

PAPER DETAILS

TITLE: Sporcu ve Sedanter Bireylerde Wingate Anaerobik Güç Testi Performansinin Bes Saniyelik Segmentler Ekseninde Incelenmesi

AUTHORS: Yücel Makaraci

PAGES: 315-328

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3355282>



Sporcu ve Sedanter Bireylerde Wingate Anaerobik Güç Testi Performansının Beş Saniyelik Segmentler Ekseninde İncelenmesi

Examination of the Wingate Anaerobic Power Test Performance in Athletes and Sedentary Individuals Within the Scope of Five-Second Segments

Yücel MAKARACI¹

¹Karamanoęlu Mehmetbey Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakóltesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Karaman
· yucelmkrc@gmail.com · ORCID > 0000-0002-6891-9916

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliř Tarihi/Received: 22 Ağustos/August 2023

Kabul Tarihi/Accepted: 06 Aralık/December 2023

Yıl/Year: 2023 | **Cilt – Volume:** 14 | **Sayı – Issue:** 3 | **Sayfa/Pages:** 315-328

Atıf/Cite as: Makaracı, Y. "Sporcu ve Sedanter Bireylerde Wingate Anaerobik Güç Testi Performansının Beş Saniyelik Segmentler Ekseninde İncelenmesi" Ondokuz Mayıs Üniversitesi Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi, 14(3), Aralık 2023: 315-328.

Etik Kurul Beyanı/Ethics Committee Approval: "Araştırma için Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Tıp Fakóltesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 27/02/2023 tarihli ve 2022/154-01/22 karar sayısı ile etik kurul izni alınmıştır."

<https://doi.org/10.17155/omuspd.1348324>

SPORCU VE SEDANter BİREYLERDE WINGATE ANAEROBİK GÜÇ TESTİ PERFORMANSININ BEŞ SANİYELİK SEGMENTLER EKSENİNDE İNCELENMESİ

ÖZ

Bu çalışmanın ana amacı; sporcu ve sedanter bireylerde Wingate anaerobik güç testi (WAnT) performansının beş saniyelik segmentler ekseninde incelenmesidir. Çalışmanın ikincil amacı ise fiziksel özellikler ile WAnT performansı arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Çalışmaya iyi antrene durumdaki 13 erkek sporcu (Ort. yaş: $23,31 \pm 2,06$ yıl) ve 13 sağlıklı sedanter (Ort. yaş: $22,84 \pm 1,99$ yıl) gönüllü olarak katılmıştır. Öncelikle katılımcıların demografik ve antropometrik ölçüm aşaması tamamlanmıştır. Daha sonra katılımcılar, tek seanslık laboratuvar ölçümünde bir bisiklet ergometresi (Monark Wingate Ergometer model 834E) aracılığıyla 30 saniyelik WAnT (WAnT-30) protokolünü tamamlamıştır. Test yükü, vücut ağırlığının %7,5'i olarak belirlenmiştir. Test sonucunda ergometre yazılımından elde edilen WAnT-30 zirve güç (ZG) ve toplam altı segmentten oluşan beş saniyelik ortalama güç (OG) çıktıları kaydedilmiştir. Sporcular, WAnT-30 ZG ve tüm beş saniyelik segmentlere ait OG çıktılarında sedanterlere göre daha yüksek değerlere sahipti ($p < 0,001$). Sporcularda WAnT-30 ZG değeri ile tüm beş saniyelik OG çıktıları arasında pozitif ilişki olduğu belirlenirken ($p < 0,05$; $r = 0,594-0,970$), sedanterlerde ise bu ilişki 3. segmentten sonra kaybolmuştur. Basit doğrusal regresyon sonuçlarına göre sporcularda boy uzunluğu ve vücut ağırlığı, WAnT-30 performansının en iyi belirteçleri olarak tespit edilmiştir ($R^2 = 0,362-0,689$ ve $R^2 = 0,457-0,590$ sırasıyla). Sonuç olarak, sporcuların WAnT-30'a ait tüm segmentlerde sedanter bireylere göre daha yüksek güç çıktısına sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sporcularda tam eforlu bir anaerobik performansın fiziksel özelliklerden etkilenebileceği görülmüştür. Sonraki çalışmalarda spesifik spor dallarından katılımcılarda farklı segment aralıkları kullanılarak anaerobik performansın gelişmiş bir değerlendirilmesi yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Anaerobik Güç, Antropometri, Bisiklet Ergometresi, Supramaksimal Egzersiz, Zirve Güç.



EXAMINATION OF THE WINGATE ANAEROBIC POWER TEST PERFORMANCE IN ATHLETES AND SEDENTARY INDIVIDUALS WITHIN THE SCOPE OF FIVE-SECOND SEGMENTS

ABSTRACT

The main purpose of the present study was to investigate the Wingate anaerobic test (WAnT) performance in athletes and sedentary individuals, within the scope of five-second segments. A second goal was to explore the relationship between physical characteristics and WAnT performance. Thirteen well-trained male athletes (23.31 ± 2.06 years) and 13 sex-matched healthy sedentary individuals (22.84 ± 1.99 years) volunteered. Participants first completed demographic and anthropometric measurements. They then attended a laboratory session to perform the 30-second WAnT (WAnT-30) on a cycle ergometer (Monark Wingate Ergometer model 834E). The test load was adjusted to 7.5% of the body mass. The peak power (PP) related to WAnT-30 and mean power (MP) outputs of each five-second segment were collected using the ergometer software after performing the test. WAnT-30 PP and all five-second segment MP outputs were higher in the athletes compared to the sedentary individuals ($p < 0.001$). A positive correlation was observed between WAnT-30 PP and each five-second segment of MP outputs in athletes ($p < 0.05$; $r = 0.594 - 0.970$), but this correlation was not observed after the 3rd segment in the sedentary individuals. Body height and body weight were identified as the best predictor variables for WAnT-30 performance in the simple regression model ($R^2 = 0.362 - 0.689$ and $R^2 = 0.457 - 0.590$ respectively). These findings indicated that athletes had higher power outputs than sedentary individuals across all segments of WAnT-30. Additionally, it was revealed that an all-out anaerobic test performance could be affected by physical characteristics in athletes. Future research should include different segment intervals in participants from specific sports to better evaluate anaerobic performance.

