

Wingate Testinde Anaerobik Güç Çıktıları: Cinsiyetin, Yükün ve Sürenin Etkisi

The Anaerobic Power Outputs in The Wingate Test: Effect of Gender, Load, and Duration

¹Birgül ARSLAN
ORCID No: 0000-0002-4331-6123

²Ebru DOĞAN
ORCID No: 0000-0003-3330-9728

³Furkan ÖZTÜRK
ORCID No: 0000-0001-9621-9063

⁴Zübeyde ASLANKESER
ORCID No: 0000-0003-1850-7048

¹Şükrü Serdar BALCI
ORCID No: 0000-0002-5735-3005

¹Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri
Fakültesi, Hareket ve Antrenman Bilimleri
Anabilim Dalı

²Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri
Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim
Dalı

³Düzce Üniversitesi, Spor Bilimleri
Fakültesi, Hareket ve Antrenman Bilimleri
Anabilim Dalı

⁴Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri
Fakültesi, Rekreasyon Anabilim Dalı

Yazışma Adresi

Corresponding Address:

Arş. Gör. Furkan ÖZTÜRK

Düzce Üniversitesi, Spor Bilimleri
Fakültesi, Düzce

E-posta: furkanozturk@duzce.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 07.11.2022
Kabul Tarihi (Accepted): 06.01.2023

Yazar Notu: Bu araştırma 20-23 Ekim 2022 tarihleri arasında düzenlenen Uluslararası Atletik Performans ve Sporda Sağlık Kongresi'nde bildiri olarak sunulmuştur.

ÖZ

Araştırmada Wingate anaerobik testinde (WAnT) yükün, test süresinin ve cinsiyetin güç çıktılarına etkileri incelenmiştir. Araştırmaya, 14'ü kadın 33 orta düzeyde aktif genç yetişkin (yaş; 20.9±1.8 yıl) katılmıştır. Katılımcılar laboratuvarı 7 kez ziyaret etmiştir. İlk ziyarette vücut kompozisyonu ölçümleri ve adaptasyon çalışmaları yapılmıştır. Sonraki 6 ayı ziyarette ise vücut ağırlıklarının % 8,5'ine ve yağsız vücut ağırlığının %11'ine göre verilen yüklerde en az 2 gün arayla sıra takip etmeksizin 15 sn, 20 sn ve 30 sn WAnT uygulamaları yapılmıştır. Cinsiyetin WAnT güç çıktılarına etkisi split-plot ANOVA ile incelenmiştir. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir. Erkeklerin; zirve, ortalama ve minimum güç çıktıları kadınlarınkinden yüksektir ($p<0.01$). Zirve güç, vücut ağırlığına göre verilen yükte kıyaslandığında yağsız vücut ağırlığına göre verilen yükte daha yüksektir ($p=0.03$). Kısa test sürelerinde ortalama güçteki artış erkeklerde kadınlara göre yüksektir ($p=0.01$). Yağsız vücut ağırlığına göre verilen yük erkeklerde 15 sn ve 20 sn WAnT uygulamalarında daha yüksek ortalama güç çıktıları ortaya çıkarken, kadınlarda yükün etkisi bulunmamıştır ($p=0.03$). Kısa test sürelerinde kalp atım hızı azalırken, algılanan zorluk derecesi (AZD) puanları da düşmüştür ($p<0.01$). Yük faktörü AZD'yi etkilememiştir ($p>0.05$). Araştırma bulguları, WAnT'la ilgili süre ve yük önerilerinde cinsiyet faktörünün göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Anaerobik kapasite, Test süresi, Optimum yük, Yağsız vücut ağırlığı

ABSTRACT

The study aimed to investigate the effects of the interactions among the test durations, loads and gender on the anaerobic power in the Wingate anaerobic test (WAnT). Thirty-three moderately active young adults (age; 20.9±1.8 years), 14 of whom are women, participated in the study. The measurements were performed on seven separate visits at least two days apart. On the first visit, body composition measurements and a familiarization process were performed. In the next six visits, 15-s, 20-s and 30-s WAnT at both 8.5% of body mass and 11% of lean body mass were performed randomly. The effects of gender on power output changes in WAnT were examined with split-plot ANOVA. The significance level was set at $p<0.05$. The load of 11% of lean body mass provided greater peak power compared with a load of 8.5% of body weight ($p=0.03$). The increases in mean power at the short duration WAnT were higher in men than in women ($p=0.01$). In 15-s and 20-s WAnT, high mean power outputs at a load of lean body mass were obtained in men, while the load did not affect the mean power in women ($p=0.03$). The short-duration WAnT versions led to lower heart rate (HR) and reduced rating of perceived exertion (RPE) ($p<0.01$). The load did not affect the RPE ($p>0.05$). The findings indicate that gender differences should be considered regarding the duration of the test and optimal load for WAnT.

Keywords: Anaerobic capacity, Test duration, Optimum load, Fat free mass

GİRİŞ

Wingate anaerobik güç testi (WAnT), anaerobik güç özelliklerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan geçerli ve güvenilir bir protokoldür (Bar-Or, 1987). Standart WAnT 30 sn süren, maksimum egzersiz şiddetinde yapılan bisiklet ergometre testidir. WAnT'in genel olarak kabul edilen performans çıktıları zirve güç, ortalama güç, minimum güç ve yorgunluk indeksidir (Vandewalle ve diğ., 1987). WAnT baskın olarak anaerobik enerji kaynaklarıyla gerçekleştirilir ve büyük ölçüde anaerobik enerji yollarının sınırını zorlar (Bar-Or, 1987). Bisikletle yapılan 30 sn'den uzun süren tüketici egzersizlerde anaerobik enerji sisteminin katkısının azaldığı, aerobik sistemin katkısının ise arttığı bilinmektedir (Medbo ve Tabata, 1993). Anaerobik kapasitenin, 30 sn süreli bir egzersizde tam olarak ortaya konulmadığı ifade edilmektedir (Jacobs ve diğ., 1982; Vandewalle ve diğ., 1987). Enerjinin WAnT'in ilk 10 saniyesinde yaklaşık %98'inin, ilk 15 saniyesinde ise %92'sinin anaerobik enerji sisteminden sağlandığı ifade edilmektedir (Serresse ve diğ., 1988). 30 sn'lik süre, fosfojen enerji sisteminin (ATP-PC) güç-kapasitesini ve zirve glikolitik gücünü belirlemek için uygundur. Buna karşın glikolitik kapasitenin belirlenmesi için yetersiz olabilir (Smith ve Hill, 1991). Beneke ve diğerleri (2002) standart WAnT metabolizmasının %80 oranında anaerobik olduğunu ve test sırasındaki enerji dönüşümünde glikojen sistemin daha baskın olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca araştırmalar katılımcıların fiziksel kapasitelerinin standart WAnT'ta enerji sistemlerinin katkısını etkileyebileceğini göstermektedir. Aerobik enerji sisteminin katkısı aerobik gücü yüksek bireylerde daha fazla olabilmektedir (Granier ve diğ., 1995; Calbet ve diğ., 2003). Cinsiyet faktörü, aerobik enerji sisteminin WAnT'a katkısını etkilemektedir. Aerobik sistemin katkısı, kadınlarda erkeklere oranla daha fazladır (Hill ve Smith, 1993). Standart WAnT'in özellikle glikolitik kapasitenin belirlenmesi için süre açısından yeterli olamadığı ifade edilse de daha kısa test uygulamalarıyla anaerobik güç değerlendirmeleri yapılmaktadır. Standart WAnT sonrası bulantı, baş dönmesi, baş ağrıları, kusma gibi olumsuz durumların ortaya çıktığı, kısa süreli testlerde ise bu olumsuz etkilerin azaldığı belirtilmiştir. Özellikle sporcu olmayan gruplarda kısa test süreleri daha konforlu uygulama olanakları sunabilmektedir. Bu nedenle 30 sn uygulaması yerine sıklıkla 15 sn veya 20 sn uygulamaları önerilmektedir (Laurent ve diğ., 2007; Hachana ve diğ., 2012; Attia ve diğ., 2014; Castaneda- Babarro 2021).

