

SPOR BİLİMLERİ DERGİSİ

Hacettepe Journal of Sport Sciences

2024, Cilt 35, Sayı 4 / 2024, Volume 35, Issue 4
Basım Tarihi (Publishing Date) / Yeri: 06 Ocak (January) 2024 / Ankara
e-ISSN 2667-6672

Yayın hakkı © 2019 Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi
H.J.S.S. is published quarterly
Spor Bilimleri Dergisi yılda 4 kez yayımlanan hakemli süreli bir yayındır.
<http://www.sbd.hacettepe.edu.tr>

H.Ü. Spor Bilimleri Fakültesi Adına Sahibi : Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi
Owner

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü : Tahir HAZIR
Editor

Yardımcı Yayın Yönetmenleri : Arif Mithat AMCA (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Serdar ARITAN (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
F. Hülya AŞCI (Fenerbahçe Üni. Spor Bil. Fak.)
Tolga AYDOĞ (Acıbadem Sağlık Grubu)
Yeşim BULCA (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Alpan CİNEMRE (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Hüseyin ÇELİK (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Deniz DURDUBAŞ (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Deniz HÜNÜK (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Associated Editors

Bilimsel Danışma Kurulu : Caner AÇIKADA (Lefke Avrupa Üni. BESYO)
Gazanfer DOĞU (İstanbul Aydın Üni. Spor Bil. Fak.)
Gıyasetin DEMİRHAN (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
M. Nedim DORAL (Ufuk Üni. Tıp Fak.)
Robert C. EKLUND (Florida State Üni. Eğitim Fak.)
Atilla ERDEMLİ (İstanbul Üni. Felsefe Bölümü)
Emin ERGEN (Haliç Üni. BESYO)
Adnan ERKUŞ (Üsküdar Üni. Psikoloji Bölümü)
Selahattin GELBAL (Hacettepe Üni. Eğitim Fak.)
Hakan GÜR (Uludağ Üni. Tıp Fak.)
Zafer HASÇELİK (Hacettepe Üni. Tıp Fak.)
M. Levent İNCE (ODTÜ Beden Eğitimi ve Spor Böl.)
Çetin İŞLEĞEN (Ege Üni. Tıp Fak.)
Suat KARAKÜÇÜK (Gazi Üni. Spor Bil. Fak.)
Scientific Advisory Board

Yayın Koordinatörü : Süleyman BULUT
Publishing Coordinator

Yazım Kontrol Grubu : Yunus Emre EKİNCİ
Eslem GÖKÇEK
Mine KIZILGÜNEŞ
Editing Scout

Ağ Sistemi Yöneticisi : Y. Ergün ACAR
Webmaster

Yayının Türü : Yaygın
Type of Publication

Dizgi-Sayfa Düzeni : Y. Ergün ACAR
Yunus Emre EKİNCİ
Graphic Layout

Yayın İdare Merkezi : Süleyman BULUT
Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi 06800, Beytepe, Ankara
Corresponding Address
Tel: 0 312 2976890 **Fax:** 0 312 2992167
E-posta: sbd.hacettepe@gmail.com

Ayşe KİN İŞLER (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Ayda KARACA (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
İrem KAVASOĞLU (Çukurova Üni. Spor Bil. Fak.)
Canan KOCA (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Ziya KORUÇ (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Ş. Nazan KOŞAR (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Pınar ÖZTÜRK (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
H. Hüsrev TURNAGÖL (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Tennur YERLİSU LAPA (Akdeniz Üni. Spor Bil. Fak.)

Oğuz KARAMIZRAK (Ege Üni. Tıp Fak.)
Hasan KASAP (İstanbul Bilgi Üni. Spor Bil. Fak.)
Canan KOCA (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)
Feza KORKUSUZ (Hacettepe Üni. Tıp Fak.)
S. Sadi KURDAK (Çukurova Üni. Tıp Fak.)
Magnus LINDWALL (Gothenburg Üni. Psikoloji Böl.)
Hisashi NAITO (Juntendo Üni. Sağlık ve Spor Bil. Enst.)
Kamil ÖZER (Fenerbahçe Üni. Spor Bil. Fak.)
Xavier SANCHEZ (Halmstad Üni. Sağlık Fak.)
Veysel SÖNMEZ (Hacettepe Üni. Eğitim Fak.)
Şefik TİRYAKİ (Mersin Üni. BESYO)
Fatih YAŞAR (Hacettepe Üni. Fizik Müh. Böl.)
İbrahim YILDIRAN (Gazi Üni. Spor Bil. Fak.)



2024, Cilt 35, Sayı 4 / 2024, Volume 35, Issue 4

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

RESEARCH / ARAŞTIRMA

The Effects of Cold and Hot Applications on Knee Joint Laxity and Post-Jump Landing Biomechanics in Healthy Individuals

Sağlıklı Bireylerde Diz Eklemi Üzerine Soğuk ve Sıcak Uygulamanın Diz Laksitesine ve Sıçramadan Sonra Yere İniş Biyomekaniğine Etkisi

Görkem KIYAK, Mert USTA, Esmâ ARSLAN, Sabriye ERCAN, Selçuk ÇÖMLEKÇİ 176

ARAŞTIRMA / RESEARCH

Dikey Sıçrama Yüksekliğini Ölçmede Kullanılan MyJump Lab Uygulamasının Geçerlilik ve Güvenirliğinin OptoJump ile Eş Zamanlı Olarak İncelenmesi

Investigation of the Validity and Reliability of MyJump Lab Application Used to Measure Vertical Jump Height Simultaneously with OptoJump

Erhan IŞIKDEMİR, Mehmet YAVUZ, Abdullah ÇETİNDEMİR, Özlem KÖKLÜ, Serhat UZLAŞIR 187

ARAŞTIRMA / RESEARCH

Egzersiz Erteleme Ölçeğinin Türkçe Versiyonunun Psikometrik Özellikleri

Psychometric Properties of the Turkish Version of the Procrastination in Exercise Scale

Elif KÖSE, Abdullah KAYHAN, Başak DİNÇER, Burcu KAYHAN, Tennur YERLİSU LAPA 197

ARAŞTIRMA / RESEARCH

İnspiratuar Kas Kuvvetinin Aerobik ve Anaerobik Performans, Vücut Kompozisyonu ve Solunum Fonksiyon Değişkenleri ile İlişkisi

The Relationship Between Inspiratory Muscle Strength and Aerobic and Anaerobic Performance, Body Composition, and Pulmonary Function Variables

Ufuk Can GÖK, Murat KOÇ, Özge MACİT, Gülsüm ARSLANTÜRK, Betül COŞKUN 212

The Effects of Cold and Hot Applications on Knee Joint Laxity and Post-Jump Landing Biomechanics in Healthy Individuals

Sağlıklı Bireylerde Diz Eklemi Üzerine Soğuk ve Sıcak Uygulamanın Diz Laksitesine ve Sıçramadan Sonra Yere İniş Biyomekaniğine Etkisi

¹Görkem KIYAK

ORCID No: 0000-0003-4780-8480

²Mert USTA

ORCID No: 0000-0002-4143-1267

³Esmâ ARSLAN

ORCID No: 0000-0001-7097-8619

¹Sabriye ERCAN

ORCID No: 0000-0001-9500-698X

⁴Selçuk ÇÖMLEKÇİ

ORCID No: 0000-0003-1389-6435

¹Suleyman Demirel University, Faculty of Medicine, Sports Medicine Department

²Suleyman Demirel University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation

³Health Science University, Van Research and Training Hospital, Sports Medicine Department

⁴Suleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Electrical and Electronics Engineering

Yazışma Adresi

Corresponding Address:

Araş. Gör. Mert USTA

Suleyman Demirel University, Faculty Of Health Sciences, Department Of Physical Medicine And Rehabilitation

E-posta: mertusta@sdu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 26.08.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 18.12.2024

ABSTRACT

This study aims to determine the effects of thermal agents applied to the knee region on the Landing Error Scoring System (LESS) score and knee laxity. Participants were included in the study using a crossover randomization method and participated over three days with a two-day interval between cold, hot, and control applications. After the application sequence group for the participant was determined, descriptive data were recorded by the researcher. The range of motion (ROM) values of the participant's lower extremity joints and knee Q angle were measured using a goniometer, and Beighton criteria scores were assessed by the researcher. Following the day's application, measurements of LESS and knee laxity using a rolimeter were performed. During the cold, hot, and control applications, the ambient temperature during the application, the temperature of the applied cold/hot material, and the joint temperature before and after the application were measured using a thermal camera to ensure optimal application of the thermal agent. A total of 41 participants, 28 women (68.3%) and 13 men (31.7%), were included in the study. A statistically significant difference was observed in knee temperatures before and after the applications and in joint temperatures after hot/cold applications ($p < 0.001$). However, no statistically significant difference was observed in the LESS scores and dominant/non-dominant extremity laxity values measured during the control period and after the applications ($p > 0.05$). The study concluded that thermal agents applied to the knee region did not result in a significant difference in LESS scores and knee laxity.

Keywords: *Thermal agents, Joint laxity, LESS, Knee joint*

ÖZ

Çalışmamızın amacı, diz bölgesine uygulanan termal ajanların Sıçramadan Sonra Yere İniş Hata Puanlama Sistemi (İng. Landing Error Scoring System, LESS) puanı ve diz laksitesi üzerine etkilerini saptamaktır. Çalışmaya dahil edilen katılımcılar, çapraz randomizasyon yöntemi kullanılarak soğuk, sıcak ve kontrol uygulama olmak üzere ikişer gün arayla toplam üç gün çalışmaya katılmıştır. Katılımcının alt ekstremitte eklem hareket açıklığı değerleri ve diz Q açısı değeri gonyometre ile ölçülmüş, daha sonrasında da Beighton kriterleri puanlaması araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Katılımcıya o günkü uygulaması uygulandıktan sonra LESS ve rolimetre ile diz laksitesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Soğuk, sıcak ve kontrol uygulama sırasında tüm katılımcılara optimal şekilde termal ajanın verildiğinin tespiti için termal kamera ile uygulama sırasındaki ortam sıcaklığı, uygulanan soğuk/sıcak materyalin sıcaklığı ve uygulama öncesi/sonrası eklem sıcaklığı ölçülmüştür. Çalışmaya 28 kadın (%68,3), 13 erkek (%31,7) toplam 41 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcıların uygulamalar öncesi ve sonrası diz sıcaklıklarında, sıcak/soğuk uygulamalar sonrası diz eklem sıcaklıklarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmiştir ($p < 0,001$). Ancak, kontrol sırasında ve uygulamalar sonrasında ölçülen Sıçramadan Sonra Hata Puanlama Sistemi Puanı ve dominant/nondominant ekstremitte laksitesi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Araştırmanın sonucunda diz bölgesine uygulanan termal ajanların LESS puanı ve diz laksitesi üzerinde anlamlı fark oluşturmadığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Termal ajanlar, Eklem laksitesi, LESS, Diz eklemi*

INTRODUCTION

The use of cold and hot thermal agents is quite common in physical therapy applications. Hot applications are particularly used before treatment to increase muscle elasticity (Atalay et al., 2018). This aims to soften the muscles before exercise, making it easier and less painful to perform. Cold thermal agents, on the other hand, are frequently used for quick recovery purposes after acute musculoskeletal injuries and post-exercise (Atalay et al., 2018). The use of cold and hot thermal agents among athletes for various reasons is also increasing day by day. Therefore, the effects of thermal agents on different parameters have become a common research interest among researchers working in the field of sports rehabilitation. Existing research indicates that hot applications acutely increase joint range of motion, while the effects of cold applications on various parameters are conflicting (Bleakley and Costello, 2013).

Preventing sports injuries is another important issue that researchers focus on. Preventing sports injuries before they occur offers many financial and moral benefits for athletes (Lu et al., 2021). Preventing sports injuries is far more advantageous than dealing with the psychological and financial strain of medical care and being away from sports (Finch et al., 2015). As is known, sports injuries are most frequently seen in the lower extremities, with knee injuries being the most common among them (Van Gent et al., 2007). Among knee injuries, anterior cruciate ligament (ACL) injuries are a significant concern both in terms of frequency and severity and have always been a subject of research among sports professionals (Brinlee et al., 2022).

The Landing Error Scoring System (LESS), developed by Padua et al. (2009) and validated in Turkish by Ercan et al. (2021), is a movement analysis system. This system was developed to identify movement patterns that could pose a risk for ACL injuries in advance and to take preventive measures. Studies have been conducted and are still being conducted on the effects of different parameters on the LESS score (Hanzlíková et al., 2021). To the best of our knowledge, apart from our current study, no study has been observed on the effects of thermal agents on the LESS score.

Knee laxity is also a parameter used in predicting knee injuries (Colosio et al., 2023). Joint laxity affects jump performance by influencing power transfer, as well as negatively impacting balance and proprioception, which increases the risk of injury (Myer et al., 2008). The measurement of joint laxity is also important in predicting sports injuries. Lachmeter is a digital rolimeter with a sensitivity of 89% and a specificity of 95% when compared to the gold standard (Ganko et al., 2000). Thermal agents, commonly applied in physical therapy, can have varying effects on knee laxity and associated symptoms (Bjordal et al., 2007). As with LESS, no other study has been observed in the literature on the effects of thermal agents on anterior knee laxity measured with Lachmeter, apart from our current study.

Our study aimed to determine the effects of thermal agents applied to the knee region on the LESS score and knee laxity. In this way, it is aimed to reveal whether the use of thermal agents causes or prevents sports injuries concerning these two parameters.

METHOD

Research Design: This study utilizes an experimental design to investigate the effects of cold and hot applications on knee joint laxity and post-jump landing biomechanics in healthy individuals. The research follows a pre-test/post-test structure, wherein participants undergo both interventions sequentially, allowing for a comprehensive assessment of each application's impact. The study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of the Faculty of Medicine at Süleyman Demirel University with the decision number 11, dated 12/01/2023.

Participants: Healthy individuals aged 18-25 who did not meet the exclusion criteria were included in the study, in accordance with the purpose and rationale of the research. Informed consent forms were obtained from the participants in line with the Helsinki Declaration.

A post hoc power analysis (G*Power v.3.1), conducted using the data obtained from the study, concluded that the sample size of 41 participants was sufficient. When the dominant joint temperature data were used, the effect size was calculated to be 1.16, with a type I error value of 0.05 and a power value of 0.99. The 41 participants included in the study participated over three days with two-day intervals between cold, hot, and control applications. These three application sequences were randomly assigned to different groups by the researcher using various combinations (Table 1). This randomization prevented the risk of bias in measurements between applications by ensuring that participants did not learn and adapt to the Landing Error Scoring System Test.

Table 1
Randomization of Groups

Group	Application Sequence
Group 1 (7 persons)	Cold, Hot, Control
Group 2 (7 persons)	Cold, Control, Hot
Group 3 (7 persons)	Hot, Cold, Control
Group 4 (7 persons)	Hot, Control, Cold
Group 5 (7 persons)	Control, Cold, Hot
Group 6 (6 persons)	Control, Hot, Cold

After determining the application sequence group for the participant, the descriptive data of the participant (gender, age, height, body weight, body mass index, dominant extremity, regular exercise habits) were collected by the researcher in a face-to-face setting and recorded in a data collection form.

The lower extremity joint range of motion (ROM) values and the knee Q angle of the participants, whose descriptive data were recorded, were measured using a goniometer (Baseline, Stainless Steel, USA). Additionally, the Beighton criteria scores were assessed by the researcher and noted in the data collection form. Participants who scored ≥ 4 points according to the Beighton criteria were excluded from the study. It was assessed by the same researcher in terms of test-retest reliability.

After recording the relevant information on the data collection form, the participant was included in the first application (cold/hot/control) according to their group. The data for each participant were recorded over subsequent sessions with a two-day interval between each application.

Data Measurements:

The cold/hot/control applications: During the cold application, cold gel packs (25x32 cm), wrapped in a moist towel, were applied around both knees for 10 minutes, completely covering the knee area. Similarly, during the hot application, hot packs (36x33 cm), enclosed in a dry towel, were applied around both knees for 10 minutes. For both applications, these durations are expressed as acceptable times in terms of effectiveness and tissue safety (Cameron, M.H.,

2017). The participant could request to stop the procedure if any discomfort was felt. No intervention was applied during the control application, and measurements were taken directly.

Throughout the cold, hot, and control applications, thermal cameras (Thermacam P25 Flir, USA) were used to ensure optimal application of the thermal agent. Ambient temperature during application, temperature of the applied cold/hot material, and joint temperature before and after application were recorded in the data collection form. Thermal images were evaluated using analysis software (Grayess® IRT Analyzer, Version 6.0) in a computer environment (Atalay et al., 2018).

After the mentioned applications, biomechanical assessment was performed using the Landing Error Scoring System, followed by measurements of knee laxity using the Lachmeter (The Digital Rolimeter®, Brazil).

Laxity measurement: For quantifying laxity, the digital rolimeter (Lachmeter, The Digital Rolimeter®, Brazil), which has been compared to the gold standard KT-1000 knee ligament arthrometer in terms of sensitivity (89%) and specificity (95%) (Ganko et al., 2000), was used. The participant lay in a supine position with a 30° inclined pillow under their right knee. The rolimeter was then stabilized, and a foot strap was secured around the participant's right leg just above the ankle, with a plate fixed distally to the patella. The researcher proceeded by performing a modified Lachman test on the participant's right knee. During the Lachman test, the digital display of the rolimeter simultaneously showed the amount of anterior displacement of the tibia relative to the femur in millimeters (mm). Measurements were repeated three times, followed by repeating the same procedures for the left knee, and the average laxity values were recorded in mm.

Landing error scoring system: Evaluation was conducted using the scoring system validated for Turkish language and reliability by Ercan et al. (2021). The participants performed a jump test from a non-slip wooden box set at a height of 30 cm. Each participant was instructed to jump a distance equal to half of their body length. The half-body length distance is a measure that can be adjusted according to each individual's stature, ensuring an appropriate jump based on their physiological characteristics. The choice of the 30 cm box height was based on literature suggesting that optimal jump performance is typically achieved with jump heights ranging from 20 to 60 cm (Addie et al., 2019). During the test, no commands were given, and participants were expected to perform a free landing followed immediately by a jump. The jumping protocol was repeated three times consecutively. Two cameras were fixed to the right side and front of the landing mat. The cameras were positioned at a distance of 345 cm from the landing mat and 122 cm above the ground, respectively. Video recordings of the test were made for evaluation using the error scoring system. The recorded video footage is protected under the Personal Data Protection Law and was evaluated by the researcher using the Kinovea v.0.9.5 application, with error scores noted accordingly.

Statistical Analysis: Statistical analysis was performed using SPSS version 26 software. Normal distribution of the data was assessed using the Shapiro-Wilk test. For analysis of dependent groups, Friedman and Wilcoxon tests were utilized. Mann-Whitney U test was employed for comparisons between dominant and non-dominant extremities. Results are presented as percentages (%), frequencies (n), and median (25th percentile - 75th percentile). A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant.

RESULTS

A total of 41 participants were included in the study, comprising 28 females (68.3%) and 13 males (31.7%). Descriptive characteristics of the participants are presented in Table 2.

Table 2

Descriptive Characteristics of Participants

		Sample (n=41)
Gender	Female	n=28, %68,3
	Male	n=13, %31,7
Age (years)		22 (22-23)
Height (cm)		168 (162-177)
Weight (kg)		60 (54-71)
Body Mass Index (kg/m²)		22,03 (20,34-23,48)
Beighton score		0 (0-2)
Dominant Extremity	Right	n=39, %95,1
	Left	n=2, %4,9
Regular Exercise Habit	Yes	n=7, %17,1
	No	n=34, %82,9

Results are presented as median (25th percentile - 75th percentile) or n, %.

Table 3 presents the lower extremity length, knee Q angle values, and lower extremity joint range of motion for the participants. There were no statistically significant differences observed between the data of dominant and non-dominant extremities.

Table 3

Lower Extremity Characteristics of Participants

Variable	Dominant side (n=41)	Non-dominant side (n=41)	<i>p</i> ^M
Lower Extremity Length (cm)	88 (84,5-95)	88 (84,5-95,25)	0,985
Q Angle (°)	13 (10,5-18)	13 (10-18)	0,848
Ankle Plantar Flexion (°)	45 (45-55)	45 (42,5-50)	0,517
Ankle Dorsiflexion (°)	20 (15-22,5)	20 (15-22,5)	0,927
Ankle Inversion (°)	23 (20-25)	20 (15-25)	0,735
Ankle Eversion (°)	20 (15-25)	15 (15-20)	0,137
Knee Flexion (°)	130 (130-140)	130 (129-140)	0,887
Knee Extension (°)	0 (0-0)	0 (0-0)	1,000
Hip Flexion (°)	120 (110-125)	120 (110-125)	0,818
Hip Extension (°)	20 (10-25)	20 (11,5-25)	0,921
Hip Abduction (°)	35 (30-45)	40 (30-45)	0,879
Hip Adduction (°)	20 (10-25)	20 (10-25)	0,985

Analysis was performed using the Mann Whitney U test. Results are presented as median (25th percentile - 75th percentile).

The temperature values measured by the thermal camera before and after applications are presented in Table 4. A statistically significant difference was observed between the temperatures of hot and cold packs ($p<0.001$). Furthermore, statistically significant differences were observed in knee temperatures before and after applications, as well as in knee joint temperatures after hot/cold applications ($p<0.001$).

Table 4*Temperature Values Before and After Applications*

	Control	Cold Application	Hot Application	p^{F-W}
Ambient temperature (°C)	24 (23,7-25)	24 (23,25-24,65)	24 (23,5-25)	0,929
Pack temperature (°C)	-	13 (10-17)	45 (40,8-48,9)	<0,001*
Pre-application Dominant Knee Temperature (°C)	30 (26,9-31,25)	30 (28-31,4)	30 (26,25-31,5)	0,799
Post-application Dominant Knee Temperature (°C)	-	17,6 (15-21,6)	38,8 (32,15-39,2)	<0,001*
p^W	-	<0,001*	<0,001*	
Pre-application Non-dominant Knee Temperature (°C)	30 (26,85-31,15)	30,3 (28,1-31,2)	30,3 (26,8-31,3)	0,552
Post-application Non-dominant Knee Temperature (°C)	-	18 (15,05-22,4)	38,8 (32,05-39,25)	<0,001*
p^W	-	<0,001*	<0,001*	

In the analysis, Friedman and Wilcoxon tests were employed. The findings are presented as median (25th percentile - 75th percentile). p^{F-W} : For comparisons among the cold application, hot application, and control groups, the p-value obtained from the Friedman test was considered significant at the 0.05 level. For comparisons between the cold application and hot application groups, the p-value obtained from the Wilcoxon test was also significant at the 0.05 level.

p^W : The p-value obtained from the Wilcoxon test for within-group comparisons between pre-application and post-application was considered significant at the 0.05 level.

No statistically significant difference was observed between the Control condition and post-application measurements in terms of the Landing Error Scoring System score and dominant/non-dominant extremity laxity values ($p>0.05$). Results are presented in Table 5.

Table 5*LESS and Laxity Results after Applications*

	Control	Cold Application	Hot Application	p^F
LESS score	8 (5-10)	8 (6-9,5)	8 (5-10)	0,907
Dominant Knee Laxity (mm)	2,9 (1,95-3,85)	2,6 (2-3,45)	2,9 (2,1-3,9)	0,592
Non-dominant Knee Laxity (mm)	3,3 (2,25-4,05)	3 (2,3-4,15)	3,2 (2,35-4)	0,330
p^M	0,199	0,254	0,356	

LESS: Landing Error Scoring System. Friedman and Mann Whitney U tests were used for analysis. Results are presented as median (25th percentile - 75th percentile).

DISCUSSION

In this study investigating the effects of thermal agents applied to the knee region on LESS scores and knee laxity, it was found that thermal agents applied to the knee region did not create a significant difference in LESS scores and knee laxity. Statistically significant differences were observed in knee temperatures before and after applications, as well as post-application joint temperatures following hot/cold application. However, no statistically significant differences were observed in Landing Error Scoring System (LESS) scores during control or post-application assessments, nor in dominant/non-dominant extremity laxity values.

Understanding factors influencing the LESS score, developed to detect movement patterns that may predispose to ACL injuries and to implement preventive measures, is crucial for achieving optimal outcomes in risk assessment. Various studies have explored factors affecting the LESS score. Hanzlíková et al., in their systematic review and meta-analysis, evaluated the effects of age, gender, previous injury, and neuromuscular training programs on LESS scores (Hanzlíková et al., 2021). Adams et al. investigated the impact of dehydration (Adams et al., 2021), while Distefano et al. examined the effects of hypohydration and hyperthermia (Distefano et al., 2013). Another study assessed the influence of scoring criteria and previous performance on error scores (Hanzlíková and Hébert-Losier, 2020a). Various studies have explored the effects of fatigue and exhaustion (Gokeler et al., 2014; Liveris et al., 2021; Van Melick et al., 2019), landing distance (Hanzlíková and Hébert-Losier, 2021), jump distance (Hanzlíková and Hébert-Losier, 2020b), and landing surface (Jacobs et al., 2021). Studies have also examined the effects of shoe use (Hébert-Losier et al., 2023), dynamic taping (Wu et al., 2022), and prophylactic ankle bracing (Hueber et al., 2017) interventions on LESS error scores. To the best of our knowledge, no studies have evaluated the relationship between the use of thermal agents and joint temperature with LESS error scores. Therefore, our study is unique in this regard.

