

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR  
ANABİLİM DALI

# **ELİPTİK CİHAZ KULLANARAK ANAEROBİK GÜÇ TAYİNİ İÇİN YENİ BİR PROTOKOL ÖNERİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

Özgür ÖZKAYA

Samsun  
Ocak-2008



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR  
ANABİLİM DALI

# **ELİPTİK CİHAZ KULLANARAK ANAEROBİK GÜÇ TAYİNİ İÇİN YENİ BİR PROTOKOL ÖNERİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

Özgür ÖZKAYA

Birinci Danışman  
Prof. Dr. Atilla TEKAT

İkinci Danışman  
Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU

Samsun  
Ocak-2008

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından *Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı* programında *Doktora Tezi* olarak kabul edilmiştir.

Başkan: **Prof. Dr. Atilla TEKAT**  
Ondokuzmayıs Üniversitesi

Üye: **Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU**  
Ege Üniversitesi

Üye: **Prof. Dr. Ferhan CANTÜRK**  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye: **Prof. Dr. Osman İMAMOĞLU**  
Ondokuzmayıs Üniversitesi

Üye: **Yrd. Doç. Dr. Mehmet TÜRKMEN**  
Ondokuzmayıs Üniversitesi

Bu tez Sağlık Bilimleri Enstitüsü yönetim kurulunca belirlenen jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

**Prof. Dr. Süleyman ÇELİK**  
Enstitü Müdürü



**TEŞEKKÜR**

Tez çalışmamın danışmanlığını üstlenen yüksekokul müdürüm **Prof. Dr. Atilla TEKAT** a, sunduğu olanaklar ve tüm destekleri için,

Örnek aldığım hocam ve çalışmanın ikinci danışmanı **Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU** na, yoğun çalışma programına rağmen ayırdığı zaman ve önemli katkıları için,

**Yrd. Doç. Dr. Okan ÖZGÖNENEL** e, yazılım ve donanım desteği için,

**Yrd. Doç. Dr. Mustafa ULUTAŞ** a, teknik katkıları için,

Acıbadem Sağlık Gurubu Yönetim Kurulu Başkanı **Mehmet Ali AYDINLAR** a, bana güvendiği ve çalışmaya inanarak mali destekte bulunduğu için,

Acıbadem Sağlık Gurubu Yatırımcı İlişkileri ve Kurumsal Finansman Direktörü **Pınar LEMBET** e, projeye gösterdiği ilgi ve verdiği destek için,

SHOW TV kanalında yayınlanan 6 PAS programının yorumcularından ve Sabah Gazetesi spor yazarı **Gürcan BİLGİÇ** e, tüm yardımları için,

Precor® Türkiye distribütörü Finspor yönetim kurulu başkanı **Cevdet TUNA** ve bölge müdürü **Koray KUTLAY** a, çalışma süresince sağladıkları destek için,

Çalışmanın İzmir ayağında Necati Akgün Performans Laboratuvarı'nın kapılarını açan Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu yönetimine, tüm laboratuvar ve proje ekibine,

Çalışmaya gönüllü olarak katılan Ege ve Ondokuz Mayıs Üniversitelerinin değerli öğrencileri ve tüm kulüp sporcularına,

**sonsuz teşekkürlerimi sunarım...**

**ÖZET****ELİPTİK CİHAZ KULLANARAK ANAEROBİK GÜÇ TAYİNİ İÇİN YENİ BİR  
PROTOKOL ÖNERİSİ****Özgür ÖZKAYA, Doktora Tezi****Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Ocak 2008**

Bu çalışmanın amacı *Wingate Anaerobik Testi* için bisiklet ergometresi (BW) yerine eliptik kayak kros simülatörü kullanarak (EW) bir alternatif ortaya koymaktı. Çalışma sağlıklı ve fiziksel olarak aktif erkek gönüllülerle gerçekleştirildi. Precor EFX576i eliptik kayak kros simülatörü üzerinde BW testinin gerektirdiği ek elektronik ve yazılım düzenlemeleri yapıldı. Farklı EW yüklerinin ardışık segmentlerdeki güç üretim değişimleri açısından uygunluğu incelendiğinde sadece 1,0 watt/kg yükünün (EW-1,0) hatasız olduğu ve bu EW yükünün 90 gr/kg BW yükü (BW-90) ile uyum gösterdiği saptandı (n =40; p<0,001). EW-1,0'da elde edilen Zirve Güç (ZG), Ortalama Güç (OG), Yorgunluk İndeksi (%Yİ) ve  $\Delta La$  değerleri BW-90 testinde elde edilenlerden daha yüksekti (n =40; p<0,001). ZG, OG, %Yİ ve  $\Delta La$  parametreleri için EW-1,0 testinin, test-tekrar-test güvenilirlik analizleri yüksek ilişki düzeyleri ortaya koydu (n =30; r =0,74-0,94; p<0,001). Çalışmanın sonuçlarına göre en doğru EW test yükünün 1,0 watt/kg olduğu, EW-1,0 testlerinin BW testine oranla daha büyük test sonu değerleri verdiği ve gerçekleştirilen bu modifikasyonun güvenilir olduğu ortaya konmuştur.

**ABSTRACT****PROPOSAL FOR A NEW PROTOCOL TO PREDICT ANAEROBIC  
POWER ON ELLIPTICAL CROSS TRAINER****Özgür ÖZKAYA, Doctoral Thesis****Ondokuz Mayıs University, Samsun, January 2008**

The purpose of this study was to establish an alternative *Wingate Anaerobic Test*, substituting Elliptical Cross Trainer (EW) for Cycle Ergometer (CW). Volunteers were healthy and physically active male athletes. Electronically and software arrangements were added on Precor EFX576i Elliptic to meet demands of CW test. Analysis of miscellaneous EW test loads revealed that 1.0 watt/kg (EW-1.0) was the only inerrant load amongst tested EW loads in that acceptable power out put variations amongst sequential segments (n=40; p<0.001). The EW load was accepted to be compatible with 90 g/kg CW load (CW-90). Peak Power (PP), Average Power (AP), Fatigue Index (FI) and  $\Delta La$  values of EW-1.0, were higher than those in CW-1.0 Test (n =40; p<0.001). Test versus retest values of PP, AP, FI and  $\Delta La$  in EW-1.0 load were significantly correlated (n =30; r =0.74-0.94; p<0.001). It was concluded that, EW-1.0 is a reliable and more valid test than CW-90.



**TABLolar LİSTESİ**

<b>Tablo 1:</b> Esas Çalışmaya Dahil Edilmesine Karar Verilen Test Yüklerinin Betimleyicileri .....	<b>29</b>
<b>Tablo 2:</b> BW ve EW Testlerinin Betimleyicileri .....	<b>30</b>
<b>Tablo 3:</b> BW ve EW Testlerinin ZGS/MGS Sıra Hataları .....	<b>32</b>
<b>Tablo 4:</b> BW ve EW Testlerinin ZG Segment Hataları .....	<b>32</b>
<b>Tablo 5:</b> BW ve EW Testlerinin MG Segment Hataları .....	<b>32</b>
<b>Tablo 6:</b> BW ve EW Testlerinin Sıralama Hataları .....	<b>33</b>
<b>Tablo 7:</b> BW ve EW Test Hatalarının Varyans Analizleri .....	<b>34</b>
<b>Tablo 8:</b> BW ve EW Testlerinin Guruplar Arası Hata Analizleri .....	<b>34</b>
<b>Tablo 9:</b> BW-90 ve E-1,0 Test Sonu Değerlerinin Varyans Analizleri .....	<b>35</b>
<b>Tablo 10:</b> BW-90 ve E-1,0 Test Parametrelerinin Korelasyon Analizleri .....	<b>36</b>
<b>Tablo 11:</b> Parametrik Dağılım Gösteren EW-1,0 Test Sonu Değerlerinin Test-Tekrar-Test Korelasyonu .....	<b>37</b>
<b>Tablo 12:</b> Non-Parametrik Dağılım Gösteren EW-1,0 Test Sonu Değerlerinin Test-Tekrar-Test Korelasyonu .....	<b>37</b>

## GRAFİKLER LİSTESİ

<b>Grafik 1:</b> İkinci Plot Çalışmada En İyi Wingate Test Değerlerine Sahip Katılımcının EW-0,8 Test Sonuçlarının MatLap Yazılımıyla Yorumlanan Rpm ve Güç Eğrileri .....	<b>28</b>
<b>Grafik 2:</b> İkinci Plot Çalışmada En İyi Wingate Test Değerlerine Sahip Katılımcının EW-1,1 Test Sonuçlarının MatLap Yazılımıyla Yorumlanan Rpm ve Güç Eğrileri .....	<b>29</b>
<b>Grafik 3:</b> EW Yüklerine Karşılık Gelen %Yİ Değerleri .....	<b>31</b>
<b>Grafik 4:</b> EW Yüklerine Karşılık Gelen $\Delta$ La Değerleri .....	<b>31</b>
<b>Grafik 5:</b> BW ve EW Testleri İçin Toplam Hata Puanları .....	<b>34</b>
<b>Grafik 6:</b> BW ve EW-1,0 Testlerinin Segmental Güç Dağılımları .....	<b>36</b>
<b>Grafik 7:</b> Test-Tekrar-Test Çalışmalarında Elde Edilen ZG ve OG Değerleri .....	<b>37</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1:</b> Mikro-Denetleyici Tabanlı Anaerobik Performans Ölçme Düzenegi .....	<b>20</b>
---	-----------

## RESİMLER LİSTESİ

<b>Resim A</b> .....	<b>18</b>
<b>Resim B</b> .....	<b>19</b>

## SİMGE VE KISALTMALAR

**A-** Amper

**ATP-** Adenozin Trifosfat

**BW-** Bisiklet ergometresiyle gerçekleştirilen Wingate testinin orijinal modu

**cm-** Santimetre

**CO<sub>3</sub><sup>-</sup>**- Bikarbonat İyonu

**CO<sub>2</sub>**- Karbondioksit

**CrP-** Kreatin Fosfat

**dk-** Dakika

**EW-** Wingate testinin eliptik modifikasyonu

**EMG-** Elektro Miyogram

**F-** Kuvvet

**gr-** Gram

**H<sup>+</sup>**- Hidrojen İyonu

**kg-** Kilogram

**L-** Litre

**La-** Total Kan Laktatı (mmol/L)

- m-** Metre
- MG-** Minimum Güç (watt)
- MHz-** Mega Herz
- mmol-** Milimol
- MSS-** Merkezi Sinir Sistemi
- n-** Denek Sayısı
- O<sub>2</sub>-** Oksijen
- OG-** Ortalama Güç (watt)
- p-** İstatistiksel Anlamlılık Düzeyi
- pH-** Asidite
- Pi-** İnorganik Fosfat
- r-** Pearson Korelasyon Değeri *yada* Yarı Çap
- sn-** Saniye
- Ss-** Standart Sapma ( $\pm$ )
- t-** Süre
- VO<sub>2</sub>-** Oksijen Kullanım Kapasitesi
- ZG-** Zirve Güç (watt)

$\Delta\mathbf{La}$ - Delta Laktat

$^{\circ}\mathbf{sn}$ - Derece / Saniye

$\%YI$ - Yorgunluk İndeksi Oranı

$\bar{X}$  - Ortalama Değer

$\Omega$  - Ohm

$^{\circ}\mathbf{C}$ - Santigrat Derece

**İÇİNDEKİLER**

<b>Teşekkür</b> .....	<b>iii</b>
<b>Özet</b> .....	<b>iv</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>v</b>
<b>Tablolar Listesi</b> .....	<b>vi</b>
<b>Grafikler Listesi</b> .....	<b>vii</b>
<b>Şekiller Listesi</b> .....	<b>vii</b>
<b>Resimler Listesi</b> .....	<b>vii</b>
<b>Simge ve Kısaltmalar</b> .....	<b>viii</b>
<b>İçindekiler</b> .....	<b>xi</b>
<b>1.Giriş</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Problem Cümlesi</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2. Alt Problemler</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3. Hipotez</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4. Sayıtlar</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5. Sınırlamalar</b> .....	<b>5</b>
<b>1.6. Tanımlar</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Genel Bilgiler</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1. Anaerobik Performansın Efor Sürelerine</b> <b>Göre Değerlendirilmesi</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2. Anaerobik Performansın Test Edilmesi ve</b> <b>Wingate Anaerobik Testi</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3. Wingate Testinin Güvenilirliği ve Geçerliliği</b> .....	<b>14</b>
<b>2.4. Bisiklet Ergometreleri ve</b> <b>Eliptik Kayak Kros Simülatörü</b> .....	<b>16</b>
<b>3. Gereç ve Yöntem</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1. Modifikasyon Çalışmaları</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2. Araştırma Gurubu</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3. Birinci Plot Çalışma</b> .....	<b>22</b>
<b>3.4. İkinci Plot Çalışma</b> .....	<b>22</b>

<b>3.5. Verilerin Toplanması</b> .....	<b>23</b>
<b>3.5.1. Dinlenim Ölçümleri</b> .....	<b>23</b>
<b>3.5.2. Test Öncesi Periyot</b> .....	<b>24</b>
<b>3.5.3. En Uygun EW Modifikasyon Yükünün Belirlenmesi</b> .....	<b>24</b>
<b>3.5.4. Test Yükünün Geçerliliği</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5.5. Test Yükünün Güvenilirliği</b> .....	<b>26</b>
<b>3.5.6. Test Sonrası Ölçümler</b> .....	<b>26</b>
<b>3.6. Verilerin Analizi</b> .....	<b>26</b>
<b>4. Bulgular</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1. Plot Çalışmaların Bulguları</b> .....	<b>27</b>
<b>4.2. En Uygun EW Test Yükünün Belirlenmesi İçin Yapılan Çalışmaların Bulguları</b> .....	<b>30</b>
<b>4.3. BW-90 ve EW-1,0 Test Sonu Parametrelerinin Geçerlilik Çalışmasının Bulguları</b> .....	<b>35</b>
<b>4.4 EW-1,0 Test Sonu Parametrelerinin Güvenilirlik Çalışmasının Bulguları</b> .....	<b>36</b>
<b>5. Tartışma</b> .....	<b>38</b>
<b>6. Sonuç ve Öneriler</b> .....	<b>45</b>
<b>7. Kaynakça</b> .....	<b>47</b>
<b>Özgeçmiş</b> .....	<b>56</b>

## 1. GİRİŞ

Anaerobik metabolizma birkaç dakikaya kadar sürdürülen yüksek şiddetli kas aktiviteleri için performansın belirleyicisidir. Bu sürelerde dominant sistemler olan fosfolitik (alaktasit) ve glikolitik (laktasit) enerji sistemlerinin rölatif katkılarıyla Adenozin Trifosfat (ATP) adı verilen bileşiğin rejenerasyonu sağlanır.

Maksimal oksijen tüketiminin ( $VO_{2max}$ ) aerobik gücü gösterdiği ölçüde anaerobik performansın değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre bulunmasa da non-invaziv olarak anaerobik performansı test eden yöntemlerle, söz konusu sistemlerin kullanım verimliliği arasında yüksek korelasyon vardır (Vandewalle & ark., 1987).

Bar-Or ve arkadaşları tarafından 1970'li yılların başında Wingate Enstitüsünde geliştirilen *Wingate Anaerobik Testi* (Inbar & ark., 1976) kas gücünü biyokimyasal ve histokimyasal ölçümlere gerek kalmadan ölçebilen non-invaziv testler arasında en çok kullanılanı olmuştur (Aziz & Chuan, 2004; Bulbulian & ark., 1996; Coso & Richardo, 2006; Dotan, 2006; Thomas & ark., 2002; Weinstein & ark., 1998). Wingate testi Zirve Güç (ZG), Minimum Güç (MG), Ortalama Güç (OG) ve Yorgunluk İndeksi (Yİ) gibi mutlak (watt, joule) ve nispi (watt/kg, joule/kg) güç değerleri verir (Murphy & ark., 1986; Patton & Duggan, 1987; Tharp & ark., 1984). ZG anaerobik performansın fosfolitik komponentini değerlendirirken, OG glikolitik anaerobik kapasitenin sınırları hakkında fikir verir. Yİ; ZG ve MG değerleri arasında kurulan matematiksel bir ilişkiyle hesaplanır ve kasın yorulabilirliğini (anaerobik toleransı) ölçer (Ayalon & ark., 1974).

Bu parametrelerin, farklı gurupların analiz edildiği test-tekrar-test çalışmalarıyla saptanan güvenilirlik korelasyonları (pearson r) genellikle 0,89–0,98 arasındadır. Wingate test sonu parametrelerinin farklı mesafe sporları için geçerlilik katsayıları ise performans mesafesine ve kullanılan Wingate test



parametresinin türüne bağılı olarak değişmekle birlikte, genellikle 0,47–0,88 arasında bulunmuştur (Thomas & ark., 2002).

Wingate testi anaerobik performansın değerlendirilmesinde en sık kullanılan ve geniş çapta ilgi gören bir test yöntemi olarak kabul edilse de, geçerlilik-güvenilirlik çalışmaları incelendiğinde daha güvenilir olmakla birlikte geçerliliğinin göreceli olarak daha düşük olduğu görülür. Bu nedenle söz konusu test yönteminin geçerliliği açısından mercek altına alınması gerektiğini düşündüğümüz konular; pek çok sportif aktiviteye göre az miktarda kas kütlelerini işe katması, pedal çevirme döngüsünde ayağın kat ettiği mesafenin pedalın krank uzunluğuna bağılı olarak kısa ve dönüşümlü olması, inersinin yarattığı yanıtıcı güç verileri sunması, güç üretimine ait veri aktarım sıklığının güç üretimi dalgalanmalarını yansıtamaması, testin performans süreleri vb., olarak çeşitlendirilebilir. Dolayısıyla, sahip olduğu şöhrete rağmen Wingate testinin orijinal modunun sonuçları; hem yöntemi hem de kullandığı bisiklet ergometresinin özellikleri nedeniyle tartışmaya açıktır.