Test süresiyle ilgili öneriler dışında testte uygulanacak en uygun yük ile ilgili çok farklı öneriler bulunmaktadır, ancak WAnT'ta en uygun yük ile ilgili henüz fikir birliğine ulaşıldığı söylenemez (Bradley ve diğ., 1992; Gökbel ve diğ., 1993; Jaafar ve diğ., 2014; Krüger ve diğ., 2020; Pazin ve diğ., 2011; Silveira- Rodrigues ve diğ., 2021; Üçok ve diğ., 2005; Vargas ve diğ., 2015). WAnT için katılımcıların kondisyon seviyesi, yaşı ve cinsiyetine göre uygulanan yükün farklı olması gerekmektedir (Bar-Or, 1987; Jaafar ve diğ., 2014; Silveira- Rodrigues ve diğ., 2021; Üçok ve diğ., 2005). Özellikle yükün belirlenmesinde cinsiyet faktörünün dikkate alınması gerektiği rapor edilmiştir (Galan-Rioja ve diğ., 2020; Hill ve Smith 1993; Perez-Gomez ve diğ., 2008). Genel olarak erkeklere verilen WAnT iş yükü kadınlara verilen iş yüküne göre daha yüksektir (Galan-Rioja ve diğ., 2020; Hill ve Smith 1993; Perez-Gomez ve diğ., 2008). Ayrıca, yüksek kas kütlelerine sahip sporcularda daha yüksek yüklerle daha yüksek güç çıktıları elde edilmektedir (Bradley ve diğ., 1992; Gökbel ve diğ., 1993; Vargas ve diğ., 2015). Araştırmalar yükün, katılımcıların vücut ağırlığı yerine yağsız vücut ağırlığına göre belirlenmesi gerektiğini belirtmektedir (Galan-Rioja ve diğ., 2020; Üçok ve diğ., 2005; Üçok ve diğ., 2006). Buna karşın vücut ağırlığına ya da yağsız vücut ağırlığına göre verilen yüklerin benzer güç çıktılarına neden olduğu da yakın zamanda rapor edilmiştir (Galan-Rioja ve diğ., 2020). WAnT'ta kadınlar erkeklerden daha düşük güç çıktısı sergilemektedirler (Hill ve Smith, 1993). WAnT'ta güç çıktılarının yağsız vücut ağırlığına göre düzeltilmesinin kadın ve erkeklerde vücut kompozisyonundan kaynaklı farkı elemine edebileceği, böylece WAnT'ta her iki cinsiyet için daha doğru değerlendirme yapılabileceği öne sürülmektedir (Maud ve Shultz, 1986).

İncelenen literatürde 30 sn'den daha kısa sürede uygulanan WAnT'ta farklı yüklerin ve cinsiyetin etkisini birlikte inceleyen herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır (Laurent ve diğ., 2007; Hachana ve diğ., 2012; Attia ve diğ., 2014). Bu nedenle mevcut araştırmada, orta düzeyde aktif bireylerde 15 sn ve 20 sn WAnT uygulamalarında vücut ağırlığının %8,5 ve yağsız vücut ağırlığının %11'ine denk gelen yüklerde ortalama güç, minimum güç ve yorgunluk indeksinde meydana gelen değişime cinsiyetin etkisi incelenmiştir. Araştırma, farklı yüklerde ve standart süreden daha kısa süreli uygulanan WAnT'ta ortalama güç ve minimum güçteki artışın cinsiyet faktöründen etkilenebileceği hipotezi üzerine kurgulanmıştır. Vücut kompozisyonundaki farklılıklar nedeniyle, kadın ve erkeklerde yağsız vücut ağırlığına ve vücut ağırlığına göre verilen oransal yüklerin etkisinin farklı olacağı düşünülmekte ve WAnT süresinin azaltılmasına bağlı olarak ortalama güç değerlerinde beklenen artışı etkileyeceği öngörülmektedir.

YÖNTEM

Araştırma Grubu: Katılımcı sayısı G*power programında (Version 3.1.9.7) 0.05 yanılma düzeyinde, 0.85 güç ve 0.40 etki büyüklüğüne göre yapılan güç analizine göre hesaplanmıştır. Değerlendirme sonrası toplam örneklem büyüklüğü 32 katılımcı olarak belirlenmiştir. Araştırmaya son üç ay içerisinde alt ekstremiteleriyle ilgili ciddi sakatlık geçirmemiş, 18-26 yaş aralığında, Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören 18 kadın, 20 erkek toplamda gönüllü 38 kişi dahil edilmiştir. Çeşitli nedenlerle çalışmayı bırakan katılımcılar nedeniyle araştırma 14 kadın, 19 erkek toplam 33 katılımcıyla tamamlanmıştır. Katılımcıların fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Araştırma süreci Helsinki bildirgesi ilkelerine uygun olarak ve Selçuk Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul kararı sonrası gerçekleştirilmiştir (Karar Sayısı: 2022/92). Katılımcılardan gönüllü katılım onam belgesi alınmıştır.

Tablo 1

Katılımcıların Fiziksel Özellikleri

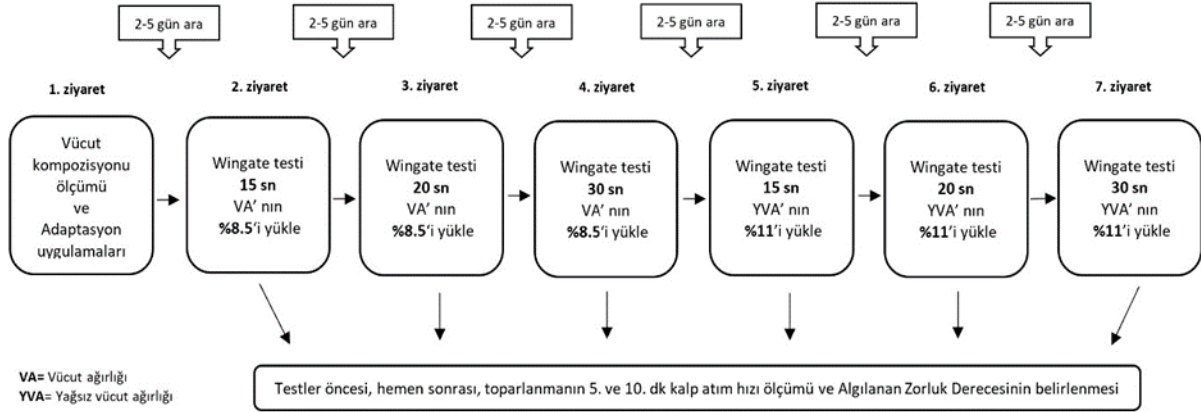
Değişkenler	Kadın (n=14)		Erkek (n=19)	
	Ort±SD	%95 GA	Ort±SD	%95 GA
Yaş (yıl)	20.4±1.0	19.9–20.9	21.3±2.1	20.4–22.3
Vücut ağırlığı (kg)	57.1±9.6	53.3–62.4	70.1±11.3	65.2–75.7
Boy uzunluğu (cm)	161.1±7.5	157.3–164.9	176.6±6.8	173.8–179.8
VKI (kg/m ²)	22.0±3.0	20.7–23.6	22.4±3.0	21.2–23.9
Vücut yağı (%)	23.8±6.2	20.7–26.9	14.7±3.6	13.3–16.4
Yağ ağırlığı (kg)	14.0±6.0	11.3–17.2	10.6±4.2	9.0–12.7
Yağsız vücut ağırlığı (kg)	43.1±4.4	41.2–45.4	59.5±7.6	56.1–63.2

Not. Ort ± SD= ortalama ± standart sapma; %95 GA=ortalamanın %95 güven aralığı alt ve üst sınırları; VKI = vücut kütle indeksi