Literature examining the use of thermal agents reveals studies investigating the effects of cold applications on muscles. Alaca et al. explored the impact of a cooling spray application on the biomechanical properties of the rectus femoris muscle, highlighting muscle cooling via thermal imaging. They observed an increase in muscle tone and stiffness following the cooling process (Alaca and Kablan, 2022). Point et al. noted that cryotherapy induced an increase in muscle stiffness in the gastrocnemius muscle, suggesting that this acute biomechanical alteration could potentially reduce the muscle tissue's elasticity (Point et al., 2018). Both studies emphasize that tissue stiffness can reduce the extent of muscle stretching. Although our findings indicate that knee laxity decreased following the cold application compared to the hot application, no significant difference was found between the two measurements. This may be attributed to differences in the laxity of muscle tissue and tendon structures.

Miniello et al. aimed to assess the effects of cold water immersion on muscle activity and dynamic stability of the lower extremity in 17 healthy women. They examined the preparatory and reactive electromyographic activities of the tibialis anterior and peroneus longus, as well as the stabilization time after landing from a jump (Miniello et al., 2005). Following the intervention, they reported an increase in preparatory activity of the tibialis anterior, while both preparatory and reactive activities of the peroneus longus decreased, returning to baseline levels after a 5-minute recovery period. Because stabilization time remained constant, the researchers came to the conclusion that cold water immersion had no negative effects on dynamic stability in healthy women doing a hopping task (Miniello et al., 2005). Our study revealed that biomechanical changes assessed using the Landing Error Scoring System did not vary with the thermal agents applied to the muscles.

A systematic review including 7 studies was conducted to investigate the effect of cryotherapy on joint position sense in healthy participants. It was reported that cryotherapy had no effect on joint position sense in 4 studies, while a negative effect was reported in 3 studies (Costello and Donnelly, 2010). The researchers in this review highlighted the need for further research due to differences in evaluated joints, cooling methods, measurement techniques, and varying qualities of reviewed studies, emphasizing that conclusive answers regarding the effect of cryotherapy on joint position sense require more investigation (Costello and Donnelly, 2010).

In a study conducted with 20 healthy participants in Japan, researchers evaluated the effects of cryotherapy on knee laxity and joint position sense using KT-2000 arthrometer measurements. They reported a reduction in knee laxity

and decreased sensitivity in joint position sense measured with a computerized dynamometer. They noted that these effects returned to normal 15 minutes after the cooling application (Uchio et al., 2003). In contrast, Benoit et al. conducted a study with 15 participants where they found no evidence that either hot or cold treatments altered knee laxity assessed with KT-1000 after treatment (Benoit et al., 1996). Similarly, in our study, we did not observe significant differences in knee laxity values between dominant and non-dominant extremities measured during control conditions and after hot/cold applications.

CONCLUSION

The study concluded that thermal agents applied to the knee region did not result in significant differences in LESS scores or knee laxity. The use of thermal agents was not found to be effective in influencing the risk of sports injuries specifically related to these two parameters in the knee region.

Strengths: This study holds the distinction of being the first to evaluate the relationship between the use of thermal agents, joint temperature, and LESS error scores.

Limitations: The study's single-center design and the homogeneity of the participant group in terms of gender (predominantly female) and age (reflecting a specific age range) constitute significant limitations.

All scores were evaluated by a single researcher in this study. While the measurements were considered in terms of test-retest reliability by the same researcher, no statistical reliability value was provided. This limitation arises from the absence of reliability calculations and the fact that the measurements were conducted by a single evaluator. Future studies should incorporate multiple assessors to include inter-rater reliability, enabling a more comprehensive analysis of reliability.

Future research could benefit from multicenter data collection and the inclusion of diverse age groups to enhance generalizability.

Author Contribution:

1. **Görkem KIYAK:** Idea/Concept, Design, Checking, Data Collection and Processing, Analysis-Interpretation, Writing, Critical Review
2. **Mert USTA:** Idea/Concept, Design, Checking, Data Collection and Processing, Analysis-Interpretation, Writing
3. **Esmâ ARSLAN:** Idea/Concept, Design, Checking, Data Collection and Processing, Analysis-Interpretation, Writing
4. **Sabriye ERCAN:** Checking, Data Collection and Processing, Analysis-Interpretation, Writing, Critical Review
5. **Selçuk ÇÖMLEKÇİ:** Idea/Concept, Design, Checking, Data Collection and Processing, Analysis-Interpretation, Writing

Information about Ethical Board Permission

Committee Name: Süleyman Demirel University Faculty of Medicine Clinical
Research Ethics Committee

Date: 12.01.2023

Issue No: 1/11

KAYNAKÇA

1. Adams, W. M., Scarneo-Miller, S. E., Vandermark, L. W., Belval, L. N., DiStefano, L. J., Lee, E. C., and Casa, D. J. (2021). Movement technique and standing balance after graded exercise-induced dehydration. *Journal of Athletic Training*, 56(2), 203-210.
2. Addie, C. D., Arnett, J. E., Neltner, T. J., Straughn, M. K., Greska, E. K., Cosio-Lima, L., and Brown, L. E. (2019). Effects of drop height on drop jump performance. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 7(4), 28-32
3. Alaca, N., and Kablan, N. (2022). Acute effects of cold spray application on mechanical properties of the rectus femoris muscle in athletes. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 30, 100-104.
4. Atalay, Y. B., Ünal, A. M., Oğul, A., Ercan, S., and Çetin, C. (2018). The Effect of Hot+ Cold Applications on Patellar Tendon to Torque+ Time Parameters. *Spor Hekimliği Dergisi/Turkish Journal of Sports Medicine*, 53(4).
5. Benoit, T. G., Martin, D. E., and Perrin, D. H. (1996). Hot and cold whirlpool treatments and knee joint laxity. *Journal of Athletic Training*, 31(3), 242.
6. Bjordal, J. M., Johnson, M. I., Lopes-Martins, R. A., Bogen, B., Chow, R., and Ljunggren, A. E. (2007). Short-term efficacy of physical interventions in osteoarthritic knee pain. A systematic review and meta-analysis of randomised placebo-controlled trials. *BMC musculoskeletal disorders*, 8, 51. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-51>
7. Bleakley, C. M., and Costello, J. T. (2013). Do thermal agents affect range of movement and mechanical properties in soft tissues? A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(1), 149-163.
8. Brinlee, A. W., Dickenson, S. B., Hunter-Giordano, A., and Snyder-Mackler, L. (2022). ACL reconstruction rehabilitation: clinical data, biologic healing, and criterion-based milestones to inform a return-to-sport guideline. *Sports Health*, 14(5), 770-779.
9. Cameron, M. H. (2017). *Physical Agents in Rehabilitation: An Evidence-Based Approach to Practice* (4th ed.). Elsevier.
10. Colosio, A., Scaini, A., Motta, M., Paderno, M., Saccomanno, M. F., Bettinsoli, P., Bonaspetti, G., and Milano, G. (2023). BLU-DAT: a new reliable and accurate arthrometer for measuring anterior knee laxity. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 31(11), 4782-4790. <https://doi.org/10.1007/s00167-023-07534-5>.
11. Costello, J. T., and Donnelly, A. E. (2010). Cryotherapy and joint position sense in healthy participants: a systematic review. *Journal of athletic training*, 45(3), 306-316.
12. Distefano, L. J., Casa, D. J., Vansumeren, M. M., Karslo, R. M., Huggins, R. A., Demartini, J. K., and Maresh, C. M. (2013). Hypohydration and hyperthermia impair neuromuscular control after exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(6), 1166-1173.
13. Ercan, S., Arslan, E., Çetin, C., Başkurt, F., Başkurt, Z., Baser Kolcu, M. İ., and Kolcu, G. (2021). Turkish adaptation study of the landing error scoring system. *Kocaeli Medical Journal*, 10(2), 174-178.
14. Finch, C. F., Kemp, J. L., and Clapperton, A. J. (2015). The incidence and burden of hospital-treated sports-related injury in people aged 15+ years in Victoria, Australia, 2004-2010: a future epidemic of osteoarthritis?. *Osteoarthritis and cartilage*, 23(7), 1138-1143.
15. Ganko, A., Engebretsen, L., and Ozer, H. (2000). The rolimeter: a new arthrometer compared with the KT-1000. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 8(1), 36-39.
16. Gokeler, A., Eppinga, P., Dijkstra, P. U., Welling, W., Padua, D. A., Otten, E., and Benjaminse, A. (2014). Effect of fatigue on landing performance assessed with the landing error scoring system (less) in patients after ACL reconstruction. A pilot study. *International journal of sports physical therapy*, 9(3), 302.
17. Hanzlíková, I., and Hébert-Losier, K. (2020a). Landing Error Scoring System scores change with knowledge of scoring criteria and prior performance. *Physical Therapy in Sport*, 46, 155-161.
18. Hanzlíková, I., and Hébert-Losier, K. (2020b). Clinical Implications of Jump Distance on Landing Error Scoring System Scores. *Journal of athletic training*.
19. Hanzlíková, I., Athens, J., and Hébert-Losier, K. (2021). Factors influencing the Landing Error Scoring System: Systematic review with meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 24(3), 269-280.
20. Hanzlíková, I., and Hébert-Losier, K. (2021). Clinical implications of landing distance on Landing Error Scoring System scores. *Journal of Athletic Training*, 56(6), 572-577.
21. Hébert-Losier, K., Boswell-Smith, C., and Hanzlíková, I. (2023). Effect of footwear versus barefoot on double-leg jump-landing and jump height measures: a randomized cross-over study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 18(4), 845.
22. Hueber, G. A., Hall, E. A., Sage, B. W., and Docherty, C. L. (2017). Prophylactic bracing has no effect on lower extremity alignment or functional performance. *International Journal of Sports Medicine*, 38(08), 637-643.
23. Jacobs, K., Riveros, D., Vincent, H. K., and Herman, D. C. (2021). The effect of landing surface on landing error scoring system grades. *Sports biomechanics*.

24. **Liveris, N. I., Tsarbou, C., Tsimeas, P. D., Papageorgiou, G., Xergia, S. A., and Tsiokanos, A. (2021).** Evaluating the effects of match-induced fatigue on landing ability; the case of the basketball game. *International journal of exercise science*, 14(6), 768.
25. **Lu, D., McCall, A., Jones, M., Steinweg, J., Gelis, L., Fransen, J., and Duffield, R. (2021).** The financial and performance cost of injuries to teams in Australian professional soccer. *Journal of science and medicine in sport*, 24(5), 463-467.
26. **Miniello, S., Dover, G., Powers, M., Tillman, M., and Wikstrom, E. (2005).** Lower leg cold immersion does not impair dynamic stability in healthy women. *Journal of Sport Rehabilitation*, 14(3), 235-247.
27. **Myer, G.D., Ford, K.R., Paterno, M.V., Nick, T.G., Hewett, T.E. (2008).** The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *The American Journal of Sports Medicine*. 36(6):1073-1080. doi:10.1177/0363546507313572
28. **Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett Jr, W. E., and Beutler, A. I. (2009).** The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. *The American journal of sports medicine*, 37(10), 1996-2002.
29. **Point, M., Guilhem, G., Hug, F., Nordez, A., Frey, A., and Lacourpaille, L. (2018).** Cryotherapy induces an increase in muscle stiffness. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(1), 260-266.
30. **Uchio, Y., Ochi, M., Fujihara, A., Adachi, N., Iwasa, J., and Sakai, Y. (2003).** Cryotherapy influences joint laxity and position sense of the healthy knee joint. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84(1), 131-135.
31. **Van Gent, R. N., Siem, D., van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., and Koes, B. W. (2007).** Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 41(8), 469-480.
32. **Van Melick, N., Van Rijn, L., Nijhuis-van der Sanden, M. W. G., Hoogeboom, T. J., and Van Cingel, R. E. H. (2019).** Fatigue affects quality of movement more in ACL-reconstructed soccer players than in healthy soccer players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 27, 549-555.
33. **Wu, C. K., Lin, Y. C., Lai, C. P., Wang, H. P., and Hsieh, T. H. (2022).** Dynamic taping improves landing biomechanics in young volleyball athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), 13716.

Dikey Sıçrama Yüksekliğini Ölçmede Kullanılan MyJump Lab Uygulamasının Geçerlilik ve Güvenirliğinin OptoJump ile Eş Zamanlı Olarak İncelenmesi

Investigation of the Validity and Reliability of MyJump Lab Application Used to Measure Vertical Jump Height Simultaneously with OptoJump

¹Erhan İŞIKDEMİR

ORCID No: 0000-0002-4443-2222

¹Mehmet YAVUZ

ORCID No: 0000-0001-6096-2197

²Abdullah ÇETİNDİR

ORCID No: 0000-0002-8238-820X

³Özlem KÖKLÜ

ORCID No: 0000-0001-6752-6654

¹Serkan UZLAŞIR

ORCID No: 0000-0003-1436-8706

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Nevşehir

²Trabzon Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Trabzon

³Pamukkale Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Denizli

Yazışma Adresi

Corresponding Address:

Dr. Öğr. Üyesi Erhan İŞIKDEMİR

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü

E-posta: erhanisikdemir@nevsehir.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 09.12.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 02.01.2025

ÖZ

Bu araştırmanın amacı sporcuların dikey sıçrama performansını ölçmek amacıyla kullanılan MyJump Lab (MJL) uygulamasının geçerlilik ve güvenirliliğinin belirlenmesidir. Araştırmaya, amatör seviyede iki farklı branşta (futbol: 28; tenis: 12) düzenli olarak antrenman yapan 21 erkek ve 19 kadın olmak üzere toplam 40 gönüllü sporcu katılmıştır (yaş: 21,95±2,23 yıl; boy: 170,74±10,28 cm; vücut ağırlığı: 66,50±12,35 kg). Araştırma kapsamında sıçrama performansını değerlendirmek için dikey sıçrama (DS) testi kullanılmıştır. Her ölçüm öncesinde beş dakikalık standart bir ısınma protokolü uygulanmıştır. Her ölçüm için iki kez DS testi yaptırılmıştır. Ölçümler arasında iki dakikalık dinleme süresi verilmiş olup sporcuların en iyi performansı kaydedilmiştir. Bu esnada MJL uygulamasının geçerlik ve güvenirlilik analizleri için akıllı bir cep telefonuna (14 Promax, Apple, ABD) kayıtlı MJL uygulaması ve OptoJump fotoelektrik hücre sistemi (OptoJump Next, Microgate, İtalya) kullanılmıştır. Bu iki sistemde eş zamanlı olarak çalıştırılmış ve kullanılmıştır. Ölçümler 3 farklı ölçüm gününde randomize bir şekilde 24 saat arayla gerçekleştirilmiştir. İstatistik analiz yöntemlerinden, geçerliliği test etmek için ölçüt geçerliliği tekniği esas alınırken, güvenirliliği test etmek için test-tekrar test yöntemi kullanılmıştır. MJL uygulamasının güvenirlilik testi için sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılırken ölçüt geçerliliğini sınamak için Pearson korelasyon katsayısı incelenmiştir. Her iki ölçme aracı arasındaki test puanlarının farklılığını tespit etmek için ilişkili örneklerde t-testi kullanılmıştır. Son olarak, MJL uygulaması için iki ölçüm yöntemi arasındaki uyumu görsel olarak değerlendirmek amacıyla DS sıçrama yüksekliği değerleri Bland-Altman tekniği ile incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre her iki uygulama için DS yüksekliği değerlerinin güvenirlilik katsayısının yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Her iki ölçüm yöntemi arasındaki farkın t-testi sonuçlarına göre anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Son olarak Bland-Altman analizi sonuçları da her iki ölçme yöntemi arasında sistematik bir hata olmadığını göstermiştir. Sonuç olarak MJL uygulaması üzerinde yapılan geçerlik analizleri, uygulamanın güvenilir ve kabul edilebilir nitelikte sonuçlar ortaya koyduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: MyJump lab, OptoJump, Dikey sıçrama, Geçerlilik, Güvenirlilik

ABSTRACT

This study aims to determine the validity and reliability of the MyJump Lab (MJL) application in measuring vertical jump performance. A total of 40 volunteer athletes (age: 21,95±2,23 years; height: 170,74±10,28 cm; body weight: 66,50±12,35 kg), 21 males and 19 females, who regularly train in two different branches (football: 28; tennis: 12) at the amateur level, participated in the study. A countermovement jump (CMJ) test was utilized to evaluate jumping performance. Before each test, a standardized 5-minute warm-up protocol was applied. Two CMJ trials were conducted for each measurement, with a two-minute rest interval between trials. The best performance of the athletes was recorded. To analyze the validity and reliability of the MJL application, measurements were simultaneously recorded using the MJL app installed on a smartphone (iPhone 14 Pro Max, Apple, USA) and the OptoJump photoelectric cell system (OptoJump Next, Microgate, Italy), a validated tool. In a randomized order, measurements were carried out on three separate days at 24-hour intervals. Criterion validity was tested using Pearson's correlation coefficient, while reliability was evaluated through the test-retest method with the Intraclass Correlation Coefficient (ICC). The paired samples t-test was used to examine the differences between the test scores obtained from the two systems. Additionally, Bland-Altman analysis was conducted to visually evaluate the agreement between the CMJ height values obtained from the two methods. The findings revealed high-reliability coefficients for CMJ height values in both methods. The paired samples t-test results ($p > 0,05$) showed no significant differences between the two systems. Furthermore, the Bland-Altman analysis indicated no systematic bias between the two measurement methods. In conclusion, the validity analyses performed on the MJL application demonstrated that it provides reliable and acceptable results. Its low cost and ease of use make it a practical tool for coaches and sports scientists in assessing CMJ performance.

Keywords: MyJump lab, OptoJump, Countermovement jump, Validity, Reliability

GİRİŞ

Spor bilimciler, atletik performans antrenörleri ve sağlık ekipleri alt ekstremiteye yönelik anaerobik güç, patlayıcı kuvvet ve nöromusküler yorgunluğa ilişkin değerlendirmeleri yapmak için sıçrama testlerinden sıklıkla faydalanırlar (Loturco ve diğ., 2017). Özellikle yoğun antrenman döngüsü veya maç periyotlarında nöromusküler dengenin bozulabileceği, bu durumda performans üzerinde olumsuz bir etkisi olacağı bilinmektedir (Coutts ve diğ., 2010). Bu nedenle, sporcuların yorgunluk düzeylerinin takip edilmesinde dikey sıçrama testleri, önemli bir değerlendirme yöntemi olarak basit ve uygulanabilir bir performans testi niteliği taşımaktadır. Aynı zamanda bu testler sporcular açısından sıçrama yeteneği, bilateral güç dengesizliği (Ceroni ve diğ., 2012; Hewit ve diğ., 2012), sakatlık sonrası mevcut fiziksel durumun tespiti ve antrenman planlaması için spor bilimleri alanında sıklıkla kullanılmaktadır (Buchheit ve Spencer, 2010; Rodacki ve diğ., 2002; De Villarreal ve diğ., 2011; Taipale ve diğ., 2013). Bu amaçla dünya genelinde üst düzeyde teknolojik cihazlarla birlikte yapay zekâ destekli uygulamaların geliştirildiği görülmektedir.

Literatüre bakıldığında laboratuvar ortamlarında sıçrama yüksekliğinin değerlendirilmesinde kuvvet platformları ‘Altın Standart’ olarak kabul edilir (Kibele, 1998; Moir, 2008; Glatthorn ve diğ., 2011; Reeve ve Tyler, 2013; Balsalobre-Fernandez ve diğ., 2015). Ancak bu tür cihazlar her ne kadar fonksiyonel araçlar olsa da hem pahalı hem de saha koşullarına uygun olmadığı düşünülmektedir (Glatthorn ve diğ., 2011). Bu nedenle teknolojinin de gelişmesi ile kuvvet platformlarına alternatif olarak geliştirilmiş lazer odaklı sıçrama kapıları (Enoksen ve diğ., 2009; Buckthorpe ve diğ., 2012), yüksek hızda çekim yapabilen fonksiyonel kameralar ve ivme-ölçerler, altın standart olarak kabul edilen kuvvet platformları ile olan uyumları test edilerek zaman içerisinde alanda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Casartelli ve diğ., 2010; Requena ve diğ., 2012). Laboratuvarlara sınırlı erişim, ölçüm cihazlarının yüksek maliyeti, zaman ve uzmanlık gereksinimi, birçok sporcu ve fiziksel aktivite uygulayıcısının yaptığı saha değerlendirmelerini zorlaştırmaktadır. (Vanessa ve diğ., 2018).

Sıçrama matları (Kibele, 1998) ve fotosel cihazlarıyla (Glatthorn ve diğ., 2011) skuat sıçrama, dikey sıçrama ve derinlik sıçraması uygulamaları kalkış ve iniş anlarını içeren sıçrama uçuş süresini algılamakta kullanılmaktadır. Yüksek görüntü çözünürlüğü ve yüksek hızlı video kaydı yapabilen cihazların üretilmesiyle birlikte sıçrama becerisinin uygulanmasında uçuş süresi, kalkış ve iniş esnasında video karelerini belirlemektedir. Teknolojideki bu gelişmeler MJL uygulamasının ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır (Balsalobre-Fernández ve diğ., 2015). MJL uygulaması, farklı kare hızlarında (FPS) video kaydı yaparak ağır çekim videolar oluşturur ve nöromusküler performans ile sıçrama sırasında iniş-kalkış anlarını tespit ederek sıçrama yüksekliği hakkında bilgi sağlar (Acero ve diğ., 2011; Haynes ve diğ., 2019). Uygulamanın geçerlilik ve güvenirliliği daha önce Iphone 7 cihazı ile rekreasyonel olarak direnç antrenmanı ve aerobik egzersizlerine katılan rekabetçi olmayan kişilerde CMJ (Jimenez-Olmedo ve diğ., 2022), genç basketbolcularda (Kantouris ve diğ., 2021), yaşlılarda (Cruvinel-Cabral ve diğ., 2018), rekreasyonel olarak aktif spor salonuna üye kişilerde (Bogataj ve diğ., 2020), ilkökul çocuklarında (Bogataj ve diğ., 2020), üniversite öğrencileri, personel ve öğretim üyelerinde (Yingling ve diğ., 2018) uygulanmıştır. Literatürde sıçrama patlayıcılığının güvenirliliğinde erkekler ve kadınlar arasında farklılıklar olduğuna dair bulgular yer almaktadır (Hopkins ve diğ., 2001). Bu nedenle, sıçrama yüksekliğinin değerlendirilmesinde bireysel farklılıkların dikkate alınması önem arz etmektedir.

Söz konusu çalışmalar, MJL uygulamasının farklı iPhone modelleri kullanılarak test edildiğini göstermektedir (Jimenez-Olmedo ve diğ., 2022). Bununla birlikte, literatür taramaları, laboratuvar ortamlarında sıçrama yüksekliğinin değerlendirilmesinde kuvvet platformlarının “altın standart” olarak kabul edildiğini ortaya koymaktadır (Kibele, 1998; Moir, 2008). Ancak, bu cihazların saha koşullarına uygunluğu ve maliyet etkinliği konularında belirli sınırlamalar

bulunduğu bilinmektedir. Bu bağlamda, gelişen teknoloji ile birlikte yüksek hızlı video analiz sistemleri ve mobil uygulamaların, saha uygulamalarında alternatif ölçüm yöntemleri olarak kullanılması mümkün hale gelmiştir (Balsalobre-Fernández ve diğ., 2015; Bogataj ve diğ., 2020). Bu yöntemlerin geçerlik ve güvenilirlik açısından altın standart sistemlerle karşılaştırılması, uygulamaların bilimsel temele dayalı olarak kullanılmasını desteklemektedir. Ancak, mevcut literatürde yer alan çalışmaların büyük bir kısmı farklı popülasyon grupları veya sınırlı cihaz modelleri kullanılarak yürütülmüştür. Bu durum, mobil uygulamaların genel kullanım alanlarının belirlenmesini kısıtlayabilir. Bunun yanı sıra, MJL uygulamasının yeni nesil mobil cihazlarda (iPhone 14 Pro Max gibi) sıçrama performansını inceleyen yetersiz sayıda araştırma bulunmaktadır. Dolayısıyla, bu eksikliklerin giderilmesi adına geniş katılımcı grupları ve farklı cihaz modelleri kullanılarak yeni çalışmalar yürütülmesi önerilmektedir.

Bu bilgiler ışığında, bu çalışmanın amacı, dikey sıçrama performansını değerlendirmek için kullanılan MJL uygulamasının OptoJump sistemi ile eş zamanlı olarak geçerlik ve güvenilirliğini incelemektir. Çalışmanın hipotezi, MJL uygulamasının dikey sıçrama ölçümlerinde OptoJump sistemi ile yüksek düzeyde bir uyum göstererek geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı olacaktır. Ayrıca, bu çalışmanın sonuçlarının, mobil cihaz tabanlı ölçüm yöntemlerinin saha uygulamalarındaki kullanımına ilişkin bilimsel kanıtlar sunacağı düşünülmektedir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli: Çalışmada, iki farklı ölçüm yöntemi arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için ilişkisel araştırma modeli benimsenmiştir. İlişki analizi modeli temel alınarak, MJL ve OptoJump sistemleri arasındaki uyum incelenmiştir.

Araştırma Grubu: Araştırmanın örneklem grubunu amatör seviyede, iki farklı branşta (n=28 futbol; n=12 tenis), düzenli olarak haftanın 3 günü antrenman yapan 21 erkek ve 19 kadın olmak üzere 40 gönüllü sporcu (yaş: 21,95±2,23 yıl; boy: 170,74±10,28 cm; vücut ağırlığı: 66,50±12,35 kg) oluşturmaktadır. Çalışma, Helsinki Bildirgesi ile uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmiş ve araştırma için Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Girişimsel olmayan klinik araştırmalar etik kurulu biriminden 2400021635 sayı ile etik kurul onayı alınmıştır. Örneklem grubunun seçimi sırasında, sporcunun haftanın en az üç günü düzenli olarak branş antrenmanına maruz kalması, son 6 aylık periyotta ise uzun süreli olarak antrenmanlara katılımını engelleyici herhangi bir sakatlık öyküsünün görülmemiş olması göz önünde bulundurulmuştur.