1990'lı yılların sonlarında Eliptik Kayak Kros Simulatörü (Elliptical Cross Trainer) literatürde yer almaya başlamıştır (Kravitz, 1998; Porcari, 1998). Yapılan otuzun üzerinde çalışmada, bir ergometre olarak eliptik oldukça umut vermiştir. Kinematik çalışmalardan başarılı sonuçlar alınarak (Knutzen & ark., 2007; Lu & ark., 2007), cihaz donanımına ek çeşitli modifikasyonlar geliştirilmiştir (Boardford, J.C. & ark., 2007; Pederson & ark., 2006; Schorner, M.J. & ark., 2004). Egzersizlerden alınan fizyolojik ve algısal yanıtların referans alındığı birçok çalışmada eliptik cihazlar; koşu bantları, bisikletler, stair-stepper v.b. ergometrelerle karşılaştırılmış ve birçok yönden daha başarılı bulunmuştur (Altena & ark., 2002; Batte & ark., 2003; Dolny & ark., 2004; Egana & Donne, 2004; Green & ark., 2004; Hajiefermides & ark., 2003; Hughes & ark., 2005; Larsen & Heath, 2007; Sweitzer & ark., 2002).

Sınırlı literatür içinde eliptik üzerinde yapılan EMG çalışmalarının tamamı olumlu sonuçlar vermiştir (Browder & Dolny, 2002; Browder & ark.,

2005; Knutzen & ark., 2006). Alt ekstremite kaslarının EMG incelemelerinde eliptik cihazın yüksek kassal aktivite yarattığı gösterilmiştir (Browder & Dolny, 2002). Bir başka çalışmada sekiz ayrı kasın EMG analizinde koşu bandı ve bisiklet ergometreleriyle karşılaştırılarak; biceps brachii, triceps trachii ve deltoid kasları başta olmak üzere en büyük kas kütlelerini aktive etme konusunda çok daha başarılı bulunmuştur (Browder & ark., 2005).

Geçen 10 yıllık süre zarfında eliptik kullanarak  $VO_{2max}$  kapasitesini non-invaziv yöntemlerle test eden bir maksimal (Dalleck & ark., 2004), iki submaksimal test protokolü (Armour & ark., 2003; Dalleck & ark., 2006) ve askeri amaçla kullanılmak üzere bir fiziksel fitness testi (Parker & ark., 2006) geliştirilmiştir.

Yaptığımız taramalarda eliptik kullanarak, supra-maksimal şiddetlerde uygulanan bir protokolle anaerobik güç yada kapasiteyi test edebilen bir modifikasyona rastlanmamıştır. Bu tez çalışması, anaerobik güç ve kapasiteye ait incelemelerde eliptik cihazın bisiklet ergometresine göre daha geçerli bir test aracı olabileceği varsayımı ile başlatılmıştır.

### **1.1. Problem Cümlesi**

Eliptik Kayak Kros Simülatörüne modifiye edilecek Wingate Anaerobik Testi (EW), bisiklet ergometresi ile uygulanan orijinal Wingate Anaerobik Testinin (BW) verdiği sonuçlardan daha doğru sonuçlar verebilen, geçerli ve güvenilir bir test yöntemi olabilir mi?

### **1.2. Alt Problemler**

Modifiye EW kullanarak anaerobik performansı test edecek bir protokol, en doğru *alaktasit anaerobik güç* değerini verebilir mi?

Modifiye EW kullanarak anaerobik performansı test edecek bir protokol, en doğru *laktasit anaerobik kapasite* değerini verebilir mi?

Modifiye EW kullanarak anaerobik performansı test edecek bir protokol, en doğru *yorgunluk indeksi* yanıtını yaratabilir mi?

Modifiye EW kullanarak anaerobik performansı test edecek bir protokol, en büyük *laktat* yanıtını yaratabilir mi?

### **1.3. Hipotez**

Pek çok sportif branşa benzer şekilde daha fazla kas katılımı ile yüksek güç üretimi sağlaması, elektromanyetik direnç sisteminin standart ve istikrarlı direnç üretimi ile daha düşük inersiyeye neden olması, ayağın kat ettiği mesafenin daha fazla olması sebebiyle ivmelenme avantajı sağlaması gibi nedenlerle modifiye EW testi, model alınan 30 saniyelik test sürelerinde orijinal BW testine oranla daha geçerli test sonu değerleri verebilir.

### **1.4. Sayıtlar**

- i. Katılımcıların anaerobik performans konusunda antrene ve gönüllü sporcular oldukları kabul edilmiştir.
- ii. Eliptik modifikasyonunun tüm temel prensiplerinin, testin orijinal bisiklet modu örnek alınarak tasarlandığı kabul edilmiştir.
- iii. Sporcuların tamamının testler süresince desteklenerek aynı standartlarda motive edildiği kabul edilmiştir.
- iv. Her iki test aracının da analiz edilen anaerobik performans parametrelerini aynı standartlarda ölçtüğü ve doğru değerler verdiği kabul edilmiştir.
- v. Total kan laktatının bakıldığı analizörün her beş ölçümde bir uygun şekilde kalibre edildiği ve doğru değerler verdiği kabul edilmiştir.

- vi. Katılımcıların sirkadiyen ritim, MSS hazır bulunuşluk düzeyi, ısı, nem, v.b. faktörlerden etkilenmemeleri için, testlerin her katılımcı için günün aynı saat diliminde ve aynı standartlar gözetilerek yapıldığı kabul edilmiştir.

### 1.5. Sınırlamalar

- i. Tez çalışmasının kapsadığı iki plot çalışma, uygun EW yükünün seçilmesi, seçilen test yükünün geçerliliği ve güvenilirlik çalışmalarının tamamında kullanılan araştırma gurupları, ergen erkek sporcularla sınırlıdır.
- ii. Gerçekleştirilen birinci plot çalışma beş sporcuyla sınırlıdır.
- iii. Gerçekleştirilen birinci plot çalışma Samsun iliyle sınırlıdır.
- iv. Gerçekleştirilen ikinci plot çalışma üç sporcuyla sınırlıdır.
- v. Gerçekleştirilen ikinci plot çalışma İzmir iliyle sınırlıdır.
- vi. Modifiye EW testinin en uygun test yükünün bulunması için yapılan çalışma 40 sporcuyla sınırlıdır.
- vii. Modifiye EW testinin en uygun test yükünün bulunması için yapılan çalışma İzmir iliyle sınırlıdır.
- viii. Test yönteminin geçerlilik çalışması, Wingate testinin bisiklet ergometresiyle yapılan orijinal modu ile sınırlıdır.
- ix. Seçilen EW test yükünün geçerliliğinin test edildiği çalışma 40 sporcuyla sınırlıdır.
- x. Seçilen EW test yükünün geçerliliğinin test edildiği çalışma İzmir iliyle sınırlıdır.
- xi. Modifiye Wingate testinin güvenilirlik çalışması, test-tekrar-test analiz yöntemiyle sınırlıdır.
- xii. Modifiye EW testinin güvenilirlik çalışması, 30 sporcuyla sınırlıdır.
- xiii. Modifiye EW testinin güvenilirlik çalışması, İzmir iliyle sınırlıdır.
- xiv. Testlerden alınan güç yanıtlarının desteklenmesi için yapılan kan analizleri, tam kandan bakılan total kan laktatı ile sınırlıdır.

### 1.7. Tanımlar

*Güç:* Spor bilimlerinde ekstraplasyonla en yüksek kuvvet ve en yüksek hızın bileşkesi olarak ifade edilen ve pek çok anaerobik güç yada kapasite testiyle dolaylı olarak hesaplanabilen bir değerdir (1 watt = 6,12 kg.m.dk<sup>-1</sup>).

$$\text{Güç} = \text{Kuvvet} \times \text{Hız}$$

$$\text{Hız} = \text{Yol} / \text{Zaman (m/sn)} \Rightarrow \text{Güç} = \text{Kuvvet} \times \text{Yol} / \text{Zaman (kg.m.sn}^{-1}\text{)}$$

*Anaerobik Güç:* ATP adı verilen bileşiğin en büyük oranda CrP adı verilen ve yüksek hızlarda yıkılabilen bir maddeden sağlanan enerjiyle yenilediği süreçlerin sınırları olarak kabul edilir. Wingate anaerobik güç ve kapasite testinde en iyi 5 saniyelik segment değerinin ortalaması, alaktasit anaerobik performansın en büyük belirleyicilerinden biri olarak ifade edilir (watt).

*Anaerobik Kapasite:* ATP adı verilen bileşiğin en büyük oranda Anaerobik Glikoliz yoluyla sağlanan enerji yoluyla resente edildiği ve son ürün olarak laktatın açığa çıktığı süreçler sonunda kas ve kan pH değerinin yükseldiği kullanım yolunun sınırları olarak kabul edilir. Wingate test süresi baz alınarak 30 saniyelik sürelerde sınırlarına ulaşıldığı kabul edilmektedir (watt).

*Yorgunluk İndeksi:* Fizikte verimsizlik indeksi olarak kullanılan ve Wingate testi sırasında güç kaybının yorumlanabilmesi için zirve güç ortalaması ile minimum güç ortalamasının farkının, zirve güce bölünerek 100 sbt katsayısıyla çarpımından elde edilen % değeridir [(ZG-MG)/ZG x 100].

*Geçerlilik:* Herhangi bir ölçme aracının yaptığı ölçümü ne kadar doğru yaptığı anlamına gelir. Geçerlilik analizlerinde faktör analizleri, regresyon analizleri yada fark testleri gibi istatistiksel metotlar kullanılır.

*Güvenilirlik:* Bir ölçme aracının tekrarlanan ölçümleri arasındaki tutarlılıktır. En yaygın analiz yöntemi test-tekrar-test yöntemidir. Geçerlilik ve güvenilirlik oranları (pearson r) 0,0 ile 1,0 arasındaki korelasyon katsayılarıyla gösterilir. Katsayının 1,0'e yaklaşması, korelasyonun artması anlamına gelir ve istatistiksel hata riski azalır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Enerji, iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanır. Organizmadaki enerjinin hammaddesi Adenozin Trifosfat (ATP) adı verilen bir bileşiktir. Bu bileşiğin re-sentezi, tüm enerji sistemlerinin eş zamanlı faaliyetiyle sağlanır. Oksijen transport hızının yetersiz kaldığı yüksek şiddetlerde, gerekli enerji miktarı ile aerobik sistemlerden karşılanan enerji arasında bir açık oluşur. Oluşan bu açık, anaerobik sistemlerin toplam enerji üretimindeki katkısında rölatif artışla kapatılmaya çalışılır (Turgay & ark., 1996). Performansın öncelikli belirleyicisinin anaerobik metabolizma olduğu efor süreleri iki dakikaya kadar sürdürülen aktiviteleri içerir. Bu süreler içinde fosfolitik ve glikolitik anaerobik komponentler eş zamanlı olarak faaliyet gösterebilirler de süreye ve şiddete bağlı olarak katkı oranları değişir (Çolakoğlu, 1995). Anaerobik sistemlerin ATP re-sentezine katkısını analiz edebilmek için, efor sürelerini baz alarak bir ayırım yapmak yararlı olacaktır.

### 2.1. Anaerobik Performansın Efor Sürelerine Göre Değerlendirilmesi

8–10 saniyeye kadar sürdürülen yüksek şiddetli kassal aktivitelerde, baskın fosfolitik sistem aktivitesi vardır. İskelet kasında ATP [4–5 mmol. iskelet kası (kg)<sup>-1</sup>] ve ATP'den yaklaşık üç kat fazla konsantrasyonları bulunan Kreatin Fosfatın (CrP) [15–20 mmol. iskelet kası (kg)<sup>-1</sup>] depo formları bulunmaktadır. İskelet kasının sarkoplazmasında depolanan bu maddeler, acil enerji kaynakları olarak görev yaparlar. Performans süresi uzadıkça, yıkılma süreleri değişse de maksimal şiddetli bir eforda tamamen tüketilme süreleri yaklaşık 8–10 saniyeye tekamül eder (Fox, 1999).

Depo oranların tek ayaklı reaksiyonları kısa ve etkili olmasına rağmen oldukça sınırlıdır. Enerji rejenerasyonu, ATP'nin tekrar sentezini ve yeniden yıkılmasını gerektirir. Bu nedenle 10 saniyeden sonra enerji üretiminde laktasit komponentler giderek daha dominant hale gelirler (Fox, 1999).

Glikolitik yolun ham maddesi glikozdur. Glikoliz reaksiyonları sonunda oluşan Pirüvik Asidin sarkoplazmada oluşum hızının, mitakondriye alınma hızının üzerine çıktığı oranlarda asit, fibril sitoplazmasında birikir. Bu asidin laktata dönüştürülmesi piruvat üzerinden olur ve ortama hidrojen iyonu ( $H^+$ ) salınımı gerçekleşir. Kan laktat seviyesi anaerobik metabolizmanın en önemli biyokimyasal göstergesi olarak kabul edilir ve total pik kan laktatı değerleri anaerobik enerji salınımının bir ölçütü olarak kullanılır. Kas laktatı,  $H^+$  üretiminin %85' inden sorumludur ve aralarında lineer bir ilişki vardır. Buna karşın laktat konsantrasyonu ile bikarbonat iyonu ( $CO_3^-$ ) konsantrasyonu arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur (Gür & ark., 1996; Turgay & ark., 1996).

40 saniyeden, iki-üç dakikaya kadar olan sürelerde anaerobik toleransın katkısının ön plana çıktığı görülür. Anaerobik tolerans ifadesi; giderek artan asiditeye rağmen maksimal güç üretiminin devam ettirilebilme yeteneği olarak tanımlanabilir (Çolakoğlu, 1995). Bu süreler aşıldıkça, anaerobik enerji salınımının önemi ikinci planda kalır ve aerobik sistemler giderek daha baskın bir rol üstlenirler.

1990'lı yıllardan bu yana anaerobik enerji sistemlerinin tüm dinamiklerinin ve spor branşlarına katkılarının araştırıldığı çalışmaların sayısında hissedilir bir artış olmuştur. Bunun en büyük sebeplerinden biri anaerobik metabolizmanın, pek çok mesafe branşının dışında onlarca takım sporu için de performansın öncelikli belirleyicisi olduğunun vurgulanması olmuştur (Bulbulian & ark., 1996).

## **2.2. Anaerobik Performansın Test Edilmesi ve Wingate Anaerobik Testi**

Maksimal oksijen tüketiminin aerobik gücü gösterdiği ölçüde anaerobik performansın değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre bulunmamaktadır. Ancak yine de non-invaziv olarak anaerobik performansı test eden yöntemlerle,



anaerobik proseslerin göstergesi olarak kullanılan en güvenilir kan ve gaz parametrelerinin egzersiz yanıtları arasında yüksek korelasyon vardır (Vandewalle & ark., 1987).

Laboratuarlarda sıkça kullanılan anaerobik performans testleri ATP, fosfokreatin ve kas glikojeninin kullanım verimliliğini ölçen testlerdir (Bulbulian & ark., 1996). Anaerobik performans testlerinde anaerobik enerji salınımının dinamikleri arasındaki dengeler, testin özelliğine göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle tek bir anaerobik test yönteminin, tüm spor disiplinleri için tamamen aynı geçerlikte olduğunu varsaymak hatadır.

Bu alanda yapılmış bir taramanın sonunda geleneksel olarak kullanılan yirmiye yakın laboratuvarlar ve saha testi rapor edilmiştir (Koşar & Hazır, 1994). Ancak anaerobik performansı test eden bu tarz protokoller için kesin bir rakam vermek oldukça güçtür. Mesafe branşlarında kullanılan her sprint mesafesi yada tek bir sıçrama içeren bir test yöntemi olarak kullanılan dikey sıçrama testi bile kendi başına bir anaerobik performans testi olarak değerlendirilebilir. Ancak bu tarz test yöntemleri anaerobik performansı testlemede yetersiz ve oldukça spesifik yöntemler olarak eleştirilir (Ayalon & ark., 1974; Stauffer, 2005).

*Wingate Anaerobik Testi* 1970'li yıllarda, Wingate Enstitüsü, Sporcu Sağlığı ve Araştırma Merkezi tarafından İsrail'de geliştirilmiştir (Beneke & ark., 2002; Thomas & ark., 2002). Cumming'in 1972'de yayımladığı bir çalışmadan yola çıkarak hazırlanan ilk prototip, Ayalon tarafından 1974'de sunulmuştur. Önerildiği yıllardan itibaren oldukça popüler ve güvenilir bir laboratuvar testi olarak kabul görmüş (Aziz & Chuan, 2004; Coso & Richardo, 2006; Dotan, 2006) ve egzersiz fizyologları tarafından en çok kullanılan test yöntemi olarak benimsenmiştir (Bulbulian & ark., 1996; Weinstein & ark., 1998).

Wingate anaerobik testi, anaerobik performansın alaktasit ve laktasit komponentlerinin kullanım verimliliklerini ölçmek amacıyla uygulanan bir sabit süre (30 saniye), sabit direnç (% vücut ağırlığı) ve maksimum hız testidir

(Hopkins & ark., 2001; Vandewalle & ark., 1987). Yaklaşık %28 oranında aerobik katılım gerçekleşse de testin başlıca enerji kaynakları ~ %23 alaktasit ve ~ %49 laktasit katılımı anaerobik enerji (~ %72) yollarıdır (MacIntosh & MacEachern, 1997).

İzokinetik çalışmalarda özel donanımlı bazı cihazların kullanımı yada sabit ve kontrollü hız uygulamaları, arttırmalı anaerobik eşik ve aerobik güç testlerinde koşu bantlarının kullanımı daha uygun seçenekler olarak görülürken, sabit direnç-maksimum hız protokolü olarak Wingate test modelinde seçilen ergometre bir bisiklet ergometresi olmuştur (Hopkins, 2001).