Keywords: Anaerobic Power, Anthropometry, Cycle Ergometer, Peak Power, Supramaximal Exercise.



GİRİŞ

Maksimal anaerobik kapasite gelişimi, güç merkezli sporlarda kısa süreli ve yüksek şiddetli egzersiz performansının optimizasyonu için kritik bir kavramdır (Ramírez-Vélez ve ark., 2016). Anaerobik performansın tespiti, birçok spor dalında sporcunun fizyolojik profilinin belirlenmesi ve antrenman programlarının oluşumu bakımından önemli bir yere sahiptir (Jaafar ve ark., 2014). Kısa süreli ve

yüksek şiddette ortaya koyulan performans anaerobik mekanizma içerisinde yorumlanırken, kas içi fosfat ve laktik asit düzeyine bağlı olarak değişim gösteren bu mekanizma anaerobik güç ve kapasite olarak tanımlanmaktadır (McArdle ve ark., 2007). Bireysel ve takım sporlarının da içinde yer aldığı çoğu spor disiplininde spora özgü atletik performans anaerobik güç üretimine bağlıdır (Sandford ve ark., 2021). Dolayısıyla anaerobik performansın ölçümü, araştırmacılar ve antrenörler tarafından çok farklı modeller ile değerlendirilen fonksiyonel bir araç olarak kullanılmaktadır.

Wingate Anaerobik Güç Testi-30 Saniye (WAnT-30), anaerobik kas performansı ve supramaksimal egzersize karşı oluşan performans yanıtların değerlendirilmesi amacı ile kullanılan yaygın bir laboratuvar testidir (Duncan ve ark., 2019). Güvenilir, geçerli ve kolay uygulanabilir modele sahip olan WAnT'in, farklı popülasyonlarda (örn; çocuklar, sporcular ve sedanter bireyler) uygulanabilir olduğu bilinmektedir (Castañeda-Babarro, 2021). WAnT, koşu temelli sporlarla egzersiz formu bakımından tam bir fizyolojik uyum göstermemesine rağmen güç parametresinin ağırlık kazandığı çoğu spor dalı (örn; basketbol, tenis, Amerikan futbolu, atletizm vb.) için anaerobik performans hedefli antrenman programlarının oluşturulmasında yararlanılan bir metottur (Coppin ve ark., 2012). Test, bir bisiklet ergometresi üzerinde vücut ağırlığına göre belirlenen sabit bir dirence (örn; vücut ağırlığının %7,5'i) karşı 30 saniye boyunca tam eforla (all-out) pedal çevrilmesi ile gerçekleştirilmektedir (McKie ve ark., 2018). WAnT-30 esnasında enerji kullanımının %28'i fosfojen (ATP-PC); %56'sı anaerobik glikoliz (laktik asit) ve %16'sı aerobik sistem vasıtasıyla sağlanmaktadır (Smith ve Hill, 1991). Kişinin tam eforu ile karakterize WAnT-30 protokolünün anaerobik zirve güç (ZG) için uygun bir değerlendirme yöntemi olduğu söylenebilir. Toplamda beş saniyelik altı segmentten (5 sn. x 6) oluşan WAnT-30 protokolünde ZG için en geçerli segment olarak ilk 5 saniyede (1. segment) ortaya koyulan performans dikkate alınmaktadır (Zupan ve ark., 2009). Test aynı zamanda ortaya koyulan tam eforun 30 saniyelik yansımasının bir göstergesi olarak ortalama güç (OG) ve yorgunluk verilerini içermektedir (Grgic, 2022). Diğer taraftan, WAnT-30 birincil olarak kişinin anaerobik gücünü yansıtmaya rağmen farklı çalışmalarda antropometrik yapı ile anaerobik performansın korelasyon gösterdiği ortaya konulmuştur (Zupan ve ark., 2009; Baker ve ark., 2011; Maciejczyk ve ark., 2015; Boraczyński ve ark., 2017). Dolayısıyla, WAnT-30 performansında fiziksel özelliklerinin etkili olduğu açıktır.

WAnT-30 performansı, test süresince ortaya koyulan tüm efor üzerinden yorumlanmaktadır. Bir başka ifadeyle, 30 saniyelik süreç bütüncül olarak ele alınmaktadır. Aslında, test esnasında ilk 10 saniyede ortaya koyulan performans genel olarak anaerobik gücün, 10 saniyeden sonra ortaya koyulan performans ise anaerobik kapasitenin belirteçleridir (Ramírez-Vélez ve ark., 2016). Anaerobik kapasite ile WAnT-30 OG değeri aynı paralelde yorumlanmaktadır (Ballmann ve ark., 2019). Bisiklet ergometresine ait yazılımından elde edilen veriler testin beş saniyelik segmentlerde analiz edilmesine olanak sağlasa da (Balcı ve ark., 2022), bu for-

matta bir tasarımının kullanıldığı çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. WAnT-30 için hesaplanan ZG ve minimum güç değerleri, herhangi beş saniyelik segmentte üretilen güç ile ilgilidir (Özkaya ve ark., 2009). Dolayısıyla 30 saniyelik suprakmaksimal bir performansın zaman eksenindeki analizi, performans değişiminin bütünsel bir yaklaşımla yorumlanabilmesi bakımından daha fazla araştırılması gereken bir nokta olarak dikkat çekmektedir.