Deneyel Tasarım: Katılımcılar araştırma süresince laboratuvarı 7 kez ziyaret etmiştir. İlk ziyarette katılımcıların boy uzunluğu, vücut ağırlığı, deri kıvrım kalınlıkları ölçülmüştür. Aynı gün bisiklet ergometresinde sele yükseklikleri ve yüksüz maksimal pedal çevirme hızları belirlenmiştir, katılımcıların ergometreye adaptasyonları sağlanmıştır. Katılımcılar ayrı günlerde yaptıkları sonraki 6 ziyarette vücut ağırlıklarının % 8.5'ine ve yağsız vücut kütlelerinin %11'ine göre verilen iki ayrı yükte 15 sn, 20 sn ve 30 sn WAnT'lara katılmıştır. Testten hemen önce, testten hemen sonra, toparlanma sürecinin 5. ve 10. dakikasında kalp atım hızları (KAH), testten sonra algılanan zorluk dereceleri (AZD) belirlenmiştir. Uygulamaların her biri en az 2 gün en fazla 5 gün ara ile herhangi bir sıra takip etmeksizin gerçekleştirilmiştir. Ölçüm seansları sirkadiyen ritmin etkisinden kaçınmak için aynı saat aralığında (10:00-14:00) benzer çevresel koşullarda (20–25 °C, %35–40 bağıl nem) gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan testler öncesindeki 24 saatlik süreçte şiddetli fiziksel aktiviteden kaçınmaları, uykusuz kalmamaları, ilaç, alkol, sigara ve kafein kullanmamaları istenmiştir. Araştırmanın genel tasarımı Şekil 1'de verildi.

Şekil 1

Araştırmanın Genel Tasarımı



Verilerin Toplanması:

Vücut kompozisyonu: Katılımcıların boy uzunluğu antropometrik set (Holtain, UK) ile gerçekleştirilmiştir. Vücut ağırlığı şort ya da şort-tişört ile elektronik baskülle ölçülmüştür. Vücut kütle indeksi (VKİ) katılımcıların vücut ağırlığının (kg) boy uzunluğunun karesine (m²) bölünerek hesaplanmıştır (Whaley ve diğ., 2006). Vücut yağ yüzdesinin belirlenmesi için her açıda 10 g/mm² basınç uygulayan Skinfold kaliper (Holtain, UK) kullanılmıştır. Biceps, triceps, subscapula, suprailiac bölgelerinden alınan deri kıvrım kalınlıkları ile vücut yoğunlukları ve Siri formülüne göre vücut yağ yüzdeleri hesaplanmıştır (Durnin ve Womersley, 1974).

Wingate anaerobik testi (WANt): Ölçümler bisiklet ergometresinde (Monark 894E, İsveç) gerçekleştirilmiştir. Test başlamadan önce katılımcının sele yüksekliği ve oturma pozisyonu ayarlanmıştır. Katılımcılara 5 dakikalık maksimum KAH'larının yaklaşık %50-60 şiddetinde bisiklet çevirme ısınma protokolü uygulanmıştır. WANt başlamadan önce 3 dakika boyunca bisiklet ergometresinde oturmaya devam edilmiştir (Silveira- Rodrigues ve diğ., 2021). Test süresince maksimum pedal çevirme frekansını korumak için başlangıçtan itibaren mümkün olduğunca hızlı pedal çevirmeleri talimatı verilmiştir. Katılımcıların testlere standart ve yüksek hızda başlamasını garanti edebilmek için her bir denek için yük olmaksızın daha önceden tespit edilen maksimum pedal çevirme hızlarından 10 devir daha düşük bir hızda test otomatik olarak başlatılmıştır. Tüm uygulamalar oturur durumda yapılmıştır. Test esnasında katılımcı sözel olarak teşvik edilmiştir. Her testin sonunda katılımcıların 5 dakika boyunca kefedeki yük kaldırılarak yüksüz pedal çevirmeleri istenmiştir (Galan-Rioja ve diğ., 2020). Farklı yüklerde ve sürelerde uygulanan WANt sonrası zirve güç, ortalama güç, minimum güç ve yorgunluk indeksi gibi değişkenler incelenmiştir.

Algılanan zorluk derecesi (Borg skalası): Araştırmada WANt AZD'sini belirlemek için Borg (6-20) skalası kullanılmıştır. Katılımcıların ilk ziyaretinde Borg Skalası hakkında gerekli bilgilendirme yapılmıştır. Katılımcılardan WANt uygulamaları sonrasındaki bir dakika içerisinde AZD'yi tanımlamaları istenmiştir.

Kalp atım hızı: Katılımcıların WANt uygulamaları öncesi, hemen sonrası ve aktif toparlanma sürecinin 5. ve 10. dakikadaki kalp atım hızları kalp atım monitörüyle tespit edilmiştir (Polar RS300X, Finlandiya).

Verilerin Analizi: Değişkenlerle ilgili verilerin aritmetik ortalamaları, standart sapmaları ve ortalamaların %95 güven aralıklarının alt ve üst sınırları hesaplanmıştır. Normal dağılımı *Shapiro-Wilk* testiyle ve betimsel yöntemlerle incelenmiştir (Ghasemi ve Zahediasl, 2012). Katılımcıların üç farklı süre (15, 20 ve 30 sn) ve iki farklı yük (vücut ağırlığının %8.5 ve yağsız vücut ağırlığının %11) altı farklı zamanda gerçekleştirdikleri WANt uygulamalarında

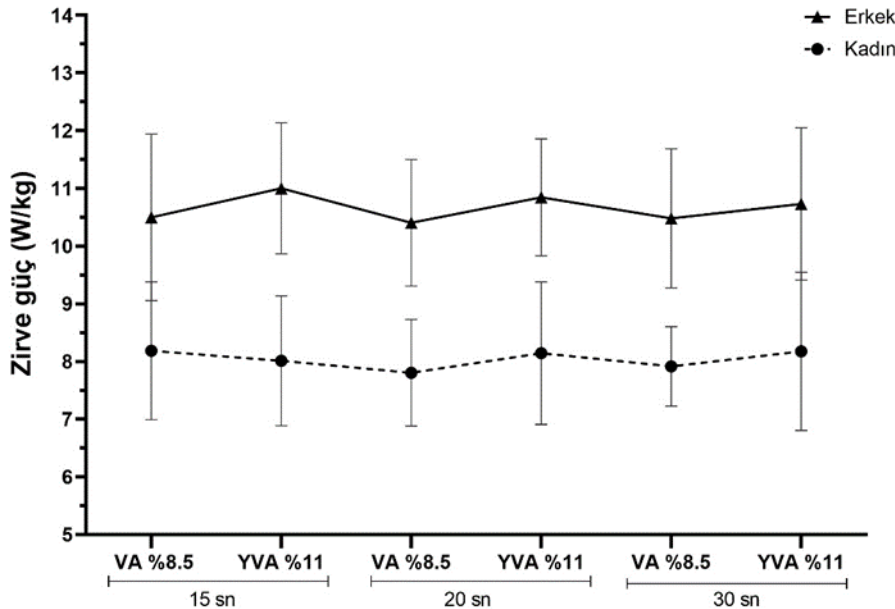
anaerobik güç değişkenlerinin ve AZD değerlerinin cinsiyete göre farkı karışık desende tekrarlayan ölçümlerde üç faktörlü (test süresi×yük×cinsiyet, 3×2×2) varyans analiziyle (split-plot ANOVA) incelenmiştir. Kalp atım hızındaki değişimler ise karışık desende tekrarlayan ölçümlerde dört faktörlü (test süresi×yük×kalp atımı hızı ölçüm zamanı×cinsiyet 3×2×4×2) varyans analiziyle test edilmiştir. Varyans analizinde Mauchly Sphericity test sonucunda küresellik varsayımı sağlanmadığı durumlarda Greenhouse-Geisser düzeltmesi, çoklu karşılaştırmalar için ise Holm düzeltme metodu uygulanmıştır. Varyans analizlerinde etki büyüklüğü (EB) eta-kare (η^2) ile değerlendirilmiştir ve küçük (0.0099), orta (0.0588) ve büyük (0.1379) etki olarak sınıflandırılmıştır. İkili karşılaştırmalarda etki büyüklüğü Cohen'in d'siyle hesaplanmıştır ve 0.2 küçük, 0.5 orta ve 0.8 büyük etki olarak sınıflandırılmıştır (Cohen, 1988). Analizler JASP 0.16.3 istatistik programıyla gerçekleştirilmiştir ve anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Erkeklerin vücut ağırlığının kilogramı başına ürettiği zirve güç (W/kg) kadınlarınkinden yüksektir ($F_{1,29}=46.78$, $p<0.001$, $\eta^2=0.559$, EB=Büyük). Farklı test süreleri zirve güç değerlerini etkilememiştir ($F_{2,58}=1.35$, $p=0.36$). Test süresinin ve cinsiyetin zirve güç üzerinde ortak etkisi önemli değildir ($F_{2,58}=0.15$, $p=0.86$). Vücut ağırlığına (%8,5) ve yağsız vücut ağırlığına (%11) göre verilen yüklerin zirve güç üzerine etkisi önemlidir ($F_{1,29}=5.58$, $p=0.03$, $\eta^2=0.006$, EB=Önemsiz). Yağsız vücut ağırlığına göre elde edilen zirve güç değerleri vücut ağırlığından yüksektir ($t=-2.36$, $p=0.03$, Cohen's $d=-0.230$, EB= Küçük). Farklı yük nedeniyle zirve güçteki farklılaşma test süresinden etkilenmemiştir ($F_{2,58}=0.81$, $p=0.45$). Test süresinin kısaltılmasının, yüklerin ve cinsiyetin zirve güç üzerine ortak etkisi önemli değildir ($F_{2,58}=2.13$, $p=0.13$) (Şekil 2).