Genellikle bacakların dönüşümlü (cyclic) anaerobik performansı test edilse de kolların anaerobik gücünü ölçebilen özel bisiklet ergometreleri de mevcuttur (Blimkie & ark., 2005; Dotan & Bar-Or, 1983; Guglielmo & Denadia 2000; Jacobs & ark., 2003;.Marsh ve ark., 1999)

Yaygın olarak kullanılan ve bacak gücünü test eden Monark ergometresinde pedal krank uzunluğu geleneksel olarak 17,5 santimetredir (Bediz & Gökbel, 1994). Pedala en uygun kuvveti uygulamak için bisiklet selesinin yüksekliği, pedal en aşağıdayken diz eklemi tam ekstansiyonda olacak şekilde ayarlanmalıdır (MacIntosh & MacEachern, 1997; Narkowski & Busco, 2004). Metodolojik hassasiyet bakımından pedal üzerindeki ayak bağları da önemlidir (Marsh & ark., 1999). Böylece pedal çevirme döngüsünün tüm safhalarında kuvvet uygulaması daha etkin bir şekilde sürdürülebilir (LaVoie & ark., 1984). Sele yüksekliğine ek olarak dümen ayarlamalarının da kişisel gerekliliklere göre yapılmasının testin genel kalitesi bakımından önemli olduğu bilinmektedir (MacIntosh & MacEachern, 1997).

Wingate testinin test süresi 30 saniye olarak belirlenmiştir (Beneke & ark., 2002; Weinstein & ark., 1998). Bu süre 30, 45 ve 60 saniyelik testlerden sonra saptanan ve sporcuların en büyük güç değerlerini verdiği testleme süresi olarak rapor edilen orijinal çalışmaya dayandırılmıştır (Bar-Or, 1987). Test

süresi sadece maksimal glikolitik gücün değil aynı zamanda glikolitik/anaerobik toleransın da güzel bir ölçütü olacak kadar uzun, sporcuların tüm test boyunca en başarılı şekilde motive edilerek maksimal bir efor sergilemelerini sağlayacak kadar da kısadır (Dotan, 2006). Bu süre boyunca sporcuların sözlü olarak desteklenmesi, test kalitesini etkileyen bir diğer faktördür (MacIntosh & MacEachern, 1997; Narkowski & Busco, 2004).

Test öncesi sporcuların ergometreye adapte olmaları için oryantasyon periyodu tavsiye edilir. Isınma periyodu için test yükünün %20'si ile üçüncü, dördüncü ve beşinci dakikaların sonunda yaklaşık beş saniyelik arttırmalar içeren toplam beş dakikalık ısınma periyodu yeterlidir (Marsh & ark., 1999). Isınma periyodunun genel ritmi için 80–90 rpm hızlar uygundur (MacIntosh & MacEachern, 1997). Isınma periyodu sonunda kalp atım hızının genellikle dakikada 120 vuru civarında olması beklenir (Marsh & ark., 1999). Test aşamasına geçmeden önce ~ 5 dakikalık bir dinlenme verilmelidir (Narkowski & Busco, 2004).

Yükün daha doğru uygulanabilmesi için test periyodunun ilk iki-üç saniyelik kısmında, yüksüz periyot kullanılır. Böylece sporcunun test süresi başlamadan hemen önce ivmelenerek uygun Rpm değerlerine ulaşması sağlanır. Bu periyotta yükün direnç sisteminden tamamen alınabilmesi için mekanik frenleme yapan bisikletlerde pendumlu modeller yerine kefeli bisiklet ergometrelerinin kullanımı daha uygun olabilir (Patton & ark., 1985).

Direnci oluşturan mekanizmaya uygulanacak yük, sporcunun vücut ağırlığının belli oranlarında ayarlanır (Cohen & ark., 2002). Bu yük bisiklet ergometrelerinin orijinal modlarında mekanik yollarla bir direnç oluşturmak için kullanılır. Ancak günümüzde kullanılan pendumlu ve kefeli klasik ergometrelere ek olarak elektro-manyetik yollarla direnç oluşturabilen frenleme sistemleri de mevcuttur (Dotan, 2006; Hopkins & ark., 2001).

Her bisiklet ergometresi için test yükü farklı bir katsayı kullanılarak hesaplanırsa da, Wingate anaerobik testinin uygulandığı en popüler ergometre olarak bilinen Monark ergometresi için kullanılan oran 75 gr/kg, kollar test edilecekse 50 gr/kg olarak önerilmiştir (Ayalon & ark., 1974; Dotan & Bar-Or, 1983). Wingate testinin literatürde tartışıldığı 40 yıla yakın süreçte, test yükünün ayarlanması konusunda farklı öneriler getirilmiştir. Patton ve arkadaşları (1985) test için optimal yükün erkeklerde 94 gr/kg olduğunu iddia etmişlerdir. Thomas ve arkadaşları (2002) ise en büyük OG değerlerine erkeklerde 95 gr/kg ve bayanlarda 90 gr/kg katsayıları kullanarak ulaşmışlardır. Yine başka bir çalışmada farklı direnç katsayıları denenerek (65–115 gr/kg) en ideal katsayının 95 gr/kg olduğu iddia edilmiştir (Kerner & Kurrant, 2004). Monark ergometresi için önerilen en yüksek katsayı değeri 100 gr/kg olarak literatüre geçse de (Mengütemur & Çolakoğlu, 1996) üst düzey erkek atletler için kullanılan düzeltme oranı Monark ergometresi için önerilen orijinal katsayının %20 fazlası olarak bilinir (Bediz & Gökbel, 1994). Ancak Wingate Anaerobik testi için yük optimizasyonu konusu tamamiyle çözümlenememiştir.

Test süresi, beşer saniyelik altı segmente bölünmüştür (Ayalon & ark., 1974). Test sonunda 30 saniyelik güç çıktısının averajı, OG değerini verir (Aziz & Chuan, 2004; Slade & ark., 2002; Thomas & ark., 2002). Bu parametre glikolitik anaerobik gücü ölçer (Bediz ve Gökbel, 1994). Yıllardır hatalı yada eksik bir tanımla anaerobik gücü test eden bir yöntem olarak daha ön plana çıkarılmış gibi görünse de aslında Wingate anaerobik testinin öncelikle testlediği parametre anaerobik performansın laktasit komponentidir (MacIntosh & MacEachern, 1997; Thomas & ark., 2002).

Testin ikincil ölçüt parametresi, en yüksek güç çıktısının alındığı beş saniyelik periyottur ve zirve güç değerini verir. Bu parametre, Fosfolitik ve glikolitik anaerobik gücün bir ölçütü olarak kullanılır (Aziz & Chuan, 2004; Dotan, 2006; Slade & ark., 2002). Genellikle ilk segmentte görülse de (Ayalon & ark., 1974), ikinci beş saniyelik segmentte de görülebilir (Mengütemur & Çolakoğlu, 1996).

Testin en yaygın kullanılan çıktılarından biri de Yİ parametresidir ve kasın yorulabilirliğini ölçer. ZG ve MG değerleri arasında kurulan matematiksel bir ilişkiyle hesaplanır  $[(ZG - MG) / ZG \times 100]$  (Aziz & Chuan, 2004; Boas & ark., 1996). Yorgunluk indeksi, Wingate test sonu değerleri içinde en dolaylı yollarla sonuç veren parametredir ve güvenilirliği zirve güç ve güç averajına oranla daha düşüktür (Dotan, 2006).

Test sonu güç çıktıları, laktat yanıtlarıyla desteklenebilir (mmol/L) (Weinstein & ark., 1998).  $\Delta La$  olarak ifade edilen test sonu ve dinlenme değerleri laktat farkı; test periyodunun genel kalitesi ve sporcunun performans samimiyetinin yorumlanabilmesi için destekleyicidir. Büyük indeksli test sonu değerleri, sporcunun performans sınırlarına ulaştığının göstergesidir.

Test için sporcunun kilogramı başına uygulanan yük, güç biriminin kilogram kısmını oluşturur. Test süresince hesaplanan pedal devri, kullanılan ergometrenin özeliğine göre değişen ölçülerdeki tekerleğin çevresi ile çarpılarak kat edilen mesafe hesaplanır ve sonuca metre olarak eklenir. Monark bisiklet ergometresinde bir pedalda tekerlek dört tam tur atar ve her pedal döngüsünde altı metre yol kat eder (Narkowski & Busco, 2004). Kilogram ve metre değerlerinin çarpımı, test süresine bölünür. Beş saniyelik segmentler için değerler hesaplanarak ortalama güç üretim düzeyleri saptanır (Ayalon & ark., 1974; Bar-O & ark., 1977). System International (SI) standartlarına göre uluslar arası dönüştürme katsayıları kullanılarak kg.m/sn değerleri, *watt* yada *jule* cinsinden hesaplanabilir (1 watt = 6,12 kg.m/dk).

### **2.3. Wingate Testinin Güvenilirliği ve Geçerliliği**

Test güvenilirliği bir ölçme aracının tekrarlanan ölçümleri arasındaki tutarlılıktır. Güvenilirlik konusunda uygulanan en yaygın analiz yöntemi, test ve tekrar test (test-re-test) olarak bilinir (Hopkins, 2001). Güvenilirlik derecesi 0,0 ile 1,0 arasında değişen katsayılarla (pearson r) gösterilir. Sonucun 1,0 katsayısına yaklaşması, korelasyonunun artması anlamına gelir ve gerçek değere

yakınlığın artmasıyla istatistiksek hata riski azalır. Wingate testinin güvenilirlik çalışmalarında test-tekrar-test korelasyonu 0.89–0.99 arasında değişmekle birlikte, genellikle 0.94 katsayı değerinden yüksektir (Bediz & Gökbel, 1994).

Yapılan güvenilirlik analizleri sonunda ulaşılan katsayılar adına, Wingate testinin en güvenilir test parametresi ZG olarak kabul edilebilir ( $r = 0.96$ ; Koşar & Hazır, 1994). Wingate testinin asıl ölçüt parametresi olan OG, genellikle ZG değerinden daha düşük bir güvenilirlik katsayısına sahiptir ( $r = 0.90–0.97$ ; Weinstein & ark., 1998) ( $r = 0.90–0.98$ ; Thomas & ark., 2002). Yİ oranı konusunda genel kanı ise, istatistiksel hataya diğer parametrelere oranla daha açık olduğudur ( $r = 0.89$ ; Koşar & Hazır, 1994). Test sonu parametrelere ek olarak kalp atım hızının ( $r = 0.94$ ) ve kan laktatının ( $r = 0.93$ ) test yanıtları da güvenilir parametreler olarak kabul edilir (Weinstein & ark., 1998). Sonuç olarak Wingate anaerobik güç ve kapasite testi güvenilirlik oranı yüksek bir test yöntemi olarak kabul görür (Bediz & Gökbel, 1994).

Güvenilirlik, herhangi bir yöntemin kullanılabilirliği konusunda tek başına belirleyici değildir. Güvenilirlikle birlikte kullanılan geçerlilik kavramı test sonuçlarının pratikteki uygulamalarla yada diğer test yöntemleriyle olan ilişkisinin bir göstergesidir. Herhangi bir ölçme aracının geçerliliğini, yani herhangi bir şeyi ne kadar doğru ölçtüğünü test etmenin en iyi yolu, ölçülen yöntemin doğruluğundan emin olunan ve standardize edilmiş bir yöntem kullanarak test edilmesidir (Bediz & Gökbel, 1994). Bir yöntemin geçerliliği test edilirken faktör analizleri, regresyon analizi yada fark testleri gibi istatistik araçları kullanılabilir (Hopkins, 2001).

Wingate testinin en güvenilir test sonu parametresi olarak kullanılan ZG, geçerlilik konusunda da farklı efor süreleri baz alınarak yapılmış çalışmalarda en geçerli test çıktısı olarak kabul görür. Mengütemur ve Çolakoğlu (1994), yaptıkları bir çalışmanın sonunda ZG için en ilişkili koşu mesafesini 300 metre olarak saptamışlardır ( $r = 0,94$ ). Farklı çalışmalarla rapor edilen ZG geçerlilikleri 50 metre koşu zamanıyla kurulan ilişkiler için 0,91 katsayı

değerine kadar yükselir. Görülen yüksek ilişkili korelasyonlardan biri de 25 metre yüzme zamanıyla OG çıktısına aittir (0,90) (Bediz & Gökbel, 1994). Ancak Wingate testinin tüm güç çıktıları adına, farklı efor süreleri ve koşu aktivitelerine transferi limitlidir (Aziz & Chuan, 2004). Wingate test yönteminin geçerliliği genellikle 0.47–0.88 arasında rapor edilmiştir (Thomas & ark., 2002). Dolayısıyla anaerobik kapasitenin tüm sınırlarını tarif etmede ne ölçüde yeterli olduğu tartışmaya açıktır.

#### **2.4. Bisiklet Ergometreleri ve Eliptik Kayak Kros Simülatörü**

Wingate testi yıllardır en yaygın kullanılan non-invaziv test yöntemi olsa da testlediği parametrelerin sınırlarını tam anlamıyla gösteremeyen ve pek çok sportif branşı kapsamak konusunda limitli bir test yöntemi olarak eleştirilmekten kurtulamamıştır (Aziz & Chuan, 2004; Beneke & ark., 2002; Calbet & ark., 1997; Mengütemur & Çolakoğlu, 1996). Bu eleştiriler; Wingate testinin test süresi yada tüm sürenin hatalı olarak ayrıldığı segmentlerden mi yoksa testin üzerinde uygulandığı ergometre olarak seçilen bisiklet ergometresi ve yetersizliklerinden mi kaynaklanmaktadır?

Ergometre seçimi, performansın testlenmesi konusunda en önemli etkenlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Hopkins & ark., 2001). Wingate testinin orijinal modu mekanik yollarla fren etkisi yaratan bisiklet ergometreleridir (Dotan, 2006). Bu tarz bir frenleme etkisi, pedala kuvvet uygulamaları arasındaki periyotlarda tekerlekte yaratılan inersinin etkilerini azaltma konusunda yetersizdir (MacIntosh & ark., 2001; Bonnefoy & ark., 1998). Bu sorun yüksek anaerobik kapasiteye sahip antrene sporcuları daha fazla etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda görülen şaşırtıcı şekilde yüksek Rpm değerleri (168 Rpm), bu hızlarda pedala ne derece etkin kuvvet uygulanabilir? sorusunu akla getirir (Dotan, 2006). Yapılan bir çalışmadan elde edilen bulgulara göre, inersi nedeniyle %12–14,7 oranında yüksek ve yanıltıcı güç değerlerine rastlanmıştır (Franklin & ark., 2007). Tüm bunlara ek olarak pedalin

krank uzunluğu (17,5 cm), dolayısıyla kısa ve dairesel hareketiyle etkili kuvveti uygulama konusundaki sınırları da düşündürücüdür.

Bisiklet ergometrelerinde yaşanan dezavantajların çoğu eliptik cihazda yaşanmayabilir. Eliptik üzerinde yapılan aktivitelerde, ağırlık merkezi cihazın üzerindedir. Bu sayede hız kazandırıldığında olmaması gerektiği kadar az kuvvet (F) etkisiyle dönmeye devam eden ve oturulan selenin önünde bulunan bir tekerlek yerine, eliptik kayak kros cihazının alt-arkasından frenleme yapılır ve bu frenleme elektro-manyetik yollarla yaratılır. Bu tarz frenleme etkisi nadiren kullanılan ve aynı yolla frenleme sağlayan bisiklet ergometreleri ile kıyaslanacak olsa da eliptik simülatörün aktive ettiği kas gruplarının ve dolayısıyla 30 saniyelik test süresince yaratacağı metabolik açığın çok daha büyük olmasını beklemek mümkündür.

Bu konuda yapılan EMG çalışmalarının tamamı olumlu sonuçlar vermiştir (Knutzen & ark., 2006; Browder & Dolny, 2002; Browder & ark., 2005). Gluteus maksimus, biceps femoris ve vastus lateralis kasları referans alınarak yapılan ilk EMG çalışmasından alınan sonuç, eliptik kayak kros cihazlarının alt ekstremiteleri aktive etme konusundaki başarısını göstermiştir (Browder & Dolny, 2002). Eliptik kayak kros cihazı ve bisikletin alt ve üst ekstremitelere ait sekiz kas (biceps brachii, pectoralis major, triceps brachii, deltoid, gastracnemius, gluteus maximus, vastus lateralis ve biceps femoris) referans alınarak değerlendirildiği ilk çalışma 2005 yılında sunulmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre; pedal çevirme döngüsünde sadece kalça ve diz eklemlerine ekstansiyon yaptıran gluteal grup (özellikle gluteus maksimus), quadriceps femoris kas grupları (özellikle rektus femoris) ve vastus lateralis kasının öncelikli faaliyetini kullanan bisiklete oranla, eliptik kayak kros cihazı; biceps brachii, triceps brachii ve deltoid kasları başta olmak üzere vücudun genelini işe dahil etme konusunda çok daha başarılı bulunmuştur (Browder & ark., 2005).