WAnT-30'un sporcuların yanı sıra sedanter veya rekreatif amaçlı egzersiz yapan bireyler için uygun bir test olduğu göz önünde bulundurulduğunda, fitness düzeyi açısından iki farklı gruptaki güç çıktıların ardışık segmentlerde incelenmesi ilginç bir konu olarak görünmektedir. Bu çalışmanın ana amacı; sporcu ve sedanter bireylerde WAnT-30 performansının beş saniyelik segmentler ekseninde incelenmesidir. Çalışmanın ikincil amacı ise fiziksel özellikler ile WAnT-30 arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışma hipotezleri şu şekilde oluşturulmuştur: 1) Sporcu ve sedanterlerde beş saniyelik OG çıktıları farklıdır; 2) Sporcu ve sedanterlerde WAnT-30 ZG çıktısı ile beş saniyelik OG çıktıları ilişkilidir; 3) Fiziksel özellikler ile beş saniyelik OG çıktıları ilişkilidir.

YÖNTEM

Araştırmanın Amacı ve Modeli

Sporcu ve sedanter bireylerde WAnT-30 performansının beş saniyelik segmentlerde incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada araştırma modellerinden “kesitsel (cross-sectional) araştırma” kullanılmıştır (Nikolaidis ve ark., 2015). Katılımcıların çalışma ölçümlerinden önceki 24 saat boyunca yoğun bir fiziksel aktivite veya antrenmana katılmamaları sağlanmıştır. Test esnasında performans verimliliği açısından standart oluşturulması amacıyla katılımcılardan ölçüm gününde rutin beslenme programlarını devam etmeleri ve test öncesi son öğünün en az iki saat önce tüketilmesi istenmiştir (Yáñez-Silva ve ark., 2017). Katılımcılara uygun bir planlama yapılarak tüm ölçümler aynı saat aralığında (13:00-15:00) uygulanmıştır. Toplam beş gün süren veri toplama süreci, bir devlet üniversitesine bağlı egzersiz fizyolojisi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Veri toplama aşamasında öncelikle katılımcıların demografik ve antropometrik özellikleri kaydedilmiştir. Daha sonra katılımcıların anaerobik güçlerinin tespiti için temsili bir WAnT-30 protokolü uygulanarak testin ayrıntılı olarak tanıtımı yapılmıştır. Testin ana ölçüm aşamasına geçmeden önce katılımcılara bireysel ısınma için zaman tanınmıştır. Isınmayı takiben katılımcılara geleneksel WAnT-30 protokolü uygulanmıştır (Kayacan ve ark., 2023). Test sonucunda cihaz yazılımından (Monark ATS Software; Monark, Stockholm, Sweden) elde edilen anaerobik güç verileri sonraki istatistiki hesaplamalar için bir Microsoft Excell (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) dosyasına aktarılmıştır.

Araştırma Grubu

Çalışmaya iyi antrene durumdaki 13 erkek sporcu (ort. yaş: $23,31 \pm 2,06$ yıl) ve 13 erkek sağlıklı sedanter (ort. yaş: $22,84 \pm 1,99$ yıl) olmak üzere toplam 26 kişi gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların yaş aralıkları 19-26 olarak belirlenmiştir. Çalışmaya dâhil edilen sporcular rutin olarak haftada minimum üç gün takım veya bireysel antrenman seanslarına katılım göstermiştir. Bu paralelde çalışmadaki sporcular, McKay ve ark. (2022) tarafından oluşturulan antrenman ve atletik performans bağlamındaki katılımcı sınıflandırmasına göre “iyi antrene (well-trained)” olarak değerlendirilmiştir. Sedanter grup ise benzer yaş aralığında olan sağlıklı bireylerden oluşturulmuştur. Katılımcılara ait tanımlayıcı bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Katılımcılara ait tanımlayıcı veriler ve grup karşılaştırmaları

Değişkenler	Grup	n	Ort.	S.S.	t	p
Yaş (yıl)	Sporcu	13	23,30	2,06	0,581	0,567
	Sedanter	13	22,84	1,99		
Boy Uzunluğu (m)	Sporcu	13	1,84	0,08	3,584	0,001
	Sedanter	13	1,74	0,06		
Vücut Ağırlığı (kg)	Sporcu	13	88,01	12,68	2,869	0,008
	Sedanter	13	74,15	11,92		
Vücut Kitle İndeksi (%)	Sporcu	13	26,04	2,49	1,157	0,259
	Sedanter	13	25,55	3,91		

Sporcu ve sedanter katılımcılar için düzenli bir ilaç ve/veya yasaklı madde kullanmama birincil şarttı. Spesifik olarak, sporcular için haftada en az üç gün takım ve/veya bireysel antrenman seanslarına katılım (her seans için ortalama ~ 90 dakika), herhangi bir kronik sakatlık veya rahatsızlığı olmama; sedanter grup için ise inaktif bir yaşam tarzı ve bilinen bir hastalık ve/veya rahatsızlık olmama çalışmaya dâhil edilme kriterleri olarak belirlenmiştir. Veri toplama öncesinde tüm prosedürler hakkında detaylı bilgi verilerek katılımcılardan çalışmaya gönüllü katılımı belgeleyen imzalı “Gönüllü Olur Formu” toplanmıştır. Çalışma ile ilgili etik kurul onayı, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Tıp Fakültesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’ndan (Tarih :27/02/2023 ve Belge No: KAEK 2022/154-01/22) alınmıştır.

PROSEDÜRLER

Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların vücut ağırlığı (kg) bir bioelektrik impedans analiz cihazı (GAIA 359 PLUS, Jawon Medical, Seoul, South Korea) ile belirlenirken boy uzunluğu için stadyometre kullanılmıştır. Katılımcılar ölçümlere spor kıyafetleri ile katılmıştır. Vücut kitle indeksi, boy uzunluğunun (m) karesinin vücut ağırlığına bölünmesi (kg / m^2) ile hesaplanmıştır.