Şekil 2

Kadın ve Erkek Katılımcıların Vücut Ağırlığı Başına Ürettikleri Zirve Güçlerinin Test Süresine ve Verilen Yüke Göre Değişimi



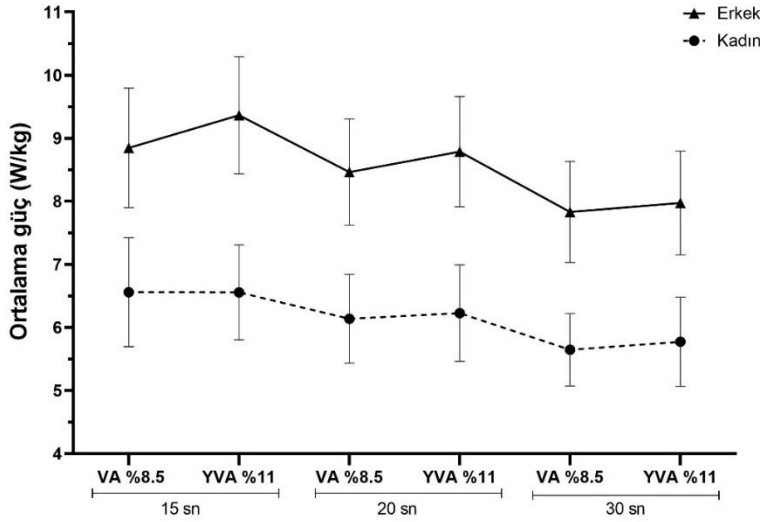
Not. VA= Vücut ağırlığı; YVA= Yağsız vücut ağırlığı.

Vücut ağırlığının kilogramı başına üretilen ortalama güç (W/kg) erkeklerde kadınlara göre yüksektir ($F_{1,29}=74.18$, $p<0.001$, $\eta^2=0.630$, EB=Büyük). Farklı test süreleri ortalama gücü etkilememiştir ($F_{1,62,47,02}=184.02$, $p<0.001$, $\eta^2=0.078$, EB=Orta). Tüm test sürelerinde ortalama güç birbirinden farklıdır, test süresi kısaltıkça ortalama güç artmıştır ($p<0.001$,

EB=Büyük). Test süresinin ve cinsiyetin ortalama güç üzerinde ortak etkisi önemlidir, test süresi kısaltıldıkça ortalama güç erkeklerde kadınlara göre daha fazla artmıştır ($F_{1,62,47,02}=5.73$, $p=0.01$, $\eta^2=0.002$, EB=Önemsiz). Farklı yüklerin ortalama güç üzerine etkisi önemlidir ($F_{1,29}=8.51$, $p=0.01$, $\eta^2=0.004$, EB=Küçük). Vücut ağırlığına göre verilen yükte elde edilen ortalama güç yağsız vücut ağırlığına göre elde edilenden düşüktür ($t=-2.91$, $p=0.03$, Cohen's $d=-0.244$, EB=Küçük). Farklı yüklerin ortalama güç üzerine cinsiyetle ($F_{1,29}=3.59$, $p=0.07$) ve test süresiyle ($F_{2,58}=0.93$, $p=0.41$) ortak etkisi önemli değildir. Cinsiyet, süre ve yük faktörlerinin ortalama güç değerleri üzerine ortak etkisi önemlidir ($F_{2,58}=3.82$, $p=0.03$, $\eta^2=0.001$, EB=önemsiz). Kadınlarda tüm test sürelerinde vücut ağırlığına ve yağsız vücut ağırlığına göre verilen yüklerde ortalama güç değerleri benzerdir ($p>0.05$). Erkeklerde ise 15 sn ($t=-4.64$, $p<0.001$, Cohen's $d=-0.636$, EB=Orta) ve 20 sn ($t=-2.88$, $p=0.04$, Cohen's $d=-0.395$, EB=Küçük) uygulamalarında yağsız vücut ağırlığına göre verilen yükte ortalama güç vücut ağırlığına göre verilen yükten yüksektir (Şekil 3).

Şekil 3

Kadın ve Erkek Katılımcıların Vücut Ağırlığı Başına Ürettikleri Ortalama Güçlerinin Test Süresine ve Verilen Yüke Göre Değişimi.



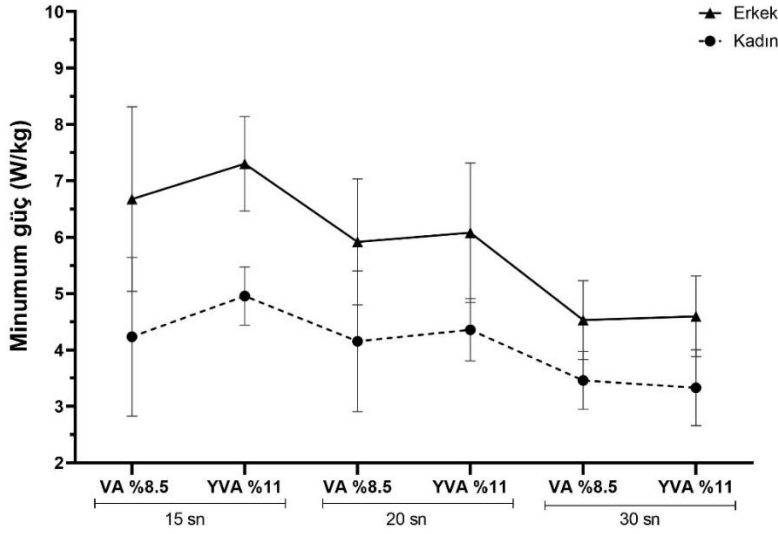
Not. VA= Vücut ağırlığı; YVA= Yağsız vücut ağırlığı.

Erkeklerin vücut ağırlığının kilogramı başına ürettiği minimum güç (W/kg) değerleri kadınlarınkinden yüksektir ($F_{1,29}=47.03$, $p<0.001$, $\eta^2=0.320$, EB=Büyük). Test süresi uzadıkça minimum güç değerleri azalmıştır ($F_{1,60,46,31}=97.68$, $p<0.001$, $\eta^2=0.230$, EB=Büyük).