### 3. GEREÇ & YÖNTEM

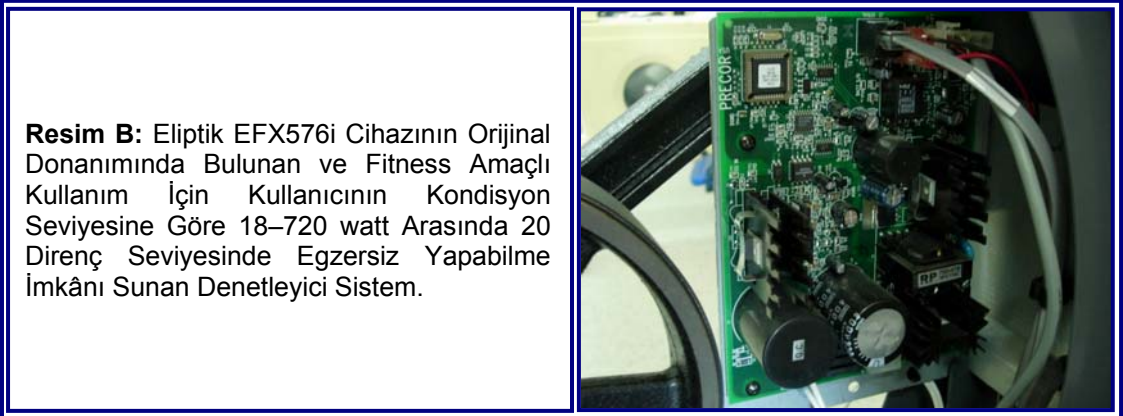
#### 3.1. Modifikasyon Çalışmaları



**Resim A:** EW modifikasyonu için kullanılan Precor marka EFX576i model Eliptik Kayak Kros Simülatörü ve orijinal BW Testlerinde Kullanılan Monark marka 843 model bisiklet ergometresi.

Wingate testinin eliptik modifikasyonu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümlerinin işbirliği ile Elektronik Mühendisliği bölümünün laboratuvarlarında tamamlandı. Bu çalışmada kablosuz kullanıma uygun (203cm (uzunluk) x 81cm (en) x 168cm (yükseklik) x 153kg (ağırlık)) bir model olan EFX576i (Precor EFX 576i, Precor Incorporated, Woodinville, WA, ABD) kullanıldı (Resim A).

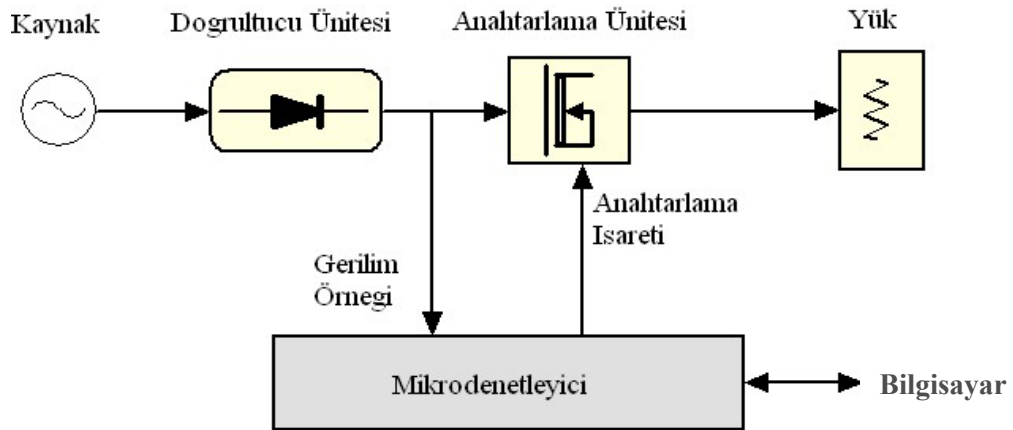
Mikrodenetleyici tabanlı anaerobik performans değerlendirme düzeneğinin tasarımı altı bölümden oluştu. Bunlar sırasıyla; kaynak, doğrultucu ünitesi, anahtarlama ünitesi, mikrodenetleyici katı, kişisel bilgisayar ve yükten meydana geldi. Deneysel çalışmalarda kullanılan eliptik kayak kros cihazı altı fazlı sabit mıknatıslı bir jeneratöre sahipti. Bu cihazın orijinal çalışma sisteminde jeneratör tarafından üretilen enerji, yeniden şarj edilebilir bir aküyü beslemekteydi. Ancak sistemin orijinal elektronik donanımı anaerobik güç ve kapasite ölçmek için uygun değildi. Bunun başlıca nedeni üretim sırasında böyle bir kavramın düşünülmemesi ve doğal bir sonuç olarak da sporcuya uygulanması gereken direncin yetersiz olmasıydı. Diğer bir engelse cihazın bilgisayar bağlantısının ve dolayısıyla güç datalarının yorumlanmasını sağlayan bir programın olmamasıydı. Bu nedenlerle cihaz en büyük bacak katılımı yarattığı 40° eğime sabitlenerek, üzerindeki denetleyici sistem istenildiğinde kullanılabilceği şekilde devre dışı bırakıldı (Resim B).



Devre dışı bırakılan sistemden gelen kablolar yoluyla cihazdan alınan gerilim bir doğrultucu ünitesi ile bütünleştirilerek, kaynaktan gelen alternatif gerilim doğrultuldu. Her bir doğrultma ünitesi p600 (6A) altı diyot çiftinden oluşturuldu. Bu sisteme bir anahtarlama ünitesi eklenerek (IRFP550) yükün üzerindeki gerilim (darbe genişlik bindirimi tekniği ile) etkin bir şekilde denetlendi. Anahtarlama düzeneği, mikro-denetleyici tarafından gönderilen ‘anahtarlama işareti’ ile denetlendi. Bu ünite PIC16F877 (10 MHz) mikro-denetleyicisinden meydana geliyordu. Ana görevi üretilen gerilimi örneklemek,

elektriksel gücü hesaplamak ve detaylı araştırma yapmak amacıyla kişisel bilgisayara yollamaktı. Çalışmada kullanılan bilgisayar, RS232 iletişim portunu kullandı. Adayın vücut ağırlığı (kilogram) ile orantılı katsayı, mikro-denetleyici üzerinde bir potansiyometre yardımıyla ayarlandı. Potansiyometreye girilen yük, cihazın orijinalinde bulunan iki adet  $20\Omega$ 'luk direncin paralel bağlanması ile elde edilen  $10\Omega$ 'luk omik dirençle sağlandı. Bilgisayar mikro-denetleyici tarafından hesaplanan elektriksel gücün işlenmesi amacıyla kullanıldı ve MatLap yazılımı ile bu değerler yorumlatıldı. Bu hesaplamalar zaman, hız ve güç bilgilerini içeren 30 saniyelik veri takımları içeriyordu ve bu veriler, deney süresinin beşer saniyelik segmentlere ayrılarak gerekli dataların hesaplanması için kullanıldı. Bilgisayarın işlemcisinin yoğunluğuna göre 30 saniyelik süre içinde mikro-denetleyiciden ortalama 1000 örnek alındı. Bu örnekler bilgisayarda her bir deneğe ait örneğin  $1000 \times 3$  ölçeğinde matrisi biçiminde kaydedildi. Çalışmada kullanılan Rpm değerleri, cihazın yarıçapı (r) 24,8 santimetre olan kasnağının kat ettiği yolun test sonunda yorumlanmasıyla hesaplatıldı ve her segment için ortalama değerler yazdırıldı.

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen mikro-denetleyici tabanlı sistemin öbek dizgesi aşağıda görüldüğü gibidir (Şekil 1).



**Şekil 1: Mikro-Denetleyici Tabanlı Anaerobik Performans Ölçme Düzenliği**

### 3.2. Araştırma Gurubu

Çalışmanın tüm performans testleri için gerekli etik kurul raporu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakóltesi Etik Kurulu tarafından onaylandı. Tüm adaylara yine aynı kurul tarafından onaylı “Bilgilendirilmiş Gönüllü Onay Formu” ile testler hakkında bilgi verildi.

Ondokuz Mayıs Üniversitesinde gerçekleştirilen tüm modifikasyon çalışmalarında, Wingate değerleri önceden saptanmış, anaerobik güç ve kapasite değerlerine güvenilen ve eliptik koordinasyonları çalışılmış beş gönüllü antrene erkek sporcu kullanıldı ( $20,8 \pm 1,9$  yıl).

İkinci plot çalışma da dahil olmak üzere tüm performans testleri, Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Necati Akgün Performans Laboratuvarında yapıldı.

İkinci plot çalışma, anaerobik performans konusunda üst düzey antrene üç erkek sürat koşucusunun gönüllü katılımıyla gerçekleştirildi ( $20,3 \pm 0,7$  yıl).

En uygun eliptik modifikasyonu yükünün bulunması ( $n=40$ ;  $21,1 \pm 2,1$  yıl), bu modifiye test yükünün geçerliliği ( $n=40$ ;  $21,1 \pm 2,1$  yıl) ve akabindeki güvenilirlik ( $n=30$ ;  $21,5 \pm 2,2$  yıl) alışmaları için Ege Üniversitesi Öğrencilerine ve bu konuda antrene uluslar arası sporcular barındıran spor kulüplerine yapılan çağrılara cevap veren gönüllülerden seçilen ve dahil edilme kistaslarına uygun, değişik sportif performans düzeylerinden antrene erkek sporcular alındı.

Test performanslarının diürinal ritim değişimlerinden etkilenmemesi için performansın sergileneceği zaman da önemli bir faktör olarak değerlendirildi. Bu nedenle, en uygun test yükünü bulma, seçilen test yükünün geçerliliği ve güvenilirlik çalışmaları için yapılan tüm anaerobik güç ve kapasite testlerinde adaylardan, kişisel olarak günün aynı saat dilimlerinde

testlenmelerine yönelik bilgilerini vermeleri istendi ve bu kriterlere göre çalışma takvimi hazırlandı.

Tüm testlerin aynı ısı (20–22 °C) ve nem (%19–20) koşullarında ve aynı standardizasyon kriterleri esas alınarak uygulatılmasına özen gösterildi.

### **3.3. Birinci Plot Çalışma**

Sistemin etkin bir biçimde çalışabilmesi için ilk plot çalışma programlandı. Bu süreçte meydana gelen elektriksel hatalar giderilerek önerilen mikrodenetleyici tabanlı sistemin güvenilirliği artırıldı. 30 saniyelik tam kapasite ve güç testlerinin yanı sıra beş saniyelik yüklenmelerle yapılan testlemeler boyunca mikro-işlemci ve MatLap yazılımı için son küçük değişiklikler tamamlanarak donanım testlere hazır hale getirildi. Bu çalışmalarda temel amaç ölçme düzeneğinin (akım, gerilim, v.b.) ve IRFP350 ünitesinin amaca uygun şekilde çalışarak sistemin en çok sayıda veri örnekleyebilmesiydi. Ek olarak ölçme düzeneğinin bozucu bir takım etkenlerden izole edilmesi amacıyla bazı tedbirler alındı.

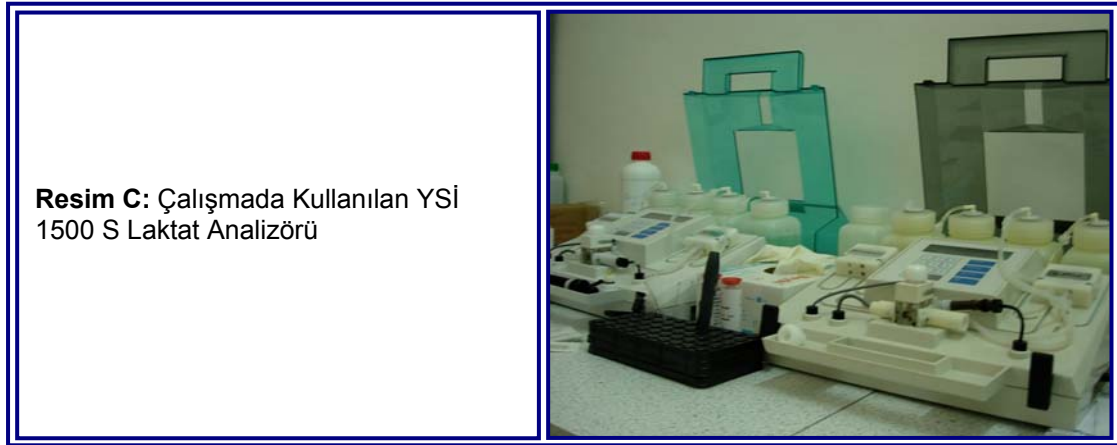
### **3.4. İkinci Plot Çalışma**

Testler için sporcuların vücut ağırlığına göre uygulanacak yük katsayısının (watt/kg) aralığını belirlemek, esas çalışmada gereksiz malzeme ve zaman kaybını önlemek amacıyla ikinci bir plot çalışma programlandı. Bu çalışmalarda simülatör üzerinde 0,5 watt/kg, 0,6 watt/kg, 0,7 watt/kg, 0,8 watt/kg, 0,9 watt/kg, 1,0 watt/kg, 1,1 watt/kg, 1,2 watt/kg ve 1,3 watt/kg yüklerle (EW–0,5 - EW–1,3) 30 saniyelik anaerobik güç ve kapasite testleri uygulandı.

### 3.5. Verilerin Toplanması - Esas Çalışma

#### 3.5.1. Dinlenme Ölçümleri

Tüm efor testleri öncesinde çalışmaya alınan bireylerin dinlenme kalp atım sayıları taşınabilir telemetrik bir nabız ölçer kullanılarak ölçüldü (Polar® RS400, Inc., Washington, ABD). Kan laktatı konsantrasyonları ise elektroenzimatik analiz yöntemiyle (YSI® 1500 S, Yellow Springs Instruments Inc., Ohio, ABD) ölçülerek kaydedildi (Resim C).



Testleme öncesi dinlenme kan laktat değeri 1,80 mmol/L ve üzerinde saptanan sporcuların testleri başka bir güne ertelendi. Laktat analizleri parmak ucundan 200 mikrolitrelik hemotokrit (pıhtılaşmayı önleyen heparinli) tüplere alınan kan örneklerinden gerçekleştirildi. Alınan kan örnekleri genellikle doğrudan hemotokrit tüp içinden, nadiren de aynı sistemin anti-glikolitik ve anti-koagülanlı koruyucu tüplerine aktarılarak en fazla 30 dakika bekletildikten sonra YSI1500S analizörüne ait 25 mikrolitrelik otomatik pipetman aracılığı ile analizöre verildi.

### 3.5.2. Test Öncesi Periyot

Isınma süresi beş dakika olarak standardize edildi. BW testlerinde kullanılan Monark ergometresinin (Monark 843 Cycle Ergomedic, Varberg, Sweden) sele yüksekliği, oturularak pedala basıldığında diz eklemi tam ekstansiyonda olacak şekilde ayarlandı. Isınma yükü her BW ve EW test yükünün %20'sine karşılık gelen dirençlerde yapıldı. Isınma 80–90 Rpm hızlarında, kalp atım sayılarının dakikada yaklaşık 120±5 vuru olacağı hızlarında gerçekleştirildi. Sporculardan üçüncü, dördüncü ve beşinci dakikalarda arttırmalar yapmaları istenerek yüksek ritimlere adapte olmaları sağlandı. Isınma periyodu sonrası sporcuların bir stretching periyodu uygulamaları istenerek bu süre beş dakika olarak standardize edildi.

### 3.5.3. En Uygun EW Modifikasyon Yükünün Belirlenmesi

Çalışmaya alınan katılımcılar modifiye edilmiş EW üzerinde 30 saniyelik supra-maksimal bir test şiddeti içeren, anaerobik güç ve kapasite testine alındı. Test performansları tüm BW test standartları temel alınarak uygulandı. Her sporcu 4 farklı gün ve günün aynı zaman dilimlerinde teste çağırılarak kilogramları başına 0,8, 0,9, 1,0 ve 1,1 direnç katsayılarına karşılık gelen yüklerle testlendi (watt/kg).

Testler sırasında sporcuların uygun Rpm hızlarına ulaşarak gerekli ivmeyi kazanmaları için, 2–4 saniyelik yüksüz bir periyot sağlandı. Bu yüksüz evrenin hemen ardından uygulanan yük bindirimi ile 30 saniyelik testler alındı. Tüm periyot boyunca sporculara sözlü motivasyon desteği verildi.

Test sonunda her sporcunun 30 saniyelik test periyodu, beşer saniyelik altı segmente ayrılarak her segmentin ortalama güç değerleri MatLap yazılımıyla yorumlatıldı. En büyük güç ortalamasına sahip segment Zirve Güç (ZG), en düşük güç ortalamasına sahip segment Minimum Güç (MG), iki segment arasındaki matematiksel ilişki  $[(ZG-MG/ZG) \times 100]$  Yorgunluk İndeksi

oranı (Yİ) ve tüm segmentlerin ortalama güç değerleri Güç Averajı (OG) olarak kaydedildi.

Yapılan testlerin geçerliliği, oluşturulan altın standartlarla denetletildi. Bu standartlara uygunluk, Excel programında oluşturulan bir dizi formül (=if.;;) yoluyla denetlendi. Sonuçlar oluşturulan puantaj tablolarına dökülerek SPSS programında kullanılacak istatistik analize hazırlandı. Excel tablolarından alınan her hata için '1' işareti istatistik programına yansıtılarak toplam hata analiz edildi.

Eğer MG Segment Numarası > ZG Segment Numarası => Hata '1', Değil => Beklenen '0'  
 Eğer ZG Segment Numarası > 3.Segment => Hata '1', Değil => Beklenen '0'  
 Eğer MG Segment Numarası < 5.Segment => Hata '1', Değil => Beklenen '0'  
 Eğer 2.Segment Güç Ortalaması > 3.Segment Güç Ortalaması => Hata '1', Değil => Beklenen '0'  
 Eğer 3.Segment Güç Ortalaması > 4.Segment Güç Ortalaması => Hata '1', Değil => Beklenen '0'  
 Eğer 4.Segment Güç Ortalaması > 5.Segment Güç Ortalaması => Hata '1', Değil => Beklenen '0'  
 Eğer 5.Segment Güç Ortalaması > 6.Segment Güç Ortalaması => Hata '1', Değil => Beklenen '0'

#### 3.5.4. Test Yükünün Geçerliliği

EW için değer veren güç parametrelerinin geçerlilik düzeyleri, BW sonuçları esas alınarak analiz edildi. BW test yükleri bu konuda yapılmış eleştiriler ve düzeltme oranları esas alınarak orijinal katsayının %20 üzeri [90 gr/vücut ağırlığı (kg)] olarak hesaplandı (BW-90) (Bediz & Gökbel, 1994). Tüm anaerobik güç ve kapasite testleri süresince, sporculara sözlü motivasyon desteği verildi. Test sonunda tüm güç parametrelerinin değerleri uygun şekilde kaydedildi.