Veri Toplama Araçları: Araştırma kapsamında portatif boy-kilo ölçer, OptoJump Fotoelektrik Hücre Sistemi ve MyJump Lab telefon uygulaması kullanılmıştır.

Portatif boy-kilo ölçer: Katılımcıların boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları, 0,1 cm ve 0,01 kg hassasiyet sunan Seca 707 (Seca, Almanya) cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

OptoJump fotoelektrik hücre sistemi: OptoJump sistemi yaklaşık 1 m arayla ve birbirine paralel olarak yerleştirilmiş iki paralel çubuktan oluşmaktadır. Çubuklar, verici ve alıcı çubuğun sürekli iletişimini sağlayan 33 optik ışık yayan LED'lerden oluşmaktadır. OptoJump, kuvvet platformuna kıyasla sıçrama yüksekliği için güçlü bir eşzamanlı geçerlilik elde etmiştir (ICC = 0,99; %95 CI (güven aralığı) = 0,97; 0,99; p < 0,001) ve saha tabanlı uygulamalarda dikey sıçrama özelliğinin değerlendirilebilmesi için güvenilir bir araç olarak kabul edilmektedir (Glatthorn ve diğ., 2011).

MyJump lab (MJL): MJL uygulaması, iPhone 14 Pro Max kullanılarak sıçrama yüksekliğini hesaplamak amacıyla uygulanmıştır. Uygulama, kullanıcıya videodan kalkış ve iniş anlarını manuel olarak seçme imkânı tanımaktadır. Bu çalışmada, iPhone 14 Pro Max cihazı yerden 20 cm yükseklikte bir esnek tripod üzerine sabitlenerek kullanılmıştır. Tripod yüksekliği test süresi boyunca sabit tutulmuş ve bu düzenleme, ayağın yerden kesildiği ve yere tekrar temas ettiği anların doğru bir şekilde belirlenmesini sağlamak için kritik bir faktör olarak değerlendirilmiştir.

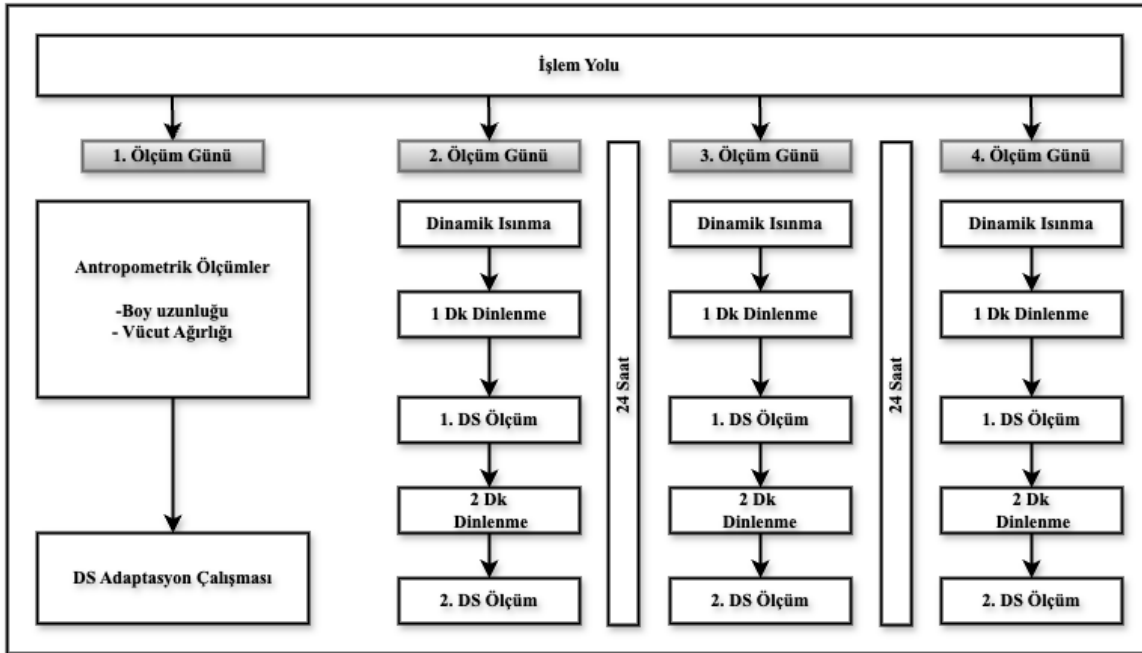
Verilerin tutarlılığını sağlamak adına, ölçümler aynı değerlendirici tarafından gerçekleştirilmiş ve tüm video kayıtları aynı cihaz kullanılarak alınmıştır. Videonun iniş ve kalkış karelerini kullanarak sıçrama yüksekliğini belirleyen uygulama, Bosco ve diğerleri (1983) tarafından ifade edilen $h = t^2 \times 1,22625$ denklemiyle sıçrama yüksekliğini ortaya çıkarır; metre cinsinden sıçrama yüksekliğini h, saniye cinsinden uçuş süresini t temsil etmektedir. Video kayıtları aynı telefonla ve profesyonel deneyimi olan araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Stanton ve diğ., 2017).

Antropometrik ölçümler: Örneklem grubuna ait boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri anatomik duruş pozisyonunda, çıplak ayakla portatif boy kilo ölçer (SECA Instruments Ltd., Hamburg, Almanya) ile standart yöntemlerle laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir (Bešlija ve diğ., 2020).

Dikey sıçrama (DS): DS başlangıç pozisyonunda, gövde düz ve dizler tamamen uzatılmış, ayaklar omuz genişliğinde açık olacak şekilde ayakta durma pozisyonunda gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların tüm sıçrama boyunca elleri belin üzerinde tutmaları istenmiştir. Aşağı doğru hızlı bir hareket yapmaları (yaklaşık 90° diz fleksiyonu) ve ardından mümkün olduğunca yükseğe sıçramak için hızlı bir yukarı doğru hareket yapmaları talimatı verilmiştir (Holsgaard-Larsen, 2006).

Şekil 1

İşlem Yolu



İşlem Yolu: Çalışmanın ilk gününde örneklem grubuna ait antropometrik ölçümler ve DS hareketine yönelik adaptasyon çalışması yapılmıştır. İkinci ölçüm gününde randomize bir şekilde sporcular önce dinamik ısınma protokolüne tabi tutulmuştur. Her katılımcı için 2 dakika ara ile iki sıçrama testi gerçekleştirilmiş ve en iyi performans kaydedilmiştir. İki sıçramadan en iyi sıçrama yüksekliği değerlendirmeye alınmıştır. Aynı protokol diğer ölçüm günlerinde yine randomize bir şekilde tekrar edilmiştir. Uygulamalar sırasında, OptoJump fotoelektrik hücre sistemi (OptoJump Next, Microgate, İtalya) kullanılarak sıçrama yüksekliği ölçülmüştür. OptoJump cihazının kalibrasyonu, ölçümlerden önce üretici talimatlarına uygun olarak yapılmış; sensör hizalamasının doğruluğu ve ışık sensörlerinin optimum çalıştığı doğrulanmıştır. Sıçramalar sırasında aynı zamanda akıllı bir cep telefonuna (14 Promax, Apple, ABD) yüklü MJL uygulaması sayesinde eş zamanlı olarak görüntü kaydı yapılmıştır. MJL uygulamasında manuel veri girişleri minimize

edilerek, ölçüm sırasında 1,5 m standart bir mesafe oluşturulmuştur. Kamera kaydı sırasında frontal düzlem tercih edilmiş ve kamera, katılımcıların ayaklarının yerden ayrılma ve temas anlarını tam dik pozisyonda gözlemleyebilecek şekilde, yerden 20 cm yükseklikteki esnek bir tripoda konumlandırılmıştır. Tüm ölçümler tamamlandıktan sonra görüntü kayıtları üzerinden sporcuların sıçrama yükseklikleri uygulama üzerinden manuel olarak belirlenmiş ve kaydedilmiştir. Tüm ölçümler için aynı yöntem tekrar edilmiştir (Şekil 1). Ayrıca ölçümler sırasında;

- o Tüm ölçümler, cihazların kullanımı noktasında daha önce eğitim almış ve kullanmış aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve ölçüm süreci standartlaştırılmıştır.
- o Ölçüm günleri arasında 24 saat ara verilmiş ve bu süre, katılımcıların yorgunluğunu önlemek için optimize edilmiştir.
- o Tüm ölçümler günün aynı saat aralığında (15:00-16:30) uygulama laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bu önlemler, cihazlar arasındaki tutarlılığın sağlanmasına ve ölçüm sonuçlarının güvenilirliğine katkı sağlamıştır.

İstatistiksel Analiz: Ölçümler sırasında elde edilen verilere ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen verilerin parametrik analiz tekniklerine uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüş ve verilerin analizi için parametrik test teknikleri kullanılmıştır. Geçerliliği test etmek için ölçüt geçerliği tekniği esas alınırken, güvenilirliği test etmek için test-tekrar test yöntemi kullanılmıştır. MJL uygulamasının güvenilirlik testi için sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılırken, ölçüt geçerliğini sınamak için Pearson korelasyon katsayısı incelenmiştir. Her iki ölçme aracı arasındaki test puanlarının farklılığını tespit etmek için ilişkili örneklerde t-testi kullanılmıştır. Son olarak, MJL uygulaması için iki ölçüm yöntemi arasındaki uyumu görsel olarak değerlendirmek amacıyla DS yüksekliği değerleri Bland-Altman tekniği ile incelenmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın bulgularına ilişkin istatistiksel sonuçlara yer verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde sporcuların sırasıyla boy, vücut ağırlığı, yaş ve beden kitle indekslerinin ortalamaları yer almaktadır.

Tablo 1

Sporculara Ait Tanımlayıcı Özellikler (n=40)

Değişkenler	\bar{x}	Sd	Min.	Maks.
Boy (cm)	170,74	10,28	144	187
Kilo (kg)	66,50	12,35	40,80	87
Yaş (yıl)	21,95	2,23	18,41	30,22
BKI (kg/m ²)	22,66	2,92	18,44	31,80

BKI: Beden Kitle İndeksi, \bar{x} : Ortalama, Sd: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.: Maksimum

Tablo 2 incelendiğinde sporculara ait MJL test uygulamalarına ilişkin test tekrar test sonuçları 1. ve 2. ölçüm ($27,43 \pm 8,19$ cm; $28,10 \pm 8,18$ cm), 2. ve 3. ölçüm ($27,43 \pm 8,19$ cm; $28,50 \pm 7,98$ cm) ile 1. ve 3. ölçüm ($28,10 \pm 8,18$ cm; $28,50 \pm 7,98$ cm) verilmiştir. Buna göre, MJL test ölçümleri arasında 1. ve 2. ölçüm (ES = -0,08; CI 95% -1,21; -0,13), 1. ve 3. ölçüm (ES = -0,13; CI 95% (-1,68; -0,47)), ve 2. ve 3. ölçüm (ES = -0,05; CI 95% (0,98; 0,99)) anlamlı

bir fark ($p > 0,05$) tespit edilememiştir. Bunun dışında tüm ölçümlerde yüksek kolerasyon katsayısı tespit edilmiştir. MJL test için kolerasyon katsayısı sırasıyla 0,99; 0,98; 0,99 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2

MJL Testlerinden Elde Edilen Ölçümlerin Test-Tekrar Test Analizi Sonuçları

İstatistik	1. ve 2. Ölçüm	1. ve 3. Ölçüm	2. ve 3. Ölçüm
DS Test (cm)	27,43 ± 8,19	27,43 ± 8,19	28,10 ± 8,18
DS T-test (cm)	28,10 ± 8,18	28,50 ± 7,98	28,50 ± 7,98
ICC (95% CI)	0,99 (0,98; 0,99)	0,98 (0,97; 0,99)	0,99 (0,98; 0,99)
SEM (cm)	1,80	1,79	1,77
ES	-0,08	-0,13	-0,05
Diff (95% CI)	-0,67 (-1,21; -0,13)	-1,08 (-1,68; -0,47)	-0,41 (-0,92; 0,11)
TE (95% CI)	1,24 (0,85; 1,62)	1,38 (0,96; 1,81)	1,17 (0,81; 1,53)
CV%	%29.31	%28.80	%28.38
SWC%	1,63	1,61	1,61

DS: Dikey Sıçrama; T-test; tekrar test, ICC; Sınıf içi kolerasyon katsayısı, CI; Güven aralığı, SEM; Ölçüm hatasının standart hatası, ES; Etki büyüklüğü, Diff; fark, TE; Tipik Hata, CV; Varyans katsayısı, SWC; En küçük anlamlı değişim

Tablo 3 incelendiğinde ise sporcuların OptoJump ve MJL testlerinden elde etmiş oldukları tüm ölçüm değerleri arasında önemsiz etki büyüklüğü (0,84 ile -1,20 arasında) ile anlamlı düzeyde bir farklılık ($p > 0,05$) olmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanında bütün ölçümler arasında kolerasyon bakımından OptoJump ve MJL 1. 2. ve 3. ölçüm ($r = 0,99$, $p = 0,001$) yüksek düzeyde kolerasyon katsayısı tespit edilmiştir.

Tablo 3

OptoJump ve MJL Ölçümleri Arasında Geçerlilik ve Güvenirlik Karşılaştırması

Ölçümler	OptoJump (cm)	MJL (cm)	Diff (95% CI)	ES (95% CI)	r
1. Ölçüm	27,06 ± 8,12	27,42 ± 8,19	-0,37 (-0,48; 0,25)	-1,05 (-1,16; -0,94)	0,99
2. Ölçüm	27,42 ± 8,07	28,09 ± 8,18	-0,26 (-0,35; 0,16)	-0,84 (-0,93; -0,75)	0,99
3. Ölçüm	28,16 ± 7,93	28,50 ± 7,98	-0,35 (-0,44; 0,25)	-1,20 (-1,29; -1,11)	0,99

Diff; fark, CI; Güven aralığı, ES; Etki büyüklüğü r; pearson kolerasyon katsayısı

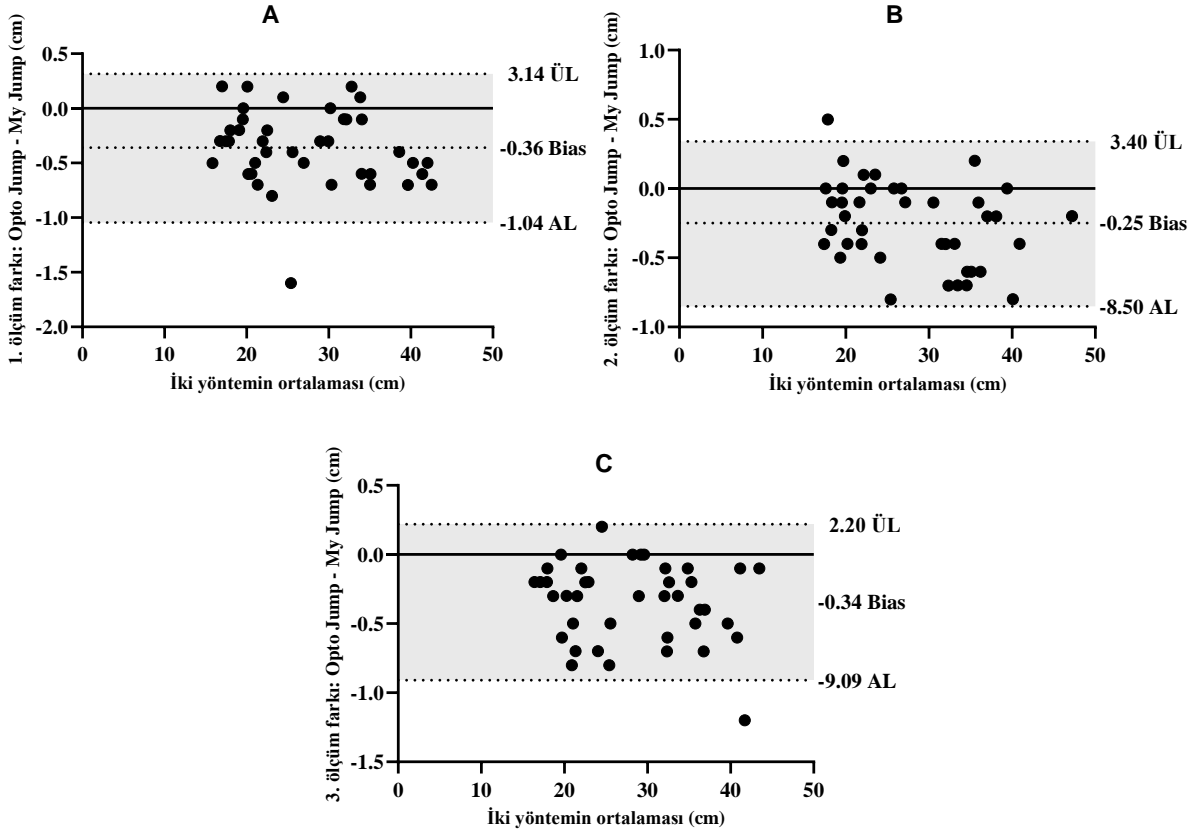
Şekil 2A, Şekil 2B ve Şekil 2C sırasıyla tüm ölçümler için OptoJump ve MJL uygulaması arasındaki uyum düzeyini göstermektedir. OptoJump ve MJL arasındaki sıçrama yüksekliği için uyum sınırlarını gösteren Bland-Altman grafiklerinde ise veri noktalarının büyük bir kısmı %95 güven aralığında olduğunu görülmektedir.

TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı, MJL uygulaması ile OptoJump sistemi kullanılarak dikey sıçrama yüksekliği ölçümlerinin geçerliği ve güvenirliğini eşzamanlı olarak incelemektir. Elde edilen bulgular, MJL uygulamasının güvenilir ve geçerli bir ölçüm aracı olduğunu ve hem uygulayıcılar hem de araştırmacılar için pratik bir seçenek sunduğunu göstermektedir.

Şekil 2

OptoJump ve MJL Arasındaki Ölçümlerin Uyumunu Gösteren Bland-Altman Analizi



Kantouris ve diğerlerinin (2021) genç erkek basketbolcularda MyJump 2 uygulaması ile OptoJump sistemi arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu ($ICC = 0,99$) bildirmesi, çalışmamızdaki bulguları desteklemektedir. Benzer şekilde, Bogataj ve diğerlerinin (2020) rekreasyonel olarak aktif yetişkinlerde MyJump 2 uygulaması ve OptoJump cihazı ile yapılan ölçümler arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu ($ICC > 0,93$) ve MJL'nin güvenilir bir ölçüm aracı olduğunu ifade etmeleri, çalışmamızın sonuçları ile uyumludur. Bunun yanı sıra, Yingling ve diğerleri (2018) MJL uygulamasının Vertec gibi saha testleriyle karşılaştırıldığında dikey sıçrama yüksekliği ve zirve güç hesaplamalarında orta ila mükemmel düzeyde güvenilirlik sağladığını ($ICC = 0,813$) rapor etmeleri, bulgularımızın literatürdeki yeri açısından önemlidir. Ancak aynı çalışmada, MyJump ve Vertec cihazları arasındaki ölçüm farklılıkları vurgulanarak, iki cihaz arasında geçiş yapmanın uygun olmadığı belirtilmiştir. Bu durum, çalışmamızda elde edilen bulgularla da desteklenmekte olup, MJL uygulamasının kullanımında dikkat edilmesi gereken metodolojik sınırlamalara işaret etmektedir.

Çalışmamızda Bland-Altman analizi, MJL uygulaması ile OptoJump sistemi arasındaki uyumu değerlendirmek için kullanılmıştır. Bland-Altman grafiklerinde ölçüm noktalarının büyük bir kısmının %95 güven aralığı içerisinde yer aldığı, dolayısıyla iki yöntem arasında genel bir uyum olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, bazı veri noktalarının güven aralığının dışında kalması, bireysel ölçüm farklılıklarının göz ardı edilemeyeceğini göstermektedir. Bu farklılıkların, MJL uygulamasının manuel video kare seçimine dayalı olması ve kullanıcı kaynaklı hatalara açık olması gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. İki sistem arasındaki yöntemsel farklılıklar, sıçrama yüksekliğinin hesaplanmasında kullanılan temel prensiplerin benzer olmasına rağmen, veri toplama süreçlerinde ayrılmaktadır. Bir sistem ayak teması anlarını otomatik olarak algılayan, diğer sistemde bu anlar manuel olarak kullanıcı tarafından belirlenmektedir. Özellikle

yüksek sıçrama değerlerinde gözlenen artan dağılım, cihazların algılama hassasiyetlerindeki farklılıklardan kaynaklanabilir. Bu durum, MJL uygulamasının saha çalışmalarında pratik bir araç olarak değerlendirilebileceğini gösterirken, cihazlar arası yöntemsel farklılıkların analizlerde dikkate alınmasının önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Montoro-Bombú ve diğerlerinin (2022) farklı cihazlarla yapılan dikey sıçrama ölçümlerinde yöntem farklılıklarının ölçüm sonuçlarına etkisini vurgulamaları, çalışmamızda MJL ve OptoJump sistemleri arasında gözlenen küçük farklılıkların olası nedenlerini açıklamaktadır. MJL uygulamasının düşük maliyeti, erişilebilirliği ve taşınabilir yapısı, saha çalışmaları ve antrenman ortamlarında pratik bir ölçüm aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu özellikler, laboratuvar ortamlarına erişimi sınırlı olan antrenörler, spor bilimciler ve araştırmacılar için önemli bir avantaj sunmaktadır. Uygulamanın video analizine dayalı manuel veri girişi gerektirmesi, bazı yöntemsel hassasiyetleri beraberinde getirmektedir. Ayağın yerden ayrılış ve temas anlarının kullanıcı tarafından belirlenmesi, ölçüm sürecinde dikkat gerektiren önemli bir aşamadır. Ancak bu manuel işlem, kullanıcıya ölçüm sürecini kontrol etme ve esnek bir şekilde değerlendirme imkânı sunarak, farklı ortam ve koşullarda uygulamanın kullanılabilirliğini artırmaktadır. Kameranın kare hızı, çözünürlüğü ve çekim açısı gibi teknik faktörler ölçüm doğruluğunu etkileyebilse de doğru ekipman seçimi ve dikkatli analizle bu etkiler minimize edilebilir. Ayrıca, MJL'nin taşınabilirliği ve düşük maliyeti, saha koşullarında hızlı ve pratik bir şekilde veri toplanmasını sağlayarak laboratuvar ortamına erişimi sınırlı kullanıcılar için önemli bir alternatif sunmaktadır. Bu uygulama, özellikle antrenman süreçlerinde, sporcuların performans takibinde ve spor bilimleri araştırmalarında zaman ve maliyet açısından verimli bir araç olarak öne çıkmaktadır. MJL'nin laboratuvar ortamında kullanılan altın standart cihazlarla kıyaslandığında bazı farklılıklar taşınması doğal olmakla birlikte, sağladığı pratik faydalar onu değerli bir ölçüm aracı haline getirmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışma, MJL uygulaması ile OptoJump sistemi arasında dikey sıçrama ölçümlerinde genel bir uyum bulunduğunu ve her iki yöntemin de geçerli ve güvenilir sonuçlar sağladığını göstermektedir. Ancak, bireysel ölçüm farklılıkları ve metodolojik sınırlamalar göz önüne alınmalı ve MJL uygulamasının kullanılacağı bağlamlar dikkatle değerlendirilmelidir. Bu bulguların literatüre katkı sağlayacağı ve gelecekteki araştırmalara yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Yazar Katkısı:

1. **Erhan İŞIKDEMİR:** Fikir/Kavram, Veri Toplama, Makale Yazımı
2. **Mehmet YAVUZ:** Makale Yazımı, Veri Toplama
3. **Abdullah ÇETİNDİR:** Veri Analizi, Makale Yazımı
4. **Özlem KÖKLÜ:** Eleştirel İnceleme, Tartışma Bölümü Yazımı
5. **Serkan UZLAŞIR:** Eleştirel İnceleme, Tartışma Bölümü Yazımı

Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

Kurul Adı: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Girişimsel Olmayan
Klinik Araştırmalar Yayın Etik Kurulu
Tarih: 21.03.2024
Sayı No: 2400021635

