabilometrik inyasiv bir sistem değildir ve vücut salınımlarını ayakta duruş pozisyonunda ölçer. Bu sistem, bilgisayarlı bir sistemdir ve kişilerin vücut ağırlığını ve ağırlık merkezinin pozisyonunu hesaplar. 50x50 cm boyutlarında bir platformdan oluşur. Katılımcıların iki ayak arasındaki açı topuklardan 2 derece önden de her yöne 15 derece olacak şekilde ayarlandı.

Ölçüm gözler açık 30 saniye, gözler kapalı 30 saniye olmak üzere toplam 60 saniye olarak belirlendi. Katılımcının dikkatini dağıtacak görsel ve işitsel uyarılardan uzak durulmuştur (Sarıkaya, 2022). Stabilometrik değerlendirme sonucu aşağıdaki veriler elde edildi;

- Sağa-Sola standart sapma (mm)
- Sağa-Sola standart sapma (mm)
- Sağa-Sola Ortalama Salınım hızı (mm/s)
- Öne-Arkaya Ortalama Salınım hızı (mm/s)
- Basınç merkezi çizim analizi (mm)
- Salınım Alanı (cm<sup>2</sup>) olarak belirlendi.

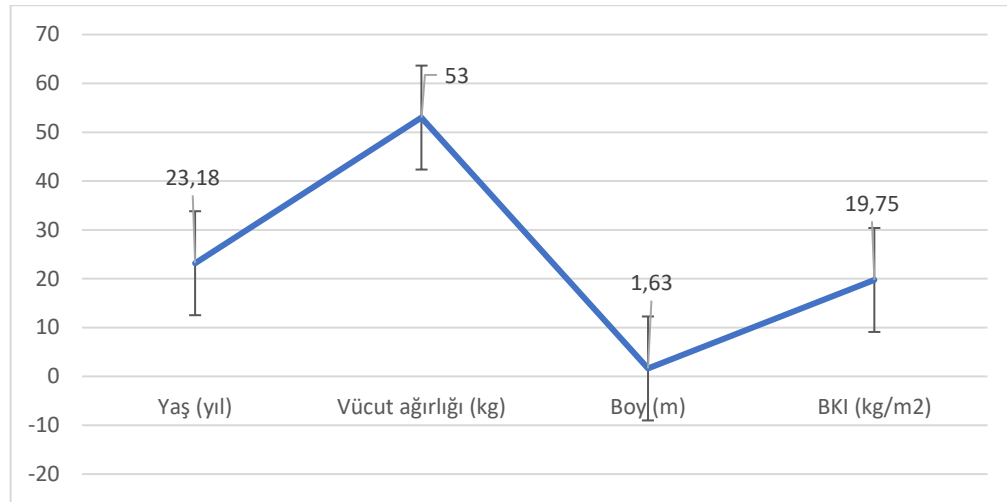
Katılımcıların statik denge ölçümleri yorgunluk protokolünden önce (ön test) ve yorgunluk protokolü sonrası (son test/ dinlenik kalp atım hızına ulaşılmadan) olmak üzere toplamda iki kez yapıldı.

Yorgunluk Oluşturma Protokolü: Yorgunluk oluşturmak amacıyla koşu bandı (mav tech Almanya) kullanılarak Bruce yöntemi uygulandı. Eğim olmayacak şekilde ve 1,161 km/saat hızda 3 dakikalık ısınmanın ardından protokolün ilk seviyesi olan 1.7 mil/saat (2,7 km/saat) hız ve %10 eğim ile egzersiz başlatıldı. Her 3 dk. da eğim %2 ve hız 2.5 mph artırıldı (Bruce, 1972). Protokol, katılımcıların istemli tükenmişlik düzeyine erişildiğinde sona erdirildi. Protokol tamamlandıktan sonra katılımcıların kalp atım hızları dinlenik kalp atım hızına ulaşmadan çıplak ayaklarla statik denge testi yapıldı.

### **Verilerin analizi**

Toplanan veriler istatistiksel paket programı SPSS 23 aracılığıyla analiz edilip sonuçlar yorumlandı. Verilerin normal dağılım göstergeleri Shapiro-Wilk, histogram ve çarpıklık ve basıklık (Skewness and Kurtosis) testleri ile bakıldı Elde edilen sonuçlara göre verilerin normal dağılıma uyduğu tespit edildi. Yorgunluk öncesi ve sonrası denge puanlarının karşılaştırılmasında Paired Sample t testi kullanıldı. Sonuçlar %95 güven aralığında, anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirildi.