Wingate Anaerobik Güç Testi – 30 saniye (WAnT-30)

Sporcu ve sedanter katılımcıların anaerobik güç performanslarının tespiti için bilgisayar bağlantılı mekanik bir bisiklet ergometresi (Monark Wingate Ergometer model 834E) kullanılmıştır. Çalışmadaki WAnT-30 değerlendirmesi için Kayacan ve ark. (2023) protokolü takip edilmiştir. Özetle; test öncesi bisikletin koltuk yüksekliği her katılımcı için ayrı olarak ayarlanmıştır. Pedal en alt noktada iken dizin tam ekstansiyonda olması sağlanarak ayaklar pedal klipsleri ile sabitlenmiştir. WAnT-30 için test yükü, katılımcının vücut ağırlığının %7,5'ine göre belirlenmiştir (Nakamura ve Nose-Ogura, 2021). Testin ana bölümünden önce katılımcılardan test yükünün %20'si ve ~ 70-80 rpm aralığında 5 dakika pedal çevirmeleri istenerek (3-4-5. dakikaların sonunda 2-3 saniyelik hızlanmalar uygulanarak) bisiklet ergometresine fizyolojik ve motorsal adaptasyon sağlanmıştır. Son olarak, 5 dakikalık stretching hareketlerini takiben testin ana bölümüne geçilmiştir (Clark ve ark., 2018). Belirlenen test yükünün ($7,5 \text{ g.kg}^{-1}$) bisikletin kefesine yerleştirilmesinden sonra "Başla" komutu ile test başlatılmıştır. Maksimal pedal hızına ulaşıldıktan sonra kefedeki yük otomatik olarak düşerek ağırlıktan kaynaklanan direnç pedala yansıtılmıştır. Bu aşamadan sonra katılımcılardan 30 saniye boyunca pedal hızını koruyarak maksimum eforla testi tamamlamaları istenmiştir. WAnT-30 esnasında sporculara güçlü sözel motivasyon desteği verilmiştir. Bir tekrar olarak uygulanan test sonucunda WAnT-30 ZG ve beş saniyelik segmentlere ait OG çıktıları sonraki analizler için kaydedilmiştir.

İstatistikî Analiz

Araştırmada kullanılacak örneklem büyüklüğü G*Power 3 istatistiksel yazılım programı ile hesaplanmıştır. Güç analizinde 0,05 (α) anlamlılık düzeyinde %85 istatistiksel güç (β) dikkate alınarak gruplar (sporcu ve sedanter) için en az 12 katılımcının yeterli olduğu tespit edilmiştir (effect size = 1,1709811; critical t = 1,7171444; df = 22). Katılımcılara ait tanımlayıcı değişkenler ve WAnT-30 performansı ile ilişkili değerler ortalama ($\bar{X}$) ve standart sapma (S.S.) olarak sunulmuştur. Shapiro Wilk testi sonucuna göre normal dağılım gösterdiği belirlenen veriler

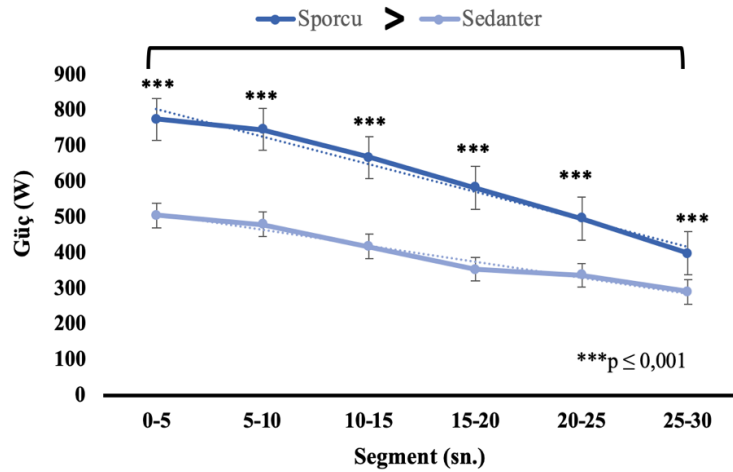
için WAnT-30 performansı ile ilgili grup karşılaştırmalarında bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Etki büyüklüğü (Cohen's d) için $< 0,2$ önemsiz, $0,2 - 0,5$ düşük, $0,5 - 0,8$ orta ve $> 0,8$ değeri büyük etki düzeyi olarak kabul edilmiştir (Cohen, 1998). WAnT-30 ile ilgili ilişki hesaplamalarında Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Korelasyon (r) değerlerine ilişkin etki büyüklüğü için kullanılan kriterler şu şekildedir: $\leq 0,1$: önemsiz; $0,1 - 0,3$: küçük; $0,3 - 0,5$: orta; $0,5 - 0,7$: büyük; $0,7 - 0,9$: çok büyük ve $> 0,9$: mükemmel yakın (Hopkins ve ark., 2009). Pearson korelasyon analizi sonucunda istatistiki anlamlılığa sahip fiziksel özellik değişkenlerinden hangisinin WAnT-30 segmentleri için bir belirteç (best predictor model) olabileceğini belirlemek için ise basit doğrusal regresyon analizi tercih edilmiştir. Tespit edilen anlamlılıklar, belirleme katsayısı (R^2) olarak raporlanmıştır. Çalışmadaki tüm analizlerde, SPSS for Windows 21.0 (SPSS Inc, Chicago, ABD) paket programı kullanılmış ve anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

WAnT-30 ZG ve tüm beş saniyelik segmentlere ait OG çıktılarında sporcu ve sedanter grup arasında istatistiki farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu farklılığın sporcular lehine olduğu görülmüştür. Tüm istatistiki farklılıklar etki büyüklüğü sınıflandırmasına göre “büyük etki” olarak belirlenmiştir (Tablo 2, Şekil 1).