### 3.5.5. Test Yükünün Güvenilirliği

Eliptik protokolünün güvenilirlik çalışması için adaylar bir gün arayla test-tekrar-test çalışmasına alındı. Testler süresince her iki testin de aynı standartlarla uygulanmasına özen gösterildi.

### 3.5.6. Test Sonrası Ölçümler

Total pik kan laktatı seviyeleri beşinci dakikada parmak ucundan alınan kapiller kan örneklerinden analiz edildi (Weinstein & ark., 1998). Alınan kan örneklerinden her denek için test sonu laktatı ile dinlenim laktatı arasındaki fark hesaplanarak  $\Delta La$  (mmol/L) olarak kaydedildi.

### 3.6. Verilerin Analizi

Çalışma sonunda elde edilen veriler SPSS 14,0 istatistik programı kullanılarak değerlendirildi. Tüm grupların betimleyici (descriptive) analizleri yapıldı. Test edilen parametrelerin normal dağılıma uygunluk düzeyleri *Shapiro-Wilk* ve dağılımların varyans homojenliği *Levene* testi ile değerlendirilerek, gruplar arası fark analizlerinin parametrik yada non-parametrik yöntemlerden hangisiyle test edileceklerine karar verildi. İki'den fazla grupların varyans analizleri non-parametrik bir test yöntemi olan *Kruskal-Wallis* testi ile değerlendirilirken Post-Hoc olarak gruplar arası fark *Mann-Whitney U* testiyle analiz edildi. İkili karşılaştırmalarda farklı grupların test parametreleri arasındaki farka *Mann-Whitney U* testi ile bakıldı ve değişkenler arasındaki ilişkiler *Pearson* korelasyon analiziyle değerlendirildi. İkili grupların grup içi karşılaştırmaları yapılırken parametrik dağılım gösteren gruplar *Paired Samples t-test* ve non-parametrik dağılım gösterenler *Wilcoxon* analizi ile değerlendirildi.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Plot Çalışmaların Bulguları

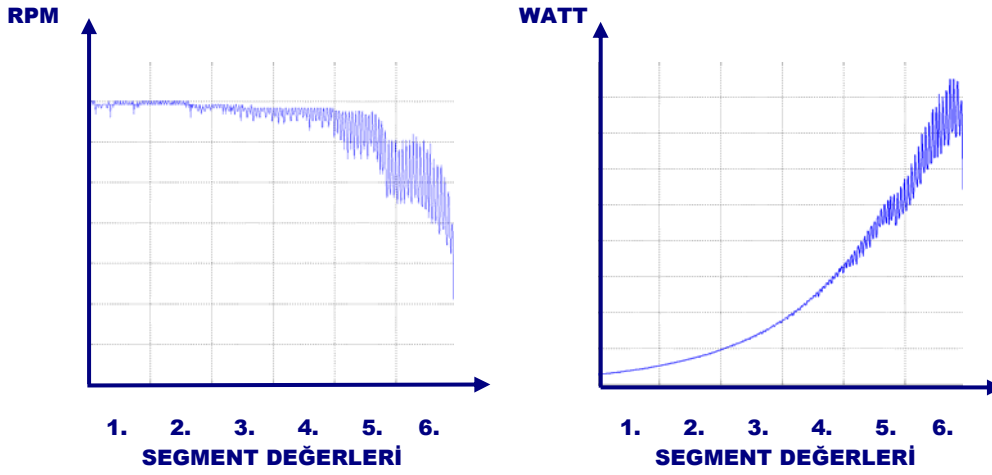
Yapılan ilk plot çalışmanın bulguları daha çok gözlemlendi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Fakültelerinin modifikasyonunu tamamladıkları eliptik kayak kros cihazından alınan verilerin doğrulukları gözlemlendi. Eliptik kayak kros cihazı üzerinde üretilen elektrik değerleri (watt) ile bilgisayarda görülen değerler arasındaki ilişki hesaplanarak değerlerin tutarlılık gösterdiği saptandı. Belli saniye aralıklarında yapılan arttırmaların, test sonunda yorumlatılan güç ve hız eğrilerine yansımalarının uygunluğu tespit edildi. Modifikasyon için tasarlanan sistemin sorunsuz bir şekilde çalışarak bilgisayara gerekli örnekleri aktardığı ve MatLap yazılımının yorumladığı örnekleri öngörüleceği şekilde çizdirdiği görüldü.

Çalışmanın Ege Üniversitesi ayağında gerçekleştirilen ikinci plot çalışmadan elde edilen hız ve güç (watt) değerlerinin zamansal değişim analizi sonunda EW-0,8 ve daha düşük dirençlerde (EW-0,7, EW-0,6 ve EW-0,5) egzersizin başından üçüncü veya dördüncü segmentlerine kadar süren sabit değerler olduğu ve bu platoların direnç düştükçe arttığı tespit edildi. Bu yüklerle uygulanan testlerde ulaşılan yüksek hızlarda oluşan inersi nedeniyle hem anlık güç üretiminin çok düştüğü hem de hareket döngülerinin sonrasında duraksamalar olduğu saptandı.

Ek olarak EW-0,8 için oldukça yüksek Rpm değerleri gözlenmesine rağmen Yİ değerinin hesaplanmasında hatalar olduğu tespit edildi. Aslında daha düşük  $\Delta L_a$  yanıtına ve yorgunluk oluşmadan sürdürülen uzun süreli hız platolarına rağmen, orijinal Yİ formülünün direkt uygulaması yapılarak son segmentte görülen ZG değerinden ilk segmentte görülen MG değeri çıkarılarak hesaplama yapıldığında yanlış ve en yüksek %Yİ yanıtının EW-0,8 katsayısına aitmiş gibi görüldüğü saptandı.

Sorunları görsel olarak da ortaya koymak için çalışmamıza dahil olan en iyi BW-0,9 test sonuçlarına sahip kısa mesafe koşucusunun EW-0,8 test değerleri aşağıdaki grafikte sunulmuştur (Grafik 1).

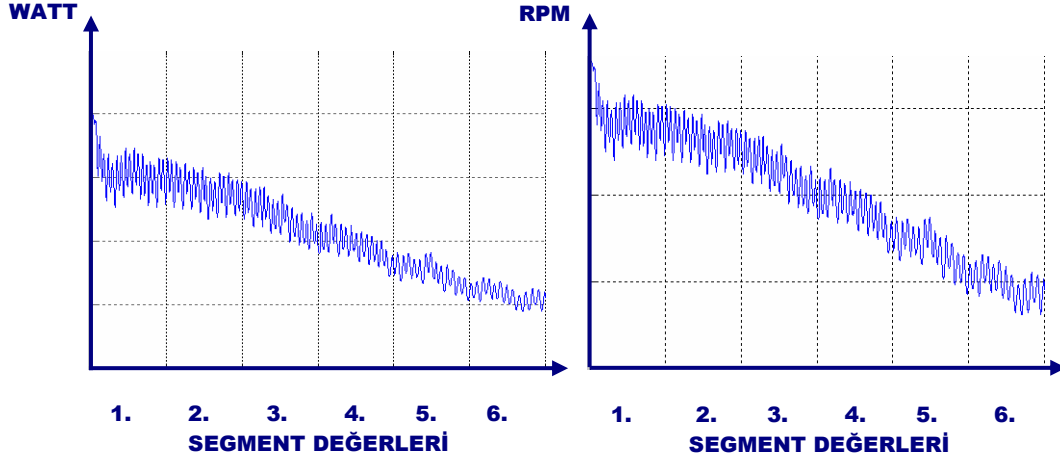
**Grafik 1: İkinci Plot Çalışmada En İyi Wingate Test Değerlerine Sahip Katılımcının EW-0,8 Test Sonuçlarının MatLap Yazılımıyla Yorumlanan Rpm ve Güç Eğrileri**



Bu sorunu gösterebilmek için esas çalışmaya 0,8 yük katsayısının dâhil edilmesine ve 0,8 katsayısı altındaki yük değerlerinin (0,7, 0,6 ve 0,5) çalışmadan çıkarılmasına karar verildi.

Aynı çalışmanın sonuçlarına göre 1,1 direnç katsayısı ve üzerindeki yüklerde (EW-1,2 ve EW-1,3) uygun hızlara ulaşamamasının doğal bir sonucu olarak hem Rpm değerlerinin hem de güç üretimlerinin düşük olduğu saptandı. İkinci plot çalışmaya dâhil olan üç denekten en iyi BW-90 test sonuçlarına sahip sporcunun EW-1,1 güç değerleri aşağıdaki grafikte sunulmuştur (Grafik 2).

**Grafik 2: İkinci Plot Çalışmada En İyi Wingate Test Değerlerine Sahip Katılımcının EW-1,1 Test Sonuçlarının MatLap Yazılımıyla Yorumlanan Rpm ve Güç Eğrileri**



İkinci plot çalışmadan alınan ve esas çalışmaya dâhil edilmesine karar verilen test yüklerinin ortalama değerleri tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1: Esas Çalışmaya Dahil Edilmesine Karar Verilen Test Yüklerinin Betimleyicileri (n=3)**

	EW-0,8		EW-0,9		EW-1,0		EW-1,1	
	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss
$\Delta La$	11,13	$\pm 1,27$	11,93	$\pm 0,83$	13,27	$\pm 1,18$	11,27	$\pm 1,15$
ZG	997,63	$\pm 456,37$	1758,97	$\pm 171,11$	1902,07	$\pm 46,11$	1530,47	$\pm 192,22$
MG	77,71	$\pm 0,62$	1086,64	$\pm 877,60$	990,14	$\pm 410,92$	901,80	$\pm 208,11$
OG	421,97	$\pm 149,45$	1234,61	$\pm 841,97$	1507,42	$\pm 231,15$	1186,50	$\pm 162,86$
Yİ	90,39	$\pm 5,98$	41,24	$\pm 46,80$	48,22	$\pm 20,36$	40,98	$\pm 12,67$
Rpm	151,60	$\pm 0,35$	139,73	$\pm 11,37$	129,67	$\pm 16,11$	115,40	$\pm 14,60$

Descriptive Analyzes (Ortalama  $\pm$  Ss)

Bu gözlemlerden yola çıkarak gereksiz malzeme ve zaman kaybını önlemek için uygun yükün bulunması ve test protokolünün geçerliliği çalışmalarında kullanılacak EW katsayılarının, antrene erkek sporcular için 0,8, 0,9 1,0 ve 1,1 watt/kg olarak testlenmesine karar verildi.

## 4.2. En Uygun EW Test Yükünün Belirlenmesi İçin Yapılan Çalışmaların Bulguları

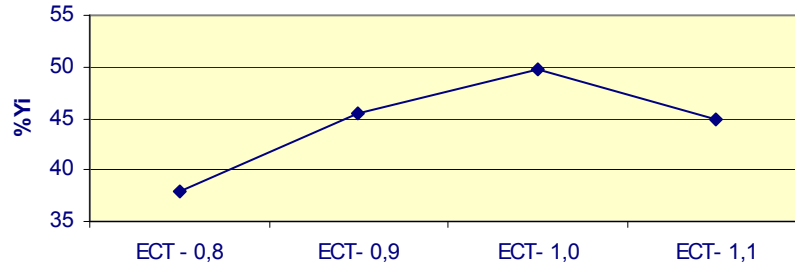
EW-0,8, EW-0,9, EW-1,0, EW-1,1 ve BW-90 testlerinden elde edilen parametreler arasındaki fark ve bu farkı yaratan değerlerin korelasyon analizleri öncesi önemli görülen test parametreleri için betimleyici analizler yapıldı (Tablo 2).

**Tablo 2: BW ve EW Testlerinin Betimleyicileri (n=40)**

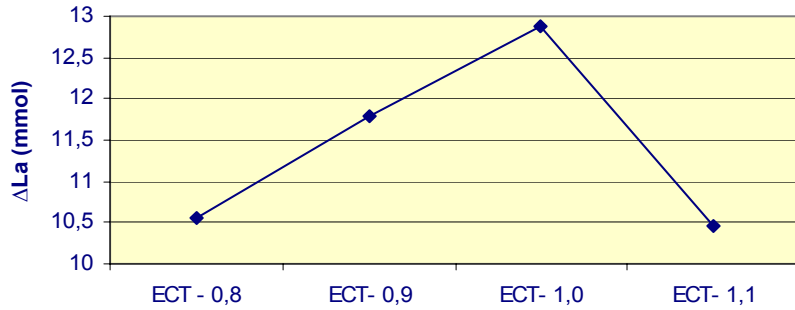
Parametre Türü	BW-90		EW-0,8		EW-0,9		EW-1,0		EW-1,1	
	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss
<b>DinLa</b>	1,4	0,5	1,4	0,4	1,3	0,4	1,2	0,4	1,4	0,4
<b>EgzLa</b>	10,6	1,5	11,9	1,4	13,1	1,8	14,1	1,8	11,8	1,3
<b><math>\Delta</math>La</b>	9,2	1,4	10,6	1,4	11,8	1,8	12,9	1,7	10,5	1,5
<b>ZG</b>	878,9	161,7	1773,3	277,7	1651,8	193,2	1463,4	237,5	1221,5	204,0
<b>MG</b>	459,5	73,3	1130,9	349,0	901,5	261,9	729,8	179,7	672,4	138,6
<b>OG</b>	648,5	81,5	1455,3	330,7	1282,6	251,8	1126,6	191,4	923,1	171,1
<b>Yİ</b>	46,9	8,3	37,9	17,5	45,4	14,2	49,8	10,3	44,8	7,3
<b>RPM</b>	108,9	14,8	134,6	10,3	119,9	11,6	110,4	10,5	107,7	23,1
<b>Hata</b>	0,0	0,0	0,9	1,9	0,4	1,5	0,0	0,0	0,2	0,5

Descriptive Analyzes (Ortalama  $\pm$  Ss)

EW-0,8 direnç katsayısında ulaşılan yüksek hızlara rağmen Yİ değerleri, uygulanan bu direncin yeterli düzeyde yorgunluk yaratmadığını gösterecek şekilde, oldukça düşük bulundu (%37,9  $\pm$  17,5). Bu bulgular plot çalışmalarla EW-0,8 yükü için ortaya konan bulguları doğrulamaktadır. Bunun yanı sıra EW-1,1 direnç katsayısı Yİ değeri de, yüksek dirence karşı alınmasına rağmen düşüktü (%44,8 $\pm$ 7,3). Buna karşın en yüksek Yİ yanıtı, EW-1,0 testlerinden alınan %49,8 $\pm$ 10,3 olarak saptandı. EW-0,9 testlerinden alınan Yİ yanıtı ise %45,4 $\pm$ 14,2 idi (Grafik 3).

**Grafik- 3: EW Yüklerine Karşılık Gelen %Yi Değerleri**

Çalışma bulgularına göre  $\Delta La$  parametresi, Yİ grafik karakterine uygun cevaplar verdi. Düşük Yİ yanıtlarının alındığı yüklerde, efor sonu laktat değerleri ve dolayısıyla  $\Delta La$  oldukça düşük bulundu. En yüksek laktat yanıtı yine EW-1,0 testlerinden alındı (Grafik 4).

**Grafik- 4: EW Yüklerine Karşılık Gelen  $\Delta La$  Değerleri**

Yüksek Rpm değerlerinin alınmasına rağmen düşük laktat yanıtları ve yine düşük Yİ cevapları alınan yada yüksek F etkisi üretilmesi sebebiyle yine aynı karakterde düşük yanıtların alındığı test yüklerinin, testlemeler sırasında da gözlemlenen ve BW testleri sonunda görmeye alışık olmadığımız karakterlere sahip güç eğrileri analiz edildi.

Bu hataların analizleri sonucu elde edilen bulgulara göre Wingate testinin eliptik modifikasyonunda uygulanan yüklerden 1,0 test yükünde ve

Wingate testinin orijinal modunda ZG ve MG test sonu parametrelerinin sıralama hatalarının sıfır olduğu saptandı. Buna karşın diğer EW testlerinde farklı miktarlarda hataya rastlandı (Tablo 3).

**Tablo 3: BW ve EW Testlerinin ZGS/MGS Sıra Hataları**

Test Parametresi	Tür	N	$\bar{x}$	Ss	$\chi$	p
ZGS/MGS Sıra Hatası	BW-90	40	0,00	0,00	16,07**	0.003
	EW-0,8	40	0,13	0,33		
	EW-0,9	40	0,05	0,22		
	EW-1,0	40	0,00	0,00		
	EW-1,1	40	0,00	0,00		

\*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001 (Kruskal-Wallis Varyans Analizi)

Aynı şekilde ZG ve MG segment numaraları için de EW-1,0 ve BW-90 testleri hata içermiyordu (Tablo 4 ve 5).

**Tablo 4: BW ve EW Testlerinin ZG Segment Hataları**

Test Parametresi	Tür	N	$\bar{x}$	Ss	$\chi$	p
ZG Segment Hatası	BW-90	40	0,00	0,00	16,32**	0.003
	EW-0,8	40	0,15	0,36		
	EW-0,9	40	0,05	0,22		
	EW-1,0	40	0,00	0,00		
	EW-1,1	40	0,03	0,15		

\*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001 (Kruskal-Wallis Varyans Analizi)

**Tablo 5: BW ve EW Testlerinin MG Segment Hataları**

Test Parametresi	Tür	N	$\bar{x}$	Ss	$\chi$	p
MG Segment Hatası	BW-90	40	0,00	0,00	16.07**	0.003
	EW-0,8	40	0,13	0,33		
	EW-0,9	40	0,05	0,22		
	EW-1,0	40	0,00	0,00		
	EW-1,1	40	0,00	0,00		

\*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001 (Kruskal-Wallis Varyans Analizi)

Segmentler arası değerlerin analizleri adına yapılan değerlendirmelerde sıralama hataları için de EW-1,0 ve BW-90 testleri hata içermiyordu. Buna karşın diğer EW yüklerinde farklı miktarlarda hataya rastlandı (Tablo 6).