## BULGULAR



Grafik 1. Katılımcıların tanımlayıcı değerleri

Grafik 1 incelendiğinde katılımcıların yaş, vücut ağırlığı, boy ve BKİ değerlerinin aritmetik ortalama değerleri verilmiştir. Araştırmaya katılan grubun yaşı 23,18 yıl, vücut ağırlığı 53 kg, boyu 1,63 m ve BKİ 19,75 kg/boy<sup>2</sup> ortalama değerlere sahip oldukları tespit edildi.

Tablo 1. Katılımcıların gözler açık ön test-son test değerlerinin karşılaştırılması

| Değişkenler<br>(Gözler Açık)            | n  | Ön Test<br>$\bar{x} \pm SS$ | Son Test<br>$\bar{x} \pm SS$ | t      | p     |
|-----------------------------------------|----|-----------------------------|------------------------------|--------|-------|
| Sağa-Sola standart sapma (mm)           | 12 | -0,30±0,38                  | -0,38±0,26                   | -0,454 | 0,659 |
| Öne-Arkaya standart sapma (mm)          | 12 | 0,21±1,07                   | 0,32±0,47                    | -0,294 | 0,775 |
| Sağa-Sola Ortalama Salınım hızı (mm/s)  | 12 | 1,04±0,46                   | 1,33±0,52                    | -1,698 | 0,120 |
| Öne-Arkaya Ortalama Salınım hızı (mm/s) | 12 | 1,06±0,47                   | 3,60±7,14                    | -1,156 | 0,275 |
| Basınç merkezi çizim analizi (mm)       | 12 | 48,33±19,87                 | 56,43±29,97                  | -0,837 | 0,422 |
| Salınım Alanı(cm <sup>2</sup> )         | 12 | 6,11±2,00                   | 7,37±4,85                    | -0,730 | 0,482 |

$\bar{x}$ : Aritmetik Ortalama, SS: Standart Sapma, \*p<0.05

Tablo 1 incelendiğinde katılımcıların gözler açık ön test ve son test statik denge değerlerinde sağa-sola standart sapma, öne-arkaya standart sapma, sağa-sola salınım hızı, öne arkaya salınım hızı, basınç merkezi çizim analizi ve salınım alanı değerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi (p>0.05).

**Tablo 2. Katılımcıların gözler kapalı ön test-son test değerlerinin karşılaştırılması**

| Değişkenler<br>(Gözler Kapalı)          | n  | Ön Test<br>$\bar{x} \pm SS$ | Son Test<br>$\bar{x} \pm SS$ | t      | p     |
|-----------------------------------------|----|-----------------------------|------------------------------|--------|-------|
| Sağa-Sola standart sapma (mm)           | 12 | -0,56±0,72                  | 0,92±3,81                    | -1,304 | 0,221 |
| Öne-Arkaya standart sapma (mm)          | 12 | 0,34±1,00                   | 7,84±21,39                   | -1,136 | 0,282 |
| Sağa-Sola Ortalama Salınım hızı (mm/s)  | 12 | 1,14±0,78                   | 1,40±0,33                    | -1,330 | 0,213 |
| Öne-Arkaya Ortalama Salınım hızı (mm/s) | 12 | 1,20±0,80                   | 4,52±9,91                    | -1,105 | 0,295 |
| Basınç merkezi çizim analizi (mm)       | 12 | 51,86±36,76                 | 54,16±27,31                  | -0,216 | 0,833 |
| Salınım Alanı (cm <sup>2</sup> )        | 12 | 5,51±2,78                   | 8,80±5,87                    | -1,930 | 0,082 |

$\bar{x}$ : Aritmetik Ortalama, SS: Standart Sapma, \*p<0.05

Tablo 2 incelendiğinde katılımcıların gözler kapalı ön test ve son test statik denge değerlerinde sağa-sola standart sapma, öne-arkaya standart sapma, sağa-sola salınım hızı, öne arkaya salınım hızı, basınç merkezi çizim analizi ve salınım alanı değerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi (p>0.05).