Tablo 2. WAnT-30 ve beş saniyelik segmentlere ait ortalama güç karşılaştırmaları

Değişkenler	Grup	n	Ort.	S.S.	t	p	Etki Büyüklüğü
Zirve Güç (WAnT-30) (W)	Sporcu	13	927,31	167,86	5,453	<0.001	2,14
	Sedanter	13	613,66	121,81			
Güç (0-5 sn.) (W)	Sporcu	13	774,25	141,32	5,065	<0.001	1,99
	Sedanter	13	504,10	130,43			
Güç (5-10 sn.) (W)	Sporcu	13	745,59	124,53	6,026	<0.001	2,36
	Sedanter	13	479,26	99,41			
Güç (10-15 sn.) (W)	Sporcu	13	667,11	130,13	5,875	<0.001	2,30
	Sedanter	13	416,52	81,92			
Güç (15-20 sn.) (W)	Sporcu	13	582,65	118,83	4,902	<0.001	1,92
	Sedanter	13	353,58	119,44			
Güç (20-25 sn.) (W)	Sporcu	13	495,43	111,84	4,403	<0.001	1,73
	Sedanter	13	336,37	66,77			
Güç (25-30 sn.) (W)	Sporcu	13	397,61	79,76	3,605	<0.001	1,41
	Sedanter	13	289,89	72,41			



Şekil 1. WAnT-30 segmentlerindeki ortalama güç verilerine ait grup karşılaştırması

Sporcularda WAnT-30 ZG değeri ile tüm beş saniyelik OG çıktıları arasında pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$; $r = 0,594 - 0,970$). Özellikle 2. Segmentte (5-10 sn.) belirlenen ilişkinin Hopkins korelasyon kriterlerine göre “mükemmele yakın” olduğu saptanmıştır ($r = 0,942$). Sedanterlerde ise bu ilişki ($p < 0,05$; $r = 0,857 - 0,970$) 3. segmentten (15-20 sn.) sonra kaybolmuştur ($p > 0,05$; Tablo 3).

Tablo 3. WAnT-30 zirve güç ile beş saniyelik segmentlere ait ortalama güç korelasyonu

Grup		Güç (W) (0-5 sn.)	Güç (W) (5-10 sn.)	Güç (W) (10-15 sn.)	Güç (W) (15-20 sn.)	Güç (W) (20-25 sn.)	Güç (W) (25-30 sn.)
Sporcu	WAnT-30 Zirve Güç (W)	r	0,880***	0,942***	0,889***	0,832***	0,694**
Sedanter	WAnT-30 Zirve Güç (W)	r	0,970***	0,904***	0,857***	0,534	0,508

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Sporcularda fiziksel özellik değişkenlerinden boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ile WAnT-30 beş saniyelik segmentlere ait OG çıktıları arasında pozitif yönde ilişki olduğu görülmüştür ($p < 0,05$; $r = 0,549 - 0,830$). Sedanterlerde ise vücut ağırlığı ile WAnT-30'a ait 5 ve 6. segmentlerdeki OG değeri arasında pozitif bir ilişki görülmüşken ($p < 0,05$; $r = 0,643$ ve $r = 0,599$ sırasıyla) diğer değişkenlerle herhangi bir ilişki gözlenmemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 4).

Tablo 4. Fiziksel özellikler ile beş saniyelik segmentlere ait OG korelasyonu (

Değişkenler			Güç (W) (0-5 sn.)	Güç (W) (5-10 sn.)	Güç (W) (10-15 sn.)	Güç (W) (15-20 sn.)	Güç (W) (20-25 sn.)	Güç (W) (25-30 sn.)
Boy Uzunluğu (m)	Sporcu	r	0,601 [*]	0,721 ^{**}	0,782 ^{**}	0,830 ^{***}	0,829 ^{***}	0,719 ^{**}
	Sedanter	r	0,037	0,224	0,175	0,074	0,379	0,257
Vücut Ağırlığı (kg)	Sporcu	r	0,581 [*]	0,768 ^{**}	0,757 ^{**}	0,712 ^{**}	0,671 [*]	0,549 [*]
	Sedanter	r	0,459	0,528	0,531	0,331	0,643 [*]	0,599 [*]
Vücut Kütle İndeksi (%)	Sporcu	r	0,223	0,465	0,383	0,274	0,214	0,153
	Sedanter	r	0,467	0,443	0,462	0,303	0,487	0,487

*p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001.

Tablo 5'te basit doğrusal regresyon analizine ilişkin anlamlı modeller sunulmuştur. Sonuçlara göre sporcularda boy uzunluğu değişkeninin, WAnT-30'un tüm segmentlerindeki OG değerleri için bir belirteç olduğu görülmüştür ($R^2 = 0,362 - 0,689$). Boy uzunluğunun WAnT-30 segmentlerindeki (1-6. segmentler) OG değerlerini sırasıyla %36,2; %52; %61,1; %68,9; %68,6 ve %51,6 oranlarında açıkladığı görülmüştür. Vücut ağırlığı değişkeninin ise 1. (5-10 sn.) ve 6. segment (25-30 sn.) hariç tüm WAnT-30 segmentleri için bir belirteç olarak değerlendirilebileceği tespit edilmiştir ($R^2 = 0,457 - 0,590$). Vücut ağırlığının WAnT-30 2-4. segmentlerdeki OG değerlerini sırasıyla %59; %57,3; %50,1 ve %45 oranlarında açıkladığı görülmüştür. Sedanterlerde ise WAnT-30 segmentlerini açıklayıcı bir değişken olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 5. Sporcularda beş saniyelik segmentlere ait OG değerlerini açıklayan fiziksel özellik değişkenleri (basit regresyon)

Bağımlı Değişkenler	Model (Belirteç)	B	S.H.	β	t	p	R^2
Zirve Güç (W) (0-5 sn.)	(Sabit)	-1174,13	781,07		-1,503	0,161	0,362
	Boy Uzunluğu (m)	1061,57	452,19	0,601	2,497	0,030	
	(Sabit)	-1313,12	596,80		-2,200	0,050	0,520
Zirve Güç (W) (5-10 sn.)	Boy Uzunluğu (m)	1121,68	324,88	0,721	3,453	0,005	
	(Sabit)	81,78	168,60		0,485	0,637	
	Vücut Ağırlığı (m)	7,54	1,90	0,768	3,975	0,002	
	(Sabit)	-1665,40	561,23		-2,967	0,013	0,611
Zirve Güç (W) (10-15 sn.)	Boy Uzunluğu (m)	1270,85	305,52	0,782	4,160	0,002	
	(Sabit)	-16,70	179,73		-0,093	0,928	
	Vücut Ağırlığı (m)	7,77	2,02	0,757	3,841	0,003	0,573

