



**T.C.**

**SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**SPORCULARDA İZOKAPNİK TAMPONLANMA FAZININ**

**AEROBİK VE ANAEROBİK GÜÇ İLE İLİŞKİSİ**

**BURÇİN OKUR**

**0000-0001-9343-3750**

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SİVAS**

**KASIM 2023**

T.C.  
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**SPORCULARDA İZOKAPNİK TAMPONLANMA FAZININ  
AEROBİK VE ANAEROBİK GÜÇ İLE İLİŞKİSİ**

BURÇİN OKUR

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

YÜKSEKLİSANS TEZİ

DANIŞMAN  
DOÇ. DR. METİN POLAT

SİVAS

2023



Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu’nun 2023 tarihli ve 2/9sayılı kararı ile kabul edilen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanmıştır.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| TABLolar LİSTESİ.....                                                              | vi   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                                             | vii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                               | viii |
| ÖZET.....                                                                          | x    |
| ABSTRACT .....                                                                     | xii  |
| 1.GİRİŞ ve AMAÇ .....                                                              | 1    |
| 2.GENEL BİLGİLER .....                                                             | 4    |
| 2.1. Enerji Sistemleri .....                                                       | 4    |
| 2.1.1. Anaerobik Enerji Sistem.....                                                | 5    |
| 2.1.2 Anaerobik Eşik .....                                                         | 6    |
| 2.1.3 Anaerobik Eşik ve Laktik Asit Birikme Eşiğı .....                            | 6    |
| 2.2. ATP-CP (Fosfojen Sistemi).....                                                | 7    |
| 2.3. Laktik Asit Sistemi .....                                                     | 7    |
| 2.4. Aerobik (oksijenli) Sistem.....                                               | 8    |
| 2.5. Maksimal O <sub>2</sub> Alımı (VO <sub>2</sub> maks).....                     | 9    |
| 2.6. Solunumsal Eşik .....                                                         | 9    |
| 2.7. İzokapnik Buffering Fazı ve Sporcu Performansı ile İlişkisi .....             | 9    |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM .....                                                           | 11   |
| 3.1 Verilerin Toplanması ve Hazırlanması.....                                      | 11   |
| 3.2 Maksimal Egzersiz Testi .....                                                  | 12   |
| 3.3 Wingate Anaerobik Testi.....                                                   | 13   |
| 3.4. İzokapnik Tampon ve Hipokapnik Hiperventilasyon Fazlarının Belirlenmesi ..... | 14   |
| 3.5. İstatiksel Analiz .....                                                       | 15   |

|                   |    |
|-------------------|----|
| 4. BULGULAR.....  | 16 |
| 5.TARTIşMA .....  | 31 |
| 6.SONUÇ .....     | 38 |
| 6.1.Öneriler..... | 38 |
| KAYNAKÇA.....     | 39 |



## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1.</b> Kadın Gönüllülerinin Tanımlayıcı Bilgileri.....                                                                               | 16 |
| <b>Tablo 2.</b> Erkek Gönüllülerinin Tanımlayıcı Bilgileri.....                                                                               | 16 |
| <b>Tablo 3.</b> Kadın gönüllülerin anaerobik eşik, solunum eşiği, maksimal oksijen alımı değerleri. ....                                      | 18 |
| <b>Tablo 4.</b> Kadın gönüllülerin izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerleri. ....                                        | 20 |
| <b>Tablo 5.</b> Erkek gönüllülerin anaerobik eşik, solunum eşiği noktası, maksimal oksijen alımı değerleri. ....                              | 21 |
| <b>Tablo 6.</b> Erkek gönüllülerin izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerleri. ....                                        | 23 |
| <b>Tablo 7.</b> Kadın gönüllülerin wingate test sonuçları.....                                                                                | 24 |
| <b>Tablo 8.</b> Erkek gönüllülerin wingate test sonuçları.....                                                                                | 24 |
| <b>Tablo 9.</b> Kadın gönüllülerin izokapnik ve hipokapnik değerlerinin performans değişkenleriyle olan ilişkisi.....                         | 26 |
| <b>Tablo 10.</b> Kadın gönüllülerin, izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerlerinin wingate test sonuçlarıyla ilişkisi..... | 27 |
| <b>Tablo 11.</b> Erkek gönüllülerin izokapnik ve hipokapnik değerlerinin performans değişkenleriyle olan ilişkisi.....                        | 28 |
| <b>Tablo 12.</b> Erkek gönüllülerin, izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerlerinin wingate test sonuçlarıyla ilişkisi..... | 30 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Gönüllü Grupların Vücut Ağırlığı ve Boy Uzunluğu Değerleri. ....                         | 17 |
| Şekil 2. Kadın Gönüllülerin Anaerobik Eşik Solunum Eşiği ve VO <sub>2</sub> maks Değerleri . .... | 19 |
| Şekil 3. Erkek Gönüllülerin Anaerobik Eşik Solunum Eşiği ve VO <sub>2</sub> maks Değerleri.....   | 22 |
| Şekil 4. Gönüllü Grupların Wingate Test Sonuçları. ....                                           | 25 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