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma kadın yüzücülere maksimal bir egzersiz sonrası oluşan akut yorgunluğun statik denge performansları üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre yüzücülerin hem gözleri açık hem de gözleri kapalı ön test ve son test statik denge sağa-sola standart sapma, öne-arkaya standart sapma, sağa-sola salınım hızı, öne arkaya salınım hızı, basınç merkezi çizim analizi ve salınım alanı değerleri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık olmadığı görüldü (p>0,05). Ancak matematiksel olarak elde edilen değerlere bakıldığında ön test ile son test ortalama değerleri arasında anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen yorgunluğa bağlı olarak son test statik denge ortalama değerlerinde bir artışın olduğu görülmektedir. Bu durum yorgunluğun artışına bağlı olarak statik denge değerlerini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Enoka ve Duchateau (2016) yorgunluğu "fiziksel ve bilişsel işlevin performans yorgunluğu ve algılanan yorgunluk arasındaki etkileşimlerle sınırlandırıldığı engelleyici bir semptom" olarak tanımlamaktadır. Yorgunluk vücut dengesini etkileyebilir ve kas kuvvetini azaltmada (Arjunan ve ark., 2014), reaksiyon süresini yavaşlatmada (Soto-Leon ve ark., 2020), engellerden kaçınmayı azaltmada (Hatton ve ark., 2013), yürüme hızını azaltmada, genel düşüşü artırmada ve alt ekstremita gücünü azaltma (Morrison ve ark., 2016) gibi önemli sonuçlar doğurabilir. İlgili literatürde yorgunluk ve denge performansı arasındaki ilişki incelendiğinde; Verschueren ve arkadaşları (2021) sporculara 30 saniyelik Modifiye Wingate testi sonrası oluşturulan akut yorgunluğun denge performansı değerleri üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Pancar ve arkadaşları (2017) sedanter genç bireylere uygulanan akut anaerobik egzersizlerin öncesinde ve sonrasında alınan dinamik denge

değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Mansuroğlu (2020)'nın erkek voleybolculara farklı yorgunluk protokollerinin dinamik denge performansı üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmanın sonucuna göre voleybolcuların antrenman yorgunluğunun dinamik dengeye olan etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını belirtirken, wingate testi ile oluşturulan yorgunluğun dinamik denge üzerinde anlamlı bir farklılık olduğunu bildirmiştir. Ayrıca bu iki farklılığın oluşma nedeni olarak (1) antrenman evreleri ve diriller arası dinlenmelerin olmasından kaynaklandığını, (2) wingate testinde ise sporcuların yüksek şiddetli ve kısa sürede pik noktaya ulaşmalarının sonucunda oluşan yorgunluğun denge performansını zayıflattığını ifade etmiştir. Güler ve arkadaşları (2020) yorucu aerobik veya anaerobik egzersiz sonucunda kadın futbolcuların destek ayağını dengeleme yeteneğini olumsuz etkilemiş ve egzersizlerden hemen sonra ve 5. dakikada elde edilen denge değerleri arasında anlamlı fark olduğunu bildirmiştir. Çetin ve arkadaşları (2008) alt ekstremit ve gövde kas yorgunluğunun statik ve dinamik denge değerleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada yorgunluk öncesi ile sonrası gövde ve alt ekstremit kasları ile statik denge skorları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu tespit ederken, dinamik sağ, sol ve ön denge test skorları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını tespit etmemiştir. İri ve arkadaşları (2016) kadın güreşçilerin maç öncesi ve maç sonrası statik-dinamik denge performanslarının karşılaştırılması sonucunda maç sonrası oluşan yorgunluğun statik-dinamik denge performansında bozulmaya bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu tespit etmişleridir. Güreşçiler ile yapılan başka bir çalışmada ise Özer (2019) güreşçilerin yorgunluk öncesi ve sonrası arasında statik ve dinamik denge değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit etmemiştir. Soslu ve arkadaşları (2018) boksörlerde akut yorgunluğun statik dengelerini olumsuz etkilediğini ve yorgunluk öncesi/sonrası ve değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar tespit etmişlerdir. Erkmen ve arkadaşları (2009) bruce protokolü ile oluşturdukları akut yorgunun futbol oyuncularının denge performanslarını anlamlı düzeyde bozulduğunu tespit edilmiştir. Che (2019) sporculara koşu, sınav, adım atma, mekik ve sürat koşusunu içeren bir yorgunluk protokolü sonrasında dinamik denge değerlerine bakıldığında, yorgunluğun dinamik postüral kontrolü (anterior ve posterolateral) olumsuz etkilediğini ve değerler arasında da anlamlı bir farklılık olduğunu bildirmiştir. Pau ve arkadaşları (2016) genç elit futbolculara uygulan 35 dakika süren maçın öncesinde ve sonrasındaki dinamik denge değerleri incelediğinde dinamik denge yeteneklerinde önemli bozulmalara neden olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğunu tespit edilmiştir.