	(Sabit)	-1679,26	458,10		-3,666	0,004	
Zirve Güç (W)	Boy Uzunluğu (m)	1232,39	249,38	0,830	4,942	<0,001	0,689
(15-20 sn.)	(Sabit)	-4,51	176,40		-0,26	0,980	
	Vücut Ağırlığı (m)	6,67	1,99	0,712	3,36	0,006	0,507
	(Sabit)	-1628,80	433,26		-3,759	0,003	
Zirve Güç (W)	Boy Uzunluğu (m)	1157,37	235,85	0,829	4,907	<0,001	0,686
(20-25 sn.)	(Sabit)	-25,21	175,35		-0,144	0,888	
	Vücut Ağırlığı (m)	5,92	1,97	0,671	2,997	0,012	0,450
Zirve Güç (W)	(Sabit)	-916,37	383,68		-2,388	0,036	
(25-30 sn.)	Boy Uzunluğu (m)	715,92	208,86	0,719	3,428	0,006	0,516

TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel amacı; sporcu ve sedanter bireylerde WAnT-30 performansının beş saniyelik segmentler ekseninde incelenmesiydi. Fiziksel özellikler ile WAnT-30 performansı arasındaki ilişkinin araştırılması ise ikincil amaçtı. Çalışma hipotezleri ile uyumlu olarak tüm segmentlerdeki güç çıktıların sporcularda daha yüksek olduğu ve iki grupta da (sporcu ve sedanter) WAnT-30 ZG çıktısı ile beş saniyelik OG çıktıların ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca; sporcularda fiziksel özellikler ile beş saniyelik OG çıktıları arasında ilişkili gözlenirken; boy uzunluğu ve vücut ağırlığı bu ilişkiyi en iyi açıklayan değişkenler olarak tespit edilmiştir.

WAnT-30, çoğunlukla kişinin 30 saniyelik bir süreçte supramaksimal egzersize karşı oluşan performans çıktıların değerlendirilmesi için uygulanmaktadır. Test esnasında anaerobik enerji sistemi baskın olarak kullanılmasına rağmen aerobik enerji mekanizması da performans üzerinde etkilidir (Fujii ve ark., 2015). Bu durumda performans parametreleri test esnasındaki tüm iniş-çıkışların bir yansıması olarak ele alınmaktadır. Buradan hareketle, sunulan çalışmada WAnT-30 performansı beş saniyelik segmentler ekseninde incelenmiştir. Toplamda beş saniyelik altı segmentten oluşan ve kişinin tüm eforla (all-out) katıldığı bir testte, segmentler arasında güç farklılıkları/değişimleri oluşması beklenen bir durumdur. Bağlantılı olarak, Balcı ve ark. (2022), WAnT-30 esnasında en yüksek güç üretiminin ilk beş saniyede (1. segment) oluştuğunu; takip eden segmentten (2. segment) itibaren güç üretiminde giderek düşüş meydana geldiğini bildirmiştir. Ayrıca, en düşük güç üretiminin beklenildiği üzere son segmentte (6. segment) gözlemlendiği ifade edilmiştir. Testin son aşamasında yaşanan düşüş ise kişinin fitness seviyesine bağlı olarak değişim göstermektedir.

Yukarıda bahsedilen segmentler arası güç farklılığının anaerobik performans temelinde yorumlanması gerekmesine rağmen, ardışık segmentlerdeki güç çıktıların değerlendirildiği çalışma sayısı kısıtlıdır. Özellikle antrene ve sedanter bireylerin karşılaştırmalı olarak incelendiği segmental temelli bir WAnT-30 araştırması-

na ise rastlanmamıştır. Sunulan çalışmaya benzer segmental prosedür kullanan bir çalışmada, Leithäuser ve ark. (2016) hiperventilasyon temelli uygulamanın WAnT performansı üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmadaki sonuçlara göre, katılımcı profilinin ortaya koyduğu performans yanıtının ilk 10 saniyeyi takiben düşüşe geçtiği görülmüştür. WAnT esnasında ilk 10 saniyedeki performansın anaerobik gücü ifade etmesi, yaşanması muhtemel dramatik performans kayıplarının takip edilmesi gerektiğini işaret etmektedir. Sunulan çalışmada elde edilen bulgular, büyük oranda bahsedilen bu süreci açıklar niteliktedir. Sonuçlar çerçevesinde tüm beş saniyelik segmentler için sporcuların OG çıktıları (W) sedanterlere göre daha yüksekti (Tablo 2). Bu farklılıkta özellikle 1. segmente ait güç çıktıları dikkate değerdir. Mevcut bulgular, benzer yaş aralığında olan katılımcı grubundaki sporcuların anaerobik güç çıktıların belirgin olarak daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, gruplar arası fitness seviyesindeki farklılık açısından sürpriz değildir. Çalışmada ayrıca WAnT-30 ZG değeri ile beş saniyelik segmentlere ilişkin OG değerleri arasında ilişki olduğu belirlendi (Tablo 3). Sporcularda WAnT-30 sürecince bu korelasyon devam ederken, sedanter grupta ise 3. segmentten sonra kaybolmuştur. Bu sonuç, tam eforlu anaerobik bir performansı sürdürebilme kapasitesinin farklılığı ile açıklanabilir. Çünkü anaerobik kapasite, WAnT-30 esnasında ilk 10 saniyeden sonra ortaya koyulan performansı yansıtmaktadır. Dolayısıyla, sporcuların sedanter bireylere göre test esnasında performans devamlılığı açısından daha tutarlı olduğu söylenebilir.