**ATP:** Adenozin Trifosfat

**VO<sub>2</sub>max :** Maksimal Oksijen Kullanımı

**Km :** Kilometre

**KAHmax :** Maksimum Kalp Atımı

**ATP :** Adenozin Trifosfat

**CP :** Kreatin Fosfat

**Mmol :** Mili Mol

**ADP :** Adenozin Difosfat

**Sn :** Saniye

**NADH :** Nikotinamid Adenin Dinükleotit

**NAD :** Nikotinamid Adenin Dinükleotit

**H :** Hidrojen

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

**O<sub>2</sub> :** Oksijen

**AT :** Anaerobik Eşik

**VE :** Ventilasyon

**MLSS :** Maksimal Laktat Durağan Hali

**LT :** Laktat Eşik

**VO<sub>2</sub> :** Oksijen Alımı

**RER :** Solunum Değişim Oranı

**VT :** Ventilatuvar Eşik

**ml :** Mililitre



**Kg :** Kilogram

**Dk :** Dakika

**N :** Değişken Sayısı

**İKT:** İzokapnik Tamponlama Fazı

**SE:** Solunumsal Eşik

**SKN:** Solunumsal Eşik Kompensasyonu

**ATVO<sub>2</sub>:** Anaerobik Eşik Oksijen Alımı

**HR Max:** Maksimal Nabız

**ÖZET**  
**SPORCULARDA İZOKAPNİK TAMPONLANMA FAZININ AEROBİK VE**  
**ANAEROBİK GÜÇ İLE İLİŞKİSİ**

**Burçin Okur**

**Yüksek Lisans Tezi, Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Metin Polat**

**2023, xv, 50 Sayfa**

Bu çalışmada, izokapnik tampon faz değerlerinin aerobik ve anaerobik güç ile ilişkisinin belirlenmesi amaçlandı. Çalışmaya, 18-25 yaş aralığında en az beş yıldır aktif spor yapan 5'i kadın, 9'u erkek toplam 14 sporcu gönüllü olarak katıldı. Gönüllülerden ilk olarak, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut yağ oranı değerleri alındı. Daha sonra gönüllülere maksimal egzersiz testi uygulandı ve bu test esnasında maksimal oksijen tüketim kapasitesi ( $VO_{2maks}$ ), tüketilen oksijen miktarı ( $VO_2$ ), üretilen karbondioksit miktarı ( $VCO_2$ ), anaerobik eşik, solunumsal eşik, maksimal kalp atım hızı değerleri tespit edildi. Bahsedilen bu ölçümlerden 1 hafta sonra gönüllülere wingate anaerobik testi uygulanarak anaerobik güç değerleri tespit edildi. İlk olarak çalışmada elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri yapıldı. Verilerin normal dağılım göstermemesinden dolayı aerobik ve anaerobik güç verileri ile izokapnik tamponlama verileri arasındaki ilişkiyi tespit etmek için Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edildi. Sonuç olarak; izokapnik ve hipokapnik değerlerinin  $VO_{2maks}$  (ml/kg/dk), Anaerobik Eşik  $VO_2$  (ml/kg/dk), Solunum Eşiği  $VO_2$  (ml/kg/dk) değerleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edildi. Bununla birlikte  $VO_{2maks}$  (ml/kg/dk) değeri ile maksimal güç (W/kg), ortalama güç (W/kg), minimum güç (W/kg), güç kaybı (%) değerleri arasında da anlamlı bir ilişki tespit edildi. Elde edilen bu bulgular sporcuların  $VO_{2maks}$  seviyeleri yükseldikçe anaerobik ve solunum eşik seviyelerinin de yükseldiğini, ayrıca anaerobik eşik sonrası direnç kabiliyetlerinin arttığını düşündürmektedir. Bununla birlikte,  $VO_{2maks}$  seviyelerinin yükselmesi sporcuların wingate testinde

elde edilen güç kaybı (%) oranında azalmaya neden olarak daha iyi bir performans sergileyebilmelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler;** Spor, Anaerobik güç, Aerobik kapasite, İzokapnik Tamponlama Fazı



## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ISOCAPNIC BUFFERING PHASE AND AEROBIC AND ANAEROBIC POWER IN ATHLETES**

**Burçin Okur**

**Master Thesis, Department of Physical Education and Sport**

**Supervisor: Doç. Dr. Metin Polat**

**2023, xi, 50 page**

In this study, it was aimed to determine the relationship between isocapnic buffering phase values and aerobic and anaerobic power. A total of 14 athletes, 5 women and 9 men, who have been active in sports for at least five years between the ages of 18-25, participated in the study as voluntarily. Firstly, height, body weight and fat ratio values were taken from the volunteers. Then, the volunteers were completed to a maximal exercise test, and during this test maximal oxygen consumption capacity ( $VO_{2max}$ ), amount of oxygen uptaked ( $VO_2$ ), amount of carbon dioxide produced ( $VCO_2$ ), anaerobic threshold, respiratory threshold, and maximal heart rate values were determined. One week after these measurements, the wingate anaerobic test was applied to the volunteers and anaerobic power values were determined. Firstly, descriptive statistics of the data obtained in the study were performed. Since the data did not show a normal distribution, Spearman correlation analysis was used to determine the relationship between isocapnic buffering data and aerobic and anaerobic power. The significance level was accepted as  $p < 0.05$ . In conclusion; A significant relationship was detected between isocapnic and hypocapnic values and  $VO_{2max}$  (ml/kg/min), Anaerobic Threshold  $VO_2$  (ml/kg/min), Respiratory Threshold  $VO_2$  (ml/kg/min). In addition, a significant relationship was detected between  $VO_{2max}$  (ml/kg/min) value and maximal power

(W/kg), average power (W/kg), minimum power (W/kg), and power drop (%) values. These results suggest that as athletes' VO<sub>2</sub>max levels increase, their anaerobic and respiratory threshold levels also increase, and their resistance abilities after the anaerobic threshold also increase. In addition, it is thought that increasing VO<sub>2</sub>max levels will contribute to athletes' better performance by causing a decrease in the power drop (%) obtained in the wingate test.

**Keywords;** Sport, Anaerobic Power, Anaerobic Capacity, Isocapnic Buffering Phase

## 1.GİRİŞ ve AMAÇ

Günümüzde sportif başarı sağlamak başarının sürekliliğini sürdürebilmek için daha ileri seviyede yapılan bilimsel çalışmalar sonunda var olan sonuçlarla desteklenmiş antrenman yöntemlerinin uygulanması zorunlu hale gelmiştir.

Bir sporcunun performans bileşenlerini oluşturan hangi maddelerin profesyonel bir sporcuda daha üst düzeyde olduğunu belirlemek için, olası eksiklikleri tespit etmek ve bunları gidermek her spor bilimcinin bilmesi gereken temel unsurlardır.

Sporcunun performansını üst seviyelere çıkarabilmek için, var olan aksaklıkların belirlenmesi, bu aksaklıkları giderebilecek, uygun antrenman planlarının oluşturulması ve bu planlamalar sonucunda sporcunun performansına etkisinin incelenmesi gereklidir. Sporcunun iyi bir performansa ulaşması doğrultusunda, bilimsel açıdan fiziki kimliğini doğru tanınması, buna uygun antrenman programları oluşturulması sporcunun performansını olumlu yönde etkileyecektir. Bu doğrultuda sporcunun ilgilendiği spor branşın da, hangi enerji sisteminin hangi yoğunlukta kullanıldığını, geliştirilmesi için ne gibi plan ve programlar yapılması gerektiği yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda daha doğru ve etkin şekilde belirlenebilir.