Literatür incelendiğinde, yüzmecilerde akut yorgunluk öncesi ve sonrası denge parametrelerini değerlendirmesine yönelik çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak genel olarak değerlendirildiğinde hem araştırmamızın sonucunda hem de literatürdeki araştırmalarda oluşturulan yorgunluk modellerinin denge/postural salınım değerleri üzerinde olumsuz bir etkiye neden olduğu görülmektedir. Ayrıca, yorgunluk için uygulanan egzersiz protokolünün modelleri ve örneklem gruplarının farklılıklarından dolayı denge/postural salınım üzerinde farklı etkilerinin olduğu da görülmektedir.

Sonuç olarak, kadın yüzücülere uygulanan tüketici bir egzersiz protokolü sonrası oluşan akut kas yorgunluğunun vücut denge performans değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olmamasına rağmen denge performansı üzerinde olumsuz etkisinin olduğu görüldü.

### **Öneriler**

Çalışmadan elde edilen sonuçlara ve literatürde yer alan bilgilere baktığımızda akut yorgunluğun denge parametreleri üzerinde birtakım olumsuzluklara sebep olduğu ve böylelikle de performans düzeyinin düşmesiyle sonuçlanmıştır. Ancak oluşan yorgunluk düzeyinin fizyolojik boyutunun ele alınarak incelenmenin yürütülmesi ilerdeki araştırmalara katkı sunulacağı düşünülmektedir. Ayrıca farklı çalışma gruplarıyla ve farklı egzersiz protokoller sonrasında denge bileşenlerini laboratuvar ortamında ya da laboratuvar ortamında dışındaki klinik etkiler ile ilişkilendirilerek araştırmaların yürütülmesini de önermekteyiz.

## **EXTENDED ABSTRACT**

### **INTRODUCTION**

Fatigue is a situation in which people experience a lack of physical or mental energy in daily activities (Ertürk, 2004). Fatigue, which causes a decrease in performance, may be caused by changes in different parts of the body (Köymen, 2020). Fatigue is divided into two as instantaneous (acute) that occurs during a frequent and intense training process in a short time, and continuous (chronic) from more than one micro period (Bompa & Haff, 2015). Since anaerobic glycolysis is the dominant energy system in muscle metabolism in high-intensity exercises, the concentration of lactic acid (LA) in the muscle and blood increases significantly during this type of exercise. Since LA is very strong, it causes metabolic acidosis (reduction in pH) and fatigue by dissociating as lactate + H<sup>+</sup> ion (Günay & Cicioğlu, 2005). Fatigue that occurs due to the stresses that occur during exercise can prevent the implementation of sportive performances at the desired level (Çavdar, 2014). The cumulative effects of fatigue on power, range of motion, and proprioception have been shown to have an impact on

swimming performance (Matthews et al., 2017). Fatigue during swimming can lead to changes in kinematics and result in compensation strategies (Stirn et al., 2011).

It has been stated that the processes causing muscle fatigue depend on individual characteristics such as the muscle groups involved, the intensity of the contraction, whether the effort is continuous or intermittent, age, gender, and motivation (Barry & Enoka, 2007). It is important for the trainers to know the performance of the athletes and, accordingly, to apply balance exercises to the training content. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of acute fatigue that may occur after a maximally exhausting exercise protocol on balance performance.