KAYNAKÇA

1. Acero, R.M., Del Olmo, M.F., Sanchez, J.A., Otero, X.L., Aguado, X., ve Rodríguez, F.A. (2011). Reliability of squat and countermovement jump tests in children 6 to 8 years of age. *Pediatric exercise science*, 23(1), 151–160. <https://doi.org/10.1123/pes.23.1.151>
2. Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., ve Lockey, R.A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, 33(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
3. Bešlija, T., Čular, D., Kezić, A., Tomljanović, M., Ardigò, L. P., Dhabhi, W., ve Padulo, J. (2021). Height-based model for the categorization of athletes in combat sports. *European journal of sport science*, 21(4), 471–480. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1744735>
4. Bogataj, Š., Pajek, M., Andrašić, S., ve Trajković, N. (2020). Concurrent validity and reliability of my jump 2 app for measuring vertical jump height in recreationally active adults. *Applied Sciences*, 10(11), 3805.
5. Bosco, C., Luhtanen, P., ve Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273–282. <https://doi.org/10.1007/BF00422166>
6. Buchheit, M., Spencer, M., ve Ahmaidi, S. (2010). Reliability, usefulness, and validity of a repeated sprint and jump ability test. *International journal of sports physiology and performance*, 5(1), 3–17.
7. Buckthorpe, M., Morris, J., ve Folland, J. P. (2012). Validity of vertical jump measurement devices. *Journal of Sports Sciences*, 30(1), 63–69. doi:10.1080/02640414.2011.624539.
8. Casartelli, N., Müller, R., ve Maffiuletti, N. A. (2010). Validity and reliability of the Myotest accelerometric system for the assessment of vertical jump height. *Journal of strength and conditioning research*, 24(11), 3186–3193. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d8595c>
9. Ceroni, D., Martín, X. E., Delhumeau, C., ve Farpour Lambert, N. J. (2012). Bilateral and gender differences during single-legged vertical jump performance in healthy teenagers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 452–457. doi:10.1519/JSC.0b013e31822600c9.
10. Coutts, A. J., Reaburn, P., Piva, T. J., ve Rowsell, G. J. (2007). Monitoring for overreaching in rugby league players. *European journal of applied physiology*, 99(3), 313–324. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0345-z>
11. Cruvinel-Cabral, R. M., Oliveira-Silva, I., Medeiros, A. R., Claudino, J. G., Jiménez-Reyes, P., ve Boulosa, D. A. (2018). The validity and reliability of the "My Jump App" for measuring jump height of the elderly. *PeerJ*, 6, e5804. <https://doi.org/10.7717/peerj.5804>
12. De Villarreal, E. S. S., Izquierdo, M. ve Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Enhancing jump performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance, and plyometric training alone. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3274-3281.
13. Enoksen, E., Tønnessen, E., ve Shalfawi, S. (2009). Validity and reliability of the newestest powertimer 300-series® testing system. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 77–84. doi:10.1080/02640410802448723.
14. Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., ve Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of OptoJump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of strength and conditioning research*, 25(2), 556–560. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d>
15. Haynes, T., Bishop, C., Antrobus, M., ve Brazier, J. (2019). The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59(2), 253–258. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08195-1>
16. Hewit, J. K., Cronin, J. B., ve Hume, P. A. (2012). Asymmetry in multi-directional jumping tasks. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 13(4), 238–242. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.12.003>
17. Holsgaard Larsen, A., Caserotti, P., Puggaard, L., ve Aagaard, P. (2007). Reproducibility and relationship of single-joint strength vs multi-joint strength and power in aging individuals. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(1), 43–53. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00560.x>
18. Hopkins, W. G., Schabert, E. J., ve Hawley, J. A. (2001). Reliability of power in physical performance tests. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(3), 211–234. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131030-00005>
19. Jimenez-Olmedo, J. M., Pueo, B., Mossi, J. M., ve Villalon-Gasch, L. (2022). Reliability of My Jump 2 Derived from Crouching and Standing Observation Heights. *International journal of environmental research and public health*, 19(16), 9854. <https://doi.org/10.3390/ijerph19169854>
20. Kantouris, N., Kantouris, R., Kolokythas, I., Pagkoutos, S., Lioutas, D., Baxevanis, K., ve Ziogas, G. (2021). Validity and reliability of the My Jump 2 application for measuring the vertical jump height in young, male basketball players. *Άθληση και Κοινωνία*, 1.
21. Kibele, A. (1998). Possibilities and Limitations in the Biomechanical Analysis of Countermovement Jumps: A Methodological Study. *Journal of Applied Biomechanics*, 14(1), 105-117. Retrieved Oct 23, 2024, from <https://doi.org/10.1123/jab.14.1.105>
22. Moir, G. L. (2008). Three Different Methods of Calculating Vertical Jump Height from Force Platform Data in Men and Women. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 12(4), 207–218. <https://doi.org/10.1080/10913670802349766>
23. Montoro-Bombú, R., Field, A., Santos, A. C., ve Rama, L. (2022). Validity and reliability of the Output sport device for assessing drop jump

- performance. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 10, 1015526. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.1015526>
24. **Reeve, T. C., ve Tyler, C. J. (2013).** The validity of the SmartJump contact mat. *Journal of strength and conditioning research*, 27(6), 1597–1601. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318269f7f1>
 25. **Requena, B., García, I., Requena, F., Saez-Saez de Villarreal, E., ve Pääsuke, M. (2012).** Reliability and validity of a wireless microelectromechanicals based system (keimove™) for measuring vertical jumping performance. *Journal of sports science & medicine*, 11(1), 115–122.
 26. **Rodacki, A. L., Fowler, N. E., ve Bennett, S. J. (2002).** Vertical jump coordination: fatigue effects. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 105–116. <https://doi.org/10.1097/00005768-200201000-00017>
 27. **Stanton, R., Wintour, S. A., ve Kean, C. O. (2017).** Validity and intra-rater reliability of MyJump app on iPhone 6s in jump performance. *Journal of science and medicine in sport*, 20(5), 518–523. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.09.016>
 28. **Taipale, R. S., Mikkola, J., Vesterinen, V., Nummela, A., ve Häkkinen, K. (2013).** Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both. *European journal of applied physiology*, 113(2), 325–335. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2440-7>
 29. **Yingling, V. R., Castro, D. A., Duong, J. T., Malpartida, F. J., Usher, J. R., ve O, J. (2018).** The reliability of vertical jump tests between the Vertec and My Jump phone application. *PeerJ*, 6, e4669. <https://doi.org/10.7717/peerj.4669>

Egzersiz Erteleme Ölçeğinin Türkçe Versiyonunun Psikometrik Özellikleri

Psychometric Properties of the Turkish Version of the Procrastination in Exercise Scale

¹Elif KÖSE

ORCID No: 0000-0002-5490-3534

¹Abdullah KAYHAN

ORCID No: 0000-0002-6762-979X

¹Başak DİNÇER

ORCID No: 0009-0002-0885-0563

²Burcu KAYHAN

ORCID No: 0000-0002-8606-0033

¹Tennur YERLİSU LAPA

ORCID No: 0000-0002-8647-1473

¹Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Rekreasyon Bölümü, Antalya²Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rekreasyon Anabilim Dalı, Antalya

Yazışma Adresi

Corresponding Address:

Prof. Dr. Tennur YERLİSU LAPA

Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Rekreasyon Bölümü

E-posta: tennur@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 25.10.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 04.01.2025

ÖZ

Egzersiz erelenmesi obezite, kalp damar hastalıkları, kronik hastalıklar ve mental rahatsızlıklar gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Literatürde geliştirilen ölçekler iş erteleme, akademik erteleme, karar vermeyi erteleme gibi konulara odaklanmasına rağmen egzersiz erteleme ile ilgili sınırlı sayıda ölçme aracı olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Kelly ve Walton tarafından geliştirilen Egzersiz Erteleme Ölçeğinin Türk kültüründe geçerliği ve güvenilirliğinin test edilmesidir. Üç aşamadan oluşan çalışmada Açıklayıcı Faktör Analizi için 406 katılımcıya ($Ort_{\gamma_05}=22\pm 2.85$); Doğrulayıcı Faktör Analizi için 395 ($Ort_{\gamma_05}=23.55\pm 6.64$) katılımcıya; ölçme değişmezliği için 1114 ($Ort_{\gamma_05}=32.92\pm 11.30$) katılımcıya ulaşılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Karar Vermeyi Erteleme Eğilimi Ölçeği, Genel Erteleme Ölçeği ve Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi kullanılmıştır. Açıklayıcı Faktör Analizi ve Horn'un paralel analizi sonuçları Egzersiz Erteleme Ölçeğinin Türk kültüründe de tek faktörlü bir yapıya sahip olduğunu ve yapıyı %81.42 açıkladığını ortaya koymuştur. Ölçeğin Doğrulayıcı Faktör Analizi sonuçları ise $\chi^2/sd=4.07$; RMSEA (90%CI) =.089 (.033-.13); NFI=.99; NNFI=.98; CFI=.99; SRMR=.017 olarak yapı geçerliğinin sağlandığını göstermektedir. Bununla birlikte ölçme değişmezliği sonuçları yapısal ve metrik değişmezlik için ($\Delta CFI\leq .010$; $RMSEA\leq .015$; $\Delta SRMR\leq .030$) koşulların AVE ve CR değerleri ise ($AVE>.841$; $CR>.856$; $CR>AVE$) yakınsak geçerliğin sağlandığını göstermektedir. Eş zaman geçerliği için bakılan tüm ilişkiler anlamlıdır ($p=.000$). Çalışmanın test-tekrar test sonuçları .94; çalışmanın iç güvenirliliği ise .95 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak kişilerin egzersiz erteleme davranışlarını ortaya koymak için kullanılan bu ölçme aracının geçerli ve güvenilir olduğu ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz erteleme, Geçerlik, Güvenirlik, Ölçme değişmezliği

ABSTRACT

Exercise procrastination can lead to serious health issues such as obesity, cardiovascular diseases, chronic illnesses, and mental disorders. Although scales developed in the literature tend to focus on topics like work procrastination, academic procrastination, and decision-making procrastination, there are limited measurement tools specifically addressing exercise procrastination. This study aims to test the validity and reliability of The Procrastination in Exercise Scale, developed by Kelly and Walton, within the Turkish cultural context. The study consisted of three phases: Exploratory Factor Analysis was conducted with 406 participants ($Mean_{age}=22\pm 2.85$), Confirmatory Factor Analysis with 395 participants ($Mean_{age}=23.55\pm 6.64$), and measurement invariance analysis with 1114 participants ($Mean_{age}=32.92\pm 11.30$). The Decision-Making Procrastination Scale, the General Procrastination Scale, and the International Physical Activity Questionnaire were employed as data collection instruments. Exploratory Factor Analysis and Horn's parallel analysis indicated that the EPBS is a unidimensional construct within the Turkish culture, explaining 81.42% of the variance. Confirmatory Factor Analysis results demonstrated a good fit for the model with values of $\chi^2/df=4.07$, RMSEA (90% CI) =.089 (.033-.13), NFI=.99, NNFI=.98, CFI=.99, and SRMR=.017. Furthermore, measurement invariance results supported structural and metric invariance ($\Delta CFI\leq .010$, $RMSEA\leq .015$, $\Delta SRMR\leq .030$), and AVE and CR values ($AVE>.841$, $CR>.856$; $CR>AVE$) confirmed convergent validity. All correlations for concurrent validity were significant ($p=.000$). The test-retest reliability was calculated as .94, and internal consistency as .95. Consequently, the PIES is deemed a valid and reliable tool for assessing exercise procrastination behavior.

Keywords: Exercise procrastination, Validity, Reliability, Measurement invariance

GİRİŞ

Düzenli fiziksel aktivitenin (FA) sağlık üzerindeki olumlu etkileri, yapılan birçok çalışma ile net bir şekilde ortaya konmuştur (Codina ve diğ., 2020; WHO, 2010; Faulkner ve diğ., 2021; Marquez ve diğ.,2020). FA, özellikle kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve belirli kanser türleri gibi kronik hastalıkların riskini azaltmaktadır (WHO, 2022). Bunun yanında, FA depresyon ve anksiyete semptomlarını azaltarak ruh sağlığını iyileştirir ve sağlıklı kilonun korunmasına katkıda bulunur (WHO, 2022; Beshears ve diğ., 2020). Ancak, bu faydalar yaygın olarak bilinse de birçok insan düzenli egzersiz alışkanlığı kazanmakta zorlanmaktadır. Dünya genelinde her dört yetişkinden birinin (1,4 milyar kişi) FA önerilerine uymadığı bilinmektedir (Guthold ve diğ., 2018). Ayrıca fiziksel hareketsizlik sonucu ortaya çıkan aşırı kilo ve obezite, bulaşıcı olmayan hastalıklar için dördüncü en yaygın risk faktörü olarak görülmektedir (WHO, 2022). Benzer şekilde fiziksel hareketsizliğin depresyon, anksiyete ve stres seviyelerini de artırdığı bilinmektedir (WHO, 2010). Türkiye'deki ulusal araştırmalar, obezitenin yaygınlığının Avrupa ortalamasının üzerinde ve Amerika Birleşik Devletleri ile benzer seviyelerde olduğunu ortaya koymaktadır (WHO, 2022). Sağlık Bakanlığı'nın "Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2022" ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan "Türkiye Sağlık Araştırması 2022" sonuçlarına göre, Türkiye'de 15 yaş ve üzeri bireylerde obezite oranı %20,2 olarak tespit edilmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2022; TÜİK, 2022). Bu durum Türkiye'de obezitenin toplum sağlığı üzerinde önemli bir yük oluşturduğunu ve kapsamlı müdahalelere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Dolayısıyla fiziksel hareketsizlik, yarattığı olumsuz sağlık etkileri nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilebilir. Fiziksel hareketsizliğin bireyler üzerindeki bu olumsuz etkilerine rağmen, kişilerin egzersiz yapmayı neden ertelediklerine ya da egzersiz erteleme davranışlarına (EED) ilişkin yapılan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu gözlemlenmiştir (Hagbin ve Pychyl, 2016; Kelly ve Walton, 2021).

Erteleme, bireylerin olumsuz sonuçlarını bilmelerine rağmen yapmaları gereken görevleri isteyerek geciktirme eğiliminde olmalarıdır (Steel, 2007). FA'ye yönelik erteleme ise, bireylerin egzersiz yapma niyetlerine rağmen bu niyetlerini sürekli ertelemeleri veya hiç gerçekleştirmemeleridir (Kelly ve Walton, 2021). Bu tür bir erteleme, FA'nin düzenli hale getirilmesi için gerekli olan öz-düzenleme becerilerinin yetersizliğinden kaynaklanabilir (Mann ve diğ., 2013). Ayrıca, düşük öz-yeterlik, motivasyon eksikliği, zamanı iyi yönetememe ve olumsuz beden algısı da EED'nın başlıca nedenleri arasında yer alır ve bu durum, bireylerin egzersizi sürekli ertelemesine yol açabilir (Gustavson ve diğ., 2014; Sirois ve Pychyl, 2013). Özellikle yoğun FA'nin başlangıcında hissedilen rahatsızlık, yorgunluk veya sıkılma gibi durumlar EED'nı tetikleyen önemli faktörlerdir (Jung ve diğ., 2014).

EED ile ilişkili olduğu düşünülen faktörler literatürde çalışılan konulardan olmasına rağmen, EED'nı ölçmeye yönelik araçlar oldukça sınırlıdır. Daha önceki araştırmalar çoğunlukla genel erteleme davranışı (Berk ve diğ., 2021; Lina ve diğ., 2023), akademik erteleme davranışı (Rad ve diğ., 2023; Salguero-Pazos ve Reyes-de-Cózar, 2023), iş ertelemesi (Abbas ve Al Hasnawia, 2020) ve yatma vaktini erteleme (Kamphorst ve diğ., 2018) üzerine odaklanmıştır. FA'ye dayalı erteleme davranışlarının değerlendirilmesinde ise çoğunlukla genel erteleme ölçekleri kullanılmıştır (Codina ve diğ., 2020; Zhang ve diğ., 2024; Zhao ve Kou, 2024). Bu ölçekler genellikle bireylerin genel anlamda zaman yönetimi, görev tamamlama, karar alma ve hedeflere ulaşma gibi süreçlerdeki erteleme eğilimlerini değerlendirmektedir. Ancak, genel erteleme ölçekleri egzersize özgü bilişsel, duygusal ve motivasyonel süreçleri yeterince değerlendiremeyebilir. Özellikle FA'ye ilişkin erteleme davranışının, egzersiz yapmaya yönelik algılanan zorluklar (Zhang ve diğ., 2024a), içsel ve dışsal motivasyon düzeyleri (Zhang ve diğ., 2024b), fiziksel yeterlilik inancı (Zhuan ve diğ., 2024) gibi özgün faktörlerden etkilenebileceği göz önüne alındığında, alan içi bir ölçme aracına ihtiyaç olduğu açıktır. Ancak, genel erteleme ölçekleri egzersize özgü bilişsel, duygusal ve motivasyonel süreçleri yeterince değerlendiremeyebilir. EED'nın objektif ve doğru

bir şekilde ölçülmesi, bu alanda etkili müdahalelerin ve hedeflenen stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, EED'nin Türkçe versiyonunun psikometrik özelliklerini değerlendiren ilk ölçme aracıdır. Dolayısıyla bu tarz bir ölçüm aracının kültürümüzde de EED'nin değerlendirilmesi açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, Kelly ve Walton'un (2021) geliştirdiği "The Procrastination in Exercise Scale (PIES)" ölçeğini Türk diline ve kültürüne uyarlayarak geçerlik ve güvenilirliğini test etmektir. Mevcut çalışma, egzersiz alışkanlıklarını ve erteleme davranışlarını inceleyen araştırmacılar için önemli bir kaynak sunmaktadır.

Literatür İncelemesi: Erteleme davranışı, davranışsal, bilişsel ve duygusal bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Davranışsal bileşenlere odaklanan çalışmalar, bireylerin bir görevden kaçınarak başka bir aktiviteye yönelme nedenlerini (Rothblum ve diğ., 1986) ve bu davranışın sıklığını ve miktarını incelemektedir (Moon ve Illingworth, 2005; Tice ve Baumeister, 1997). Bilişsel bileşenlerle ilgili araştırmalar, bireylerin ertelemenin olumsuz sonuçlarını bilmelerine rağmen bu davranışı sürdürme kararını ele alır (Karas ve Spada, 2009). Bu bileşenler; özdenetim eksikliği (Job ve diğ., 2015), aşırı iyimserlik (Weinstein, 1980), mükemmeliyetçilik ve nevroitiklik (Burcas ve Cretu, 2021) gibi özelliklerle ilişkilendirilmiştir. Ertelemenin duygusal boyutu ise bir görevi başlatma ya da tamamlama konusunda yaşanan sıkıntılarla ilgilidir ve bu boyut kaygı, motivasyon eksikliği ve zaman yönetimi yetersizliği gibi faktörlerle ilişkilendirilmiştir (Ferrari ve Tice, 2000; Tuckman, 1991).

Literatürde, erteleme davranışı bazen bir alışkanlık (Ellis ve Knaus, 1979), bazen de bir kişilik özelliği olarak görülmüştür (Ferrari, 1991; Lay, 1986). Bu bağlamda, erteleme davranışının bireysel farklılıklar (örneğin kişilik özellikleri) ve durumsal faktörlerle (akademik ya da iş hayatındaki zorluklar) ilişkisi araştırılmıştır (Ferrari ve Emmons, 1995; Lay, 1986). Güncel çalışmalar, öz-düzenleme (Chen ve diğ., 2023; Gökalp ve diğ., 2023), zaman yönetimi yetersizliği (Hailikari ve diğ., 2021) ve düşük öz güven (Yang ve diğ., 2023), nevroitiklik (Lee ve diğ., 2006), iyimser düşünce (Karademir, 2023) ve kararsızlık (Tibbett ve Ferrari, 2019) gibi faktörlerin erteleme davranışı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Meng ve diğerleri (2024) tarafından yapılan bir meta-analiz, erteleme davranışının, geleneksel beş büyük kişilik özelliklerinden vicdanlılık, duygusal denge ve dışadönüklük ile negatif; Karanlık üçlü özelliklerinden Machiavellianism ve psikopati ile pozitif ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, duygusal denge ve psikopati gibi özelliklerin erteleme davranışı üzerindeki etkilerinin belirleyici olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, erteleme davranışı, niyet-eylem boşluğu (Kühnel ve diğ., 2023), stres (Sirois, 2023) ve sosyal destek (Sirois ve Biskas, 2024) bağlamında da ele alınmıştır. Farkındalık düzeyi, kaygı durumu (Gautam ve diğ., 2023) ve rasyonel/irrasyonel inançlar (Balkıs ve Duru, 2022) erteleme davranışı ile ilişkilendirilmiştir. Erteleme davranışının yalnızca psikolojik değil, aynı zamanda fiziksel sağlık üzerinde de önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Ayrıca, sağlıklı yaşam alışkanlıklarının (sağlıklı beslenme, düzenli egzersiz rutini) ertelenmesi, kalp hastalıkları, diyabet, kilo kontrolünün sağlanamaması ve iskelet sistemi rahatsızlıkları gibi pek çok sağlık sorunlarına neden olduğu belirtilmiştir (Johansson ve diğ., 2023; WHO, 2022). Dolayısıyla, EED'na yönelik ölçme araçlarının geliştirilmesi ve EED ile ilişkili faktörlerin incelenmesi, egzersiz alışkanlıklarını iyileştirme ve daha sağlıklı yaşam tarzlarını benimsemeye dolaylı katkılar sunabilir. Bu katkılar, bireylerin egzersiz davranışlarına ilişkin kapsamlı analizlerin yapılmasına zemin hazırlayacaktır. Bunun yanı sıra, elde edilen bulgular ışığında, kanıta dayalı müdahale programlarının tasarlanması ve uygulanması mümkün hale gelebilir. Son olarak, bu tür çalışmalar, sağlık politikalarının oluşturulmasında bilimsel veri sağlayarak daha etkin ve sürdürülebilir stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli: Bu çalışmanın dayandığı bilimsel paradigma, yapısalcı/işlevselci paradigmadır (Günbayı ve Sorm, 2018). İşlevselci paradigma daha önce tepeden değiştirilmiş devrimsel bir hareketin uzun süre sürdürülebilmesi için uyum gerektiğine, bununla birlikte bu hareketin dengeli bir şekilde tepeden kontrol edilmesi gerektiğine inanmaktadır (Burrell ve Morgan, 1979). İşlevselci paradigma birçok disiplinde olduğu gibi spor bilimleri araştırmalarına da yön veren önemli paradigmalardan biridir (Köse ve diğ., 2021). Bu çalışmanın çözümlenmesi ve faktör yapısının ortaya konması amacıyla düzeyine göre betimsel bir çalışmadır ve tarama modeli olarak tasarlanmıştır (Büyükoztürk ve diğ., 2014).

Katılımcılar ve Prosedür: Egzersiz Erteleme Ölçeği (EEÖ)'nin yapı geçerliği için ampirik kanıt elde etmek amacıyla veriler toplanmıştır. AFA için Akdeniz Üniversitesinde öğrenim gören 30.501 öğrenci içerisinde, seçkisiz örnekleme yöntemlerinden tabakalı örnekleme tekniği ile belirlenen üniversite öğrencileri bulunmaktadır. Tabakalı örnekleme tekniği, örnekleme hatasının azaltılması ve evrenin temsiliyetinin artırılması amacıyla kullanılmaktadır (Kılıç, 2013) Tabaka katsayısına göre 13 fakülteden 406 gözlem seti toplanmıştır. Öğrencilerin yaş ortalaması 22 ± 2.85 olup 219 kadın 187 erkek bireyden oluşmaktadır. Veriler 2024 Ocak-Nisan ayları arasında yüz yüze toplanmıştır. Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) ve ölçme değişmezliği için ikinci ve üçüncü veriler 2024 Nisan – Ekim arası çevrimiçi formlar aracılığı ile yetişkin bireylerden toplanmıştır. DFA verileri Türkiye genelinde bulunan 7 bölgeden toplam 395 (149 kadın 246 erkek) kişiden oluşmakta ve kişilerin yaş ortalaması 23.55 ± 6.64 olarak hesaplanmıştır. Ölçme değişmezliği için toplam 1114 veriye ulaşılmıştır. Katılımcılar 573 kadın 541 erkekten oluşmaktadır ve katılımcıların yaş ortalamaları 32.92 ± 11.30 olarak hesaplanmıştır. Tüm katılımcılar, katılım öncesi bilgilendirilmiş ve gönüllü onamları alınmıştır.

Veri Toplama Araçları:

Egzersiz erteleme ölçeği (EEÖ): Kelly ve Walton (2021) tarafından geliştirilen EEÖ (The Procrastination in Exercise Scale) bireylerin egzersiz yapma davranışlarını ertelemelerini ölçmek amacıyla 1 (kesinlikle katılmıyorum) ile 5 (kesinlikle katılıyorum) arasında derecelendirilen ve 6 maddeden oluşan Likert tipinde bir ölçektir. Yüksek puanlar, kişinin egzersiz yapmayı erteleme eğiliminin yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçeğin orijinalinde iç tutarlılık katsayısı .94 olarak hesaplanmıştır ve ölçek, FA ve egzersiz davranışlarını anlamak için kullanılabilecek güvenilir bir araç olarak tanımlanmıştır (Kelly ve Walton, 2021).

Karar vermeyi erteleme eğilimi ölçeği (KVEEÖ): Mann ve diğerleri (1997) tarafından geliştirilen KVEEÖ, Balkıs (2006) tarafından Türk kültürüne uyarlanmıştır. Ölçek, başlangıçta çatışmayla başa çıkma davranışları ölçeğinin bir alt ölçeği olarak, bireylerin karar verme sürecindeki erteleme eğilimlerini ölçmek amacıyla geliştirilmiş ve 5 maddeden oluşmaktadır. Likert tipi bir ölçek olan KVEEÖ, 1 (yanlış) ile 5 (doğru) arasında derecelendirilmekte olup, yüksek puanlar daha yüksek erteleme eğilimini göstermektedir. Ölçeğin iç tutarlılık katsayısı ise .80 olarak hesaplanmıştır.

Genel erteleme ölçeği (GEÖ-9): GEÖ-9, Sirois ve diğerleri (2019) tarafından geliştirilmiş ve Türk kültürüne Gökçalp ve diğerleri (2023) tarafından uyarlanmıştır. Bireylerin genel erteleme davranışlarını değerlendiren ölçek 9 maddeden oluşmakta ve 1 (kesinlikle katılmıyorum) ile 5 (kesinlikle katılıyorum) arasında derecelendirilen Likert tipinde bir ölçektir. Bireylerin ölçek puanlarından aldığı yüksek puanlar yüksek bir erteleme düzeyi olduğunu göstermektedir. Ölçeğe ilişkin iç tutarlılık katsayısı .87 olarak hesaplanmıştır.