Maksimum oksijen tüketimi dayanıklılık sporcularının performanslarının belirleyicisi olarak kullanılan öncüllerdendir. Buna paralel olarak, maksimal oksijen alımı veya solunum eşiğine karşılık gelen tepe efor, artımlı ve maksimal altı efora metabolik yanıtın etkinliğini göstermek için daha iyi bir öngörü aracıdır (45). Anaerobik eşik, toplam enerji ihtiyacını karşılamak için oksijen tüketimine eşit olan sürekli egzersizin maksimum yoğunluğu olarak tanımlanır. Anaerobik eşikte, kan laktat oluşum hızı, tükenme hızına karşılık gelir (46).

Egzersiz sırasında kan laktatındaki ilk sabit artışa anaerobik eşik (AT) denir. Anaerobik eşik, sporcuların aerobik seviyelerini belirlemek ve bir antrenman planında hangi yoğunluk ve yoğunlukta çalışmaları gerektiğini planlamak için kullanılabilir (47).

Artan yoğun egzersiz programları ile belirlenen maksimum oksijen alımı, anaerobik eşik ve solunum eşiği, aerobik dayanıklılığın belirlenmesinde en önemli kriterlerdir (30). Ayrıca son zamanlarda üzerinde çalışılması gereken bir kriter olarak kabul edilen ve anaerobik eşik ile solunum eşiği arasında geçen süreyi ve oksijen alım miktarını gösteren izokapnik tampon faz değeri de önemli bir parametre ve kriter olarak kabul edilmektedir (27). Maksimum oksijen alımı, anaerobik eşik, solunum eşiği ve izokapnik tampon fazının ölçümü, sporcuyla kullanılan antrenman protokolleri ve sporcunun antrenmana tepkisi için önemlidir. Antrenmanın kapsamı ve yoğunluğu nedeniyle bu parametrelerdeki değişimler de farklılık göstermektedir (30,48).

Sporcuların yarışmalarda başarılı olabilmeleri sahip oldukları aerobik ve anaerobik güç seviyeleriyle yakından ilişkilidir. Yoğun antrenmanlarda asidoza bağlı olarak artan CO<sub>2</sub> bikarbonat ile tamponlanır ve belirli bir süre boyunca artış sabit bir seviyede tutulur. Bu durumda CO<sub>2</sub> basıncı belirli bir oranda düşer. CO<sub>2</sub> düşüşü yorgunluk artana kadar devam eder. Laktat eşiği ile solunum eşiği arasındaki süreye izokapnik tampon fazı denir. Aerobik ve anaerobik kapasitenin, izokapnik tampon fazının seviyesini belirleyen birçok faktöre bağlı olduğuna inanılmaktadır (18).

Laktat eşiğini aştıktan sonra üretilen asit miktarının oluşum aşamasında vücudun reaksiyon derecesinin, aerobik ve anaerobik uygunluk düzeyini belirlemek için önemli bir kriter olduğuna dikkat etmek gereklidir. Artan egzersiz yoğunluğu ile asidoza bağlı CO<sub>2</sub> artışı bikarbonat tarafından tamponlanır ve bir süre daha istikrarlı bir şekilde yükselmeye devam eder. Bu nedenle CO<sub>2</sub> basıncını düşürür. Bu düşüş, yorgunluk artana kadar devam eder. Laktat eşiği ile solunum eşiği arasında geçen süreye izokapnik tampon fazı denir. İzokapnik tampon fazının seviyesi belirlenirken, aerobik ve anaerobik performansın birçok koşula bağlı olduğuna inanılmaktadır.

Özellikle laktat eşiğini aştıktan sonra vücudun asit üretimine verdiği tepkinin ölçülmesi, aerobik ve anaerobik uygunluğun belirlenmesi için önemli kriterlerden biridir (18). Dolayısıyla, sporcuların Maksimum oksijen tüketimi, anaerobik eşik, solunumsal eşik ve izokapnik tamponlama fazı değerlerinin bilinmesi, sporcular arasındaki farklılığın belirlenmesinde katkı sağlamaktadır.

Anaerobik eşiğe girdikten sonra, uygulanan egzersiz şiddetine karşı direnç gösterebilme kabiliyeti sporcuların performanslarını etkileyen önemli kriterlerden birisidir. Dolayısıyla, izokapnik tampon fazının aerobik ve anaerobik güç ile ilişkisinin tespit edilmesini önem kazanmaktadır. Ancak, literatürde konu ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle yapılan bu çalışmada; izokapnik tampon faz değerlerinin aerobik ve anaerobik güç ile ilişkisinin belirlenmesi amaçlandı.



## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. Enerji Sistemleri

Enerji sistemi egzersiz ve müsabaka sırasında hareketli aktivitelerdeki önemli ve gerekli öncüllerdendir. Enerji besin saklama depolarının, kas hücresi içinde depolanan adenosin trifosfat (ATP)'ın yüksek enerjiye dönüşmesi ile sağlanır. ATP bir adet adenosin, üç adet fosfat molekülünden oluşmaktadır (27).

Hücre içerisindeki enerji üretimini sağlayan ATP devamlı bir döngü içerisinde tekrarlamaktadır. Bu yenilenmeye enerji sistemleri denilmektedir. Besinlerin ve bazı kimyasalların ATP dönüşmesi ile gerçekleşmektedir. Egzersiz sırasında ATP tekrarlanması devamlı olmaktadır sebebi ise kas içerisinde ATP seviyesi devamlı egzersiz yapabilecek kadar yeterli seviyede olmamaktadır. Enerji sistemlerinin enerji üretilmesinde hangi seviyede katkı sağlayacakları egzersizin şiddetine ve yoğunluğuna bağlı olmakla değişmektedir.

Vücudumuzda ATP ye bağlı iki enerji sistemi bulunmaktadır. Bunlar; Aerobik (oksijenli sistem) enerji sistemi ve anaerobik (oksijensiz) enerji sistemidir (2).

Canlı sistemlerin önemli bir fonksiyonu fiziksel aktivitelerdir. Sistemin çoğunluğunu etkilediği gibi hematolojik ve biyokimyasal değerleri de etkilemektedir. Bireylerde antrenmana uyum, kardiyovasküler duruma uyum ve fizyolojik, fiziksel denge durumu gibi fizyolojik cevapların belirlenmesinde başka birçok durum gibi hematolojik ve biyokimyasal seviyelerde de belirleyici etken durumundadır (34).

Yüklenme eğer fizyolojik bir tadil oluşturmak için yeterli seviyede değil ise, herhangi bir tarzda uyum sağlama durumu olmaz. Yüklenme eğer dayanılamayacak düzeyde fazla ise, beden bu durumdan negatif yönde etkilenir ya da diğer bir durum “aşırı antrenman (sürantrenman)” durumu oluşur. Dolayısıyla,

birey için en doğru antrenmanı ve yeterli adaptasyonu yakalamış olan sporcular, en kısa sürede en fazla gelişimi sağlamaktadırlar (33).

Antrenman şekline, yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak, hematolojik ve biyokimyasal değerlerde farklılıklara rastlanılmaktadır. Yoğun antrenman esnasında ve sonrasında hematolojik ve biyokimyasal parametrelerde, sporcunun antrenman durumu, yaşı, cinsiyeti, çevresel faktörler ve beslenme durumu gibi değişikliklerden kaynaklı farklılıklar görülebilmektedir. Uzun süre devam eden egzersiz durumlarına bağlı olarak sporcuda hematolojik farklılıklar izlenmektedir (35).

### **2.1.1. Anaerobik Enerji Sistem**

Bu enerji sistemi, oksijen kullanılmadan veya minimum oksijen tüketimi ile enerjinin üretildiği bir durumdur. Sistemde Alaktasit enerji sistemi veya diğer adıyla fosfajen sistemi iki kısma ayrılır: acil durum enerji sistemi, ATP-CP sistemi ve Laktasit enerji sistemi (3).

Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında anaerobik eşik uzun süre aşılsa ve kaslarda büyük miktarlarda laktik asit birikir. Bu biriken laktik asit aynı oranda atılamadığı için halsizlik meydana gelebilir. Antrenman, yorulan kasların dayanıklılık aşamasının bitmesi sonunda sona erer (4). Kaslarda ATP-CP enerji taşıma hızını artırmak için tekrarlayan, yoğun, kısa süreli çaba gerekir. Bu yükler, özellikle hareket sırasında çalışan kasların eğitimi ile ilgili olmalıdır. Bu antrenman türü, çalıştırılan kas liflerinin metabolizmasını artırır ve çalıştırılan dalın spesifik nöromüsküler adaptasyonunun gelişmesini sağlar (5).