## **METHOD**

In the research, the weak experimental research model, which is one of the quantitative research methods, was preferred. Twelve female athletes who regularly practiced swimming three days a week for at least 3 years participated in the study. Age (year), body weight (kg), height (cm) and body mass index (BMI) values were taken to determine the biometric characteristics of the people who accepted the test. Two days after the biometric characteristics of the participants were determined, pretest-posttest measurements were taken. In the pre-test phase, two separate balance measurements were made under eyes open and closed conditions in order to evaluate the balance abilities of the participants. After the pre-test measurements, the participants were given a maximal consumer exercise test with the Bruce method to determine their maximal exercise capacity before the post-test (Bruce, 1972), and two separate balance measurements were performed, again in eyes open and closed conditions, in order to determine the balance abilities of the participants before the posttest. Post-test balance measurements were performed before the determined resting heart rate was reached in order to ensure that the participants were not completely free from the effects of acute fatigue. The collected data were analyzed using the statistical package program SPSS 23 and the results were interpreted. The normal distribution indicators of the data were analyzed by Shapiro-Wilk, histogram, and Skewness and Kurtosis tests. Paired Sample t test was used to compare the balance scores before and after fatigue. The results were evaluated at the 95% confidence interval and the significance level of  $p < 0.05$ .

## **RESULTS**

When Graph 1 is examined, the arithmetic mean values of the participants' age, body weight, height and BMI values are given. It was determined that the age of the group participating in the study was 23.18 years, body weight was 53 kg, height was 1.63 m, and BMI was 19.75 kg/height<sup>2</sup>. When Table 1 is examined, a statistically significant difference was found in the participants' eyes open pre-test and post-test static balance values in right-left standard deviation, forward-backward standard deviation, right-left swing speed, forward-backward swing speed, pressure center plot analysis and swing area values. not done ( $p > 0.05$ ). When Table 2 is examined, a statistically significant difference

was found in the participants' eyes closed pre-test and post-test static balance values in the right-left standard deviation, forward-backward standard deviation, right-left swing speed, forward-backward swing speed, pressure center plot analysis and swing area values. not done ( $p>0.05$ ).

## DISCUSSION AND CONCLUSION

Although there is no significant difference between the pretest and posttest mean values, it is seen that there is an increase in the posttest static balance mean values due to fatigue. This shows that, depending on the increase in fatigue, it affects the static balance values negatively. When examining the relationship between fatigue and balance performance in the relevant literature; Verschueren et al. (2021) reported that acute fatigue created after 30-second Modified Wingate test had a negative effect on balance performance values. Pancar et al. (2017) reported that there was no statistically significant difference between the dynamic balance values taken before and after acute anaerobic exercises applied to sedentary young individuals. As a result of comparing the static-dynamic balance performances of female wrestlers before and after the match, Iri et al. (2016) determined that there is a statistically significant difference in post-match fatigue due to deterioration in static-dynamic balance performance. In conclusion, although there was no statistically significant difference in body balance performance values of acute muscle fatigue after a exhausting exercise protocol applied to female swimmers, it was observed that it had a negative effect on balance performance.

## KAYNAKLAR

- Arjunan, S. P., Kumar, D. K., & Naik, G. (2014). Computation and evaluation of features of surface electromyogram to identify the force of muscle contraction and muscle fatigue. *Biomed Research International*, (6), 197960
- Barry, B. K., & Enoka, R. M. (2007). The neurobiology of muscle fatigue: 15 years later. *Integrative And Comparative Biology*, 47(4), 465-73.
- Bayrakdar, A., Boz, H. K., & Işıldar, Ö. (2020). The investigation of the effect of static and dynamic core training on performance on football players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 22(1), 87-95.
- Bayrakdar, A., Demirhan, B., & Zorba, E. (2019). The effect of calisthenics exercises of performed on stable and unstable ground on body fat percentage and performance in swimmers. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 2979-2992
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2015). *Dönemleme antrenman kuramı ve yöntemi*. Spor Yayınevi ve Kitapevi.
- Bressel, E., Yonker, J. C., Kras, J., & Heath, E. M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*, (42), 42–46.
- Bruce, R. A. (1972). *Multi-stage treadmill tests of maximal and submaximal exercise*. In: *exercise testing and training of apparently healthy individuals: A handbook for physicians*. American Heart Association.
- Che, X. (2019). *The effect of fatigue and body mass index on dynamic balance* [National Institute of Education, Nanyang Technological University] Singapore.