Test süresi ve cinsiyetin minimum güç üzerine ortak etkisi vardır ($F_{1,60,46,31}=10.93$, $p<0.001$, $\eta^2=0.026$, EB=Küçük). Erkeklerde tüm test sürelerinde minimum güç farklıken ($p<0.001$, EB=Büyük) kadınlarda 15 sn ve 20 sn uygulamalarında fark önemsizdir ($p=0.29$). Yükün ve test süresinin minimum güç üzerine ortak etkisi vardır ($F_{2,58}=3.57$, $p=0.04$, $\eta^2=0.009$, EB=Önemsiz). 15 sn uygulamalarında vücut ağırlığına göre verilen yükte minimum güç yağsız vücut ağırlığına göre verilen yüke kıyasla düşükken ($t=-3.10$, $p=0.01$, Cohen's $d=-0.665$, EB=Orta) 20 sn ve 30 sn uygulamalarında yükler arasında fark önemli değildir. Cinsiyet, süre ve yük faktörlerinin minimum güç üzerine ortak etkisi önemli değildir ($F_{2,58}=0.16$, $p=0.85$) (Şekil 4).

Şekil 4

Kadın ve Erkek Katılımcıların Vücut Ağırlığı Başına Ürettikleri Minimum Güçlerinin Test Süresine ve Verilen Yüke Göre Değişimi

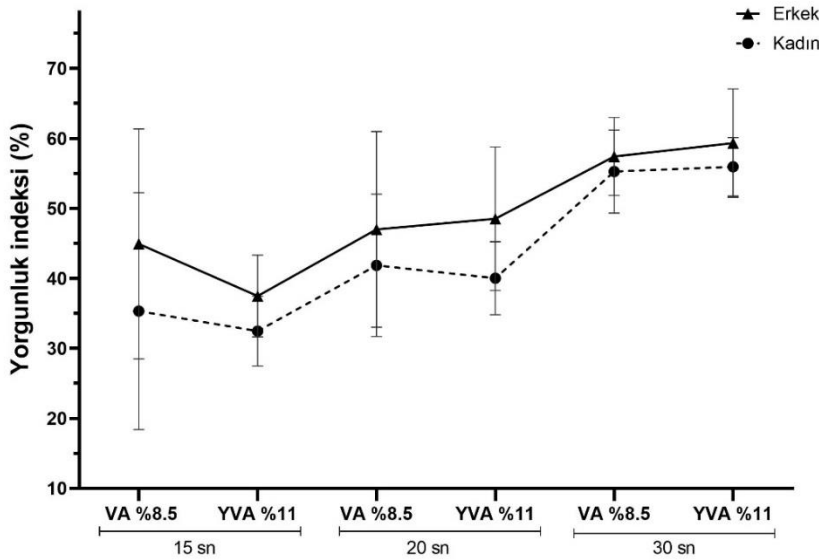


Not. VA= Vücut ağırlığı; YVA= Yağsız vücut ağırlığı.

Cinsiyet faktörü yorgunluk indeksini etkilemiştir, erkeklerin yorgunluk indeksi kadınlarınkinden yüksektir ($F_{1,29}=7.25$, $p=0.01$, $\eta^2=0.046$, EB=Küçük). Farklı test süreleri yorgunluk indeksini etkilemiştir ($F_{1,46,42,30}=76.92$, $p<0.001$, $\eta^2=0.337$, EB=Büyük). Test süresi arttıkça yorgunluk indeksi artmıştır ($p<0.001$, EB=Büyük). Yorgunluk indeksi üzerine test sürelerinin, yüklerin ve cinsiyetin ortak etkisi önemlidir ($F_{2,58}=0.90$, $p=0.41$) (Şekil 5).

Şekil 5

Kadın ve Erkek Katılımcıların Yorgunluk İndeksi Yüzdelerinin Test Süresine ve Verilen Yüke Göre Değişimi



Not. VA= Vücut ağırlığı; YVA= Yağsız vücut ağırlığı.

Test süresi kısaltıldıkça KAH azalmıştır ($F_{1,40,40,52}=11.62$, $p<0.001$, $\eta^2=0.006$, EB=Küçük). KAH'ın test öncesi ve sonrası süreçteki değişimleriyle yükün etkileşimi önemli değildir ($F_{2,38,69,07}=0.85$, $p=0.045$). Test öncesinde ve toparlanma

sürecinde vücut ağırlığına göre verilen yük, yağsız vücut ağırlığına göre verilen yüke kıyasla daha yüksek KAH'a neden olmuştur ($t=3.63$, $p=0.001$, Cohen's $d=0.329$, EB=Küçük). Kadınların KAH'ı erkeklerinkinden yüksektir ($F_{1,29}=9.72$, $p=0.004$, $\eta^2=0.025$, EB=Küçük). Üstelik testlerin öncesinde ve toparlanma sürecinde KAH' daki değişimler kadınlar ve erkeklerde farklıdır ($F_{1,75,50,78}=7.52$, $p<0.001$, $\eta^2=0.006$, EB=Küçük). Bu durum kadınların test öncesindeki KAH'ının erkeklerinkinden yüksek olmasından kaynaklanmıştır ($t=-4.95$, $p<0.001$, Cohen's $d=-1.403$, EB=Büyük). KAH'ın ölçüm zamanlarındaki değişimlerine test süresinin, yüklerin, cinsiyetin ortak etkisi önemli değildir ($F_{4,50,130,46}=0.51$, $p=0.75$).

Katılımcıların testler sonunda AZD puanları cinsiyet faktöründen etkilenmiştir ($F_{1,27}=5.98$, $p=0.02$, $\eta^2=0.034$, EB=Küçük). Erkeklerin puanları kadınlarinkinden yüksektir ($t=2.45$, $p=0.02$, Cohen's $d=0.423$, EB=Küçük). Test süresinin AZD puanları üzerine etkisi önemlidir ($F_{1,27}=24.23$, $p<0.001$, $\eta^2=0.214$, EB=Küçük). 30 sn test uygulaması sonrası AZD puanları 20 sn ($t=4.73$, $p<0.001$, Cohen's $d=0.889$, EB=Büyük) ve 15 sn ($t=6.79$, $p<0.001$, Cohen's $d=1.277$, EB=Büyük) uygulamalarından daha yüksektir.

TARTIŞMA

Araştırma bulguları, WAnT süresi kısaltıldığında ve yük yağsız vücut ağırlığına göre verildiğinde, ortalama güç ve minimum güçte meydana gelen artışın cinsiyet faktörünü etkileyeceği hipotezini doğrulamıştır. Araştırmanın en önemli bulgularından birisi, 15 sn ve 20 sn WAnT uygulamalarında, vücut ağırlığının %8.5'inde verilen yüke kıyasla yağsız vücut ağırlığına göre verilen %11'lik yükün erkeklerde daha yüksek ortalama güç çıktıları ortaya koyduğu, kadınlarda ise yükün etkisinin olmadığını gözlenmesidir. Diğer önemli bulgu ise WAnT süresinin kısaltılması nedeniyle ortalama güçteki artışın erkeklerde kadınlara göre daha yüksek olmasıdır. Kısa test süreleri KAH'ın azalmasına ve AZD puanlarının düşmesine neden olmuştur. Yük faktörü AZD'yi etkilememiştir.