WAnT-30 performansının tespiti için en önemli unsurlardan biri de seçilen test yüküdür (Michalik ve ark., 2023). Test yükü için genel olarak vücut ağırlığı ve yağsız vücut ağırlığı yaklaşımları hakimdir. Hazır ve Koşar (2007) yağsız vücut ağırlığı yönteminde geniş vücut yapısına sahip olan bireylerin daha küçük vücut yapısındaki bireylere göre dezavantajlı olduğunu belirtmiştir. Yine güncel bir çalışmada bu yaklaşımların katılımcı grubuna göre değişim gösterebileceği ifade edilmiştir (Galán-Rioja ve ark., 2020). Dolayısıyla, WAnT-30 performansının fiziksel özelliklerle direkt ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Sunulan çalışmada, sporcularda boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ile WAnT-30 segmentlerine ait OG çıktıları pozitif ilişkiliydi ($r = 0,549 - 0,830$). Aynı zamanda bu iki değişken, doğrusal regresyon modeline göre WAnT-30'un tüm segmentleri için performans belirteçleri olarak tespit edildi ($R^2 = 0,362 - 0,689$). Bu sonuçlar, sporcuların uzun zaman periyodu boyunca antrene durumda olmaları nedeni ile değişim gösteren antropometrik ve fiziksel yapının supramaksimal bir egzersiz performansını etkilediğini işaret etmektedir. Postpubertal ve yetişkin erkek tekvandoculara WAnT performansının ilk 10 saniyelik bölümünün (anaerobik güç) incelendiği bir çalışmada, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve yağsız vücut kütlesi ile anaerobik güç arasında güçlü bir ilişki olduğu ortaya koyulmuştur (Boraczyński ve ark., 2017). Çalışmada ayrıca, yağsız vücut kütlesi, vücut ağırlığı ve iskelet kas kütlelerinin anaerobik gücü en iyi yansıtan belirteçler olduğu görülmüştür. Elit erkek voleybolcularda anaerobik performans (dikey sıçrama) ile fiziksel özelliklerin incelendiği farklı bir çalışmada ise, vücut

ağırlığı ile dikey sıçrama arasında ilişki olduğu belirtilmiştir (Aouadi ve ark., 2012). Anaerobik güç temelli testlerde vücut ağırlığının etkili bir değişken olduğu açıktır (Maciejczyk ve ark., 2015). Ancak bu türde bir değerlendirmede vücut kompozisyonu, yağ oranı ve yağsız kas kütlesi gibi ayrıntılar göz önünde bulundurulmalıdır.

Sunulan çalışmada WAnT-30 segmentlerinde sporcu ve sedanter bireylerdeki performans farklılığı açık olarak ortaya koyulmasına rağmen bir spor dalı özelinde kapsayıcı bir çıkarımda bulunmak uygun olmayabilir. Ayrıca, katılımcıların vücut kompozisyonlarının ayrıntılı olarak incelenmemesi ve gerçekleştirilen analizlerde farklı segment aralıklarının (örn; 3 saniye) kullanılmamış olması çalışmanın sınırlılıkları olarak değerlendirilebilir.

SONUÇ

Sporcularda WAnT-30 ve beş saniyelik segmentlere ait güç çıktılarının sedanterlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, sporcularda WAnT-30 ZG çıktısı ile tüm segmentlere ait OG çıktıları arasında pozitif ilişki olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, sporcularda WAnT-30 ZG çıktısının segmentler ekseninde yorumlanması daha uygun bir değerlendirme metodu olarak görünmektedir. Sporcularda boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ile tüm beş saniyelik OG çıktıları arasında pozitif ilişki tespit edilirken, bu iki değişkenin aynı zamanda WAnT-30 segmentlerini en iyi açıklayan belirteçler olduğu ortaya koyulmuştur. Bu paralelde, kısa süreli ve yoğun şiddetteki aksiyonlarda performans optimizasyonu için fiziksel özelliklerin gelişimine önem verilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Sonraki çalışmalarda spesifik spor dallarında yarışan sporcuların WAnT-30 performansına ilişkin segmental analizleri gerçekleştirilebilir. Diğer taraftan bu analizlerde farklı segment aralıkları kullanılarak anaerobik performansın değerlendirilmesi yapılabilir. Ayrıca yağsız vücut kütlesi veya yağ oranı gibi farklı fiziksel özelliklerin tespiti ile WAnT-30 segmentlerine ait güç çıktıları arasındaki olası ilişkiler incelenebilir.