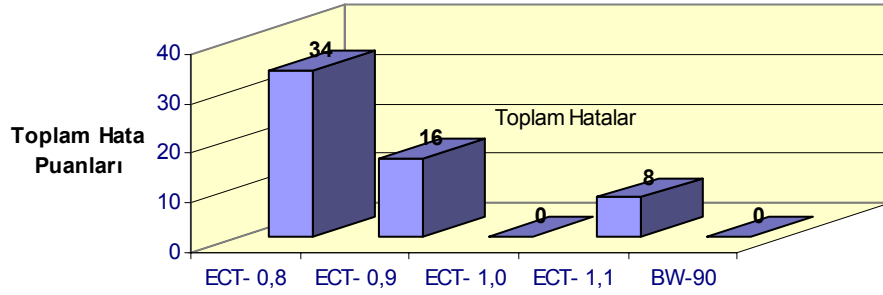
**Tablo 6: BW ve EW Testlerinin Sıralama Hataları**

Test Parametresi	Tür	N	$\bar{x}$	Ss	$\chi$	p
Sıralama Hatası 2-3	BW-90	40	0,00	0,00	17,80***	0,001
	EW-0,8	40	0,18	0,38		
	EW-0,9	40	0,05	0,22		
	EW-1,0	40	0,00	0,00		
	EW-1,1	40	0,05	0,22		
Sıralama Hatası 3-4	BW-90	40	0,00	0,00	9,23	0,056
	EW-0,8	40	0,10	0,30		
	EW-0,9	40	0,05	0,22		
	EW-1,0	40	0,00	0,00		
	EW-1,1	40	0,03	0,15		
Sıralama Hatası 4-5	BW-90	40	0,00	0,00	8,630	0,071
	EW-0,8	40	0,08	0,26		
	EW-0,9	40	0,05	0,22		
	EW-1,0	40	0,00	0,00		
	EW-1,1	40	0,00	0,00		
Sıralama Hatası 5-6	BW-90	40	0,00	0,00	8,040	0,090
	EW-0,8	40	0,10	0,30		
	EW-0,9	40	0,10	0,30		
	EW-1,0	40	0,00	0,00		
	EW-1,1	40	0,10	0,30		

\*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001 (Kruskal-Wallis Varyans Analizi)

Bunun doğal sonucu olarak diğer EW yüklerinin toplam hata puanları arasında farklı miktarlarda hata görülmesine rağmen EW-1,0 ve BW-90 testlerinin hata toplamları arasında fark yoktu (Grafik 5; Tablo 7).



**Grafik- 5: BW ve EW Testleri İçin Toplam Hata Puanları****Tablo 7: BW ve EW Test Hatalarının Varyans Analizleri**

Test Parametresi	Tür	N	$\bar{x}$	Ss	$\chi$	p
Toplam Hata	BW-90	40	0,00	0,00	22,062***	0,000
	EW-0,8	40	0,85	1,92		
	EW-0,9	40	0,40	1,54		
	EW-1,0	40	0,00	0,00		
	EW-1,1	40	0,20	0,46		

\*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001 (Kruskal-Wallis Varyans Analizi)

BW-90 testi hata ortalamasına göre bu farkların anlamlılık düzeyi EW-0,8 için p<0,001; EW-0,9 için p<0,05 ve EW-1,1 için p<0,01 düzeyindeydi. (Tablo 8).

**Tablo 8: BW ve EW Testlerinin Guruplar Arası Hata Analizleri**

Tür	N	$\bar{x}$	Ss	Mann-Whitney U	p
BW-90	40	0,00	0,000	600,00***	0,001
EW-0,8	40	0,85	1,929		
BW-90	40	0,00	0,000	720,00*	0,042
EW-0,9	40	0,40	1,546		
BW-90	40	0,00	0,000	800,00	1,000
EW-1,0	40	0,00	0,000		
BW-90	40	0,00	0,000	660,00**	0,006
EW-1,1	40	0,20	0,464		

\*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001\*\*\* (Mann-Whitney U)

Bu nedenlerle, BW-90 için en uygun Kayak Kros Simülatörü direncinin EW-1,0 olduğuna karar verilerek bir sonraki deney aşaması olan geçerlilik çalışmalarına geçildi.

#### 4.3. BW-90 ve EW-1,0 Test Sonu Parametrelerinin Geçerlilik Çalışmasının Bulguları

BW-90 değerleri ile kıyaslandığında EW-1,0 ZG (sırasıyla; 879 ve 1463 watt;  $p<0,001$ ) ve OG (sırasıyla; 648 ve 1127 watt;  $p<0,001$ ) yüksekti. Aynı şekilde EW-1,0  $\Delta$ La değerleri (12,9 mmol/L) BW-90 değerlerinden (9,22 mmol/L) yüksek olarak saptandı ( $p<0,001$ ) (Tablo 9).

**Tablo 9: BW-90 ve E-1,0 Test Sonu Değerlerinin Varyans Analizleri**

Parametre	BW-0,9 (n=40)		EW-1,0 (n=40)		Mann Whitney U	P
	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss		
DinLa	1,36	$\pm 0,48$	1,20	$\pm 0,38$	638,00	0,119
$\Delta$ La	9,22	$\pm 1,45$	12,89	$\pm 1,67$	69,00***	0,000
ZG	878,96	$\pm 161,70$	1463,43	$\pm 237,46$	27,00***	0,000
OG	648,47	$\pm 81,49$	1126,66	$\pm 191,39$	6,00***	0,000
Yİ	46,86	$\pm 8,31$	49,80	$\pm 10,31$	600,00	0,054
Rpm	108,96	$\pm 14,81$	110,37	$\pm 10,47$	707,50	0,373

\* $p<0,05$  \*\* $p<0,01$  \*\*\* $p<0,001$  (Mann-Whitney U)

Buna karşın testler öncesi BW-90 ve EW-1,0 testi için sırasıyla  $1,36\pm 0,48$  ve  $1,20\pm 0,38$  olarak kaydedilen dinlenme laktatı değerleri arasındaki fark anlamsız bulunarak her iki test öncesinde de katılımcıların testlere dinlenme sınırları içinde başladığı gösterildi ( $p>0,05$ ). Aynı şekilde her iki test gurubunun da Yİ ve Rpm değerleri arasındaki farklar da istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

Bu bulguların doğal bir sonucu olarak her iki test yöntemiyle de test edilen ZG, OG, Yİ ve  $\Delta$ La parametreleri için elde edilen korelasyon katsayıları sırasıyla  $r = 0,09$ ;  $r = 0,21$ ;  $r = 0,09$  ve  $r = 0,28$  olarak tespit edilerek pearson

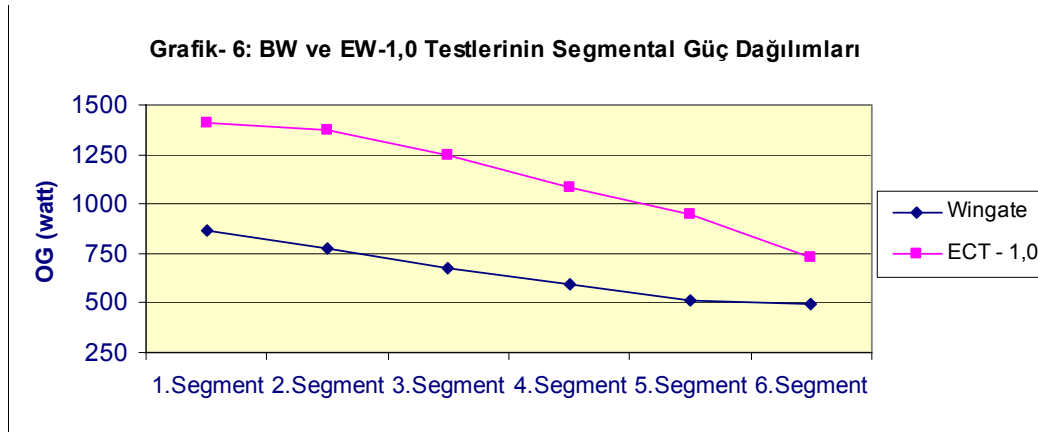
korelasyon katsayıları oldukça düşük bulundu (Tablo 10) ( $p>0,05$ ). Ancak BW-90 ve EW-1,0 testlerinin Rpm değerlerinde anlamlı ilişki saptandı ( $r=0,55$ ;  $p<0,001$ ).

**Tablo 10: BW-90 ve E-1,0 Test Sonu Parametrelerinin Korelasyon Analizleri**

Parametreler	Pearson r Korelasyonu	
	R	P
$\Delta La$	0,28	0,077
ZG	0,09	0,576
OG	0,21	0,194
Yi	-0,09	0,591
Rpm	0,55**	0,000

\* $p<0,05$  \*\* $p<0,01$  \*\*\* $p<0,001$  (pearson r )

Yapılan istatistik çalışmasıyla ortaya konan farklara göre EW-1,0 test modifikasyonunun BW-90 testine oranla çok daha büyük güç değerleri verdiği saptanmıştır (Grafik 6).

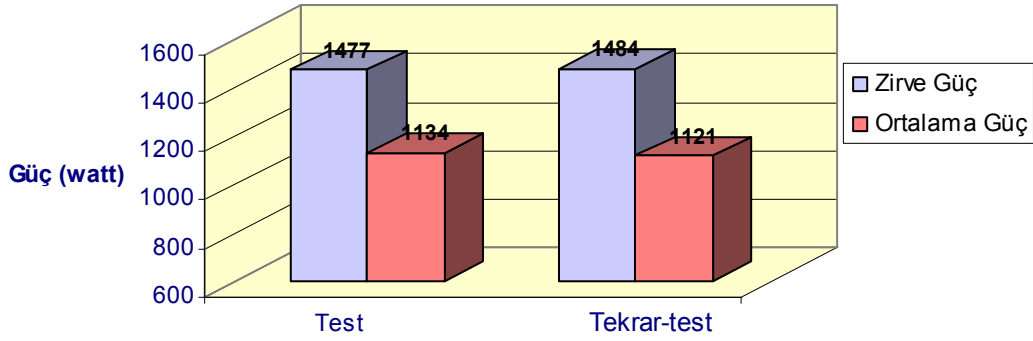


#### 4.4 EW-1,0 Test Sonu Parametrelerinin Güvenilirlik Bulguları

EW-1,0 testinin güvenilirliğinin analiz edildiği test-tekrar-test çalışmalarında değerlendirilen parametreler için BW testinin en önemli iki

çıktısı olarak kabul edilen ZG ve OG değerleri için test-tekrar-test korelasyonu (ZG;  $r=0,94$  ve OG;  $r=0,94$ ) oldukça yüksek bulundu (Grafik 7; Tablo 11).

**Grafik- 7: Test-Tekrar-Test Çalışmalarında Elde Edilen ZG ve OG Değerleri**



**Tablo 11: Parametrik Dağılım Gösteren EW-1,0 Test Sonu Değerlerinin Test-Tekrar-Test Korelasyonu**

Parametre	EW-1,0 Test (n=30)		EW-1,0 Re-test (n=30)		Pearson r	
	$\bar{x}$	Ss	$\bar{x}$	Ss	R	P
DinLa	1,24	$\pm 0,39$	1,39	$\pm 0,42$	0,359*	0,052
ZG	1476,87	$\pm 258,06$	1483,71	$\pm 270,66$	0,939***	0,000
OG	1133,52	$\pm 20930$	1120,54	$\pm 207,58$	0,937***	0,000
Rpm	110,80	$\pm 11,60$	112,15	$\pm 13,76$	0,908***	0,000

\* $p < 0,05$  \*\* $p < 0,01$  \*\*\* $p < 0,001$  (Paired Samples t-test)

Yİ ve  $\Delta La$  parametreleri arasındaki korelasyon katsayıları da sırasıyla  $r = 0,74$ ;  $r = 0,79$  olarak saptandı (Tablo 12) ( $p = 0,000$ ;  $p < 0,001$ ).

**Tablo 12: Non-parametrik Dağılım Gösteren EW-1,0 Test Sonu Değerlerinin Test-Tekrar-Test Korelasyonu**

Parametre	EW-1,0 Test		EW-1,0 Re-test		Pearson r	
	$\bar{x}$	Ss	$\bar{x}$	Ss	R	P
$\Delta La$	12,60	$\pm 1,70$	12,36	$\pm 2,09$	0,736***	0,000
Yİ	48,84	$\pm 10,33$	49,02	$\pm 10,20$	0,795***	0,000

\* $p < 0,05$  \*\* $p < 0,01$  \*\*\* $p < 0,001$  (Wilcoxon)

## 5. TARTIŞMA

Hata analizleri en sık hatalı sonuca rastlanan EW yükünün plot çalışmalarının sonunda öngörüldüğü şekilde kilogram başına 0,8 watt olduğunu ortaya koydu. Bu hatalar, oldukça yüksek hızlara ulaşılmasına rağmen kuvvet üretiminin inersi nedeniyle düşük olmasından kaynaklanıyordu. Bu yüksek hız ve onun yarattığı inersiden dolayı üst düzey kondisyona sahip katılımcılar sanki sistemde yük yokmuş gibi her itme sonrası duraksamalar sergilediler. Bu duraksamalar ilk segmentlerde üretilen güç ortalamalarını oldukça düşürdü. Sonraki segmentlerde ise yorgunluk nedeniyle hız ve dolayısıyla inersi etkisi azaldığından bu kayıplar azaldı. Bunun sonucu olarak segmentler ilerledikçe daha fazla güç üretilmeye başlandı. Bu nedenlerle EW-0,8 testinin ZG değerine üst düzey kondisyona sahip bazı deneklerde en son segmentte rastlandı. Bu sorunlar yüzünden üst düzey sporcularda yorgunluk indeksi hatalı olarak büyük (yaklaşık %80-90) hesaplandı. Olması gerekenin tersine ZG segmentinden önce görülen MG segmenti, Yİ geleneksel formülü kullanılarak hesaplandığında, EW test yükleri arasında en düşük  $\Delta La$  değerlerine EW-0,8 de rastlanmasına karşın en büyük Yİ yanıtı yine bu yükte görüldü.

EW-0,9 test yükünde EW-0,8 yükündeki hatalar azalmıştı. EW-1,0 yükünde ise, en geç ikinci segmentten itibaren azalarak testin sonuna doğru gittikçe en düşük ZG değerlerine ulaşıldı. Bunun doğal bir sonucu olarak da en doğru Yİ değeri ve paralelinde oldukça geçerli laktat yanıtları yine EW-1,0 test yükünde saptandı.

EW-1,1 test yükünde yaşanan sorun ise oldukça doğal bir sonuç olarak yorumlanabilir. Kilogram başına 1,1 watt yükünün, katılımcıların çoğu için ağır geldiği söylenebilir ancak bu durum daha üst düzey atletlerin de aynı sorunları yaşayacakları anlamında yorumlanmamalıdır. EW-1,1 test yükünde direncin yüksekliği nedeniyle ivmelenme kötüydü, uygun Rpm hızlarına ulaşamadı ve ZG değeri düşük saptandı. Buna karşın MG değeri ise çok düşük değildi. Bu nedenlerle katılımcıların gerektiği ölçülerde yorulmadığı ve daha ağır bir

dirençle çalışılmasına rağmen düşük Rpm ve ZG değerlerinin yorgunluk indeksinin düşmesine neden olduğu söylenebilir. Nitekim,  $\Delta La$  değerleri de ETC-1,0'a göre şaşırtıcı şekilde daha düşüktü (12,9'a karşın 10,5 mmol/L). Bunlardan dolayı EW-1,1 testinin modifiye Wingate testi olarak EW-1,0'dan daha iyi bir alternatif olmadığına karar verildi.

Modifiye EW-1,0 testini tüm denekler BW-90 testinde olduğu gibi hatasız tamamladılar. Diğer EW yükleriyle yapılan testler ise değişik miktarlarda hatalar içeriyordu. EW-1,0 testlerinde tüm katılımcıların ZG değerleri olması gerektiği gibi birinci yada ikinci segmentlerde ve MG değeri testin son segmentinde görülürken diğer EW yüklerinde ZG değerine ikinci segmentten sonra hatta son segmentte ulaşılması, ikinci segmentten sonra birbirini takip eden segmentlerde bir önceki segmentten daha yüksek ZG değeri görülmesi gibi hatalar saptandı. Buna ek olarak, diğer EW yükleriyle yapılan testlere göre en geçerli test sonu parametre değerlerine de EW-1,0 yükü ile ulaşıldı. Bu nedenlerle, EW testi için en uygun yükün vücut ağırlığının kilogramı başına 1,0 watt olduğu sonucuna varıldı.

Anaerobik kapasite odaklı bir test olan BW testinin en önemli test sonu verisi OG olarak kabul edilir (MacIntosh ve Mac Eachern, 1997; Thomas & ark., 2002). ZG değeri testin ikincil ölçüt parametresi olarak anaerobik performansın alaktasit komponenti hakkında fikir verir (Dotan, 2006). Ek olarak testin en önemli çıktılarında biri Yİ değeridir. Test sonu total kan laktatı da test sonuçlarını destekleyen oldukça güvenilir bir parametre olarak kabul görür (Koşar & Hazır, 1994). Orijinal Wingate anaerobik güç ve kapasite testinin sonuçlarıyla kıyaslandığında; ZG, OG ve  $\Delta La$  parametreleri adına EW-1,0 test sonu değerleri aynı parametreler için BW-90 test sonu değerlerinden yüksek bulundu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ( $p=0,000$ ;  $p<0,001$ ). Fakat Yİ değeri için EW-1,0 ve BW-90 değerleri arasındaki fark (sırasıyla %46,9-49,8) anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). EW-1,0 lehine bu denli yüksek laktat yanıtları alınmasına rağmen, BW-90 test sonu Yİ oranıyla yakın sonuçların alınması, EW-1,0 testinden alınan güç parametrelerinin tamamının

oldukça yüksek değerler vermesine rağmen, bu parametrelerin genel karakterinin Wingate testinin orijinal moduyla yüksek oranda uyum sağlaması anlamında yorumlanabilir.