Uluslararası fiziksel aktivite anketi (UFAA): İlk pilot çalışması 1998-1999 yıllarında FA düzeylerinin uluslararası karşılaştırmalarını yapabilmek amacıyla dört kısa ve dört uzun form olarak geliştirilmiştir (IPAQ Research Committee, 2005). Türk kültürüne uyarlaması, geçerlik ve güvenilirlik çalışması Öztürk (2005) tarafından

gerçekleştirilmiştir. UFAA, bireylerin 7 gün içindeki FA düzeyleri değerlendirmekte ve kişinin şiddetli, orta şiddetli ve hafif şiddetli aktivitelerde harcadığı zamana ilişkin sorular sorarak MET-dakika skorunu hesaplamaktadır. Bu değerler aracılığı ile kişilerin günlük ve haftalık FA seviyesi hesaplanmaktadır. MET skorları kişilerin (1.5 Oturma, 3.3 yürüme, 4.0 orta şiddetli FA ve 8.0 yüksek şiddetli) FA düzeylerini göstermektedir. Bu sürekli skorlar aracılığı ile veriler sınıflandırılabilir. Bu çalışmada UFAA'nın kısa formu kullanılmış olup anketin kısa formu dört faktörde toplanmıştır. Test-tekrar test güvenilirlik katsayısı kısa form için $r=.69$, olarak hesaplanmıştır. Kriter geçerliliği ise kısa formda $r=.30$ olarak bulunmuştur. Bu, UFAA'nın güvenilir ve geçerli bir FA değerlendirme aracı olduğunu göstermektedir.

İşlem Yolu: Ölçek uyarlama sürecinde (Hambleton ve Patsula, 1999) tarafından önerilen adımlar takip edilmiştir:

1. Ölçülmesi amaçlanan kavramın uyarlanan kültürde olup olmadığı belirlenmiştir.
2. Ölçek uyarlama çalışmasının mı yoksa ölçek geliştirme çalışmasının mı uygun olduğuna karar verilmiştir.
3. İçlerinde ölçme değerlendirme uzmanının da bulunduğu hem her iki dile hem de kültüre sahip uzmanlardan oluşan bir grup belirlenmiş ve ölçeğin yönerge ve el kitabı da dahil olmak üzere ölçeğin geliştirildiği orijinal dilden Türkçeye çevrilmiştir.
4. Türkçeye çevrildikten sonra ilgili maddeler tekrar gözden geçirilmiş ve düzeltilmiştir. Bu aşamada Türkçeden İngilizceye yeniden çevrilen ölçek orijinal dildeki ifadesi ile karşılaştırılmıştır.
5. Testin orijinal formu ile Türk kültürüne uyarlanan formun dilsel eş değerliğini test etmek için her iki dili de iyi bilen 24 kişiye 2 hafta ara ile formun önce İngilizcesi daha sonra Türkçesi uygulanmış ve iki ölçüm arasındaki ilişkiye bakılmıştır. İki ölçüm arasındaki Pearson korelasyon kat sayısı .94 olarak hesaplanmıştır. Bu durum ölçme aracının kararlı olduğu şeklinde yorumlanabilir.
6. Ölçek, uyarlama sürecinde orijinal ölçeğin uygulandığı benzer bir gruba uygulanarak elde edilen verilerin faktör analizi yapılmış ve elde edilen faktör analiz sonuçları, orijinal ölçeğin faktör analizi ile karşılaştırılmıştır.
7. Uyarlanmış ölçeğe ilişkin diğer geçerlik ve güvenilirlik analizinin sonuçları hesaplanmıştır.

Bununla birlikte EEÖ'nün Türk kültürüne uygunluğu çalışılmış, ölçme aracında yer alan 6 ölçek maddesi 8 uzmana gönderilerek uzmanlardan maddelerin Türk diline ve Türk kültürüne uygun olup olmadığının değerlendirilmesi istenmiştir. Kültürel geçerlik, Lawshe (1975) tekniği ile incelenmiştir (Lawshe, 1975). Çalışmada uzman sayısının 8 olması nedeniyle kapsam geçerlik indeksi (CVR) .75 olarak hesaplanmıştır (Ayre ve Scally, 2014). Ölçeğin Türk kültürüne uygunluğunu değerlendirmek amacıyla hesaplanan CVR değeri .75 ile 1 arasında değişmektedir. Bu durum ölçek maddelerinin hem Türk kültürü hem de Türk diline uygun olduğunu göstermektedir.

Veri Analizi: Bu çalışmada verilerin analizi iki aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalardan ilki ölçme aracının geçerliğini sınamak için yapılan analizlerden, ikincisi ise ölçme aracının güvenilirliğine ilişkin ampirik kanıtlardan oluşmaktadır. Ölçme aracının yapı geçerliğini sınamak amacıyla, AFA, DFA ve ölçme değişmezliği yapılmıştır. AFA ve DFA ile ölçme değişmezliği için ayrı ayrı toplanan verilerde öncelikle kayıp veriler incelenmiş, eksik ve hatalı olduğu değerlendirilen veriler analizlerden çıkarılmıştır. Tüm analizler tam veri matrisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çok değişkenli istatistiklerin temel sayıltılarından biri olan örneklem büyüklüğü değerlendirilmiştir. Öncelikli olarak örneklem büyüklüğünün $n>300$ olması birçok kaynağa göre örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu şeklinde yorumlanmıştır (Tabachnick ve diğ., 2013). Tek değişkenli normallik, basıklık ve çarpıklık katsayılarının -1.5 ile +1.5 arasında olduğu, çok değişkenli normallik dağılımı için de saçılım diyagramlarının elips şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum tek değişkenli ve çok değişkenli normallik varsayımının sağlandığına işaret etmektedir. Çoklu bağlantı

problemi için VIF (<5) ve CI (<30) değerlerinin belirlenen kesme değeri altında olduğu tespit edilmiştir (Alpar, 2017). Son olarak Durbin-Watson istatistiğine bakılmıştır. Durbin-Watson değerinin 2'ye yakın olması hataların birbirinden bağımsız olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Alpar, 2017). AFA, EEÖ'nin orijinal formundaki tek faktörlü yapısının Türk kültüründe de benzer bir yapıya sahip olup olmadığını sınamak amacıyla yapılmıştır. İlk yapılan AFA için uç değerleri tespit etmek amacıyla uç değerleri tespit edilmesi için Mahlonobis ve Cooks uzaklığı ile Leverage değerleri ölçüt olarak alınmış ve uç değeri olduğu tespit edilen 29 kişi analiz dışında bırakılmış, AFA 375 kişi ile yapılmıştır. DFA için ise çok değişkenli uç değeri olduğu tespit edilen 7 kişi analiz dışı bırakılmış ve analiz 388 kişi ile tamamlanmıştır.

Faktör analizi değerlendirilmeden önce Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett küresellik (sphericity) testi ve korelasyon matrisi incelenmiştir. KMO değerinin .8 ile 1.0 arasında olması örneklemin yeterli olduğunu gösterir (Tabachnick ve diğ., 2013). AFA yapılırken uyarılmanın yapıldığı çalışma göz önünde bulundurularak faktörleşme tekniklerinden temel bileşenler analizi (principal component) (Tabachnick ve diğ., 2013) kullanılmıştır. AFA bulgularını desteklemek için subjektif bir gösterge olan yamaç birikinti grafiği yerine objektif bir şekilde faktör yapısına karar vermek için Horn'un paralel analizi kullanılmıştır (DeVellis ve Thorpe, 2021).

Son olarak, ölçme aracının karşılaştırılacak gruplarda aynı yapıya sahip olup olmadığını, faktörler arası korelasyonların, faktör hata varyanslarının ve maddelere ilişkin faktör yüklerinin benzerliğini test etmek amacıyla ölçme değişmezliği analizi yapılmıştır. Meredith (1993)'e göre ölçüm değişmezliği dört aşamalı bir süreçtir. Hiçbir kısıtlamanın getirilmediği modelden başlar ve en kısıtlı modele kadar parametrelerin gruplar arasındaki denkliliği incelenir ve bu süreç aşamalı olarak devam eder. Yapısal değişmezlik ölçme değişmezliğinin ilk aşamasıdır. Bu aşamada modele herhangi bir sınırlama getirilmez (Horn ve diğ., 1983). Yapısal değişmezlik, modele ilişkin yapının gruplarda aynı olduğu hipotezine dayanmaktadır. Metrik değişmezlik, yapısal değişmezliğin sağlanmasından sonra geçilen ikinci aşamadır. Metrik değişmezlik, alt grupların ölçek maddelerini aynı şekilde algıladığı hipotezine dayanmaktadır (Steenkamp ve Baumgartner, 1998). Skalar değişmezlik, ölçme değişmezliğinin üçüncü aşamasıdır ve bu aşamada skalar değişmezliğin sağlanması, maddelere dayalı gruplar arası farklılıkların bağlama göre değişmediği hipotezine dayanmaktadır (Chen ve diğ., 2005). Katı değişmezlik, ölçme değişmezliğinin son aşamasıdır ve bir ölçme aracında bulunan maddelere ilişkin hata terimlerinin bir başka deyişle özgül varyansların gruplar arasında değişmez olduğu hipotezine dayanır (Meredith, 1993).

Örnekleme büyüklüğünün 300'den fazla olması nedeniyle değişmezlik için yapılan analizde $\Delta CFI \leq .010$; $\Delta RMSEA \leq .015$; $\Delta SRMR \leq .030$ kriterleri kullanılmıştır (Chen, 2007). Çalışmada yakınsak geçerlik kanıtları sunmak için $AVE > .05$, $CR > .70$ ve $CR > AVE$ koşulları incelenmiştir. Eş zamanlı geçerlik için Pearson korelasyon katsayısı, iç güvenilirlik için ise Cronbach Alfa katsayıları hesaplanmıştır. Verilerin analizleri için SPSS Statistics Base v23 ve LISREL programlarından yararlanılmıştır.

BULGULAR

AFA Sonuçları: Faktör analizi değerlendirilmeden önce KMO katsayısı ve Barlett küresellik (sphericity) testi ve Anti-image korelasyon matrisi incelenmiştir. KMO değerinin kabul edilebilir alt (.70) değeri üzerinde olduğu tespit edildikten sonra analize devam edilmiştir (Tabachnick ve diğ., 2013). Bartlett testi sonucu değerlendirilmiş ve manidar çıkması nedeniyle çok değişkenli normalliğin sağlandığı belirlenmiştir. Son olarak anti-image korelasyon matrisi değerlendirilmiş ve matris köşegeninde yer alan MSA değerlerinin .50'den büyük olduğu saptanmıştır (Can, 2018). AFA'nin gerçekleştirilmesi için tüm koşulların sağlanması ile AFA analizine geçilmiştir. AFA'ne ilişkin bulgular Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1*EEÖ'ne İlişkin AFA ve Cronbach Alfa Sonuçları*

Faktörler	Madde No	Faktör Ağırlıkları	Faktör Açıklayıcıları	Cronbach Alfa
Tek	M1	.91		
	M2	.88		
	M3	.91	81.42	.95
	M4	.87		
	M5	.91		
	M6	.90		
KMO Ölçek Güvenirliği				.92
Bartlett Küresellik Testi Ki Kare:				2292.39
Sd:				15
p:				.000

Horn'un paralel analizi, gerçek verilerden elde edilen özdeğer ile simülatif olarak üretilmiş verilerden elde edilen değerleri karşılaştırır. Gerçek veriler aracılığı ile hesaplanan öz değerler, üretilen veriden gelen öz değerlerden büyük olduğu noktada faktör yapısının boyut sayısına karar verilmiştir (Ledesma ve Valero-Mora, 2007). Horn'un analiz sonuçları, EEÖ'nin Türk kültüründe de tek faktörlü bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. AFA sonuçlarına göre tek bir faktör altında toplanan maddelerin faktör yükleri .87 ile .91 arasındadır. Faktör yüklerinin belirlenen ölçütün üzerinde olması "ölçmeye konu olan özellik açısından ve yapının uygunluğu açısından yeterlidir" şeklinde yorumlanabilir. Tablo 2'de Horn'un paralel analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 2*Horn'un Paralel Analizi Sonuçları*

Faktör	Gerçek Özdeğer	Üretilen Özdeğer (99 yüzdellik)	Faktör	Gerçek Özdeğer	Üretilen Özdeğer (99 yüzdellik)
1	1.172548	1.239524	6	.968117	1.003281
2	1.090435	1.140091	7	.907880	.949402
3	1.024488	1.064868	8	.836532	.889299

DFA Sonuçları: Bireylerin EEÖ'nin yapı geçerliğine ilişkin bir diğer kanıt DFA sonuçlarıdır. DFA sonuçlarına göre test edilen modelin standart değerleri Tablo 3'te ortaya konulmuştur. Ölçeğin standartlaştırılmış değerleri .74 ile .91 arasında değişmekte olup tüm t değerlerinin anlamlı olduğu görülmektedir. Yakınsak geçerlik kanıtı olarak CR ve AVE değerleri incelendiğinde ise $AVE > .84$, $CR > .85$ ve $CR > AVE$ koşulunun sağlandığı görülmektedir (Hair ve diğ., 2009).

Tablo 3*DFA Analizine İlişkin Faktör Yükleri, CR ve AVE Değerleri*

Maddeler	Faktör Yükleri	CR	AVE
1. Egzersizi bir sonraki güne erteleme eğilimindeyim	.89		
2. Egzersiz yapmam gereken zamanlarda daha eğlenceli şeyler dikkatimi dağıtır.	.79		
3. Egzersiz yapmayı ertelerim.	.91	.856	.841
4. Sık sık kendimi egzersiz rutinlerimin gerisinde kalmış hissedirim.	.74		
5. Yapmamam gerektiğini bildiğim halde kendimi egzersizi ertelerken bulurum.	.91		
6. Planladığım egzersiz rutinimi tamamlamak için egzersiz yapmayı son ana kadar ertelerim.	.81		

Analiz sonuçları, standardize edilen ilişki katsayılarının yüksek, maddelerin *t* değerlerinin anlamlı olduğunu ayrıca elde edilen model iyiliği kriterleri göz önünde bulundurulduğunda χ^2/sd ve RMSEA değerinin örneklem büyüklüğüne bağlı olarak bir miktar yüksek olduğunu göstermektedir. Bunun nedeninin; DFA için ulaşılan örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu, var olan madde sayısı göz önüne alındığında ise yüksek olduğu söylenebilir. Bu bakımdan elde edilen χ^2/sd ve RMSEA değerlerinin madde sayısından etkilendiği söylenebilir (Kenny ve McCoach, 2003; Shi ve diğ., 2019). Diğer uyum indekslerinin mükemmel uyuma işaret ettiği dolayısıyla ölçüm modelinin uyumlu olduğu ifade edilebilir (Tablo 4).

Tablo 4*EEÖ'ye İlişkin Uyum İndeksleri*

Uyum indeksleri	χ^2	<i>sd</i>	χ^2/sd	RMSEA (90%CI)	NFI	NNFI	CFI	SRMR
	36.65	9	4.07	.089 (.033-.13)	.99	.98	.99	.017

Cinsiyete göre ölçme değişmezliği sonuçları ise tablo 5'te sunulmaktadır. Model A'ya ilişkin uyum indeksleri incelendiğinde χ^2/sd ve RMSEA değerlerinin bir miktar olmasına karşın diğer uyum indekslerinin (NFI, NNFI, CFI, SRMR) mükemmel uyuma işaret ettiği görülmektedir. Örneklem büyüklüğü göz önüne alındığında χ^2/sd ve RMSEA değerlerinin yüksek çıkması anlaşılabilir (Kenny ve McCoach, 2003; Shi ve diğ., 2019). Bu bulgular yapısal modelin sağlandığını ortaya koymaktadır. Model B incelendiğinde ise uyum indeksleri Model A ile karşılaştırılmıştır. İki model arasındaki farkların refere edilen kesme değerler arasında olduğu ($\Delta CFI \leq .010$; $\Delta RMSEA \leq .015$; $\Delta SRMR \leq .030$) tespit edilmiştir. Bu bulgular metrik değişmezliğin de karşılandığını ortaya koymaktadır. Model C incelendiğinde ise, Model C ile yapısal model olan Model A arasındaki uyum indekslerine ilişkin farklar ($\Delta CFI \leq .010$; $\Delta RMSEA \geq .015$; $\Delta SRMR \geq .030$) beklenen kesme değerler arasında değildir. Bu durum bu ölçme aracı için skalar değişmezliğin sağlanmadığını göstermektedir. Skalar değişmezliğin sağlanmaması nedeniyle bir sonraki aşama olan katı değişmezlik test edilmemiş, analiz bu aşamada sonlandırılmıştır.

Tablo 5*Cinsiyete Göre Değişmezlik Sonuçları*

	χ^2/sd	NFI	NNFI	CFI	SRMR	RMSEA (90%CI)	CFI Δ	RMSEA Δ	SRMR Δ	Hipotez
Model A	7.90	.98	.98	.99	.017	.113(.096-.13)	-	-	-	Kabul
Model B	6.52	.98	.98	.99	.019	.101(.086-.12)	0	.012	-.002	Kabul
Model C	6.06	.98	.98	.99	.097	.097(.082-.11)	0	.016	-.080	Red

Eş Zaman Geçerliliği: Eş zaman geçerliliği için elde edilen sonuçlar EEÖ ile KVVEÖ arasında orta düzeyde pozitif korelasyon ($r=.444$; $p=.000$) olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde EEÖ'nün GEÖ-9 ile arasında orta düzeyde pozitif korelasyon ($r=.401$; $p=.000$) saptanırken, UFAA ile düşük düzeyde negatif korelasyona sahip olduğu görülmektedir ($r=-.214$; $p=.000$). Eş zaman geçerliliği sonuçları Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6*Eş Zaman Geçerliliğe İlişkin Korelasyon Sonuçları*

Değişkenler	$\bar{x} \pm ss$	1.	2.	3.	4.
1. UFAA (met)	2668.33 \pm 4774.23	1			
2. EEÖ	.99 \pm .43	-.214**	1		
3. KVVEÖ	1.06 \pm .48	-.177**	.444**	1	
4. GEÖ-9	.56 \pm .26	-.155**	.401**	.652**	1

TARTIŞMA

Bu çalışma, EEÖ'nin psikometrik özelliklerini ortaya koymayı amaçlamıştır. EEÖ, bireylerin erteleme düzeyleri hakkında bilgi veren 6 madde tek faktörden oluşan bir ölçme aracıdır. AFA ve Horn'un paralel analizleri, EEÖ'nin tek faktörlü yapıya sahip olduğunu göstermiştir. AFA sonuçları tek faktörlü yapının açıkladığı toplam varyansın %81,42 olduğunu ortaya koymakta ve bu oran sosyal bilimlerde oldukça yüksek bir oran olarak kabul edilmektedir (Çokluk ve diğ., 2012). AFA sonuçları madde faktör yüklerinin .87 ile .91 arasında değiştiğini ortaya koymaktadır. Faktör yüklerinin belirlenen ölçütün üzerinde olması "ölçmeye konu olan özellik açısından ve yapının uygunluğu açısından yeterlidir" şeklinde yorumlanabilir. DFA sonuçlarına göre ise standartlaştırılmış yük değerleri .74 ile .91 arasında değişmektedir ve maddelere ilişkin tüm t değerleri anlamlıdır. DFA sonucu uyum indeksleri belirlenen ölçütleri karşılamaktadır. χ^2/sd ile RMSEA değeri kabul edilebilir uyum indeksine yakın olsa da diğer uyum indekslerinin NFI=.99; NNFI=.98; CFI=.99; SRMR=.017 mükemmel uyuma işaret ettiği görülmektedir. DFA sonucunda ölçme aracının tek faktörlü yapısının orijinal ölçeği desteklediği görülmektedir. Ayrıca ölçek maddelerinin yine orijinal ölçekte yer alan maddeler ile uyumlu olduğu görülmektedir. Madde faktör yükleri orijinal ölçme aracı ile karşılaştırıldığında 2. ve 4. maddenin faktör yükleri .80'nin

biraz altında olsa da ölçeğin geneline ilişkin madde faktör yükleri ve uyum indeksleri benzerlik göstermektedir (Kelly ve Walton, 2021). Ayrıca madde faktör yüklerinin yüksek olması modelin iyi tanımlanmış olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir ve maddenin faktörü iyi temsil ettiği şeklinde yorumlanabilir (Tabachnick ve diğ., 2013).

Yapısal değişmezlik sonuçları incelendiğinde, elde edilen uyum indekslerinin DFA'nde olduğu gibi, χ^2/sd ve RMSEA değerinin bir miktar yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak diğer uyum indekslerinin mükemmel uyuma işaret ettiği ve yapısal değişmezliğin her iki grupta da sağlandığı görülmektedir. Yapısal değişmezlik, ölçme değişmezliğinin en temel düzeyidir. Bu aşamada, bir psikolojik ölçme aracının faktör yapısının gruplar arasında eşit olup olmadığına dair bir hipotez test edilir. Yapısal değişmezliğin sağlanması ise: "ölçme aracının maddelerinin farklı gruplarda aynı psikolojik yapıyı temsil ettiği" şeklinde yorumlanır.

Metrik değişmezlik sonuçlarını incelediğimizde $\Delta CFI=0$; $\Delta RMSEA=.012$ ve $\Delta SRMR=-.002$ değerlerinin belirlenen kesme değerlerin altında olduğunu ve ölçeğe ilişkin metrik değişmezliğin sağlandığını ifade edebiliriz. Bu durum bu ölçme aracı ile yapılacak cinsiyete göre karşılaştırmaların anlamlı olacağını ortaya koyması açısından önemli bir bulgu sunmaktadır. Skalar değişmezlik ise bir ölçme aracında yer alan maddeler için oluşturulmuş regresyon denklemindeki sabit sayı "karşılaştırılan gruplar için eşittir" şeklindeki hipotezi test eder. Skalar değişmezlik aşaması aynı değere sahip bireylerin örtük yapılar üzerindeki etkisinin, gözlenen değerler üzerindeki etkisine eşit olduğunu belirtir. Bu ifade, "gözlenen maddelerdeki grup farklılıklarının, örtük yapıların ortalama farklarından kaynaklandığını" ifade eder. Skalar değişmezlik sonuçları incelendiğinde $\Delta CFI=0$; $\Delta RMSEA=.016$ ve $\Delta SRMR=-.080$ değeri almaktadır. $\Delta CFI=0$ olsa da diğer iki uyum indeksine ilişkin farkların belirlenen kesme değer üzerinde olduğu bu nedenle skalar değişmezliğin bu ölçme aracı için sağlanmadığı görülmektedir. Bu durum cinsiyet değişkeni bağlamında şu şekilde yorumlanabilir: Skalar değişmezlik aşaması, farklı cinsiyet gruplarının aynı ölçekteki maddelere verdikleri yanıtların örtük yapıyı eşit şekilde yansıttığını test eder. Bu nedenle skalar değişmezliğin sağlanamaması, cinsiyet grupları arasında doğrudan gözlenen puanların karşılaştırılamayacağını ifade eder. Skalar değişmezliğin sağlanmaması nedeniyle bir sonraki aşama olan katı değişmezlik test edilmemiştir. Değişmezlik sonuçlarının orijinal ölçme aracında çalışılmaması nedeniyle bulgularımızın orijinal ölçeğin yapı geçerliğine de önemli bir katkı sağladığımıza inanmaktayız.

Eş zaman geçerliğini sınamak amacıyla EEÖ ile GEÖ-9, KVEEÖ ve UFAA arasındaki ilişkilere bakılmıştır. Literatürdeki çalışmalar EEÖ'nin GEÖ-9 ve KVEEÖ ile pozitif ilişkileri olduğunu (Kelly ve Walton, 2021), ancak UFAA ile negatif ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Hagbin ve Pychyl, 2016). Bu nedenle EEÖ'nin diğer üç ölçeğin puanları ile ilişkisine bakılmış ve "kişilerin EEÖ'nden aldıkları puanların GEÖ-9 ve KVEEÖ'den aldıkları puanlar ile pozitif ilişkilidir" ve "kişilerin EEÖ'nden aldıkları puanlar, UFAA puanları ile negatif ilişkilidir" varsayımı test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürü desteklemekte ve eş zamanlı ölçüt geçerliğinin karşılandığını göstermektedir.

Çalışmanın yakınsak geçerliğinin sağlanmış olması, ölçme aracının teorik yapı ile uyumlu çalıştığını ve ölçmek istediği kavramı doğru bir şekilde yansıttığını gösterir. Bu nedenle bir ölçme aracı geliştirme veya uyarlama sürecinde kritik bir rol oynar. Ölçeğin test- tekrar test sonuçlarının yüksek olması ($r=.94$) ölçme aracının kararlı (Kalaycı, 2010) çalıştığı; Cronbach Alfa katsayısının .95 üzerinde olması ise ölçme aracının iç tutarlılığının yüksek olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Büyüköztürk ve diğ., 2014). Ayrıca bu çalışmada güvenilirlik katsayısı için birleşik güvenilirlik (CR) katsayısı hesaplanmıştır. CR, DFA sonuçlarına dayalı olarak üretilir ve bir faktörün iç tutarlılığını yani o faktörü ölçen maddelerin birbiriyle ne kadar tutarlı olduğunu değerlendirmesi bağlamında Cronbach Alfa değeri ile benzerlik gösterse de modeldeki faktör yüklerini dikkate alması nedeniyle Cronbach Alfa'ya göre daha duyarlıdır. Bu çalışmada CR değerinin .70 üzerinde olması ölçme aracının güvenilir olduğunu gösteren bir diğer ampirik kanıttır (Yaşlıoğlu, 2017).