- Crossley, K. M., Zhang, W. J., Schache, A. G., Bryant, A., & Cowan, S. M. (2011). Performance on the single-leg squat task indicates hip abductor muscle function. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(4), 866-873.
- Çavdar, T. (2014). *Anaerobik yorgunluğun denge ve kuvvet üzerine etkilerinin incelenmesi*, [Yüksek lisans tezi, Niğde Üniversitesi], Niğde Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çavlıca, B. (2006). *Menstrual fazların elit voleybolcularda aerobik, anaerobik kapasite, ağrı eşiği ve ağrı toleranslarına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi]. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Çetin, N., Bayramoglu, M., Aytar, A., Surenkok, O., & Yemisci, O. U. (2008). Effects of lower-extremity and trunk muscle fatigue on balance. *The Open Sports Medicine Journal*, 2(1), 16-22.
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2016). Translating fatigue to human performance. *Medicine and Science in Sports And Exercise*, 48(11), 2228.
- Erkmen, N., Taşkın, H., Sanioğlu A., & Kaplan, T. (2009). Futbolcularda yorgunluğun denge performansına etkisi. *Sport Sciences*, 4(4), 289-299.
- Ertürk, Ö. (2004). Yorgunluk(fatigue) ve multiple skleroz. *Yaşamsal* 1(2), 11-12.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191.
- Güler, Ç. G. (2000). *9-12 Yaş grubu yarışmacı yüzücülerde eklem hareket genişliğinin ve antropometrik parametrelerin yüzme performansı ile ilişkisi ve bunu temel alan yeni bir esneklik programının düzenlenmesi* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı.
- Güler, Ö., Aras, D., Akça, F., Bianco, A., Lavanco, G., Paoli, A., ... et al. (2020). Effects of aerobic and anaerobic fatigue exercises on postural control and recovery time in female soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 6273.
- Günay, M., & Cicioğlu, İ. (2005). *Spor fizyolojisi*. Gazi Kitabevi
- Hannula, D. (2001). The swim coaching bible. *Human Kinetics*.
- Hatton, A. L., Menant, J. C., Lord, S. R., Lo, J. C., & Sturnieks, D. L. (2013). The effect of lower limb muscle fatigue on obstacle negotiation during walking in older adults. *Gait & Posture*, 37(4), 506-510.
- Iri, R., Aktug, Z. B., Koc, M., Sahin, I., & Murathan, F. (2016). The effect of fatigue in elite young female wrestlers upon balance performance and reaction time. *Biomedical Research*, 27(4), 1166-1170.
- Janse, D. E., Thompson, M. W., Chuter, V. H., Silk, L. N., & Thom, J. M. (2012). Exercise performance over the menstrual cycle in temperate and hot, humid conditions. *Medicine and science in Sports and Exercise*, 44(11), 2190-2198.
- Kalva-Filho C., Zagatto A., Araújo M., Santiago P., Silva A., Gobatto C., ... et al. (2015). Relationship between aerobic and anaerobic parameters from 3-minute all-out tethered swimming and 400-m maximal front crawl effort. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(1), 238-245.
- Köymen, İ. (2020). *Kinezyo bantlamanın adölesan basketbol oyuncularında kassal yorgunluk ve yorgunluk sonrası propriyosepsiyon üzerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi] Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