Testin eliptik modifikasyonunda oluşan güç farkının en büyük nedeni; eliptik kayak kros cihazında kol, omuz ve gövde kaslarının daha etkin katkısı olarak kabul edilebilir. Sınırlı literatüre rağmen bu fark ortaya konmuştur (Browder & ark., 2005). Dolayısıyla da EW modifikasyonunun metabolik profilinin orijinal BW testinden daha başarılı olması beklenebilir.

BW testi dolaylı yollarla ATP, fosfokreatin ve kas glikojeninin kullanım verimliliğini ölçen bir testtir (Bulbulian & ark., 1996). Bu tarz sabit yük-maksimum hız testleri için kullanılan bisiklet ergometreleri, diğer ergometrelere oranla daha avantajlı gibi görünmektedir (Hopkins & ark., 2001). Fakat testin metabolik profilinin sorgulandığı bazı çalışmalarda, anaerobik güç ve kapasite değerleri veren bir test yöntemi olarak BW testi eleştirilmiştir (Beneke & ark., 2002; Calbet & ark., 1997; Goslin & Graham, 1985).

“Wingate Anaerobik Testi Ne Kadar Anaerobiktir?” adlı çalışmada (Beneke & ark., 2002); BW testinin metabolik profili araştırılmıştır. Yapılan çalışmada BW testinin 30 saniyelik performans süresi boyunca yarattığı net enerji tüketimi (test değeri - dinlenme değeri) ilk kez yorumlanmış ve oluşan net enerji tüketimine sistemlerinin katkı oranları belirlenmiştir. Bu katkı oranları aerobik enerji sistemleri için; %18.6, laktasit anaerobik sistem için; %50.3, alaktasit anaerobik için; %31.1 olarak bulunmuştur. Test sonunda alınan ZG ve OG değerlerine sadece laktasit anaerobik kapasite etkili (%83 - %81) bulunmuştur. BW testinin aerobik komponenti ile  $VO_{2max}$  arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. BW testi sonunda hesaplanan Yİ hiçbir metabolik gösterge için belirleyici olamamıştır (Beneke & ark., 2002). Sonuç olarak yaklaşık %80'lik katkısıyla anaerobik sistemler baskın olmasına rağmen testin anaerobik proseslerinin genel sonuçlarından şüphe edilmiştir. Anaerobik katkı oranı daha baskın olmasına rağmen Wingate testinde açığa çıkan enerjinin bir

kısının aerobik yollardan sağlandığı düşünülür. Zaten herhangi bir test yönteminin sadece anaerobik yada aerobik enerji salınımı ile tamamlanması mümkün değildir. Fakat rölatif aerobik katkının sorgulandığı çalışmalarda bisiklet ergometresi üzerinde uygulanan testin aerobik komponentleri eleştirisi konusu olmuştur. Aerobik dayanıklılık antrenmanlarının Wingate test sonuçlarında da gelişme göstermesi, Wingate testindeki aerobik katkının dolaylı bir göstergesi olarak kabul edilebilir (Babcock & ark., 1986).

45 saniyelik sürelerin testlendiği bir çalışmada 30 saniyelik test süresinin iyi antrene atletlerin anaerobik kapasitelerini tamamen kullanmalarına izin vermediği iddia edilmiştir (Calbet & ark., 1997). Ancak BW testinin performans süresinin 30 saniye olarak belirlenmesinde esas alınan çalışma bulguları 30, 45 ve 60 saniyelik testlerin yapıldığı ilk orijinal çalışmalara dayanmaktadır (Bar-Or, 1987). Bu çalışmalarda süre uzadıkça teste odaklanma problemi yaşayan deneklerin 30 saniyenin üzerindeki sürelerde daha düşük güç değerleri verdiği ortaya konmuştur. Dotan 2006 yılında sunduğu bir raporda; 30 saniyelik test süresinin sadece maksimal glikolitik gücün değil aynı zamanda glikolitik anaerobik dayanıklılığın da geçerli bir ölçütü olarak kullanılabilir yeterlilikte uzun, sporcuların testin başından sonuna desteklenerek konsantrasyon problemleri yaşamayacakları kadar da kısa olarak yorumlamıştır. Bu tez çalışması, eliptik kayak kros cihazı üzerinde gerçekleştirilecek 30 saniyelik EW testinin orijinal bisiklet ergometresine göre daha yüksek anaerobik performans göstergeleri ortaya koyacağı varsayımı ile başlatıldı ve hem testin standart parametreleri (ZG, OG, Yİ) hem de metabolik ölçümler (laktat) bu varsayımı doğruladı. Bu sonuçlara göre eliptik kayak kros cihazının modifikasyonunda kullanılan 30 saniyelik orijinal sürede, deneklerde teste odaklanma problemi yaratmadan testin en uygun şekilde sonlandırıldığı sonucu çıkarılabilir.

Testin yük katsayısı, Wingate testinin orijinal modunun önerildiği yıllardan bu güne tam anlamıyla çözümlenemeyen ve üzerinde halen tartışılan bir konudur (Bediz & Gökbel, 1994; Kerner & Kurrant, 2004; Mengütemur & Çolakoğlu, 1996; Patton & ark., 1985; Thomas & ark., 2002). Her bisiklet



ergometresi için test yükü farklı bir katsayı kullanılarak hesaplanırsa da, en çok kullanılan Monark ergometresi için bu oran 75 gr/kg olarak önerilmiştir (Ayalon & ark, 1974; Dotan & Bar-Or, 1983). Patton ve arkadaşları (1985) test için optimal yükün erkeklerde 94 gr/kg olduğunu iddia etmişlerdir. Thomas ve arkadaşları (2002) ise en büyük OG değerlerine erkeklerde 95 gr/kg ve bayanlarda 90 gr/kg katsayıları kullanarak ulaşmışlardır. Yine başka bir çalışmada farklı direnç katsayıları denenerek (65–115 gr/kg) en ideal katsayının 95 gr/kg olduğu iddia edilmiştir (Kerner & Kurrant, 2004). Monark ergometresi için önerilen en yüksek katsayı değeri 100 gr/kg olarak literatüre geçse de (Mengütemur & Çolakoğlu, 1996) üst düzey erkek atletler için kullanılan düzeltme oranı Monark ergometresi için önerilen orijinal katsayının %20 fazlası olarak bilinir (Bediz & Gökbel, 1994).

Pratik uygulamalarda sabit bir yük kadar kullanışlı ve pratik olmasa da test yükünün ergometre üzerine çıkan her sporcunun kilosunun belli oranlarında ayarlanması bazı sorunların giderilmesini kolaylaştırabilir. Test yükü aslında her sporcunun vücut kompozisyonu ve genel fitness seviyesi gibi bir takım farklılıklar birlikte düşünülerek özel olarak ayarlanmalıdır (Dotan & Bar-Or, 1983). Ancak böyle bir ayarlama kullanıcı dostu bir uygulama değil gibi görülmektedir.

EW modifikasyonu için de yük optimizasyonu konusunda sabit bir katsayı önermek, aynı sorunlara neden olabilir. Fakat çalışmamızın metodolojisi sadece testlemeler sonunda elde edilen güç değerlerine göre değil, analizleri segmental güç dağılımlarını ve testler boyunca yapılan hataları hesaplayarak en doğru yükü bulmaya yönelik olarak oluşturulmuştur. Sonuç olarak da orijinal Wingate testinin bir modifikasyonu olarak EW testine orijinalinde olduğu gibi sabit bir katsayı önerilmiştir.

Wingate testinin orijinal modunun tartışıldığı yayınlarda test yükleri kadar ön plana çıkmamış gibi görünse de en az yük katsayısı kadar önemli olduğuna inandığımız bir diğer konu da, bisiklet ergometrelerinin frenleme

özellikleri ve bu konuda yapılmış yorumlardır (Dotan, 2006; Hopkins, 2001; MacIntosh & MacEachern, 1997). Elektro-manyetik ve özellikle en çok kullanılan modu olan mekanik (kefeli yada pandüllü sistemlerle) fren etkisi yaratan bisikletlerde inersi nedeniyle yanlış hesaplanan güç değerleri olduğu bilinmektedir. Bu sorun Dotan (2006) tarafından da dile getirilerek, testler sonunda görülen 168 Rpm gibi değerlerin ve değerler üzerinden hesaplanan güç çıktılarının doğruluğundan şüphe edilmiştir. Yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre yanıltıcı ve yüksek güç üretim değerlerinin gerçek sonuçları %12-14,7 oranında saptırabildiği rapor edilmiştir (Franklin & ark., 2007).

Bisiklet ergometresinde yenilmesi gereken direnç tekerleğe uygulanan mekanik direnç ile itilmekte olan pedalin aksi tarafındaki bacak ağırlığının toplamı iken, eliptik kayak kros cihazında uygulayıcının vücut ağırlığı ile pedala itmekte olan bacağının ağırlığı arasındaki farkın (yaklaşık olarak vücut ağırlığının %90'ı) toplamı kadardır. Bu nedenle EW inersi etkisi vücut ağırlığının yarattığı ek dirençten dolayı bisiklet ergometresine göre daha düşüktür. Bu ek direnç üretilen hızın uzun sürmesini engelleyerek inersi etkisini azaltır. Sistemlerin yarattığı ve vücut parçalarının oluşturduğu direnç hesaplanarak değişen hızlara göre inersinin katkısı sistemlerin gösterdiği güç değerlerinden düşüldüğünde fark EW lehine artacaktır.

Monark ergometresinin geleneksel krank uzunluğu 17,5 santimetre olarak bilinir. Krank uzunluğunda beş santimlik bir sapmanın ZG değerini sadece %0,07 ve OG parametresini %1,24 etkilediği ortaya konmuştur (Bediz & Gökbel, 1994). Bundan dolayı, eliptik kayak kros cihazının krank uzunluğu daha fazla olmasına rağmen (24,8 santim) bu durum önemli bir fark yaratmamış olabilir. Hem bisiklet ergometresinde hem de eliptik kayak kros cihazında BW testi sırasında diz ve kalçanın bir bacak itişindeki hareketi 90'ar derece ve hızları 110 Rpm civarındadır. Bu nedenle her iki testte diz ve kalça eklemi açılma hızları da benzerdir. Esas farkı yaratan unsur, eliptik kayak kros cihazında diz ve kalça eklemine ek olarak dirsek ve omuz eklemlerinin de güç üretimine yaklaşık 90'ar derecelik hareketleri ile katkıda bulunmasıdır. Böylece, daha

yüksek ivmelenme değerlerine ulaşılması mümkündür. Bu ivmelenme farkına rağmen Rpm değerlerinin benzer olmasının nedeni itme hareketi sırasında eklemlerin kat ettiği mesafenin farklılığıdır. Bisiklet ergometresinde krank doğrudan çevrilirken, bacak itişinin yarattığı yarım daire hareketinin uzunluğu krankın oluşturduğu yarıçapla orantılıdır ( $2\pi r/2= 54\text{cm}$ ). Eliptik kayak kros cihazında ise çalışmada kullandığımız eğimde pedal bağlı bulunduğu ray üzerinde yukarıya doğru hareketi sırasında ayak bileğinde plantar fleksiyon oluştururken aşağı yönlü hareket sırasında dorsal fleksiyon yaratır. Ayak bileğindeki bu hareketler cihaz tarafından pasif olarak oluşturulur. Ayak bileği harekete aktif olarak katılmaz. Bu nedenle, eliptik kayak kros cihazında pedalların kat ettiği mesafe pedalların ray üzerinde doğrusal olarak kat ettiği mesafe kadardır. Bu mesafe tek bir bacak itışı için 62,5 kol içinse 44 santimetredir. Bacak iterken ipsilateral kol çeker ve/veya kontralateral kol iterse uygulanan kuvvet toplamı çok daha yüksek olur. Sonuç olarak bisiklet ergometresi ve eliptik kayak kros cihazında diz ve kalça eklemlerdeki açısal hızlar aynıyken doğrusal hızlar eliptik kayak kros cihazında daha yüksektir.

BW testinin güvenilirlik çalışmalarında sunulan değerler farklı gruplar ve farklı test parametreleri adına genellikle yüksektir (0,89–0,98) (Bediz & Gökbel, 1994; Koşar & Hazır, 1994; Thomas & ark., 2002; Weinstein & ark., 1998). Dolayısıyla modifiye eliptik testinin de oldukça güvenilir sonuçlar vermesi beklenebilir. Test ve tekrar-test çalışmalarından elde ettiğimiz bulgulara göre EW-1,0 testinin ve tekrar-testinin ZG, OG ve Yİ parametreleri için korelasyon değerleri sırasıyla 0,94, 0,94 ve 0,80 olarak saptanmıştır ( $p<0,001$ ). BW testinin laktat yanıtının güvenilirliğinin ilk kez araştırıldığı bir çalışmada, test sonu pik total kan laktatı ilişkisi, beşinci dakikada alınan kan örneklerinden değerlendirilerek test ve tekrar test (sırasıyla; 9,7 - 9,8 mmol/L) güvenilirliği yüksek bulunmuştur ( $p>0,001$ ) ( $r =0,93$ ) (Weinstein & ark., 1998). Bizim bulgularımız da test sonu laktat yanıtının güvenilir olduğunu göstermiştir ( $p<0,001$ ) ( $r =0,74$ ).

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonuçları, bisiklet ergometresiyle yapılan BW testine alternatif olarak en uygun EW yükünün EW-1,0 olduğu ve bu yükün anaerobik güç ve kapasiteyi belirlemede BW testinden daha geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Ek olarak testin tekrar-test güvenilirliği de yüksek bulunmuş ve protokolün güvenilirliği gösterilmiştir.

Elektronik alt yapısı ve elektro-manyetik fren sistemiyle BW testini modifiye ettiğimiz eliptik kayak kros cihazı, bisiklet ergometresine göre direnç kontrolü ve bulguların analizinde avantaj sağlayacaktır. Yazılımın ve ek elektronik düzeneğin geliştirilmesiyle inersinin güç çıktılarına sanal katkısı hesaplanarak, gerçek güç üretimi ortaya koyulabilir. Yine benzer düzenlemelerle, inersinin kendisi ortadan kaldırılabilir.

Anaerobik kapasiteyi belirlemede 30 saniyelik sürenin yeterliliği konusunda yapılan tartışmalar halen sürdüğü için, ileriki çalışmalarda eliptik kayak kros cihazı ile 40-60 saniye civarı test süreleri kullanılarak yeni modifikasyonlar denenebilir.

Ayrıca EW test sonu değerleri, diğer anaerobik güç ve kapasite testleriyle de karşılaştırılmalı ve sonuçlar istatistiksel olarak ortaya koyulmalıdır.

EW-1,0 testlerinin geçerlilik ve güvenilirliği, farklı metabolik ve kinesiyojik analizlerle de sınıanabilir.

EW-1,0 modifikasyonunun, Precor marka simülatörün orijinal çıkışına monte edilmesi uygulanabilirliğini arttırabilir. Bu sistemi satın alan kurum cihazı hem orijinal fabrika ayarları ile fitness modunda hem de performans analizi için laboratuvar modunda kullanabilir. Tüm modifiye aparatları ve yazılım, üretici firma tarafından en doğru şekilde standardize edilebilir. Cihaz

kasnağından dışarıya verilecek bir kablo vasıtasıyla, laboratuvarlarda kullanılan bilgisayarların haberleşme portlarına kolayca bağlanabilir. Gerekli program bilgisayara yüklenerek, test sonuçları alınabilir ve istenirse kolayca yazdırılır.

## 7. KAYNAKÇA

- Altena. T.S., Kulling, F.A., Edwards, S.W., Edgley, B.A. & Webster, J.A. (2002) Comparison of Physiological Variables in Response to Treadmill and Elliptical Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 34(5):4.
- Armour, A., Michael, T., Zabik, R., Liu, Y., Dawson, M. & Carl, D. (2003) Development of a Submaximal Exercise Test to Predict  $VO_{2max}$  using an Elliptical Trainer. *Med Sci Sports Exerc.* 35(5):310.
- Ayalon, A., Inbar, O. & Bar-Or, O. (1974) Relation Between Two Measurements of Explosive Strength and Three Measurements of Anaerobic Power. In: Nelson, R.C. and C.A. Morehouse (Eds) *International Series on Sports Sciences. Vol.1, Biomechanics IV.* Baltimore: University Pres, 143-151.
- Aziz, A.R. & Chuan, T.K. (2004) Correlation Between of Running Repeated Sprint Ability and Anaerobic Capacity by Wingate Cycling in Multi-Sprint Sports Athletes. *Int J Appl Sports Science.* (16)1:14-22.
- Babcock, M.A., Pterson, D.H., Overend, T.J. & Cunningham, D.A. (1986) Aerobic Training Effect on Indices of the Wingate Anaerobic Power Test. *Med Sci Sports Exerc.* (18):1.
- Bar-Or, O. (1987) The Wingate Anaerobic Test: an Update on Methodology, Reliability and Validity. *Sports Med.* (4):381-94.
- Bar-Or, O., Dotan, R. & Inbar, O. (1977) A 30-Second All-out Ergometric Test: Its Reliability and Validity for Anaerobic Capacity. *Israel J Med Sci* 13(3):326.
- Batte, A.L., Darling, J., Evans, J. & Lance, L.M. (2003) Physiologic Response to a Prescribed Rating of Perceived Exertion on an Elliptical Fitness Cross-trainer. *J Sports Med Physic Fitness.* 43(3):300.