Belli bir seviyeye kadar, giderek yoğunlaşan antrenman için gereken enerjinin bir kısmı aerobik sistem tarafından sağlanır. Ancak bu seviyeden itibaren aerobik mekanizmalar yetersiz kalır ve anaerobik mekanizmalar çalışmaya başlar. Anaerobik mekanizmaların enerji arzına katkıda bulunduğu bu seviyeye anaerobik eşik adı verilir (6). Düşük yoğunluklu bir antrenman başladığında, antrenmanın ilk 15-20 saniyesi kas ATP ve CP depolarından gelen enerji ile gerçekleştirilir. Bundan sonra aktif kas, anaerobik glikolizin bir ürünü olan laktik asit üretmeye ve biriktirmeye

başlar. Bu hatlar boyunca, anaerobik eşik, anaerobik metabolizmanın hızlandığı ve anaerobik enerji üretiminin toplam enerji gereksinimlerinde önemli bir düzeye kadar sürekli olarak arttığı efor türüdür (18).

### **2.1.2 Anaerobik Eşik**

Egzersiz sırasında arteriyel kan laktat düzeylerinin belirli bir düzeye ulaşmadığı, egzersiz düzeyi belirli bir düzeye geldiğinde aniden yükselmeye başladığı saptanmıştır (24). Belirli bir noktayı aştıktan sonra arteriyel kan laktat düzeylerinin yükselmeye başladığı, ardından kan bikarbonat konsantrasyonunun düştüğü saptanmıştır (25,26). Kan laktat düzeylerinde ani bir artış, insan vücudunun aerobikten anaerobiğe geçişi olarak ve “anaerobik eşik (AE)” olarak tanımlanmıştır (24).

### **2.1.3 Anaerobik Eşik ve Laktik Asit Birikme Eşiği**

Yüksek yoğunluklu egzersiz ve oksijen açlığının belirli aşamalarında, ATP yeniden sentezi, anaerobik metabolizma ile bağlantılı olarak gerçekleşir. Vücudumuzda laktik asit kanda ve kaslarda birikir. Yüksek yoğunluklu testte, egzersizin başlangıcındaki  $VCO_2$ , vücut kaslarının egzersiz sırasında oksijen alımı şeklinde tükettiği oksijen düzeyine bir yanıttır. Egzersiz devam ettikçe kas gerginliği artar, oksijenlenmeye yanıt olmaz ve kanda laktat birikmesine bağlı olarak artmaya başlar (42). Kan laktat düzeylerinin yükselmesine neden olan durumlar, yorucu egzersiz sırasında tip II kas liflerinin tutulumu, yüksek sempatik sinir sistemi aktivitesi ve vücutta böbrekler ve karaciğer gibi organlara yetersiz kan temini (iskemi) içerir (42). 4 mmol/L kan laktat eşiği olarak bilinir ve kabul edilir (42).

Anaerobik enerji sistemi ikiye ayrılmaktadır(2).

-ATP-PC Sistemi

-Laktik Asit Sistemi

## 2.2. ATP-CP (Fosfojen Sistemi)

Bu sistem büyük bir enerji kaynağıdır ve en çok 2 ila 10 saniye süren yoğun aktiviteler sırasında kullanılır. Bu faaliyetler sadece halterciler, paraşütçüler ve atıcılar için değil, voleybol, basketbol, hokey, futbol ve ragbi gibi birçok takım sporu için de önemlidir (19). Ayrıca hızlı ve patlayıcı aktiviteler (100m, dalış, halter, fırlatma, zıplama vb.) için ana enerji kaynağıdır (20).

Yan ürün olarak laktik asit içermeyen ve anaerobik ortamda üretilen enerjidir (7). Maksimum egzersizde saniyede yaklaşık 9 mmol ATP/TK tüketilir ve 10 saniye içinde hızla tüketilir (8). ATP-CP, maksimum aktivitede ATP'nin kas içi depolanması. Genellikle kullanımdan sonra tüketilirler. Kreatin fosfat depolarının tamamen yenilenmesi 3-5 dakika sürer (17). Hızlı toparlanma, dinlenme sürelerinizi azaltmanıza ve daha yüksek yoğunlukta çalışmanıza olanak tanır. Kısa molalar vererek tekrar sayısını artırabilir ve bu sayede antrenmanınızın hacmini daha kolay artırabilirsiniz. Yüksek yoğunluklu aerobik kapasitenin desteklediği hızlı toparlanma, dinlenme süreleri gerektiren yüksek tekrarlı veya takım sporlarında önemlidir (33).