- Mansuroğlu, M. (2020). *Farklı yorgunluk modellerinin erkek voleybolcularda dinamik denge üzerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Matthews, M. J., Green, D., Matthews, H., & Swanwick, E. (2017). The effects of swimming fatigue on shoulder strength, range of motion, joint control, and performance in swimmers. *Physical Therapy in Sport*, (23), 118-122.
- Morrison, S., Colberg, S. R., Parson, H. K., Neumann, S., Handel, R., Vinik, E. J., ... et al. (2016). Walking-induced fatigue leads to increased falls risk in older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(5), 402-409
- Özer, Ö. (2019). Investigation of the effect of acute muscular fatigue on static and dynamic balance performances in elite wrestlers. *Journal of Education and Learning*, 8(5), 179-184.
- Pancar, Z., Bozdağ, Ö., Biçer, M., & Akcan, F. (2017). Acute effect of anaerobic exercise on dynamic balance of sedentary young boys. *European Journal of Physical Education and Sport Science* 3(12), 229-237
- Pau, M., Mereu, F., Melis, M., Leban, B., Corona, F., & Ibba, G. (2016). Dynamic balance is impaired after a match in young elite soccer players. *Physical Therapy in Sport*, (22), 11-15.
- Roupas, N. D., & Georgopoulos, N. A. (2011). Menstrual function in sports, *Hormones*, 10(2), 104-116.
- Sarıkaya, M. (2022). *12-14 yaş kadın taekwondocularında bosu egzersizlerinin biyomotor özelliklere etkisi*, Efe Akademik Yayıncılık.
- Sever, O. (2018). *Futbolcuların fiziksel uygunluk düzeylerinin mevki ve yaş değişkenlerine göre incelenmesi*. Akademisyen Kitabevi.
- Soslu, R., Güler, M., Özer, Ö., Devrilmez, M., Cincioğlu, G., Esen, H., T., ... et al. (2018). Boksörlerde akut yorgunluğun static dengeye etkisi. *Spor, Eğitim ve Rekreasyon Dergisi*, 1(1), 19-30.
- Soto-Leon, V., Alonso-Bonilla, C., Peinado-Palomino, D., Torres-Pareja, M., Mendoza-Laiz, N., Mordillo-Mateos, L., ... et al. (2020). Effects of fatigue induced by repetitive movements and isometric tasks on reaction time. *Human Movement Science*, (73), 102679.
- Stirn, I., Jarm, T., Kapus, V., & Strojnik, V. (2011). Evaluation of muscle fatigue during 100-m front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 111(1), 101-113.
- Şimşek, E., & Arslan, H. (2019). The examination of relationship between balance performances and some anthropometric characteristics of athletes in different branches, *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 8(4), 88-94.
- Verschueren, J., Tassignon, B., Verhagen, E., & Meeusen, R. (2021). The interaction of acute physical fatigue with three traditional functional performance tests and the reactive balance test. *Physical Therapy in Sport*, (49), 188-195.

| KATKI ORANI<br>CONTRIBUTION RATE                                                                                                                                                                                                                                      | AÇIKLAMA<br>EXPLANATION                                                                             | KATKIDA BULUNANLAR<br>CONTRIBUTORS    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Fikir ve Kavramsal Örgü<br><i>Idea or Notion</i>                                                                                                                                                                                                                      | Araştırma hipotezini veya fikrini oluşturmak<br><i>Form the research hypothesis or idea</i>         | Mehmet Şerif ÖKMEN<br>Mehmet SARIKAYA |
| Tasarım<br><i>Design</i>                                                                                                                                                                                                                                              | Yöntem ve araştırma desenini tasarlamak<br><i>To design the method and research design.</i>         | Mehmet SARIKAYA                       |
| Literatür Tarama<br><i>Literature Review</i>                                                                                                                                                                                                                          | Çalışma için gerekli literatürü taramak<br><i>Review the literature required for the study</i>      | Mehmet Şerif ÖKMEN                    |
| Veri Toplama ve İşleme<br><i>Data Collecting and Processing</i>                                                                                                                                                                                                       | Verileri toplamak, düzenlemek ve raporlaştırmak<br><i>Collecting, organizing and reporting data</i> | Mehmet SARIKAYA                       |
| Tartışma ve Yorum<br><i>Discussion and Commentary</i>                                                                                                                                                                                                                 | Elde edilen bulguların değerlendirilmesi<br><i>Evaluation of the obtained finding</i>               | Mehmet Şerif ÖKMEN                    |
| <b>Destek ve Teşekkür Beyanı/ Statement of Support and Acknowledgment</b>                                                                                                                                                                                             |                                                                                                     |                                       |
| Bu çalışmanın yazım sürecinde katkı ve/veya destek alınmamıştır.<br><i>No contribution and/or support was received during the writing process of this study.</i>                                                                                                      |                                                                                                     |                                       |
| <b>Çatışma Beyanı/ Statement of Conflict</b>                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                     |                                       |
| Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.<br><i>Researchers do not have any personal or financial conflicts of interest with other people and institutions related to the research.</i> |                                                                                                     |                                       |
| <b>Etik Kurul Beyanı/ Statement of Ethics Committee</b>                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                     |                                       |
| Bu araştırma, Bingöl Üniversitesi Üniversitesi Etik Kurulunun E-33117789-044-99808 sayılı kararı ile yürütülmüştür.<br><i>This research was conducted with the decision of Bingöl University Ethics Committee numbered E-33117789-044-99808</i>                       |                                                                                                     |                                       |



Bu eser [Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 Uluslararası Lisansı \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile lisanslanmıştır.