- Bediz, C.Ş. & Gökbel, H. (1994) Wingate Anaerobic Testi. Spor Bilimleri Dergisi. Cilt:29, S:119-134.
- Beneke, R., Pollmann, C., Bleif, I., Leithauser, R.M. & Hütler, M. (2002) How Anaerobic Is The Wingate Anaerobic Test for Humans? Eur J Appl Physiol. 87(4-5):388-92.
- Blimkie, C.J.R., Roache, P., Hay, J.T. & Bar-Or, O (2005) Anaerobic Power of Arms in Teenage Boys and Girls: Relationship to Lean Tissue. Eur J Appl Physiol. 57(6):677-83.
- Boas, S.R., Joswiak, M.L., Nixon, P.A., Fulton, J.A. & Orenstein, D.M. (1996) Factors Limiting Anaerobic Performance in Adolescent Males with Cystic Fibrosis. American Collage Sports Med. 28(3):291-98.
- Bonnefoy, M., Kostka, T., Arsac, L.M., Berthouze, S.E. & Lacour, J.R. (1998) Peak Anaerobic Power in Elderly Men. Eur J Appl Physiol. 77:182-88.
- Bradford, J.C., Arena, R. ve Pidcoe & P.E. (2007) Mechanical and Metabolic Energy Differences When Using a Modified Nordic Track Elliptical Trainer for Gait Training. American Collage Sports Med. 39(5):155.
- Browder, KD. & Dolny, DG. (2002) Lower Extremity Muscle Activation during Elliptical Trainer Exercise. Med Sci Sports Exerc. 34(5):35 Board 17 T
- Browder, KD., Dolny, D., Cowin, B., Hadley, M., Jasper, C., McAllister, T., Stewart, C. & Terrel, B. (2005) Muscle Activation during Elliptical Trainer and Recumbent Bike Exercise. Med Sci Sports Exerc. 37(5):106.
- Bulbulian, R., Jeong, J.W. & Murphy, M. (1996) Comparison of Anaerobic Components of the Wingate and Critical Power Tests in Males and Females. Med Sci Sports Exerc. October 28(10):1336-1341.

- Calvo, M., Rodas, G., Vallejo, M., Estruch, A., Arcas, A., Javierre, C., Viscor, G. & Ventura, J.L. (2001) Heritability of Explosive Power and Anaerobic Capacity in Humans. *Eur J Appl Physiol*. DOI 10.1007/s004210100522.
- Calbet, J.A., Chavarren, J. & Dorado, C. (1997) Fractional Use of Anaerobic Capacity during a 30- and a 45-s Wingate Test. *Eur J Appl Physiol*. (76):308-313.
- Camille, T., Sharon, A.P. & Marilyn, A.L. (2002) Reliability and Validity of the Anaerobic Speed Test and the Field Anaerobic Shuttle Test for Measuring Anaerobic Work Capacity in Soccer Player. *Measurement Physic Education Exerc Sci*. 6(3):187-205.
- Cohen, M., Babington, J.P., Ozmun, J. & Edwards, J.E. (2002) Reliability and Validity of the Bosco Mechanical Power Jump Test. *American Collage Sports Med*. 34(5):35
- Coso, J.D. & Richardo, M.R. (2006) Validity of Cycling Peak Power as Measured by A Short-Sprint Test Versus the Wingate Anaerobic Test. *Appl Physiol Nutr Metab*. (31)3:186-189.
- Çolakoğlu, M. (1995) Dayanıklılık Gelişiminin Metabolik ve Fizyolojik Temelleri – I. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 1(1):34-45.
- Çolakoğlu, M. (1995) Dayanıklılık Gelişiminin Metabolik ve Fizyolojik Temelleri – II. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 1(2):30-41.
- Dalleck, L.C. & Kravitz, L. (2006) Relationship Between % Heart Rate Reserve and %VO<sub>2</sub> Reserve during Elliptical Cross-Trainer Exercise. *J Sports Sci Med*. (5):662-71.
- Dalleck, L.C., Kravitz, L. & Robergs, R.A. (2004) Maximal Exercise Testing Using the Elliptical Crass-Trainer and Treadmill. *J Exerc Physiol*. Online 7(3).



- Dalleck, L.C., Kravitz, L. & Robergs, R.A. (2006) Development A Submaksimal Test to Predict Elliptical Crass-Trainer  $VO_{2max}$ . *J Stren Cond Res.* 20(2):278-83.
- Dolny, D., Hughes, N.J., Caylor, R. & Browder, K. (2004) Effect of Varying Stride Length on Cardiorespiratory Response during Elliptical Trainer Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 36(5):250.
- Dotan, R. & Bar-Or, O. (1983) Load Optimization for the Wingate Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol.* (51):409-17.
- Dotan, R. (2006) The Wingate Anaerobic Test's Past and Future and the Compatibility of Mechanically Versus Electro-Magnetically Braked Cycle-Ergometers. *Eur J Appl Physiol.* (98):113-116.
- Dotan ve Bar-Or (1983) Load Optimization for the Wingate Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 51(3):409-17.
- Egana, M. & Donne, B. (2004) Physiological Changes Following A 12 Week Gym Based Stair-Climbing, Elliptical Trainer and Treadmill Running Progra i Females. *J Sports Med Physic Fitness.* 44(2):141-6.
- Fox & Bowers & Foss (1999) *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri.* (çeviri; Cerit, M.) 3. Baskı, Bağırğan Yayınevi, Ankara.
- Franklin, K.L., Gordon, R.S., Baker, J.S. & Davies, B. (2007) Accurate Assessment of Work Done and Power during a Wingate Anaerobic Test. *Appl Physiol Nutr Metab.* 32(2):25-32.
- Goslin, B.R. & Graham, T.E. (1985) A Comparison of Anaerobic Components of  $O_2$  Debt and the Wingate Test. *Can J Appl Sport Sci.* 10(3):134-40.

- Green , JM., Crews, TR., Pritchett, RC., Mathfield, C. & Hall, L. (2004) Hert Rate and Ratings of Percieved Exertion During Treadmill and Elliptical Exercise Training. *Perceptual and Motor Skills*. (98):340-348.
- Guglielmo, A.G.L. & Denadia, B.S. (2000) Assessment of Anaerobic Power of Swimmers: The Correlation of Laboratory Tests on an Arm Ergometer with Field Tests in a Swimming Pool. *J Stren Cond Res*. 14(4):395-98.
- Gür, H., Akkurt, S. Akova, B. & Küçüköğlü, S. (1996) Solunumsal Eşik Temel Alınarak Yapılan 8 Haftalık Antrenmanın Sedanterlerde Erkeklerde Bazı Fiziksel Özellikler Üzerine Etkileri. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2(2):29-37.
- Hajiefermides, G., Michael, T., Zabik, R., Liu, Y., Dawson, M. & Carl, D. (2003) Comparision Between Stationary and Moving Handlebar Use During Forward and Backward pedaling on An Elliptical Trainer. *Med Sci Sports Exerc*. 35(5):192.
- Hopkins, W.G., Schabort, E.J. & Hawley, J.A. (2001) Reliability of Power inPhysical Performance Tests. *Sports Med*. 31(3):211-234.
- Hughes, N.J., Dolny, D.G., Browder, K.D., Cowin, B., Hedley, M., Jasper, C., McAllister, T., Steward, C. & Terell, B. (2005) Ratings of Perceived Exertion (RPE) During Elliptical Trainer, Treadmill Bike and Recumbent Bike Exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 37(5):S103.
- Inbar-O, Dotan, R. & Bar-O., O. (1976) Aerobic and Anaerobic Components of a 30-s Supramaksimal Cycling Task. *Med Sci Sports Exerc*. (8):S1.
- Jacobs, P.L., Mohaney, F.T. ve Johnson, B. (2003) Reliability of Arm Wingate Anaerobic Testing in Personal with Complete Paraplegia. *J Spinal Cond Med*. 26(2):141-4.

- Kerner, M.S. & Kurrant, A.B. (2004) Efficacy of Selected Workloads in Identifying Anaerobic Power Using the Wingate Anaerobic Test. *Med Sci Sports Exerc.* 36(5):115-116.
- Knutzen, K.M., Lawson, A., Brilla, L. & Chalmers, G: (2007) Knee Joint Loads During Exercise on the Elliptical Trainer. *J American College Sports Med.* 39(5):155.
- Knutzen, KM., Rodriguez, R. & Brilla, R. (2006) Comparision of Quadriceps Femoris Activation During Elliptical and Treadmil Exercise in Athletes, *Exercise, Med Sci Sports Exerc.* 38(5):498 Board 131.
- Koşar, Ş.N. & Hazır, T. (1994) Wingate Anaerobik Güç Testinin Güvenilirliği. *Spor Bilimleri Dergisi.* (7)4:21-30.
- Kravitz, L. (1998) Ace Fitness Matters, Elliptical Trainers Go Head-go. 4(3):11.
- Larsen, B.T. & Heath, E.M. (2007) Energy Expenditure for an Elliptical Trainer at Three Cadences. *Med Sci Sports Exerc.* 34(5):S295.
- LaVoie, N., Dallaire, J., Brayne, S. & Barrett, D. (1984) Anaerobic Testing using the Wingate and Evans-Quinney Protocols with and without Toe Stirrups. *Can J Appl Sports Sci.* 9(1):1-5.
- Lu, T., Chien, H. & Chen, H. (2007) Joint Loading in the Lower Extremities during Elliptical Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 39(9):1651-1658.
- MacIntosh, B.R., Bryan, S.N., Rishaug, P. & Norris, S.R. (2001) Evaluation of the Monark Wingate Ergometer by Direct Measurements of Resistance and Velocity. *Can J Appl Physiol.* 26(6):543-58.
- MacIntosh, B.R. & MacEachern, P. (1997) Paced Effort and All-out 30-Second Power Tests. *Int J Sports Med.* 18(8):594-99.

- Marsh, G.D., Paterson, D.H., Govindasamy, D & Cunningham, D.A. (1999) Anaerobic Power of the Arms Legs of Young and Older Men. *Experimental Physiol.* 84:589-97.
- Mengütemur, M. & Çolakoğlu, M. (1996) Wingate Anaerobik Test Sonuçlarının Belirli Koşu Mesafelerine Ait Performans Zamanları İle İlişkileri. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* (2)3:2-11.
- Murphy, M.M., Patton, J.F. & Frederick, F.A. (1986) Comparative Anaerobic Power of Men and Women. *Aviat Space Environ Med.* 57:636-41.
- Narkowski, H. & Busco, K. (2004) Changes in Power Outputs under the Influence of Sprint Training in Handball Players. *Acta Bioengineering and Biomechanics.* 6(1):31-40.
- Parcer, S.B., Griswold, L. & Vickers, R.R. (2006) Development of an Elliptical Trainer Physical Fitness Test (Final Report: NHRC-06-06, XBNMRC/MD). Naval Health Research Center, San Diego, CA.
- Patton, J.F. & Duggan, A. (1987) An Evaluation of Tests of Anaerobic Power. *Aviat Space Environ Med.* 58:237-42.
- Patton, J.F., Murphy, M.M. & Frederik, F.A. (1985) Maximal Power Outputs During The Wingate Anaerobic Test. *Int J Sports Med.* 6(2):82-85.
- Pederson, H.M., Dalleck, L.C., Kravitz, L. & Robergs, R.A. (2006) Development of A Metabolic Equation for Elliptical Cross Trainer. *Exercise Equipment and Monitoring Systems.* 2625:No 133.
- Porcari, J. (1998) Ace Fitness Matters, Elliptical Trainers Provides Effective. (4)2:4.
- Porcari, J., Foster, C. & Schneider, P. (2000) Exercise Response to Elliptical Trainers. *Fitness Management, Los Angeles.*

- Schorner, M.J., Terracciano, D.C., Hickner, R.C. & McCammon, M.R. (2004) The Precor EFX546 Elliptical Trainer Over Predicts Energy Expenditure. *Med Sci Sports Exerc.* 36(5):249-250.
- Slade, J.M., Miszko, T.A., Laity, J.H., Agrawal, S.K. & Cress, M.E. (2002) Anaerobic Power and Physical Function in Strength-Trained and Non-Strength Trained Older Adults. *Journals of Gerontology.* 57(3):168.
- Stauffer, K.A. (2005) The Comparison of The Max Johns Quadrathlon with The Vertical Jump and Wingate Cycle Tests as A Method to Assess Anaerobic Power in Female Division College Basketball Players. *Health, Physical and Recreation Education.* 11-22.
- Sweitzer, M.L., Kravitz, L., Weingart, H.M., Dalleck, L.C., Chiywood, L.F. & Dahl, E. (2002) The Cardiopulmonary Responses of Elliptical Cross-Trainer Versus Treadmill Walking in Cad Patients. *J Exerc Physiol.* Online. (5)4.
- Tharp, G.D., Johnson, G.O. & Thorland, W.G. (1984) Measurement of Anaerobic Power and Capacity in Elite Young Track Athletes Using the Wingate Test. *J Sports Med.* 24:100-6.
- Thomas, C., Plowman, S.A. & Looney, M.A. (2002) Reliability and Validity of the Anaerobic Speed Test and the Field Anaerobic Shuttle Test for Measuring Anaerobic Work Capacity in Soccer Player. *Measurements Physic Education Exerc Sci.* 6(3):187-205.
- Turgay, F., Çolakoğlu, M. Karamızrak, S.O., Çolakoğlu, S., Çeçen, A. Acarbay, Ş. & Sessiz, H.T. (1996) 400 ve 800m Koşu Performansı ve Pik Total Kan Lktatı İlişkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergis.* 1(4):22-30.
- Vandewalle, H., Peres, G. & Monod, H. (1987) Standard Anaerobic Exercise Tests. *Sports Med.* 4(4):268-89.

Weinstein, Y., Bediz, C., Dotan, R. & Falk, B. (1998) Reliability of Peak Lactate, Heart Rate and Plasma Lactate Volume Following the Wingate Test. Israel Sports Authority, Ministry of Education, Culture and Sport.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler:

Adı: Özgür ÖZKAYA  
 Doğum Yeri: Ödemiş/İzmir  
 Doğum Tarihi: 5–Ocak–1980  
 Çalıştığı Kurum: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor  
 Yüksekokulu  
 Adres: Başbakanlık Toplu Konutları S–1 Blok, No:33  
 Kurupelit/Samsun 55139  
 Tel: (505) 593 9032  
 Faks: (362) 312 19 19 – 2790  
 E-mail: [ozokava@omu.edu.tr](mailto:ozokava@omu.edu.tr)  
[ozokava@gmail.com](mailto:ozokava@gmail.com)

### Eğitim Durumu:

Lisans: Celal Bayar Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor  
 Yüksekokulu, Manisa, 2001  
 Yüksek Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor  
 Yüksekokulu, Samsun, 2004  
 Doktora: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor  
 Yüksekokulu, Samsun, 2008

### Ulusal ve Uluslar Arası Sertifikalar:

American Language & Communication Center, 2006, NY, US  
 English As A Second Language (ESL) Level 1–7

Personal Trainer Certification, National American Fitness Institute, 2006, NY, US

Yamaç Paraşütü, 2005, Samsun, TR

Basketbol Antrenörlüğü, 2002, Ankara, TR

Durgun Su Kayağı Antrenörlüğü, 2002, Adana, TR

Durgun Su Kayağı Ulusal Hakemliği, 2003, Ankara, TR

Paraşüt Atlama, 1995, Eskişehir, TR

**Ulusal ve Uluslar Arası Üyelikler:**

American Fitness Institute, Trainer Wellness Program, NY, US, 2006 -

The International Council for Health, Physical Education, Recreation, Sport and Dance, January 2005 -

The ISHBER-SD Fitness and Wellness Commission, December 2005 -

Türkiye Kano ve Rafting Federasyonu, Eğitim Kurulu, Ankara, 2004-

OMU-SAS Spor Kulübü, Yönetim Kurulu, Samsun, 2004 -

**Ulusal ve Uluslar Arası Katılımlar:**

10'uncu Ulusal Spor Hekimliği Kongresi, İzmir, TR, 12–15 Ağustos, 2005

1'inci Ulusal Basketbol Eğitim Semineri, İzmir, TR, 11–13 Mayıs, 2004



10th ICHBER-SD Europe Congress, Nov.17–20, Antalya, TR, 2004

8th International Sports Science Congress, Nov.18–20, Antalya, TR, 2004

**Projeler:**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi BAP Fonu; “Altı Aylık Hipertrofi Antrenmanının İskelet Kasının Enine Kesiti Üzerine Etkisi” İsimli Projede Araştırmacı, 2004

Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Bilimsel Araştırma Projeleri Saymanlığı  
Kurupelit/Samsun

Özel Proje; “Eliptik Bisiklete Üzerinde Birtakım Performans Testlerinin Uygulanabileceği Bir Ergometre Özelliği Kazandırmak” İsimli Proje Yürütücülüğü, 2007

Acıbadem Genel Sağlık Hizmetleri  
Tic. Aş. Acıbadem Tekin Sok. No:8  
Kadıköy/İstanbul

Ondokuz Mayıs Üniversitesi BAP Fonu; “Eliptik Cihaz Üzerinde Non-invaziv Yöntemlerle Anaerobik Gücü ve Anaerobik Eşiği Test Edebilecek Yeni Test Yöntemleri Geliştirilmesi” İsimli Projede Araştırmacı, 2008

Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Bilimsel Araştırma Projeleri Saymanlığı  
Kurupelit/Samsun

Doktora Tez Projesi; “Eliptik Cihaz Üzerinde Anaerobik Güç Tayini İçin Yeni Bir Protokol Önerisi”, 2008

Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Kurupelit/Samsun

**Yayınlar:**

Özkaya, Ö., Kuzucu, Ö.E. & Tekat, A. (2008) Eksternal Nazal Genişletici Kullanımının Nazal Valv Hacmi ve Sportif Performans Üzerine Etkileri. Performans Dergisi. 13(3-4):11-16.

Özkaya, Ö. & Tekat, A. (2008) Eforun Mukosilyer Transport Hızı Üzerine Etkileri. Spor Bilimleri Dergisi. 19(1):11-19.