## 2.3. Laktik Asit Sistemi

İnsan vücudunda, karbonhidratlar glikoz adı verilen basit bir şekere dönüştürülür. Glikoz ya hemen kullanılır ya da daha sonra kullanılmak üzere kaslarda ve karaciğerde glikojen olarak depolanır. Glikoz, glikoz veya glikojenin parçalanma durumudur. Anaerobik glikoliz ise hücrenin anaerobik ortamındaki glikozun parçalanması yoluyla enerji üretimidir (21). Laktik asit sistemi çok hızlı aktive olur ve çok hızlı iyileşme için ATP sağlar. 1 ila 3 dakika süren yoğun aktiviteler sırasında gerekli enerji (ATP) sistemi (anaerobik glikoz) tarafından sağlanır (9). Bu sistemde kas hücreleri ve karaciğerdeki glikojeni parçalar ve ADP + P'den ATP oluşturmak için enerji açığa çıkarır (10). Pirüvik asit, ortamda yeterli oksijen kalmadığı için laktik aside dönüşüp ve 3 mol ATP oluşturur. Son ürün olarak ortaya laktik asit çıkar, bu da ATP oluşturulurken gerçekleşir. Anaerobik enerji

sistemi vücudumuzda devam ettiği zamanda, laktik asit oluşumu ve kan-kasta birikmesinde de artma meydana gelir. Kasın kasılmasını güçleştiren laktik asit birikimi, glikojen yıkımı hızını ağırlaştırır ve yorgunluğa sebep olur (11).

Sistemdeki karbonhidratlar tam anlamıyla parçalanmadan laktik asite dönüşmektedirler. Metabolizmada ki tüm karbonhidratlar glikoza çevrilir ve çevrilmesinin ardından çok acil olarak kullanılmakta, veya daha sonra kullanılmak amacıyla kas veya karaciğerde glikojen olarak depolanır (10,12). Sistem fosfojen sistemi kadar seri değildir; ancak yarısı kadar serilikte işler (12).

#### **2.4. Aerobik (oksijenli) Sistem**

Oksijenli enerji sisteminde karbonhidrat ve yağların, su ve karbondioksit ulaşana kadar oksijenli ortamda parçalanıp enerjiye dönüştürülmesidir (13). Dinlenme ve düşük yoğunluklu aktivite esnasında tercih edilen enerji kaynağı yağlardır.

Aerobik sistem 2 dakikadan itibaren 2-3 saat süren sportif faaliyetlerde esas enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Glikojen depoları bittiğinde yağlar ana enerji kaynağı olarak kullanılır. 2-3 saati geçen aktiviteler, ATP depolarının tazelenmesi için yağlarla birlikte proteinlerinde ayrışmasına neden olabilir (16).

Yağlardan enerji transferi sadece aerobik biyokimya (oksidasyon) yoluyla gerçekleşir. ATP'nin aerobik yoldan sentezi sırasında enerji sarf etmesi, anaerobik substrat düzeyinde fosforilasyon ile ilgisi yoktur. Bunun yerine aerobik ATP yeniden sentezi (yeniden sentez) mitokondri adı verilen spesifik hücre organellerinde gerçekleşir (14). Aerobik metabolizma yoluyla ATP yeniden sentezi için piruvik asit doğrudan 18-Krebs döngüsüne girmelidir. Bu döngüde elektron taşıma sisteminin sağladığı ATP miktarı, anaerobik enerji sistemininkinden daha fazladır ve bir yan ürün olan laktik asit oluşmaz. Enerji sisteminde 1 mol glikozdan 3 mol ATP laktik asit üretilirken, aerobik enerji sisteminde 1 mol glikozdan 38 ila 39 mol ATP elde edilir. Yağ asidinin oksijenli ortamda ayrışması sonucu 129 mol ATP üretilir (15).