SONUÇ

Bu çalışmada, egzersiz erteleme davranış düzeyini ölçmek amacıyla Kelly ve Walton'un (2021) geliştirdiği EEÖ Türkçe'ye uyarlanmış ve ölçeğin psikometrik özellikleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen bulgular, ölçeğin yapı geçerliğini, güvenilirliğini ve ölçme değişmezliğini başarıyla sağladığını ortaya koymaktadır. Sonuçlar, ölçeğin Türk kültüründe EEÖ'nin değerlendirme açısından güvenilir ve geçerli bir araç olduğunu desteklemektedir. Bu bulgular, egzersiz erteleme davranış düzeyini ölçmek ve bu davranışın birçok değişken üzerindeki etkilerini incelemek isteyen araştırmacılar için önemli bir kaynak sunmaktadır. Bu çalışma ölçme değişmezliği ile sınırlandırılmış, ölçek Türk kültürüne uyarlanırken kısmi değişmezlik incelenmemiştir. Gelecekteki çalışmalar, kültürler arası karşılaştırmalar yaparak EEÖ'nin farklı kültürlerde nasıl şekillendiğini inceleyebilir. Ayrıca, ölçeğin farklı demografik gruplarda (örneğin yaş, cinsiyet, sosyoekonomik düzey) ve klinik popülasyonlarda (örneğin obezite, diyabet hastaları) geçerliği test edilerek ölçeğin kullanım alanı genişletilebilir. Ayrıca ölçme değişmezliğinin sağlanmadığı durumlarda buna sebep veren maddelerin belirlenmesi ve kontrollerinin yapılmasına olanak sağlayan kısmi değişmezlik analizlerinin yapılması önerilmektedir. Son olarak gelecek çalışmalarda, erteleme davranışının farklı sosyo-demografik özelliklere göre karşılaştırılması ölçme aracının geçerlik ve güvenilirlik kanıtlarının çeşitlendirilmesine katkı sağlayabilir. Literatürde yer alan bilgiler göz önünde bulundurulduğunda öz düzenleme becerisi düşük olan kişilerin amaçlanan egzersizi yapmama olasılığı daha yüksektir (Allom & Mullan, 2012). Bu bilgi göz önüne alındığında egzersiz erteleme düzeyinin öz düzenleme becerisi yüksek ve düşük olan kişilerde karşılaştırılma yapılması bilinen gruplar geçerliğine önemli bir katkı sağlayabilir.

Yazar Katkısı:

1. **Elif KÖSE:** Fikir/Kavram, Tasarım, Analiz ve Yorumlama, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme ve Düzenleme
2. **Abdullah KAYHAN:** Veri Toplama ve İşleme, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme ve Düzenleme
3. **Başak DİNÇER:** Veri Toplama ve İşleme, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme ve Düzenleme
4. **Burcu KAYHAN:** Veri Toplama ve İşleme, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme ve Düzenleme
5. **Tennur YERLİSU LAPA:** Fikir/Kavram, Tasarım, Analiz ve Yorumlama, Denetleme, Eleştirel İnceleme ve Düzenleme

Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

Kurul Adı: Akdeniz Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu
Tarih: 26/04/2024
Sayı No: 181

KAYNAKÇA

1. **Abbas, A. A., ve Al Hasnawia, H. H. (2020).** Role of psychological contract breach and violation in generating emotional exhaustion: The mediating role of job procrastination. *Cuadernos de Gestión*, 20(2),15-28. <https://doi.org/10.5295/cdg.181021aa>
2. **Allom, V., ve Mullan, B. (2011).** Self-regulation versus habit: The influence of self-schema on fruit and vegetable consumption. *Psychology & Health*, 27(sup2), 7–24. <https://doi.org/10.1080/08870446.2011.605138>
3. **Alpar, R. (2017).** *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler* (5. Baskı). Detay Yayıncılık.
4. **Ayre, C., ve Scally, A. J. (2014).** Critical values for Lawshe's content validity ratio: Revisiting the original methods of calculation. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 47(1), 79-86. <https://doi.org/10.1177/0748175613513808>
5. **Balkis, M. (2006).** *Öğretmen adaylarının davranışlarındaki erteleme eğiliminin, düşünme ve karar verme tarzları ile ilişkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
6. **Balkis, M., ve Duru, E. (2022).** Irrational/rational beliefs, procrastination, and life satisfaction: An empirical assessment of REBT models of psychological distress and psychological health. *Journal of Rational - Emotive and Cognitive - Behavior Therapy*, 40(3), 566-582. <https://doi.org/10.1007/s10942-021-00428-w>
7. **Berk, Ö., Altunışık, R., Eskiler, E., ve Sarıkaya, N. (2021).** Lay (1986)'nın genel erteleme ölçeğinin güvenilirlik ve geçerlilik araştırması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 614-626. <https://doi.org/10.36362/gumus.899226>
8. **Beshears, J., Lee, H. N., Milkman, K. L., Mislavsky, R., ve Wisdom, J. (2021).** Creating exercise habits using incentives: The trade-off between flexibility and routinization. *Management science*, 67(7), 4139-4171. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2020.3706>
9. **Burcas, S., ve Crețu, R. Z. (2021).** Perfectionism and Neuroticism: Evidence for a common genetic and environmental etiology. *Journal of Personality*, 89(4), 819-830. <https://doi.org/10.1111/jopy.12617>
10. **Burrell, G., ve Morgan, G. (1979).** *Sociological paradigms and organisational analysis: Elements of the sociology of corporate life* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315609751>
11. **Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö., Karadeniz, S., ve Demirel, F. (2014).** *Bilimsel araştırma yöntemleri* (17. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
12. **Can, A. (2018).** *SPSS ile Bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (11. Baskı). Pegem Atf İndeksi.
13. **Chen, F. F. (2007).** Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14(3), 464-504. <https://doi.org/10.1080/10705510701301834>
14. **Chen, F. F., Sousa, K. H., ve West, S. G. (2005).** Teacher's corner: Testing measurement invariance of second-order factor models. *Structural equation modeling*, 12(3), 471-492. https://doi.org/10.1207/s15328007sem1203_7
15. **Chen, S., Liao, J., Wang, X., Wei, M., ve Liu, Y. (2023).** Bidirectional relations between problematic smartphone use and bedtime procrastination among Chinese university students: Self-control as a mediator. *Sleep Medicine*, 112, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2023.09.033>
16. **Codina, N., Pestana, J. V., Valenzuela, R., ve Giménez, N. (2020).** Procrastination at the core of physical activity (PA) and perceived quality of life: A new approach for counteracting lower levels of PA practice. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3413. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103413>
17. **Çokluk, Ö., Şekerciöglü, G., ve Büyüköztürk, Ş. (2012).** *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (2. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
18. **DeVellis, R. F., ve Thorpe, C. T. (2021).** *Scale development: Theory and applications* (5nd ed.). Sage Publications.
19. **Ellis, A. ve Knaus, W. J. (1979).** *Overcoming procrastination: Or, how to think and act rationally in spite of life's inevitable hassles*. Signet.
20. **Faulkner, J., O'brien, W. J., McGrane, B., Wadsworth, D., Batten, J., Askew, C. D., ... ve Lambrick, D. (2021).** Physical activity, mental health and well-being of adults during initial COVID-19 containment strategies: A multi-country cross-sectional analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 24(4), 320-326. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.11.016>
21. **Ferrari, J. R. (1991).** Compulsive procrastination: Some self-reported characteristics. *Psychological Reports*, 68(2), 455-458. <https://doi.org/10.2466/pr0.1991.68.2.455>
22. **Ferrari, J. R., ve Emmons, R. A. (1995).** Methods of procrastination and their relation to self-control and self-reinforcement: An exploratory study. *Journal of Social Behavior and Personality*, 10(1), 135-142.
23. **Ferrari, J. R., ve Tice, D. M. (2000).** Procrastination as a self-handicap for men and women: A task-avoidance strategy in a laboratory setting. *Journal of Research in Personality*, 34(1), 73-83. <https://doi.org/10.1006/jrpe.1999.2261>
24. **Gautam, A., Polizzi, C. P., ve Mattson, R. E. (2023).** Mindfulness, procrastination, and anxiety: Assessing their interrelationships. *Psychology of Consciousness: Theory, Research, and Practice*, 10(4), 441-453. <https://doi.org/10.1037/cns0000209>

25. Gökalp, Z. Ş., Saritepeci, M., ve Durak, H. Y. (2023). The relationship between self-control and procrastination among adolescents: The mediating role of multi screen addiction. *Current Psychology*, 42, 13192-13203. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-02472-2>
26. Gustavson, D. E., Miyake, A., Hewitt, J. K., ve Friedman, N. P. (2014). Genetic relations among procrastination, impulsivity, and goal-management ability: Implications for the evolutionary origin of procrastination. *Psychological Science*, 25(6), 1178-1188. <https://doi.org/10.1177/0956797614526260>
27. Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., ve Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: A pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *The Lancet Global Health*, 6(10), e1077-e1086. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7)
28. Günbayı, I., ve Sorm, S. (2018). Social paradigms in guiding social research design: The functional, interpretive, radical humanist and radical structural paradigms. *Online Submission*, 9(2), 57-76.
29. Haghbin, M., ve Pychyl, T. A. (2016). Measurement of health-related procrastination: Development and validation of the Exercise and Healthy Diet Procrastination Scales. In F. M. Sirois & T. A. Pychyl (Eds.), *Procrastination, health, and well-being* (pp. 121–142). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802862-9.00006-2>
30. Hailikari, T., Katajavuori, N., ve Asikainen, H. (2021). Understanding procrastination: A case of a study skills course. *Social Psychology of Education*, 24(2), 589-606. <https://doi.org/10.1007/s11218-021-09621-2>
31. Hair, J., Black, W. C., Babin, B. J., ve Anderson, R. E. (2009). *Multivariate data analysis* (7. baskı). Prentice-Hall.
32. Hambleton, R., ve Patsula, L. (1999). Increasing the validity of adapted tests: Myths to be avoided and guidelines for improving test adaptation practices. *Applied Testing Technology Journal*, 1(1), 1-30.
33. Horn, J. L., McArdle, J. J., ve Mason, R. (1983). When is invariance not invariant: A practical scientist's look at the ethereal concept of factor invariance. *Southern Psychologist*, 1(4), 179-188.
34. IPAQ Research Committee (2005). Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)-short and long forms. https://ugc.futurelearn.com/uploads/files/bc/c5/bcc53b14-ec1e-4d90-88e3-1568682f32ae/IPAQ_PDF.pdf
35. Job, V., Walton, G. M., Bernecker, K., ve Dweck, C. S. (2015). Implicit theories about willpower predict self-regulation and grades in everyday life. *Journal of Personality and Social Psychology*, 108(4), 637-647. <https://doi.org/10.1037/pspp0000014>
36. Johansson, F., Rozentel, A., Edlund, K., Côté, P., Sundberg, T., Onell, C., Rudman, A., ve Skillgate, E. (2023). Associations between procrastination and subsequent health outcomes among university students in Sweden. *JAMA Network Open*, 6(1), e2249346. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.49346>
37. Jung, M. E., Bourne, J. E., ve Little, J. P. (2014). Where does HIT fit? An examination of the affective response to high-intensity intervals in comparison to continuous moderate-and continuous vigorous-intensity exercise in the exercise intensity-affect continuum. *PLoS one*, 9(12), e114541. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114541>
38. Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (5. baskı). Asil Yayın Dağıtım.
39. Kamphorst, B. A., Nauts, S., De Ridder, D. T., ve Anderson, J. H. (2018). Too depleted to turn in: The relevance of end-of-the-day resource depletion for reducing bedtime procrastination. *Frontiers in Psychology*, 9, 252. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00252>
40. Karademir, Ç. (2023). The relationship between self-control and general procrastination in university students: The mediating role of optimism. *The Universal Academic Research Journal*, 5(3), 182-197. <https://doi.org/10.55236/tuara.1345561>
41. Karas, D., ve Spada, M. M. (2009). Brief cognitive-behavioural coaching for procrastination: A case series. *Coaching: An International Journal of Theory, Research and Practice*, 2(1), 44–53. <https://doi.org/10.1080/17521880802379700>
42. Kelly, S. M., ve Walton, H. R. (2021). "I'll work out tomorrow": The procrastination in exercise scale. *Journal of Health Psychology*, 26(13), 2613–2625. <https://doi.org/10.1177/1359105320916541>
43. Kenny, D. A., ve McCoach, D. B. (2003). Effect of the number of variables on measures of fit in structural equation modeling. *Structural equation modeling*, 10(3), 333-351. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM1003_1
44. Kılıç, S. (2013). Örnekleme yöntemleri. *Journal of Mood Disorders*, 3(1), 44-46. <https://doi.org/10.5455/jmood.20130325011730>
45. Köse, E., Yerlisu Lapa, T., ve Günbayı, İ. (2021). Social paradigms shaping leisure research designs: A systematic review. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 23(2), 230-244. <https://doi.org/10.15314/tsed.918869>
46. Kühnel, J., Bledow, R. ve Kuonath, A. (2023). Overcoming procrastination: Time pressure and positive affect as compensatory routes to action. *Journal of Business and Psychology*, 38, 803–819. <https://doi.org/10.1007/s10869-022-09817-z>
47. Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
48. Lay, C. H. (1986). At last, my research article on procrastination. *Journal of Research in Personality*, 20(4), 474-495. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(86\)90127-3](https://doi.org/10.1016/0092-6566(86)90127-3)

49. **Ledesma, R. D. ve Valero-Mora, P. (2007).** Determining the number of factors to retain in EFA: An easy-to-use computer program for carrying out parallel analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 12(1): 2. <https://doi.org/10.7275/wjnc-nm63>
50. **Lee, D. G., Kelly, K. R., ve Edwards, J. K. (2006).** A closer look at the relationships among trait procrastination, neuroticism, and conscientiousness. *Personality and Individual Differences*, 40(1), 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.05.010>
51. **Lina, M., Yang, L., ve Qing, G. (2023).** The mediating effect of achievement motivation on mindfulness and procrastination behavior of nursing students: A correlational study. *Medicine*, 102(12), e33327. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000033327>
52. **Mann, L., Burnett, P., Radford, M., ve Ford, S. (1997).** The melbourne decision making questionnaire: An instrument for measuring patterns for coping with decisional conflict. *Journal of Behavioral Decision Making*, 10(1), 1-19. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0771\(199703\)10:1<1::AID-BDM242>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0771(199703)10:1<1::AID-BDM242>3.0.CO;2-X)
53. **Mann, T., de Ridder, D., ve Fujita, K. (2013).** Self-regulation of health behavior: Social psychological approaches to goal setting and goal striving. *Health Psychology*, 32(5), 487-498. <https://doi.org/10.1037/a0028533>
54. **Marquez, D. X., Aguiñaga, S., Vásquez, P. M., Conroy, D. E., Erickson, K. I., Hillman, C., ... ve Powell, K. E. (2020).** A systematic review of physical activity and quality of life and well-being. *Translational behavioral medicine*, 10(5), 1098-1109. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibz198>
55. **Meng, X., Pan, Y., ve Li, C. (2024).** Portraits of procrastinators: A meta-analysis of personality and procrastination. *Personality and Individual Differences*, 218, 112490. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2023.112490>
56. **Meredith, W. (1993).** Measurement invariance, factor analysis and factorial invariance. *Psychometrika*, 58(4), 525-543. <https://doi.org/10.1007/BF02294825>
57. **Moon, S. M., ve Illingworth, A. J. (2005).** Exploring the dynamic nature of procrastination: A latent growth curve analysis of academic procrastination. *Personality and Individual Differences*, 38(2), 297-309. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2004.04.009>
58. **Öztürk, M. (2005).** Üniversitede eğitim-öğretim gören öğrencilerde uluslararası fiziksel aktivite anketinin geçerliliği ve güvenilirliği ve fiziksel aktivite düzeylerinin belirlenmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
59. **Rad, H. S., Samadi, S., Sirois, F. M., ve Goodarzi, H. (2023).** Mindfulness intervention for academic procrastination: A randomized control trial. *Learning and Individual Differences*, 101, 102244. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102244>
60. **Rothblum, E. D., Solomon, L. J., ve Murakami, J. (1986).** Affective, cognitive, and behavioral differences between high and low procrastinators. *Journal of Counseling Psychology*, 33(4), 387-394. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.33.4.387>
61. **Sağlık Bakanlığı. (2022).** Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2022 (Yayın No: 1279). Sağlık Bakanlığı Yayınları. Erişim tarihi: 19 Aralık 2024, <https://www.saglik.gov.tr/TR-103184/saglik-istatistikleri-yilligi-2022-yayinlanmistir.html>
62. **Salguero-Pazos, M. R., ve Reyes-de-Cózar, S. (2023).** Interventions to reduce academic procrastination: A systematic review. *International Journal of Educational Research*, 121, 102228. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2023.102228>
63. **Shi, D., Lee, T., ve Maydeu-Olivares, A. (2019).** Understanding the model size effect on SEM fit indices. *Educational And Psychological Measurement*, 79(2), 310-334. <https://doi.org/10.1177/0013164418783530>
64. **Sirois, F. M. (2023).** Procrastination and stress: A conceptual review of why context matters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 5031. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065031>
65. **Sirois, F. M., ve Biskas, M. (2024).** Procrastination and health in nurses: Investigating the roles of stress, health behaviours and social support. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(7), 898. <https://doi.org/10.3390/ijerph21070898>
66. **Sirois, F. M., ve Pychyl, T. (2013).** Procrastination and the priority of short-term mood regulation: Consequences for future self. *Social and Personality Psychology Compass*, 7(2), 115-127. <https://doi.org/10.1111/spc3.12011>
67. **Sirois, F. M., Yang, S., ve Van Eerde, W. (2019).** Development and validation of the General Procrastination Scale (GPS-9): A short and reliable measure of trait procrastination. *Personality and Individual Differences*, 146, 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.03.039>
68. **Steel, P. (2007).** The nature of procrastination: A meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure. *Psychological Bulletin*, 133(1), 65-94. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.65>
69. **Steenkamp, J.-B. E., ve Baumgartner, H. (1998).** Assessing measurement invariance in cross-national consumer research. *Journal of consumer research*, 25(1), 78-90. <https://doi.org/10.1086/209528>
70. **Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., ve Ullman, J. B. (2013).** *Using multivariate statistics*. Boston, MA: Pearson.
71. **Tibbett, T. P., ve Ferrari, J. R. (2019).** Return to the origin: What creates a procrastination identity? *Current Issues in Personality Psychology*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.5114/cipp.2018.75648>
72. **Tice, D. M., ve Baumeister, R. F. (1997).** Longitudinal study of procrastination, performance, stress, and health: The costs and benefits of dawdling. *Psychological Science*, 8(6), 454-458. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1997.tb00460.x>
73. **Tuckman, B. W. (1991).** The development and concurrent validity of the procrastination scale. *Educational and Psychological Measurement*, 51(2), 473-480. <https://doi.org/10.1177/0013164491512022>

74. **Türkiye İstatistik Kurumu. (2022).** *Türkiye Sağlık Araştırması 2022.* Erişim tarihi: 19 Aralık 2024, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Turkiye-Health-Survey-2022-49747>
75. **Weinstein, N. D. (1980).** Unrealistic optimism about future life events. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(5), 806-820. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.39.5.806>
76. **World Health Organization (WHO). (2010).** Global recommendations on physical activity for health. Retrieved April 2, 2024 from <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979>
77. **World Health Organization (WHO). (2022).** WHO european regional obesity report 2022. world health organization. Regional office for europe. Retrieved April 3, 2024 from <https://iris.who.int/handle/10665/353747>
78. **Yang, Z., Huang, J., Li, Z., Xu, H., ve Guo, C. (2023).** The effect of smartphone addiction on the relationship between psychological stress reaction and bedtime procrastination in young adults during the COVID-19 pandemic. *BMC Psychiatry*, 23(1), 813. <https://doi.org/10.1186/s12888-023-05276-9>
79. **Yaşhoğlu, M. M. (2017).** Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: Keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46, 74-85.
80. **Zhang, W., Xu, M., Feng, Y., Mao, Z., ve Yan, Z. (2024a).** The effect of procrastination on physical exercise among college students-The chain effect of exercise commitment and action control. *International Journal of Mental Health Promotion*, 26(8), 611-622. <https://doi.org/10.32604/ijmhp.2024.052730>
81. **Zhang, Y., Tian, M., Yang, J., Xi, Y., Li, Z., ve Wang, L. (2024b).** The effects of procrastination on physical activity among Chinese university students: the chain-mediated effects of time management disposition and exercise motivation. *Frontiers in Psychology*, 15, 1433880. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1433880>
82. **Zhao, Z., ve Kou, Y. (2024).** Effect of short video addiction on the sleep quality of college students: Chain intermediary effects of physical activity and procrastination behavior. *Frontiers in Psychology*, 14, 1287735. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1287735>
83. **Zhuan, S., Cao, J., Ye, Y., Li, H., Zhang, Q., ve Wang, X. (2024).** The relationship between physical activity and procrastination behavior among Chinese university students: a chain mediated effect of body self-esteem and overall self-esteem. *Frontiers in Public Health*, 12, 1434382. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1434382>

İnspiratuar Kas Kuvvetinin Aerobik ve Anaerobik Performans, Vücut Kompozisyonu ve Solunum Fonksiyon Değişkenleri ile İlişkisi

The Relationship Between Inspiratory Muscle Strength and Aerobic and Anaerobic Performance, Body Composition, and Pulmonary Function Variables

¹Ufuk Can GÖK

ORCID No: 0009-0002-7135-6066

²Murat KOÇ

ORCID No: 0000-0001-9103-8554

²Özge MACİT

ORCID No: 0000-0003-1153-6890

¹Gülsüm ARSLANTÜRK

ORCID No: 0009-0002-2063-9795

²Betül COŞKUN

ORCID No: 0000-0002-0349-5593

¹Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Kayseri

Yazışma Adresi

Corresponding Address:

Dr. Öğr. Üyesi Betül COŞKUN

Erciyes Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

E-posta: betulcoskun@erciyes.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 04.12.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 03.01.2025

ÖZ

Solunum kas kuvveti antrenmanlarının, aerobik ve anaerobik güç üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmesine karşılık, solunum kas kuvveti ile bağlantılı potansiyel değişkenlerle ilişkisini inceleyen çalışmalar yok denecek kadar azdır. Çalışmamızın amacı, inspiratuar kas kuvveti ile aerobik güç ve anaerobik güç arasındaki ilişkinin incelenmesidir. İkincil olarak da inspiratuar kas kuvvetinin, vücut kompozisyonu ve solunum fonksiyon testi sonuçları ile ilişkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmaya, Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören fiziksel olarak aktif 23 gönüllü erkek (yaş=21.13±2.46 yıl, boy=177.39±6.08 cm, kilo=74.83±12.52 kg) öğrenci katılmıştır. Powerbreathe K5 cihazı ile inspiratuar solunum kas kuvveti, 20m mekik koşusu ile maksimal oksijen tüketimi (VO_{2maks}), 30 saniye Wingate anaerobik güç testi ile anaerobik kapasite ve spirometre ile solunum fonksiyonu belirlenmiştir. Değişkenler arasındaki ilişki, Pearson ve Spearman korelasyon analizleriyle incelenmiştir. S-indeks ile vücut yağ kütlesi (r=-0.049), yağ yüzdesi (r=-0.038), yağsız kütle (r=0.251) ve vücut kütle indeksi (r=0.118) değerleri arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır (p>0.05). S-indeks ile VO_{2maks} (46.63±6.14 ml/kg/dk) (r=0.460, p=0.027) arasında orta düzeyde anlamlı ilişki bulunurken; KAH_{din} (85.5±10.5 atım/dk) (r=0.281), Laktat_{din} (1.32±0.51mmol/L) (r=0.186), mekik testi bitiminde ölçülen KAH_{test-sonu} (184.6±17.57atım/dk) (r=0.096) ve Laktat_{test-sonu} (11.4±2.58mmol/L) (r=0.155) değerleri ile anlamlı ilişki bulunmamıştır. S-indeks değeri, anaerobik kapasite değişkenlerinden maksimum güç (r=0.565, p=0.005), minimum güç (r=0.668, p=0.001), ortalama güç (r=0.681, p=0.001), minimum relatif güç (r=0.551, p=0.006) ve ortalama relatif güç (r=0.567, p=0.005) değerleriyle ve solunum fonksiyon testi değişkenlerinden FVC (r=0.522, p=0.015), FEV1 (r=0.635, p=0.002), VC (r=0.694, p=0.001) ve MVV (r=0.745, p=0.001) değerleri ile güçlü düzeyde anlamlı ilişki göstermiştir (p<0.05). Inspiratuar kas kuvvetinin, aerobik güç ile orta düzeyde, anaerobik güç ile kuvvetli düzeyde pozitif anlamlı ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anaerobik güç, Maksimal oksijen tüketimi, Solunum kas kuvveti

ABSTRACT

Although it is known that respiratory muscle strength training has positive effects on aerobic and anaerobic power, very few studies examine the correlation with potential variables related to respiratory muscle strength. This study aims to test the relationship between respiratory muscle strength and aerobic and anaerobic power. The secondary objective is to evaluate its relationship with body composition and respiratory function test results. Twenty-three physically active male volunteers (age=21.13±2.46 years, height=177.39±6.08 cm, weight=74.83±12.52 kg) from Erciyes University Faculty of Sports Sciences participated in this study. The test of inspiratory muscle strength by a Powerbreathe K5-device, maximal oxygen consumption (VO_{2max}) by a 20-m shuttle-run test, respiratory function tests by a spirometer, and 30-second Wingate anaerobic power tests were performed. The correlation between variables was examined by Pearson and Spearman correlation analyses. No significant correlation was found between S-index and body fat-mass (r=-0.049), body fat-percentage (r=-0.038), fat-free mass (r=0.251), and body mass index (r=0.118) (p>0.05). While S-index was found to have a moderately significant relationship with VO_{2max} (46.63±6.14 ml/kg/min) (p=0.027, r=0.460), it has no significant relationship with HR_{rest} (85.5±10.5 beats/min) (r=0.281), Lactate_{rest} (1.32±0.51 mmol/L) (r=0.186), and HR_{test-end} (184.6±17.57 beats/min) (r=0.096) and Lactate_{test-end} (11.4±2.58 mmol/L) (r=0.155) values measured immediately at the end of the shuttle-run test. S-index value showed a strong significant correlation (p<0.05) with peak power (r=0.565, p=0.005), minimum power (r=0.668, p=0.001), mean power (r=0.681, p=0.001), minimum relative power (r=0.551, p=0.006) and mean relative power (r=0.567, p=0.005) values, and also, with FVC (r=0.522, p=0.015), FEV1 (r=0.635, p=0.002), VC (r=0.694, p=0.001) and MVV (r=0.745, p=0.001) values. It was concluded that inspiratory muscle strength had a significant-moderate correlation with aerobic power and a significant-strong correlation with anaerobic power.