Araştırmada erkeklerin vücut ağırlığına göre düzeltilen zirve güç, ortalama güç, minimum güç ve yorgunluk indeksi değerlerinin kadınlarinkinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Üstelik bu sonuç mutlak güç veya yağsız vücut ağırlığına göre düzeltme yapılarak analiz edildiğinde değişmemiştir (bulgulara gösterilmemiştir). WAnT performansının cinsiyet faktöründen etkilendiği bilinmektedir (Koşar ve Kin İşler, 2004). Kadın ve erkeklerde kas gücü üretme kapasitelerinin benzer olmasına karşın erkeklerdeki kas kütlelerinin fazla olması performans farkının en büyük etkenidir (Perez-Gomez ve diğ., 2008). Bunun yanı sıra performans farklılığı kısmen iskelet kasının anaerobik metabolik özelliklerindeki cinsiyet farkıyla da ilgili olabilir (Esbjörnsson ve diğ., 1993). Ayrıca, WAnT sonuçlarına cinsiyetin etkisi, kadınlarda androjenik yanıtların erkeklere göre düşük olması ve antrenman durumlarındaki farklılıklarla da açıklanmaktadır (Gratas-Delamarche ve diğ., 1994). Maud ve Shultz, (1986) ise anaerobik güç performansının yağsız vücut ağırlığına göre düzeltilmesi durumunda kadın ve erkekler arasında performans farkının olmadığını rapor etmiştir. Bu araştırmada WAnT test değişkenleri, literatürde genel olarak verildiği gibi vücut ağırlığına göre düzeltilerek verilmiştir. Aynı analizler yağsız vücut ağırlığına göre düzeltilerek yapıldığında benzer cinsiyet etkileri elde edilmiştir. Ancak mevcut araştırmanın bulguları Maud ve Shultz, (1986)'un önerisini desteklememektedir. Anaerobik güç değerleri yağsız vücut ağırlığına göre düzeltilse de erkeklerin güç çıktıları tüm test zamanlarında ve yüklerde kadınlardan yüksektir.

30 sn WAnT'ta özellikle anaerobik glikoliz kapasitenin tam olarak yansıtılmadığı bilgisine rağmen katılımcıların uygulamalarda yaşayabilecekleri baş dönmesi, kan şekerinin düşmesi, mide bulantısı gibi olumsuzlukları azaltarak test konforunun artırılması, 30 sn uygulama ile daha kısa uygulama sonuçları arasındaki yüksek korelasyonlar ve uygulamalarda test-tekrar test güvenilirliği yüksek olması gerekçeleriyle test süresinin daha kısa uygulanması önerilmektedir (Laurent ve diğ., 2007; Stickley ve diğ., 2008; Hachana ve diğ., 2012; Attia ve diğ., 2014; Hernández-Belmonte ve diğ., 2020). Bilinmektedir ki test süresinin kısaltılması (15 sn veya 20 sn) zirve güç değerlerini etkilemezken,

daha yüksek ortalama güç ve minimum güç çıktıklarına neden olmaktadır (Stickley ve diğ., 2008; Hachana ve diğ., 2012). Bu araştırmanın sonuçları da bu bilgiyle uyumludur, katılımcıların testlerde elde ettiği ortalama ve minimum güç değerleri hem vücut ağırlığına hem de yağsız vücut ağırlığına göre verilen yüklerde artmıştır. Araştırmalar test süresinin kısaltılmasının kadınlar için uygun olduğunu bildirmesine rağmen (Stickley ve diğ., 2008), araştırmalarda test süresinin kısaltılmasıyla anaerobik güç çıktıklarında meydana gelen değişimlerde cinsiyetin etkisi incelenmemiştir. Bu araştırmanın sonuçları kısa test sürelerinde ortalama güç değerlerindeki artışın erkeklerde kadınlara göre yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca minimum güç çıktısındaki artışın erkeklerde tüm test sürelerinde birbirinden farklı olduğu, kadınlarda 15 sn ve 20 sn uygulamalarında benzer olduğu görülmüştür. Erkeklerin zirve güç değerinin yüksek olması kadınlara göre ortalama ve minimum güç değerlerinin de daha yüksek olmasını sağlamıştır. Bu sonuçlar 15 sn veya 20 sn WAnT uygulamalarından 30 sn ortalama güç hesaplamaya yönelik regresyon formüllerinin (Hachana ve diğ., 2012; Attia ve diğ., 2014; Hernández-Belmonte ve diğ., 2020) cinsiyet faktörü göz önünde bulundurularak yenilenmesinin uygun olabileceğini göstermektedir.

WAnT'da uygun yük kişinin anaerobik uygunluk düzeyine, vücut kompozisyonuna (Dotan ve Bar-Or, 1983), antrenman geçmişine (Pazin ve diğ., 2011) göre değişebilmektedir. Yüksek yük daha fazla güç çıktısına neden olmasına rağmen enerji metabolizmalarının katkısını değiştirmemektedir (Bediz ve diğ., 1998). Çalışmalarda yükler genellikle vücut ağırlığına göre verilse de Murphy ve diğerleri (1986) kadın ve erkeklerin zirve ve ortalama güç performansları arasındaki farkın antropometrik değişkenlerle açıklanabileceğini, WAnT'ta güç çıktıkları ile yağsız vücut ağırlığı arasındaki ilişkinin diğer antropometrik değişkenlere göre daha fazla olduğunu belirtmektedirler. Benzer biçimde Silveira-Rodrigues ve diğerleri (2021) vücut kompozisyonunun bir parçası olarak vücut yağının, vücut ağırlığına göre optimal yükün belirlenmesinde daha uygun olabileceğini ifade etmektedirler. Buna karşın Weber ve diğerleri (2006) WAnT test sonuçlarının vücut ağırlığına göre düzeltilerek verilmesinin en uygun olduğunu iddia etmektedir. WAnT için uygun yükle ilgili çok farklı öneriler bulunmakla birlikte mevcut araştırmada genç yetişkinler için vücut ağırlığının yaklaşık %8.5 (Dotan ve Bar-Or, 1983; Bradley ve Ball, 1992; Vargas ve diğ., 2015) ve yağsız vücut ağırlığının %11'ine (Üçok ve diğ., 2005) denk gelen yükler kullanılmıştır. Yağsız vücut ağırlığının %11'ine göre verilen yük, vücut ağırlığının %8.5'ine göre verilen yüke kıyasla daha yüksek zirve ve ortalama güç çıktıklarına neden olmuştur. Minimum güç farklı yüklerden etkilenmemiştir. WAnT süresi kıaldıkça erkeklerde ortalama güç değerleri yağsız vücut ağırlığına göre verilen yükte daha çok artarken kadınlarda farklı yüklerde benzer ortalama güç çıktıkları tespit edilmiştir. Zirve ve ortalama güçteki artış yağsız vücut ağırlığına göre verilen yükün vücut ağırlığına göre verilen yükten fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Kadın ve erkeklere oransal olarak aynı yükler verilse de vücut kompozisyonu farklılıkları yük değişimlerini etkilemiştir. Kadınlarda yağsız vücut ağırlığının daha düşük olması mutlak yükün vücut ağırlığına (4.86±0.85 kg) ve yağsız vücut ağırlığına (4.74±0.48 kg) göre verilen oransal yüklerde benzer olmasına neden olmuştur. Erkeklerde ise yağsız vücut ağırlığına göre verilen mutlak yük (6.55±0.84 kg) vücut ağırlığına göre verilen mutlak yükten (5.96±0.96 kg) fazladır. Üçok ve diğerleri (2005) yağsız vücut ağırlığına göre %10-11 yük verilmesini önerse de araştırma grubu sadece erkeklerden oluşmaktadır. Galán-Rioja ve diğerleri (2020) sporcularda hem vücut ağırlığına hem de yağsız vücut ağırlığına göre yükün verilebileceğini rapor etmişlerdir. Bazı araştırmalarda kişisel optimal yükün belirlenerek WAnT yükünün verilmesinin daha uygun olacağı ifade edilirken (Silveira-Rodrigues ve diğ., 2021), farklı seviyedeki katılımcılar için farklı yük önerileri bulunmaktadır (Jaafar ve diğ., 2014; Jaafar ve diğ., 2016; Galán-Rioja ve diğ., 2020). Literatürde konuyla ilgili araştırma sonuçlarındaki farklılıklar ve bu araştırmanın sonuçları, kadın ve erkeklerin antrenman durumları ile vücut kompozisyonları dikkate alınarak optimal yüklerin belirlenmesine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Daha önceki araştırma sonuçlarıyla uyumlu olarak (Hachana ve diğ., 2012) bu çalışmada da WAnT süresinin kısaltılması yorgunluk indeksi yüzdesini azaltmıştır. Test süresinin kısaltılması algısal ve fizyolojik cevabın azalmasına neden olmuştur. KAH ve AZD puanları kısa test sürelerinde daha düşüktür. Farklı yükler yorgunluk indeksini, AZD'yi ve KAH'daki değişimleri etkilememiştir. Yüksek yükün daha fazla güç düşüşüne neden olduğu bildirilmektedir (Bradley ve Ball 1992; Üçok ve diğ., 2005). Üstelik Jaafar ve diğerleri (2014) yüksek yükün daha yüksek AZD puanına rağmen benzer kalp atım sayısına neden olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmamızda vücut ağırlığı ve yağsız vücut ağırlığına göre verilen oransal yükün özellikle kadınlarda benzer mutlak yüke neden olması, algısal ve fizyolojik cevapları etkilemiş olabilir.