Çıkar Çatışması

Çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Aouadi, R., Jlid, M. C., Khalifa, R., Hermassi, S., Chelly, M. S., Van Den Tillaar, R., & Gabbett, T. (2012). Association of anthropometric qualities with vertical jump performance in elite male volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(1), 11-17.
- Baker, U. C., Heath, E. M., Smith, D. R., & Oden, G. L. (2011). Development of Wingate Anaerobic Test Norms for Highly-Trained Women. *Journal of Exercise Physiology Online*, 14(2).
- Balci, G. A., As, H., Colakoglu, M., & Ozkaya, O. (2022). Accuracy, reliability and segmental error relationship during a Wingate all-out test. *Science & Sports*, 37(3), 176-183. Doi: 10.1016/j.scispo.2021.05.003
- Ballmann, C. G., Maynard, D. J., Lafoon, Z. N., Marshall, M. R., Williams, T. D., & Rogers, R. R. (2019). Effects of listening to preferred versus non-preferred music on repeated wingate anaerobic test performance. *Sports*, 7(8), 185. doi: 10.3390/sports7080185
- Boraczyński, M., Boraczyński, T., Podstawski, R., Laskin, J., Choszcz, D., & Lipiński, A. (2017). Relationships between anthropometric features, body composition, and anaerobic alactic power in elite post-pubertal and mature male taekwondo athletes. *Human Movement*, 18(4), 30-4. doi: 10.1515/humo-2017-0032
- 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. doi: 10.3390/app11167417
- Clark, N. W., Wagner, D. R., & Heath, E. M. (2018). Influence of Velotron chainring size on Wingate anaerobic test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(2), 202-206. doi: 10.1016/j.jsams.2017.07.026
- Cohen, J. (1998). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- Coppin, E., Heath, E. M., Bressel, E., & Wagner, D. R. (2012). Wingate anaerobic test reference values for male power athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 232-236. doi: 10.1123/ijspp.7.3.232
- Duncan, M. J., Eyre, E., Grgic, J., & Tallis, J. (2019). The effect of acute caffeine ingestion on upper and lower body anaerobic exercise performance. *European Journal of Sport Science*, 1-8. doi: 10.1080/17461391.2019.1601261
- Fujii, N., Tsuchiya, S. I., Tsuji, B., Watanabe, K., Sasaki, Y., & Nishiyasu, T. (2015). Effect of voluntary hypocapnic hyperventilation on the metabolic response during Wingate anaerobic test. *European Journal of Applied Physiology*, 115, 1967-1974. doi: 10.1007/s00421-015-3179-8
- Galán-Rioja, M. A., González-Mohino, F., Sanders, D., Mellado, J., & González-Ravé, J. M. (2020). Effects of body weight vs. lean body mass on Wingate anaerobic test performance in endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 41(08), 545-551. doi:10.1055/a-1114-6206
- Grgic, J. (2022). Effects of sodium bicarbonate ingestion on measures of Wingate test performance: a meta-analysis. *Journal of the American Nutrition Association*, 41(1), 1-10. doi: 10.1080/07315724.2020.1850370
- Hazir, T., & Kosar, N. S. (2007). Assessment of gender differences in maximal anaerobic power by ratio scaling and allometric scaling. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(4), 253-261. doi: 10.3233/IES-2007-0281
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3. doi: 10.1249/MSS.0b013e31818cb278
- Jaafar, H., Rouis, M., Coudrat, L., Attiogbé, E., Vandewalle, H., & Driss, T. (2014). Effects of load on Wingate test performances and reliability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(12), 3462-3468. doi: 10.1519/JSC.0000000000000575
- Kayacan, Y., Makaraci, Y., Ucar, C., Amonette, W. E., & Yildiz, S. (2023). Heart rate variability and cortisol levels before and after a brief anaerobic exercise in handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10-1519. doi: 10.1519/JSC.0000000000000441
- Leithäuser, R. M., Böning, D., Hütler, M., & Beneke, R. (2016). Enhancement on Wingate anaerobic test performance with hyperventilation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 627-634. doi: 10.1123/ijspp.2015-0001
- Maciejczyk, M., Wiecek, M., Szymura, J., Szygula, Z., & Brown, L. E. (2015). Influence of increased body mass and body composition on cycling anaerobic power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 58-65. doi: 10.1519/JSC.0000000000000727
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2007). *Exercise Physiology*, edn. Maryland: Lippincott Williams & Wilkins
- McKay, A. K., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J., & Burke, L. M. (2021). Defining training and performance caliber: a participant classification framework. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(2), 317-331. doi: 10.1123/ijspp.2021-0451
- McKie, G. L., Islam, H., Townsend, L. K., Howe, G. J., & Hazell, T. J. (2018). Establishing a practical treadmill sprint as an alternative to the Wingate anaerobic test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 22(2), 138-144. doi: 10.1080/1091367X.2017.1400974

- Michalik, K., Smolarek, M., Ochmann, B., & Zatoř, M. (2023). Determination of optimal load in the Wingate Anaerobic Test is not depend on number of sprints included in mathematical models. *Frontiers in Physiology*, 14, 854. doi: 10.3389/fphys.2023.1146076
- Nakamura, M., & Nose-Ogura, S. (2021). Effect of administration of monophasic oral contraceptive on the body composition and aerobic and anaerobic capacities of female athletes. *Journal of Obstetrics and Gynecology Research*, 47(2), 792-799. doi:10.1111/jog.14613
- Nikolaidis, P. T., Dellal, A., Torres-Luque, G., & Ingebrigtsen, J. (2015). Determinants of acceleration and maximum speed phase of repeated sprint ability in soccer players: A cross-sectional study. *Science & Sports*, 30(1), e7-e16. doi: 10.1016/j.scispo.2014.05.003
- Özkaya, O., Colakoglu, M., Fowler, D., Kuzucu, Ö. E., & Colakoglu, S. (2009). Wingate anaerobic testing with a modified electromagnetically braked elliptical trainer. Part II: Physiological considerations. *Isokinetics and Exercise Science*, 17(2), 115-119. doi: 10.3233/IES-2009-0342
- Ramírez-Vélez, R., López-Albán, C. A., La Rotta-Villamizar, D. R., Romero-García, J. A., Alonso-Martinez, A. M., & Izquierdo, M. (2016). Wingate anaerobic test percentile norms in colombian healthy adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(1), 217-225. doi: 10.1519/JSC.0000000000001054
- Sandford, G. N., Laursen, P. B., & Buchheit, M. (2021). Anaerobic speed/power reserve and sport performance: scientific basis, current applications and future directions. *Sports Medicine*, 51(10), 2017-2028. doi: 10.1007/s40279-021-01523-9
- Smith, J. C., & Hill, D. W. (1991). Contribution of energy systems during a Wingate power test. *British Journal of Sports Medicine*, 25(4), 196-199. doi: 10.1136/bjism.25.4.196
- Yáñez-Silva, A., Buzzachera, C. F., Piçarro, I. D. C., Januario, R. S., Ferreira, L. H., McNulty, S. R., Utter, A. C., & Souza-Junior, T. P. (2017). Effect of low dose, short-term creatine supplementation on muscle power output in elite youth soccer players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 5. doi: 10.1186/s12970-017-0162-2
- Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., & Hannon, M. E. (2009). Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2598-2604. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b1b21b