Keywords: Anaerobic power, Maximal oxygen consumption, Respiratory muscle strength

Yazar notları: Bu çalışma "Genç erkeklerde solunum kas kuvvetinin aerobik ve anaerobik gücü etkileyen bazı değişkenler ile ilişkisi" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Yazarlar arasında, çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

GİRİŞ

Genel olarak rehabilitasyon alanında kullanılan inspiratuar kas antrenmanı (İKA), solunum kaslarının işlevini iyileştirmeyi amaçlayan bir dizi spesifik solunum egzersizlerinden oluşmaktadır (Beaumont ve diğ., 2015; Elbouhy ve diğ., 2014). Solunum kaslarının güçlendirilmesiyle ilişkili olduğundan, sportif performansı artırmak için de etkili bir araç haline dönüşmüş (Karsten ve diğ., 2018) ve sporcular tarafından kullanımı da yaygınlaşmıştır (Alnuman ve Alshamasneh, 2022; Lorca-Santiago ve diğ., 2020; Nunes Júnior ve diğ., 2018). Ayrıca konuyla ilgili yapılan akademik yayınların sayısı da giderek artmıştır (Fernández-Lázaro ve diğ., 2021; Júnior ve diğ., 2015). Örneğin gerek akut (Aktuğ ve diğ., 2022) gerek ise kronik (Beyaz ve diğ., 2024; Koç ve Sarıtas, 2019) olarak uygulanan solunum kası egzersizlerinin maksimal oksijen tüketimi (VO_{2maks}) üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu belirten çalışmalar mevcuttur. Aktuğ ve diğerleri (2022) akut olarak uyguladıkları farklı solunum kası ısınmalarının VO_{2maks} 'da artışa neden olduğunu ve bu artışın özellikle maksimum inspiratuar basıncın (MIP) %40'ı ile uygulanan aletli solunum kası ısınmasında daha yüksek bulunduğunu belirtmiştir. Beyaz ve diğerleri (2024) yine MIP basıncının %40'ında 8 hafta uygulanan aletli solunum kası antrenmanları sonucunda hem 4. haftada hem de 8. haftada kestirilen VO_{2maks} değerinde anlamlı gelişme bulmuştur. Volianitis ve diğerleri (2001), kadın yarışmacı sporcular üzerinde uygulamış oldukları inspiratuar kas antrenmanı sonucunda 4 hafta sonrasında alınan 5000 m performans denemesinde anlamlı iyileşmeler bulmuştur.

Solunum kas antrenmanlarının aerobik güç üzerine olduğu gibi (Bahcecioğlu ve Yapıcıoğlu, 2023; Beyaz ve diğ., 2024; Hartz ve diğ., 2018; Koç ve Sarıtas, 2019), anaerobik güç (Bahcecioğlu ve Yapıcıoğlu, 2023; Çevik ve Bostancı, 2024; Koç ve Sarıtas, 2019) üzerine de olumlu etkileri olduğunu raporlayan çalışmalar da mevcuttur. Bunlara karşılık, Williams ve diğerleri (2002) dayanıklılık sporcularında spesifik inspiratuar kas antrenmanının solunum kas kuvveti ve dayanıklılığını önemli ölçüde geliştirdiğini ancak solunum kas fonksiyonundaki bu gelişmelerin VO_{2maks} 'a aktarılamadığını tespit etmişlerdir (Williams ve diğ., 2002). Benzer şekilde, Ozmen ve diğerleri (2017) de futbolcularda yapmış oldukları çalışmada 5 haftalık solunum kas antrenmanı sonucunda MIP'de artış bulurken, mekik koşusundan tahmin edilen VO_{2maks} değerinde gelişme saptamamışlardır. Beyaz ve diğerleri (2024), erkek futbolcular üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, 8 haftalık aletli solunum kası egzersizlerinin MIP'de anlamlı artış sağladığını ancak anaerobik güç düzeyinde anlamlı bir gelişim sağlamadığını tespit etmişlerdir. Çalışmalardaki İKA antrenmanları ile solunum kas kuvvetinde edinilen gelişmelerin aerobik ve anaerobik güç performansına yansıtılamaması, solunum kas kuvveti ile hangi potansiyel değişkenlerin ilişkili olduğunun araştırılmasını gerekli ve önemli kılmıştır. Ancak bu tür çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Yalnızca McConnell ve diğerlerinin (1997) yaptığı çalışmada, mekik koşusundan tahmin edilen VO_{2maks} ile inspiratuar zirve basınç arasında bir ilişki bulunmamıştır. Benzer şekilde, Deliceoğlu ve diğerleri (2024) de çalışmalarında relatif VO_{2maks} ile MIP arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Ancak Jurić ve diğerleri (2019), kardiyopulmoner egzersiz testinde, MIP'in, egzersizin anaerobik bölümünde ventilasyonun etkinliğini belirleyici faktörlerden biri olduğunu tespit etmişlerdir. Uzun süre devam ettirilen yüksek şiddetli egzersizlerde, artan solunum kası çalışmasına ve dispneye yanıt olarak solunum kası yorgunluğu oluşmaktadır (Hartz ve diğ., 2018). Fiziksel egzersizler sırasında inspiratuar kas çalışmasındaki artış, metaboreflaksin daha fazla aktivasyonuna neden olmaktadır. Böylece kan dolaşımında özel adaptasyonlara yol açarak periferik kan akışının uzuvlardan diyaframa ve diğer inspiratuar kaslara yönlendirilmesine neden olmaktadır (Pereira ve diğ., 2016). İspiratuar bir kas olan diyaframda yorgunluğu etkileyen faktörler arasında sadece egzersiz şiddeti değil, aynı zamanda egzersiz süresi de yer almaktadır (Sugiura ve diğ., 2009). Çalışmamızda hem kısa süreli-yüksek şiddetli hem de artan yüklenme temeline dayanan maksimal egzersizde elde edilen performanslar ile inspiratuar kas kuvveti arasındaki ilişki incelenmiştir.

Ayrıca Jurić ve diğerlerinin (2019) çalışmasında, yüksek solunum kas kuvveti (P_{Imax}), yüksek vücut kas kütlesi (yağsız vücut kütlesi) ile ilişkilendirilmiştir. Bu iki değişkenin de egzersizin anaerobik bölümünde ventilasyonun etkinliği için bağımsız belirleyiciler olarak hareket ettiği görülmüştür (Jurić ve diğ., 2019). Solunum kas kuvvetinin, vücut kompozisyonu ve antrenman geçmişi gibi faktörlere bağlı olarak değişebildiği bildirilmektedir (Hackett, 2020). Öte yandan solunum kas kuvvetinin, solunum fonksiyon testleri ile de değerlendirilebileceği (Ulubay, 2017) ancak solunum kasları ile akciğer fonksiyonunun beraber değerlendirilmesinin daha verimli olacağı (Syabbalo, 1998) bildirilmektedir.

Bu yüzden, çalışmamızın amacı inspiratuar kas kuvveti ile aerobik ve anaerobik güç arasındaki ilişkinin incelenmesi ve yine bunlarla ilişkili olabileceği düşünülen vücut kompozisyonu ve solunum fonksiyon test sonuçlarının da değerlendirilmesidir.

YÖNTEM

Katılımcılar: Bu çalışmaya, Spor Bilimleri Fakültesi'nde öğrenim gören, fiziksel olarak aktif 23 erkek öğrenci (yaş: 21.13 ± 2.46 yıl, boy: 177.39 ± 6.08 cm, vücut ağırlığı: 74.83 ± 12.5 kg) gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar, alkol ve sigara bağımlılığı bulunmayan, kronik solunum veya kardiyovasküler rahatsızlığı olmayan bireylerden seçilmiştir. Katılımcılar, yarışma sporcusu olmayan ancak ACSM (2013)'nin fiziksel aktif tanımına uyan (haftada en az 3 gün, günde 20 dk veya üzeri zorlayıcı aktiviteye katılan; ya da en az 5 gün, günde 30 dk veya üzeri orta şiddetli aktivite/yürüyüşe katılan; ya da en az 5 gün orta ve zorlayıcı aktivite karışımı egzersize dahil olan) bireylerden oluşmaktadır.

Katılımcı sayısı, G Power 3.1.9.7 güç analiz programı ile hesaplanmıştır. 0.05 (α) anlamlılık düzeyinde, %80 istatistiksel güç ve 0.50 etki büyüklüğü için korelasyon analizi dikkate alınarak yapılan hesaplama göre 29 katılımcıya ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Çalışmaya 30 katılımcı ile başlanmış ancak 23 katılımcı ile testler tamamlanabilmiştir. Katılımcı kaybı, çalışmamızdaki testlerle alakalı bir gerekçeden kaynaklanmamıştır. Katılımcılar, çalışmaya vakit ayıramayacaklarını ve kişisel nedenlerle ayrıldıklarını bildirmişlerdir).

Katılımcılar, ilk test gününde ölçümler hakkında bilgilendirilmiş ve "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"nu doldurmuştur. Ölçümler öncesinde yüksek şiddetli fiziksel aktivitelere katılmamaları konusunda uyarılmıştır. Bu çalışma için Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2022/198 Karar No ve 09.03.2022 tarihli onay alınmıştır.

Verilerin Toplanması: Katılımcılara vücut kompozisyonu ölçümleri, inspiratuar kas kuvveti ölçümü, solunum fonksiyon testleri, 20m mekik koşusu testi ve Wingate anaerobik güç testi yapılmıştır. Testlerin, her bir katılımcı için günün aynı saatinde (14:00-16:00) yapılmasına dikkat edilmiştir. Verilerin toplanması ile ilgili araştırma deseni Şekil 1'de verilmiştir.

Vücut kompozisyonu ölçümleri: Katılımcıların boy uzunlukları, hassasiyeti 0,01 m olan SECA portatif boy ölçer (Seca 213, Hamburg, Almanya) ile elde edilmiştir. Vücut kompozisyonları, TANITA BC 418 vücut kompozisyon cihazı kullanılarak biyoelektrik impedans analizi ile ölçülmüştür. Ölçümün geçerli olabilmesi için katılımcının hidrasyon seviyesinin normal olduğundan emin olmak amacıyla, katılımcılar testin 4 saat öncesinde yeme-içmeye ve 12 saat öncesinde de fiziksel aktivite yapmaya son vermiş olmaları ve testten 30 dk öncesine kadar idrara çıkmış olmaları konusunda uyarılmışlardır (ACSM, 2010). Cihazdan elde edilen vücut ağırlığı, vücut yağ kütlesi (VYK), vücut yağ yüzdesi (VYY), yağsız vücut kütlesi (YVK) ve vücut kütle indeksi (VKİ) değerleri analizlerde kullanılmıştır.

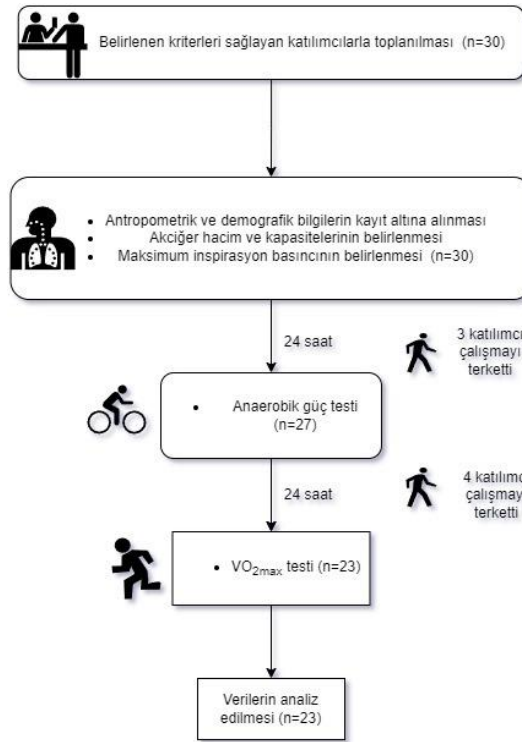
İnspiratuar kas kuvveti ölçümü: İspiratuar kas kuvveti, Power Breathe K5 (HaB International Ltd, İngiltere) cihazı ile maksimum inspiratuar basınç (MIP) testi ile belirlenmiştir. Solunum kaslarının fonksiyonel kapasitesini belirlemek için en yaygın kullanılan yöntemlerden birisi de basit ve non-invaziv yöntem olan, maksimal inspiratuar ağız

basıncının (PImax) ölçülmesidir (Klusiewicz ve diğ., 2014). Teknolojinin gelişmesi ile POWERbreathe® K5 (POWERbreathe International Ltd, Warwickshire, İngiltere) gibi cihazlar ile genel inspiratuar kas kuvveti indeksi (S-indeks olarak adlandırılan) elde edilerek solunum kası performansı değerlendirilir. Bu indeks, bireylerin cmH₂O cinsinden ifade edilen maksimum inspiratuar basıncını dolaylı olarak tahmin eder (Minahan ve diğ., 2015). S-indeks testi, dinamik manevralar kullandığından, geleneksel statik spirometri ölçümlerine göre daha spesifik ve işlevsel bir değerlendirme olanağı sunabileceği için spor ortamında maksimum inspirasyon basıncını değerlendirmede önerilmektedir (Kowalski ve Klusiewicz, 2023).

MIP testi için katılımcıdan öncelikle akciğerlerdeki havanın boşaltılması ve takiben maksimum düzeyde derin ve güçlü bir nefes alması istenmiştir (Hackett, 2020). 8 nefes ile ölçülen en iyi sonuç cmH₂O cinsinden (cihazın S-indeks olarak sunduğu değer ile) analizlerde kullanılmıştır (Koç ve diğ., 2025; Kowalski ve Klusiewicz, 2023).

Şekil 1

Araştırma Deseni



Solunum fonksiyon testleri: Solunum fonksiyon testleri, Pony FX Flow Safe (İtalya) marka model cihaz ile her katılımcı için ayrı bir karton ağızlık kullanılarak alınmıştır. Katılımcı oturur vaziyette, burnu mandal yardımı ile kapatılarak ve ağızda boşluk kalmayacak şekilde cihaz ağızına yerleştirilerek test edilmiştir. Amerikan Toraks Derneği ve Avrupa Solunum Derneği'nin standartlarına uygun şekilde, zorlu vital kapasite ve yavaş vital kapasite ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Graham ve diğ., 2019). Katılımcının 12 saniye süre ile olabildiğince hızlı ve derin nefes alıp vermesi ile maksimum istemli ventilasyon ölçümü yapılmıştır (Saryal ve Ulubay, 2022). İki dakika aralıklarla üç deneme alınarak, elde edilen en iyi değer analizlerde kullanılmıştır (Atan ve diğ., 2012; Saryal ve Ulubay, 2022; Tenório ve diğ., 2012). Testlerden elde edilen zorlu vital kapasite (FVC) (L), bir saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim (FEV1) (L), FEV1/FVC oranı (FEV1/FVC) (%), zirve ekspiratuar akım (PEF) (L/sn), vital kapasite (VC) (L), maksimal istemli ventilasyon (MVV) (L/dk) değişkenleri analizlerde kullanılmıştır.

20m mekik koşusu testi: Test, spor salonunda hazırlanan 20 m'lik parkurda yapılmıştır. Aerobik kapasitenin değerlendirilmesinde kullanılan saha testlerinden birisi olup, artan yüklenme temeline dayanan bir maksimal test protokolüdür (Stickland ve diğ., 2003). Maksimale ulaşıldığının teyiti için, testin öncesinde dinlenim laktat ve dinlenim kalp atım hızı; hemen bitiminde ise test-sonu laktat ve test-sonu kalp atım hızı ölçülmüştür. Laktat ölçümü için, parmak ucundan kan örneği alınarak, Lactat Scout 4.0 (EKF, Almanya) laktik asit ölçüm kiti ile analiz edilmiştir. Kalp atım hızı takibi ise Polar H10 kalp atım hızı monitorü (Polar H10, Finland) ile gerçekleştirilmiştir.

Başlangıç hızı 8.5 km/s hız olan ve her bir dakikada 0.5 km/s hızı artırılan testte, her sinyalde 20 m mesafe koşulmuştur (Leger ve diğ., 1988). Katılımcının iki sinyal sesine yetişemediği durumda test sonlandırılmıştır (Stickland ve diğ., 2003). Testin sonucunda, katılımcıların kestirimsel maksimum oksijen tüketim değerleri (VO_{2maks} , ml/kg/dk), tamamladıkları mekik seviyelerine göre Stickland ve diğerlerinin (2003) formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Stickland ve diğerleri (2003), genç yetişkinlerde VO_{2maks} tahmini için 20m mekik koşusu testinin doğruluğunu test ettikleri çalışmalarında, cinsiyet farkına göre oluşturmuş oldukları yeni denklemlerin daha doğru tahminler sağladığını öne sürmüşlerdir (erkekler için oluşturulan formül, Tahmini $VO_{2maks} = 2.75 \times A + 28.8$ ($r^2=0.77$, $SEE=4.07$ ml/kg/dk, A: mekik koşusu testinde tamamlanan seviye).

Anaerobik Güç Ölçümü: Bisiklet ergometresinde (Monark 824 E) Wingate anaerobik güç testi yapılmıştır. Test, katılımcının vücut ağırlığının %7.5 değerine karşılık gelen dış dirence karşı 30 sn uygulanmıştır (Koşar ve Hazır, 1994). Test öncesi, katılımcılara 4-6 saniyelik maksimal pedal hızında birkaç tane sprintin uygulandığı, düşük şiddette 5 dakikalık standart bir ısınma uygulanmıştır (Castañeda-Babarro, 2021). Test sonucunda maksimum güç (W), minimum güç (W) ve ortalama güç (W) değerleri elde edilmiştir. Bu değerler bireylerin vücut ağırlığına oranlanarak, maksimum relatif güç (W/kg), minimum relatif güç (W/kg) ve ortalama relatif güç (W/kg) değerleri hesaplanmıştır. Yorgunluk indeksi (%) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Koşar ve Hazır, 1994):

$$\text{Yorgunluk İndeksi (\%)} = \frac{\text{Maksimum Güç} - \text{Minimum Güç}}{\text{Maksimum Güç}} \times 100$$

Verilerin Analizi: Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu normallik testlerinden Shapiro-Wilk Testi ile kontrol edilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenler Pearson korelasyon testi, normal dağılım göstermeyenler Spearman korelasyon testi ile analiz edilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir. Korelasyon katsayısının ilişki düzeyi “ $r < 0.1$: önemsiz, $r > 0.1$ ile 0.3 : zayıf, $r > 0.3$ ile 0.4 : orta, $r > 0.4$ ile 0.7 : güçlü, $r > 0.7$ ile 0.9 : çok güçlü, $r > 0.9$: nerdeyse mükemmel ve $r = 1.0$: mükemmel ilişki” sınıflamasına göre değerlendirilmiştir (Hackett ve Sabag, 2021; Stone ve diğ., 2002). Veri analizi için IBM SPSS 29.0 paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmamıza katılan 23 gönüllü erkek öğrencinin yaş ortalaması 21.13 ± 2.46 yıl, boy uzunluğu 177.39 ± 6.08 cm, vücut ağırlığı 74.83 ± 12.5 kg olup, vücut kompozisyonu değişkenlerinden vücut yağ kütlesi (VYK) 12.19 ± 5.73 (kg), vücut yağ yüzdesi (VYY) 15.43 ± 4.84 (%), yağsız vücut kütlesi (YVK) 63.23 ± 7.33 (kg) ve vücut kütle indeksi (VKİ) 23.81 ± 3.30 kg/m² olarak tespit edilmiştir.

İnspiratuar kas kuvveti ile vücut kompozisyonu değişkenlerinden, VYK ($r=-0.049$, $p=0.838$), VYY ($r=-0.038$, $p=0.838$), YVK ($r=0.251$, $p=0.285$) ve VKİ ($r=0.118$, $p=0.622$) değerleri arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 1*İnspiratuar Kas Kuvveti ile Mekik Koşusu Testi Değişkenleri Arasındaki İlişki*

Değişken	S-indeks		VO ₂ maks	
	r	p	r	P
S-indeks	1			
Kestirilen VO₂maks	0.460*	0.027	1	
KAH_{din}	0.281	0.193	0.163	0.457
Laktat_{din}	0.186	0.396	-0.312	0.148
KAH_{test-sonu}	0.096	0.664	0.663**	0.001
Laktat_{test-sonu}	0.155	0.481	-0.032	0.884

**p< 0.01, *p< 0.05, S-indeks (cmH₂O): İspiratuar kas kuvveti, Kestirilen VO₂maks (ml/kg/dk): Kestirilen maksimum oksijen tüketimi, KAH_{din} (atım/dk): İstirahat kalp atım hızı, Laktat_{din} (mmol/L): İstirahat kan laktat değeri, KAH_{test-sonu} (atım/dk): Mekik testi sonu kalp atım hızı, Laktat_{test-sonu} (mmol/L): Mekik testi sonu kan laktat değeri.

Katılımcıların VO₂maks ortalaması 46.63 ± 6.14 ml/kg/dk ve S-indeks değeri 150.34 ± 28.08 cmH₂O olarak hesaplanmıştır. Mekik testi öncesi KAH_{din} 85.5 ± 10.5 atım/dk, Laktat_{din} 1.32 ± 0.51 mmol/L olarak bulunmuştur. Mekik testi bitiminde ölçülen KAH_{test-sonu} 184.6 ± 17.57 atım/dk ve Laktat_{test-sonu} 11.4 ± 2.58 mmol/L olarak tespit edilmiştir. S-indeks değeri ile VO₂maks (r= 0.460, p= 0.027) arasında orta düzeyde pozitif anlamlı ilişki olduğu görülmüştür (p< 0.05) (Tablo 1).

Wingate testi sonucunda elde edilen maksimum güç 936.72 ± 164.83 (W), ortalama güç 669.88 ± 122.95 (W), minimum güç 446.78 ± 87.36 (W) olarak bulunmuştur. Maksimum relatif güç 12.64 ± 2.11 (W/kg), ortalama relatif güç 9.02 ± 1.35 (W/kg), minimum relatif güç değerleri 6.03 ± 1.00 (W/kg) olarak bulunmuş, yorgunluk indeksi ise 51.72 ± 8.18 (%) olarak hesaplanmıştır. S-indeks değeri, Wingate testi sonuçlarından maksimum relatif güç ve yorgunluk indeksi dışındaki değişkenler ile güçlü düzeyde pozitif anlamlı ilişki göstermiştir (p< 0.01) (Tablo 2).

Tablo 2*İnspiratuar Kas Kuvveti ile Wingate Anaerobik Güç Testi Sonuçları Arasındaki İlişki*

Değişken	S-indeks	
	r	P
Maksimum güç (W)	0.565**	0.005
Minimum güç (W)	0.668**	0.001
Ortalama güç (W)	0.681**	0.001
Maksimum relatif güç (W/kg)	0.317	0.140
Minimum relatif güç (W/kg)	0.551**	0.006
Ortalama relatif güç (W/kg)	0.567**	0.005
Yorgunluk indeksi (%)	-0.193	0.377

**p< 0.01, *p< 0.05 S-indeks (cmH₂O): İspiratuar kas kuvveti, Maks. güç (W): Maksimum güç, Min. güç (W): Minimum güç, Ort. güç (W): Ortalama güç, Maks. relatif (W/kg): Maksimum relatif güç, Min. relatif (W/kg): Minimum relatif güç, Ort. relatif (W/kg): Ortalama relatif güç, Y indeksi (%): Yorgunluk indeksi

Tablo 3*İnspiratuar Kas Kuvveti ile Solunum Fonksiyon Testleri Arasındaki İlişki*

Değişken	S-indeks	
	r	p
FVC (L)	0.522*	0.015
FEV1 (L)	0.635**	0.002
FEV1/FVC (%)	0.145	0.530
PEF (L/sn)	0.362	0.107
VC (L)	0.694**	0.001
MVV (L/dk)	0.745**	0.001

**p< 0.01, *p< 0.05, S-indeks (cmH₂O): İspiratuar kas kuvveti, FVC (L): Zorlu vital kapasite, FEV1 (L): Bir saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim, FEV1/FVC (%): FEV1/FVC oranı, PEF (L/sn): Zirve ekspiratuar akım, VC (L): Vital kapasite, MVV (L/dk): Maksimal istemli ventilasyon.

Solunum fonksiyon testlerinden FVC 5.28 ± 0.59 (L), FEV1 4.38 ± 0.50 (L), FEV1/FVC oranı 82.7 ± 6.67 (%), PEF 9.59 ± 1.90 (L/sn), VC 5.31 ± 0.68 (L) ve MVV 161.52 ± 31.74 (L/dk) olarak tespit edilmiştir. S-indeks değeri ile FVC ($r=0.522$, $p=0.015$), FEV1 ($r=0.635$, $p=0.002$), VC ($r=0.694$, $p=0.001$) değerleri arasında güçlü düzeyde, MVV ($r=0.745$, $p=0.001$) değeri ile çok güçlü düzeyde pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 3).

TARTIŞMA

Bu çalışma, inspiratuar solunum kaslarının kuvveti ile aerobik ve anaerobik güç arasındaki ilişkinin incelenmesi amacı ile yapılmıştır. Ayrıca, inspiratuar kas kuvvetinin, vücut kompozisyonu ve solunum fonksiyonları ile ilişkisi de incelenmiştir.