Bu araştırma birkaç önemli sınırlılığa sahiptir; birincisi katılımcılar orta düzeyde aktif spor bilimleri öğrencilerinden oluşmaktadır. Farklı kondisyon düzeylerine sahip bireylerde anaerobik güç çıktılarında kısa süreli test uygulamasının, yükün ve cinsiyet faktörlerinin ortak etkisi araştırılmalıdır. İkincisi araştırmada incelenen faktörlerin ortalama güçteki değişimle bağlantılı olarak kan laktat cevapları incelenmemiştir. Anaerobik kapasitedeki değişimi daha iyi anlamak için kan laktat cevaplarının incelenmesi uygun olabilir. Üçüncüsü bu araştırmada sadece iki farklı yük karşılaştırılmıştır, vücut kompozisyonunun optimal yük seçimine etkisini araştırmak için daha fazla sayıda yük değişkeninin yer aldığı araştırma desenleri uygulanabilir. Son olarak araştırmada testlerin gerçekleştirildiği ergometreden milisaniye hassasiyetinde veri alınabilmektedir, bu nedenle özellikle zirve güç ve anaerobik güçle ilgili daha fazla değişkenin incelenmesi mümkün olabilmektedir (Özkaya, 2014). Ancak değişken sayısının fazla olması nedeniyle sadece geleneksel test çıktılarına odaklanılmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak; WAnT süresinin kısaltılması daha düşük algısal ve fizyolojik cevaba neden olurken, güç çıktıları cinsiyet faktöründen etkilenmektedir. Kadınlarda vücut ağırlığına (%8,5) ya da yağsız vücut ağırlığına (%11) göre verilen yükler benzer güç çıktılarına neden olurken, erkeklerde yağsız vücut ağırlığına göre verilen yük daha yüksek ortalama güce neden olmuştur. Araştırma bulguları WAnT'la ilgili süre ve yük önerilerinde cinsiyet farklılıklarının göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir. Kadınlarda ve/veya vücut yağ yüzdesi yüksek bireylerde yağsız vücut ağırlığına göre önerilen yük, WAnT'da düşük yük verilmesine dolayısıyla düşük güç çıktıları elde edilmesine neden olabilir. Ayrıca WAnT sonuçlarının değerlendirilmesinde/karşılaştırılmasında testlerde seçilen yüklerdeki farklılıklar dikkate alınmalıdır.

Yazar Katkısı (Author contributions):

1. **Birgöl ARSLAN:** Tasarım, Veri Toplama ve/veya İşleme, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
2. **Ebru DOĞAN:** Tasarım, Veri Toplama ve/veya İşleme, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
3. **Furkan ÖZTÜRÖ:** Tasarım, Veri Toplama ve/veya İşleme, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
4. **Zübeyde ASLANKESER:** Fikir/Kavram, Tasarım, Denetleme, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
5. **Şükrü Serdar BALCI:** Fikir/Kavram, Tasarım, Denetleme, Analiz/Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme

Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

Kurul Adı: Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Girişimsel Olmayan

Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Tarih: 31.05.2022

Sayı No: 2022/92

KAYNAKÇA

1. **Attia, A., Hachana, Y., Chaabène, H., Gaddour, A., Neji, Z., Shephard, R. J., ve Chelly, M. S.** (2014). Reliability and validity of a 20-s alternative to the Wingate anaerobic test in team sport male athletes. *Plos One*, 9(12), Article e114444.
2. **Bar-Or, O.** (1987). The Wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. *Sports Med*, 4(6), 381-394. DOI: [10.2165/00007256-198704060-00001](https://doi.org/10.2165/00007256-198704060-00001)
3. **Bediz, C. S., Gökbel, H., Kara, M., Uçok, K., Cikrikçi, E., ve Ergene, N.** (1998). Comparison of the aerobic contributions to Wingate anaerobic tests performed with two different loads. *J Sports Med Phys Fitness*. 1998;38(1):30-34.
4. **Beneke, R., Pollmann, C., Bleif, I., Leithäuser, RM., ve Hütler, M.** (2002). How anaerobic is the Wingate anaerobic test for humans. *Eur J Appl Physiol*, 87(4-5), 388-92. DOI: [10.1007/s00421-002-0622-4](https://doi.org/10.1007/s00421-002-0622-4)
5. **Bradley, A. L., ve Ball, T. E.** (1992). The Wingate test: effect of load on the power outputs of female athletes and nonathletes. *J Strength Cond Res*, 6(4), 193-199. DOI: [10.1519/1533-4287](https://doi.org/10.1519/1533-4287)
6. **Calbet, J. A., De Paz, J. A., Garatachea, N., Cabeza de Vaca, S., ve Chavarren, J.** (2003). Anaerobic energy provision does not limit Wingate exercise performance in endurance-trained cyclists. *J Appl Physiol (1985)*, 94(2), 668-76. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00601809>
7. **Castañeda-Babarro, A.** (2021). The Wingate anaerobic test, a narrative review of the protocol variables that affect the results obtained. *Appl Sci*, 11(16):7417. <https://doi.org/10.3390/app11167417>
8. **Cohen, J.** (1998). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
9. **Dotan, R., ve Bar-Or, O.** (1983). Load optimization for the Wingate anaerobic test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 51(3), 409-417. DOI: [10.1007/BF00429077](https://doi.org/10.1007/BF00429077)
10. **Durnin, J. V., ve Womersley, J.** (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32(1), 77-97. DOI: <https://doi.org/10.1079/BJN19740060>
11. **Esbjörnsson, M., Sylvé, C., Holm, I., ve Jansson, E.** (1993). Fast twitch fibres may predict anaerobic performance in both females and males. *Int J Sports Med*, 14(5), 257-63. DOI: [10.1055/s-2007-1021174](https://doi.org/10.1055/s-2007-1021174)
12. **Galán-Rioja, M. Á., González-Mohino, F., Sanders, D., Mellado, J., ve González-Ravé, J. M.** (2020). Effects of body weight vs. lean body mass on Wingate anaerobic test performance in endurance athletes. *Int J Sports Med*, 41(08), 545-551. DOI: [10.1055/a-1114-6206](https://doi.org/10.1055/a-1114-6206)
13. **Ghasemi, A., ve Zahediasl, S.** (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *Int J Endocrinol Metab*, 10(2), 486. doi: [10.5812/ijem.3505](https://doi.org/10.5812/ijem.3505)
14. **Gökbel, H., Çalışkan, S., Özbay, Y., ve Bediz, C. Ş.** (1993). Farklı yüklerle yapılan Wingate testlerinde güç değerleri. *Spor Bilimleri Dergisi*, 4(4): 10-16.
15. **Granier, P., Mercier, B., Mercier, J., Anselme, F., ve Préfaut, C.** (1995). Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test performance in sprint and middle-distance runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 70(1):58-65. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00601809>
16. **Gratas-Delamarche, A., Le Cam, R., Delamarche, P., Monnier, M., ve Koubi, H.** (1994). Lactate and catecholamine responses in male and female sprinters during a Wingate test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 68(4), 362-6. DOI: [10.1007/BF00571458](https://doi.org/10.1007/BF00571458)
17. **Hachana, Y., Attia, A., Nassib, S., Shephard, R. J., ve Chelly, M. S.** (2012). Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of score on an abbreviated Wingate test for field sport participants. *J Strength Cond Res*, 26(5), 1324-1330. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3182305485](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182305485)
18. **Hernández-Belmonte, A., Buendía-Romero, Á., Martínez-Cava, A., Courel-Ibáñez, J., Mora-Rodríguez, R., ve Pallarés, J. G.** (2020). Wingate test, when time and overdue fatigue matter: validity and sensitivity of two time-shortened versions. *Applied Sciences*, 10(22), 8002. DOI: [10.1519/JSC.0b013e31816a906e](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a906e)
19. **Hill, D., ve Smith, J. C.** (1993). Gender difference in anaerobic capacity: role of aerobic contribution. *Br J Sports Med*, 27(1), 45-48. DOI: [10.1136/bjbm.27.1.45](https://doi.org/10.1136/bjbm.27.1.45)
20. **Jaafar, H., Rouis, M., Attioghé, E., Vandewalle, H., ve Driss, T.** (2016). A comparative study between the Wingate and force-velocity anaerobic cycling tests: effect of physical fitness. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(1), 48-54. DOI: [10.1123/ijssp.2015-0063](https://doi.org/10.1123/ijssp.2015-0063)
21. **Jaafar, H., Rouis, M., Coudrat, L., Attioghé, E., Vandewalle, H., ve Driss, T.** (2014). Effects of load on Wingate test performances and reliability. *J Strength Cond Res*, 28(12), 3462-3468. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000575](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000575)
22. **Jacobs, I., Bar-Or, O., Karlsson, J., Dotan, R., Tesch, P., Kaiser, P., ve Inbar, O.** (1982) Changes in muscle metabolites in females with 30-s exhaustive exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 14(6), 457-460. DOI: [10.1249/00005768-198206000-00009](https://doi.org/10.1249/00005768-198206000-00009)
23. **Koşar, Ş. N., ve İşler, A. K.** (2004). Üniversite öğrencilerinin wingate anaerobik performans profili ve cinsiyet farklılıkları. *Spor Bilimleri Dergisi*, 15 (1), 25-38. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sbd/issue/16408/171485>

24. **Krüger, R. L., Peyrard, A., Domenico, H., Rupp, T., Millet, G. Y., ve Samozino, P.** (2020). Optimal load for a torque-velocity relationship test during cycling. *Eur J Appl Physiol*, 120(11), 2455-2466. DOI: [10.1007/s00421-020-04454-x](https://doi.org/10.1007/s00421-020-04454-x)
25. **Laurent, C. M., Meyers, M. C., Robinson, C. A., ve Green, J. M.** (2007). Cross-validation of the 20- versus 30-s Wingate anaerobic test. *Eur J Appl Physiol*, 100(6), 645-51. DOI: [10.1007/s00421-007-0454-3](https://doi.org/10.1007/s00421-007-0454-3)
26. **Maud, P. J., ve Shultz, B. B.** (1986) Gender comparisons in anaerobic power and anaerobic capacity tests. *Br J Sports Med*, 20(2):5 1-4. doi: [10.1136/bjism.20.2.51](https://doi.org/10.1136/bjism.20.2.51)
27. **Medbø, J. I., ve Tabata, I.** (1993) Anaerobic energy release in working muscle during 30 s to 3 min of exhausting bicycling. *J Appl Physiol*, 75(4),1654-60. DOI: [10.1152/jappl.1993.75.4.1654](https://doi.org/10.1152/jappl.1993.75.4.1654)
28. **Murphy, M. M., Patton, J. F., ve Frederick, F. A.** (1986). Comparative anaerobic power of men and women. *Aviat Space Environ Med*, 57(7), 636-41.
29. **Özkaya, Ö** (2014). Paradox in currently available Wingate all-out test indices in milliseconds versus traditionally calculated 5 seconds means. *Spor Bilimleri Dergisi*, 25(2), 104-107.
30. **Pazin, N., Bozic, P., Bobana, B., Nedeljkovic, A., ve Jaric, S.** (2011). Optimum loading for maximizing muscle power output: the effect of training history. *Eur J Appl Physiol*, 111(9), 2123-2130. DOI: [10.1007/s00421-011-1840-4](https://doi.org/10.1007/s00421-011-1840-4)
31. **Perez-Gomez, J., Rodriguez, G. V., Ara, I., Olmedillas, H., Chavarren, J., González-Henriquez, J. J., Dorado, C., ve Calbet J. A. L.** (2008). Role of muscle mass on sprint performance: gender differences. *Eur J Appl Physiol*, 102(6), 685-694. DOI: [10.1007/s00421-007-0648-8](https://doi.org/10.1007/s00421-007-0648-8)
32. **Serresse, O., Lortie, G., Bouchard, C., ve Boulay, M. R.** (1988). Estimation of the contribution of the various energy systems during maximal work of short duration. *Int J Sports Med*, 9(6), 456-60. DOI: [10.1055/s-2007-1025051](https://doi.org/10.1055/s-2007-1025051)
33. **Silveira-Rodrigues, J. G., Maia-Lima, A., Almeida, P. A. S., França, B. M. S., Campos, B. T., Penna, E., ve Prado, L. S.** (2021). Optimal load setting provides higher peak power and fatigue index with a similar mean power during 30-s Wingate anaerobic test in physically active men. *Fatigue Biomedicine Health Behavior*, 9(4): 175-188. <https://doi.org/10.1080/21641846.2021.1989943>
34. **Smith, J. C., ve Hill, D. W.** (1991). Contribution of energy systems during a Wingate power test. *Br J Sports Med*, 25(4), 196-199. doi: [10.1136/bjism.25.4.196](https://doi.org/10.1136/bjism.25.4.196)
35. **Stickley, C. D., Hetzler, R. K., ve Kimura, I. F.** (2008) Prediction of anaerobic power values from an abbreviated WAnT protocol. *J Strength Cond Res*, 22(3), 958-65. DOI: [10.1519/JSC.0b013e31816a906e](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a906e)
36. **Üçok, K., Gökbek, H., ve Okudan, N.** (2005) The Load Of The Wingate Test: According To The Body Weight Or Lean Body Mass? *Eur J Gen Med*, 2(1), 10-13. <https://doi.org/10.29333/ejgm/82259>
37. **Üçok, K., Mollaođlu, H., Demirel, R., ve Akgün, L.** (2006). Wingate testinde vücut ağırlığına ve yağsız vücut ağırlığına göre belirlenen yüklerle elde edilen güç çıktılarının karşılaştırılması [Comparison of power outputs of wingate tests applied with loads determined from body weight and lean body mass]. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 7, 31-34. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kocatepetip/issue/17421/182437>
38. **Vandewalle, H., Pérès, G., ve Monod, H.** (1987) Standard anaerobic exercise tests. *Sports Med*, 4(4):268-89. DOI: [10.2165/00007256-198704040-00004](https://doi.org/10.2165/00007256-198704040-00004)
39. **Vargas, NT., Robergs, R. A., ve Klopp, D. M.** (2015). Optimal loads for a 30-s maximal power cycle ergometer test using a stationary start. *Eur J Appl Physiol*, 115(5), 1087-1094. DOI: [10.1007/s00421-014-3090-8](https://doi.org/10.1007/s00421-014-3090-8)
40. **Weber, C. L., Chia, M., ve Inbar, O.** (2006). Gender differences in anaerobic power of the arms and legs--a scaling issue. *Med Sci Sports Exerc*, 38(1), 129-37. DOI: [10.1249/01.mss.0000179902.31527.2c](https://doi.org/10.1249/01.mss.0000179902.31527.2c)
41. **Whaley, M. H., Brubaker, P. H., Otto, R. M., ve Armstrong, L. E.** (2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*: Lippincott Williams & Wilkins.