Çalışmamızda, inspiratuar kas kuvveti ile aerobik güç göstergesi olan mekik koşusu testinden hesaplanmış VO₂maks değeri arasında orta düzeyde pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Literatür incelendiğinde akut (Aktuğ ve diğ., 2022; Özdal ve Bostancı, 2018) ve kronik (Beyaz ve diğ., 2024; Koç ve Sarıtas, 2019) solunum kas antrenmanlarının VO₂maks üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir. Örneğin, Özdal ve Bostancı (2018) inspiratuar kas ısınmasının, erkek sporcuların aerobik performansı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, İKA'nın başlangıç seviyelerine kıyasla aerobik performansı önemli ölçüde artırdığını tespit etmiştir. Hartz ve diğerleri (2018), 12 hafta uyguladıkları İKA programı sonucunda, İKA'nın hentbol sporcularında solunum kas kuvveti ve dayanıklılığında önemli bir artış sağlayarak aerobik performansın artmasına katkıda bulunduğu sonucuna varmıştır.

Aerobik güçte olumlu gelişme tespit eden çalışmalara karşılık Williams ve diğerleri (2002) dayanıklılık sporcularında spesifik inspiratuar kas antrenmanının solunum kas kuvveti ve dayanıklılığını önemli ölçüde geliştirdiğini ancak solunum kas fonksiyonundaki bu gelişmelerin VO₂maks'a aktarılamadığını bulmuştur (Williams ve diğ., 2002). Benzer şekilde, Ozmen ve diğerleri (2017) de futbolcularda yapmış olduğu çalışmada 5 haftalık solunum kas antrenmanı sonucunda MIP'de artış bulurken, mekik koşusundan tahmin edilen VO₂maks değerinde gelişme saptamamışlardır. Çalışmalardaki İKA antrenmanları ile solunum kas kuvvetinde edinilen gelişmelerin aerobik güç performansına yansıtılamaması, solunum kas kuvveti ile hangi potansiyel değişkenlerin ilişkili olduğunun araştırılmasını gerekli ve önemli kılmıştır. Deliceoğlu ve diğerleri (2024), kadın ve erkek sporcularda solunum kas kuvvetinin aerobik dayanıklılık kinetiği ile ilişkisini araştırdıkları çalışmada, MIP ile VO₂maks arasında anlamlı bir ilişki saptamamışlardır. Benzer şekilde McConnell ve diğerleri (1997) de orta düzey antrenmanlı genç erkeklerde mekik koşusundan tahmin edilen VO₂maks ile inspiratuar zirve basınç arasında bir ilişki bulamamışlardır. Deliceoğlu ve diğerleri (2024) ve McConnell ve diğerlerinin (1997) çalışmasının sonuçlarının aksine bizim çalışmamızda inspiratuar kas kuvveti göstergesi olan S-indeks değeri ile aerobik güç göstergesi olan VO₂maks değeri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Söz konusu çalışmalardaki katılımcı grupların antrenmanlı bireylerden oluştuğu göz önünde bulundurulduğunda, çalışmalarla aramızdaki bu farkın, katılımcı grubumuzun sporcu olmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Maksimal egzersizde elde edilen kardiyak güç çıktısının, sağlıklı yetişkinlerde fiziksel fonksiyonel kapasitenin ve maksimal oksijen tüketiminin ana belirleyicisi olduğu ve antrenmanlı erkeklerde sedanter erkeklere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Klasnja ve diğ., 2013). Ayrıca sporcuların, antrenmansız sağlıklı bireylere kıyasla gelişmiş akciğer fonksiyon kapasitelerine sahip oldukları bilinmektedir (Hackett, 2020). Öte yandan, antrenmansız bireylerin solunum kasları dayanıklılık performansı sırasında antrenmanlı sporculara kıyasla daha fazla yorulmaktadır (İlli ve diğ., 2012).

Çalışmamızda, inspiratuar kas kuvvetinin, anaerobik güç göstergesi olan Wingate anaerobik güç testi sonuçlarından maksimum güç, minimum güç, ortalama güç, minimum relatif güç ve ortalama relatif güç değişkenleri ile

pozitif anlamlı ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. Solunum kas antrenmanları üzerine yapılan çalışmalar sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Çevik ve Bostancı (2024), erkek basketbolcularda 4 haftalık solunum kası antrenmanları ile Wingate anaerobik güç testi sonuçlarından zirve güç (W) ve ortalama güç (W) değerlerinde anlamlı artış bulunmuştur. Yarışma sporcusu bisikletçilerde uygulanan 6 haftalık inspiratuar kas antrenmanı sonucunda ise anaerobik iş kapasitesinde anlamlı artış bulunmuştur (Johnson ve diğ., 2007). Otuz erkek futbolcu üzerinde yapılan başka bir çalışmada, 8 haftalık aletli solunum kası egzersizleri anaerobik güç düzeyinde anlamlı bir gelişim sağlamazken (Beyaz ve diğ., 2024), erkek bocce basamak sporcularında 4 haftalık solunum kası antrenmanları anaerobik performansta anlamlı artışa neden olmuştur (Bahcecioğlu ve Yapıcıoğlu, 2023). Solunum kası ısınmasının (inspiratuar kas antrenman cihazı ile MIP'in %40'ı şiddetinde 30 inspirasyondan oluşan 2 setlik ısınma programı) etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada da Wingate anaerobik güç testinden elde edilen zirve güç ve relatif zirve güçte anlamlı artışlar görülmüştür (Özdal ve diğ., 2016). Sugiura ve diğerleri (2009), kısa süreli ve yüksek şiddetli eforlarda solunum kas kuvvetinin önemli bir faktör olduğunu ve özellikle ekspiratuar kas kuvvetinin egzersiz performansı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada ekspiratuar kasların daha düşük oksidatif kapasiteye sahip olduğu ve bu nedenle inspiratuar kaslara göre yorgunluğa daha yatkın oldukları bildirilmektedir (Sugiura ve diğ., 2009). Ancak ekspiratuar kasların, egzersizde ventilasyona anlamlı derecede katkı sağladığı ve inspiratuar kas kuvvetine kıyasla egzersiz performansı ile daha yakından ilişkili olduğu belirtilmektedir (Sugiura ve diğ., 2009). Ancak bizim çalışmamızda yalnızca inspiratuar kas kuvveti hakkında elde edilmiş veriler bulunmakta ve inspiratuar kas kuvvetinin de anaerobik güç ile anlamlı ilişkisi olduğu görülmektedir. Yüksek şiddetli egzersizin, solunum kası metaboreflksini tetiklediği, periferik vazokonstriksiyona neden olduğu ve çalışan kaslara kan akışını sınırladığı bilinmektedir. Ancak, inspiratuar kaslar antrene edilirse, solunum kası metaboreflksinin tetiklenmesi ertelenebilmekte ve performans artırılabilir (Jurić ve diğ., 2019).

Maksimal inspiratuar basınç testi gibi (Caruso ve diğ., 2015), MVV ölçümü de solunum kas güçsüzlüğü teşhisinde kullanılabilen yöntemlerdendir (Ulubay, 2017). Sadece kuvvetteki artışlar değil, aynı zamanda solunum kaslarının dayanıklılığındaki artışlar da fiziksel performansta önemli bir rol oynayabilir. Artan MVV ile temsil edilen solunum kaslarının dayanıklılık kapasitesindeki artış, egzersizin yüksek şiddetlerinde artan solunum işini sürdürme yeteneğine olumlu katkıda bulunur (Hartz ve diğ., 2018). Çalışmamızda inspiratuar kas kuvveti ile MVV arasında çok kuvvetli düzeyde pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Solunum kas kuvvetinin FVC ve VC ölçümleri ile de belirlenebileceği (Ulubay, 2017) ancak solunum kaslarının değerlendirilmesi olmaksızın akciğer fonksiyonunun değerlendirilmesinin eksik kalacağı (Sybbalo, 1998) bildirilmektedir. Çalışma sonuçlarımıza göre, inspiratuar kas kuvveti, solunum fonksiyon testlerinden FVC, FEV1 ve VC ile de kuvvetli düzeyde pozitif anlamlı ilişki göstermiştir. Buna karşılık Ozmen ve diğerleri (2017) 5 haftalık solunum kas antrenmanı sonucunda MIP'de artış bulurken, FVC, FEV1 ve MVV değerinde gelişme saptamamışlardır. Çevik ve Bostancı (2024), erkek basketbolcular üzerinde yaptıkları çalışmada, 4 haftalık solunum kas antrenmanı sonucunda FVC'de anlamlı, FEV1 ve MIP'de anlamlı olmayan artış, MVV'de ise anlamlı olmayan düşüş rapor etmişlerdir. Çalışma sonuçları arasındaki bu farklılıkların, solunum kas kuvveti ölçümlerini etkileyen, yaş, cinsiyet, postür, akciğer hacmi ve kullanılan ağızlık tipi gibi faktörlerin farklılığından (Sybbalo, 1998) kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Solunum kas kuvveti, vücut kompozisyonu ve antrenman geçmişi gibi faktörlere bağlı olarak da değişebilmektedir (Hackett, 2020). Örneğin, dayanıklılık ve kuvvet antrenman geçmişi bulunan sporcuların solunum kas kuvvetlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, yağsız vücut kütlesi kuvvet sporcularında MIP ile anlamlı ilişki gösterirken, dayanıklılık sporcularında anlamlı olmayan zayıf bir ilişki göstermiştir (Hackett, 2020). Ancak bizim çalışmamızda, inspiratuar kas kuvvetinin vücut kompozisyonu değişkenleri ile anlamlı ilişki göstermediği tespit edilmiştir. Ergezen ve

diğerleri (2023) çalışmamızla benzer yaş grubundaki genç yetişkinlerde solunum kas kuvveti ile vücut kompozisyonu arasında anlamlı bir ilişki olmadığını raporlamışlardır. Ergenlerin solunum kas kuvvetini değerlendiren farklı bir çalışmada da elde edilen sonuçlar, farklı vücut kompozisyonlarının solunum kas kuvvetini etkilemediğini göstermiştir (de Lima ve diğ., 2023). Hackett ve Sabag (2021) en az 6 aylık direnç egzersizi deneyimine sahip 18-45 yaş arasındaki erkekler üzerinde yaptıkları çalışmada, yağ kütlesi (kg) ve vücut yağ yüzdesinin solunum kas kuvvetini etkilemediğini belirtmiştir. Buna muhtemel gerekçe olarak bireylerin düşük yağlı vücuda sahip olmalarını (medyan <20 vücut yağ yüzdesi) ileri sürmüştür (Hackett ve Sabag, 2021). Benzer şekilde bizim çalışmamızda da katılımcılar yüksek vücut yağ miktarına sahip değildir ve vücut kompozisyonu ile inspiratuar kas kuvveti arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, inspiratuar kas kuvveti ile VO_{2maks} arasında orta düzeyde pozitif anlamlı ilişki bulunurken, anaerobik güç göstergesi olan Wingate anaerobik güç testi sonuçları ile kuvvetli düzeyde pozitif anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Bunlara karşılık inspiratuar kas kuvvetinin solunum fonksiyon testlerinden FVC, FEV1, VC ve MVV ile pozitif anlamlı ilişki gösterdiği ancak vücut kompozisyonu değişkenleri ile anlamlı ilişki göstermediği görülmüştür. Çalışmamızda, fiziksel olarak aktif genç erkeklerde tespit edilen bu sonuçların, kadınlar ve profesyonel sporcular üzerinde de geçerli olup olmadığının incelenmesi gelecek çalışmalar için önerilmektedir. Gelecek çalışmaların, mevcut çalışmamızın da sınırlılıklarından olan katılımcı sayısı artırılarak, katılımcıların beslenme ve uyku düzenleri de kontrol edilerek gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Solunum kas kuvveti, genellikle maksimal inspiratuar ve ekspiratuar basınçlar (MIP ve MEP) ile tahmin edilmektedir (Larribaut ve diğ., 2020). Solunum kaslarından özellikle de inspirasyon kasları, çok az dinlenme fırsatı ile uzun süreler boyunca her nefeste büyük yüklerle maruz kalmaktadır (Koulouris ve Dimitroulis, 2001) ve inspiratuar kas kuvvetini değerlendirmek için en yaygın kullanılan ölçüm yöntemi maksimal inspiratuar basınç (MIP)'tır (Pessoa ve diğ., 2014). Bu yüzden çalışmamızda inspiratuar kas kuvveti ölçümü değerlendirilmiştir. Ancak gelecek çalışmalarda, mevcut çalışma bulgularımızda olduğu gibi potansiyel değişkenler ile ekspiratuar kas kuvveti arasında ilişki olup olmadığının incelenmesi de önerilmektedir.

Yazar Katkısı:

1. **Ufuk Can GÖK:** Fikir/Kavram, Tasarım, Denetleme, Veri Toplama ve İşleme, Analiz-Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
2. **Murat KOÇ:** Veri Toplama ve İşleme, Analiz-Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
3. **Özge MACİT:** Veri Toplama ve İşleme, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
4. **Gülsüm ARSLANTÜRK:** Veri Toplama ve İşleme, Eleştirel İnceleme
5. **Betül COŞKUN:** Fikir/Kavram, Tasarım, Denetleme, Veri Toplama ve İşleme, Analiz-Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme

Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

Kurul Adı: Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Tarih: 09.03.2022

Sayı No: 2022/198

KAYNAKÇA

1. ACSM. (2010). *ACSM's Resources for the Personal Trainer*. Thompson. Lippincott Williams & Wilkins.
2. ACSM. (2013). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. Lippincott Williams & Wilkins.
3. Aktuğ, Z. B., Yavuz, G., Pişkin, N. E., Aka, H., ve İbiş, S. (2022). Acute effect of different respiratory muscle exercises on maximal oxygen consumption and lung functions. *Spor Hekimliği Dergisi/Turkish Journal of Sports Medicine*, 57(2), 079-085. <https://doi.org/10.47447/tjism.0632>
4. Alnuman, N., ve Alshamasneh, A. (2022). The effect of inspiratory muscle training on the pulmonary function in mixed martial arts and kickboxing athletes. *Journal of human kinetics*, 81(1), 53-63. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0005>
5. Atan, T., Akyol, P., ve Çebi, M. (2012). Comparison of respiratory functions of athletes engaged in different sports branches. *Turkish journal of sport and exercise*, 14(3), 76-81.
6. Bahcecioğlu, H., ve Yapıcıoğlu, B. (2023). Milli bocce sporcularında dört haftalık solunum kası antrenmanının solunum kas kuvveti, fonksiyonları ve performansa etkisi. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 34-49. <https://doi.org/10.25307/jssr.1398493>
7. Beaumont, M., Mialon, P., Ber-Moy, C. L., Lochon, C., Péran, L., Pichon, R., Gut-Gobert, C., Leroyer, C., Morelot-Panzini, C., ve Couturaud, F. (2015). Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial. *Chronic respiratory disease*, 12(4), 305-312. <https://doi.org/10.1177/1479972315594625>
8. Beyaz, N., İri, R., ve Pişkin, N. E. (2024). 14-16 yaş futbolculara uygulanan aletli solunum kasi egzersizlerinin aerobik kapasite anaerobik güç ve bazı solunum parametreleri üzerine olan etkisinin incelenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(1), 23-37. <https://doi.org/10.61962/bsd.1438368>
9. Caruso, P., Albuquerque, A. L. P. d., Santana, P. V., Cardenas, L. Z., Ferreira, J. G., Prina, E., Trevizan, P. F., Pereira, M. C., Iamonti, V., ve Pletsch, R. (2015). Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 41(2), 110-123. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132015000004474>
10. Castañeda-Babarro, A. (2021). The wingate anaerobic test, a narrative review of the protocol variables that affect the results obtained. *Applied Sciences*, 11(16), 7417. <https://doi.org/10.3390/app11167417>
11. Çevik, A., ve Bostancı, Ö. (2024). Erkek basketbolcularda dört haftalık solunum kas antrenmanının pulmoner fonksiyonlar ile aerobik ve anaerobik performansa etkisi: Deneysel araştırma. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 16(2).
12. de Lima, V. C., Marquezi, M. L., Alcantara, P. R., Lopes, N. B., Frientes, C. S., da Silva Santos, T. M., Miedes, L. R., Fornel, M. S., Oliveira, D. C., ve Rogeri, P. S. (2023). Respiratory muscle strength in brazilian adolescents: Impact of body composition. *Obesities*, 3(2), 155-164. <https://doi.org/10.3390/obesities3020013>
13. Deliceoğlu, G., Kabak, B., Çakır, V. O., Ceylan, H. İ., Raul-Ioan, M., Alexe, D. I., ve Stefanica, V. (2024). Respiratory muscle strength as a predictor of vo2max and aerobic endurance in competitive athletes. *Applied Sciences*, 14(19), 8976.
14. Elbouhy, M. S., AbdelHalim, H. A., ve Hashem, A. M. (2014). Effect of respiratory muscles training in weaning of mechanically ventilated COPD patients. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*, 63(3), 679-687. <https://doi.org/10.1016/j.ejcdt.2014.03.008>
15. Ergezen, G., Yılmaz Menek, M., ve Demir, R. (2023). Respiratory muscle strengths and its association with body composition and functional exercise capacity in non-obese young adults. *Family Medicine and Primary Care Review*, 25(2), 146-149. <https://doi.org/10.5114/fmPCR.2023.127671>
16. Fernández-Lázaro, D., Gallego-Gallego, D., Corchete, L. A., Fernandez Zoppino, D., González-Bernal, J. J., García Gómez, B., ve Mielgo-Ayuso, J. (2021). Inspiratory muscle training program using the powerbreath®: Does it have ergogenic potential for respiratory and/or athletic performance? a systematic review with meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6703. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136703>
17. Graham, B. L., Steenbruggen, I., Miller, M. R., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., McCarthy, K., ve McCormack, M. C. (2019). Standardization of spirometry 2019 update. An official American thoracic society and European respiratory society technical statement. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 200(8), e70-e88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
18. Hackett, D. A. (2020). Lung function and respiratory muscle adaptations of endurance-and strength-trained males. *Sports*, 8(12), 160. <https://doi.org/10.3390/sports8120160>
19. Hackett, D. A., ve Sabag, A. (2021). Lung function and respiratory muscle strength and their relationship with weightlifting strength and body composition in non-athletic males. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 286, 103616. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2021.103616>
20. Hartz, C. S., Sindorf, M. A., Lopes, C. R., Batista, J., ve Moreno, M. A. (2018). Effect of inspiratory muscle training on performance of handball athletes. *Journal of human kinetics*, 63, 43-51. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0005>

21. Illi, S. K., Held, U., Frank, I., ve Spengler, C. M. (2012). Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 42(8), 707-724. <https://doi.org/10.1007/BF03262290>
22. Johnson, M. A., Sharpe, G. R., ve Brown, P. I. (2007). Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *European journal of applied physiology*, 101(6), 761-770. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0551-3>
23. Júnior, B. R. V. N., Gómez, T. B., ve Neto, M. G. (2015). Use of Powerbreathe® in inspiratory muscle training for athletes: Systematic review. *Revista Fisioterapia em Movimento* 12.
24. Jurić, I., Labor, S., Plavec, D., ve Labor, M. (2019). Inspiratory muscle strength affects anaerobic endurance in professional athletes. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 70(1), 42-48. <https://doi.org/10.2478/aiht-2019-70-3182>
25. Karsten, M., Ribeiro, G. S., Esquivel, M. S., ve Matte, D. L. (2018). The effects of inspiratory muscle training with linear workload devices on the sports performance and cardiopulmonary function of athletes: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, 34, 92-104. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.004>
26. Klasnja, A. V., Jakovljevic, D. G., Barak, O. F., Popadic Gacesa, J. Z., Lukac, D. D., ve Grujic, N. G. (2013). Cardiac power output and its response to exercise in athletes and non-athletes. *Clinical physiology and functional imaging*, 33(3), 201-205. <https://doi.org/10.1111/cpf.12013>
27. Klusiewicz, A., Długolecka, B., ve Charmas, M. (2014). Characteristics of the respiratory muscle strength of women and men at different training levels. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 21(2), 82-86. <https://doi.org/10.2478/pjst-2014-0008>
28. Koç, M., ve Saritas, N. (2019). The effect of respiratory muscle training on aerobic and anaerobic strength in adolescent taekwondo athletes. *Journal of Education and Training Studies*, 7(2), 103-110. <https://doi.org/10.11114/jets.v7i2.3764>
29. Koç, M., Sarıtaş, N., Coşkun, B., ve Akkurt, S. (2025). Effects of threshold pressure loading exercises applied to inspiratory muscles in taekwondo athletes on the concentration and utilization of lactate. *Journal of human kinetics*, 95. <https://doi.org/10.5114/jhk/188542>
30. Koşar, Ş. N., ve Hazır, T. (1994). Wingate anaerobik güç testinin güvenilirliği. *Spor Bilimleri Dergisi*, 7(4), 21-30.
31. Koulouris, N., ve Dimitroulis, I. (2001). Structure and function of the respiratory muscles. *Pneumon*, 14(2), 91-108.
32. Kowalski, T., ve Klusiewicz, A. (2023). POWERbreathe® S-Index Test—guidelines and recommendations for practitioners. *Biomedical Human Kinetics*, 15(1), 225-228. <https://doi.org/10.2478/bhk-2023-0026>
33. Larribaut, J., Gruet, M., McNarry, M., Mackintosh, K., ve Verges, S. (2020). Methodology and reliability of respiratory muscle assessment. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 273, 103321. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2019.103321>
34. Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., ve Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*, 6(2), 93-101.
35. Lorca-Santiago, J., Jiménez, S. L., Pareja-Galeano, H., ve Lorenzo, A. (2020). Inspiratory muscle training in intermittent sports modalities: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4448.
36. McConnell, A., Caine, M., ve Sharpe, G. (1997). Inspiratory muscle fatigue following running to volitional fatigue: the influence of baseline strength. *International journal of sports medicine*, 18(03), 169-173. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972614>
37. Minahan, C., Sheehan, B., Douthett, R., Kirkwood, T., Reeves, D., ve Cross, T. (2015). Repeated-sprint cycling does not induce respiratory muscle fatigue in active adults: measurements from the powerbreathe® inspiratory muscle trainer. *Journal of sports science & medicine*, 14(1), 233-238.
38. Nunes Júnior, A. d. O., Donzeli, M. A., Shimano, S. G. N., Oliveira, N. M. L. d., Ruas, G., ve Bertencello, D. (2018). Effects of high-intensity inspiratory muscle training in rugby players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 24(03), 216-219. <https://doi.org/10.1590/1517-869220182403166216>
39. Özdal, M., ve Bostanci, Ö. (2018). Influence of inspiratory muscle warm-up on aerobic performance during incremental exercise. *Isokinetics and Exercise Science*, 26(3), 167-173. <https://doi.org/10.3233/IES-172188>
40. Özdal, M., Bostanci, Ö., Dağlioğlu, Ö., Ağaoğlu, S. A., ve Kabadayi, M. (2016). Effect of respiratory warm-up on anaerobic power. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(7), 2097-2098. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2097>
41. Ozmen, T., Gunes, G. Y., Ucar, I., Dogan, H., ve Gafuroglu, T. U. (2017). Effect of respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 57(5), 507-513. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06283-6>
42. Pereira, R. N., Abreu, M. F. R., Gonçalves, C. B., Corrêa, W. F. S., Mizuhira, D. R., ve Moreno, M. A. (2016). Respiratory muscle strength and aerobic performance of wheelchair basketball players. *Motriz: Revista de Educação Física*, 22(3), 124-132. <https://doi.org/10.1590/S1980-6574201600030002>
43. Pessoa, I. M. S., Parreira, V. F., Fregonezi, G. A., Sheel, A. W., Chung, F., ve Reid, W. D. (2014). Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Canadian respiratory journal*, 21(1), 43-50. <https://doi.org/10.1155/2014/982374>
44. Saryal, S., ve Ulubay, G. (2022). *Solunum Fonksiyon Teknisyeninin Özellikleri* (Vol. 37). Toraks Kitapları.
45. Stickland, M. K., Petersen, S. R., ve Bouffard, M. (2003). Prediction of maximal aerobic power from the 20-m multi-stage shuttle run test. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(2), 272-282. <https://doi.org/10.1139/h03-021>

46. Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M., ve Sanders, R. (2002). How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sport*, 3(2), 88-96. <https://doi.org/10.1054/ptsp.2001.0102>
47. Sugiura, H., Ohta, K., Minatani, S., Tanoue, H., Kokubo, A., Kanada, Y., ve Sako, S. (2009). Relationship between respiratory muscle strength and exercise tolerance. *Journal of Physical Therapy Science*, 21(4), 393-397. <https://doi.org/10.1589/jpts.21.393>
48. Syabbalo, N. (1998). Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgraduate medical journal*, 74(870), 208-215. <https://doi.org/10.1136/pgmj.74.870.208>
49. Tenório, L. H. S., Nunes, R. P., Santos, A. C., Câmara-Neto, J. B., Lima, A. M. J., de França, E. E. T., ve do Socorro Brasileiro-Santos, M. (2012). Lung function, respiratory muscle strength and endurance, and quality of life in the morbidly obese. *ConScientiae Saúde*, 11(4), 635-641. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v11n4.3786>
50. Ulubay, G. (2017). Solunum kas fizyolojisi ve kas gücü ölçümü. *Bulletin of Thoracic Surgery/Toraks Cerrahisi Bülteni*, 10(1), 37-46. <https://doi.org/10.5578/tcb.2017.006>
51. Volianitis, S., McConnell, A. K., Koutedakis, Y., McNaughton, L. R., Backx, K., ve Jones, D. A. (2001). Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Physical Fitness and Performance*, 803-809.
52. Williams, J. S., Wongsathikun, J., Boon, S. M., ve Acevedo, E. O. (2002). Inspiratory muscle training fails to improve endurance capacity in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(7), 1194-1198. <https://doi.org/10.1097/00005768-200207000-00022>