## 2.5. Maksimal O<sub>2</sub> Alımı (VO<sub>2</sub>maks)

Sporcunun egzersiz esnasında varabileceği en iyi nokta O<sub>2</sub> alım seviyesi olan VO<sub>2</sub>Maks'ın test ölçümüdür(36,37,38). Dakikada alınan VO<sub>2</sub>Maks değerleri O<sub>2</sub>'nin litre veya mililitre türünden miktarı (L/dk veya ml/dk) veya vücut ağırlığı başına ml/kg/dk şeklinde kullanılmaktadır (36).

Kilo ağırlığı miktarınca tüketilen O<sub>2</sub> miktarı sporcular için önemli bir sağlık kriteri olarak kullanılmaktadır (39). Maksimum, oksijeni kullanma yetisi ne kadar fazla olursa o derecede iyi performans gösterileceği bilinmektedir (40). Ayrıca kişinin performansını artırmak için maksimum oksijen tüketimi çalışma hızını ve bu hızın ne kadar süreyle korunabileceğini bilmek önemlidir. Birden fazla çalışma, maksimum oksijen tüketimi çalışma hızının ve bu hızda çalışmanın performansı iyileştirdiğini göstermiştir (41).

## 2.6. Solunumsal Eşik

Solunum eşiği, bireyin solunum artışının, yavaş yavaş artış gösteren egzersiz testi sırasındaki güç çıktısıdır diyebiliriz veya hareket çevikliğindeki artmaya ters olarak geldiği egzersiz yoğunluğunun tanımıdır (31).

Anaerobik enerji sistemlerinin solunum eşiğine ulaştıktan sonra kullanılması aerobik sistemler için de geçerli olsa da anaerobik kapasitesi yüksek olan kişilerin solunum eşiğini geçtikten sonra antrenmanlarına devam etmek için daha fazla zamanları olmalıdır. Çeşitli araştırmacılar, solunum eşiği yüksek olan kişilerin aerobik özelliklerinin de yüksek olduğunu bulmuşlardır (32).

## 2.7. İzokapnik Buffering Fazı ve Sporcu Performansı ile İlişkisi

Artan yoğunluktaki egzersizlerde asidozun neden olduğu CO<sub>2</sub> artışı bikarbonat tamponu aracılığıyla belirli bir süre stabil ve dengelidir. Bu durumda CO<sub>2</sub> basıncı düşer. Bu düşüş, yorgunluk artana kadar devam eder. Laktat eşiğine ulaşma ile solunum eşiği arasında geçen süreye izokapnik tampon fazı denir. Aerobik ve anaerobik kapasitenin, izokapnik tampon fazının seviyesini belirleyen birçok faktöre bağlı olduğu bulunmuştur. Özellikle laktat eşiğini aştıktan sonra

vücudun üretilen asit miktarına tepkisi, aerobik ve anaerobik uygunluğu değerlendirmek için önemli bir kriterdir (18). Anaerobik eşik ile solunum eşiği arasındaki süreyi ve oksijen alım miktarını gösteren izokapnik tampon faz değeri son araştırmalarla araştırılması gereken bir kriter olarak kabul edilmekte ve önemli bir direnç kriteridir (27).  $VO_2\text{max}$ , anaerobik eşik, solunum eşiği ve izokapnik tampon fazının ölçümü, sporcuya uygulanan antrenman programını ve sporcunun antremana verdiği yanıtı incelemek mümkün olduğundan önemlidir. Bu parametrelerdeki değişiklikler de egzersizin yoğunluğuna ve hacmine göre farklılık göstermektedir (28,29,30).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1 Verilerin Toplanması ve Hazırlanması

Çalışmaya 18-25 yaş aralığında en az beş yıldır aktif spor yapan 5'i kadın, 9'u erkek gönüllü sporcu, deney grubu olarak katılmıştır. Çalışmaya katılan gönüllülerin ölçümleri Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Performans Ölçüm laboratuvarında gerçekleştirildi. Gönüllülerden ilk olarak aşağıda ölçüm yöntemleri açıklanmış olan, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut yağ oranı değerleri alındı. Daha sonra gönüllülere maksimal egzersiz testi uygulandı ve bu test esnasında maksimal oksijen tüketim kapasitesi ( $VO_{2maks}$ ), tüketilen oksijen miktarı ( $VO_2$ ), üretilen karbondioksit miktarı ( $VCO_2$ ), anaerobik eşik, solunumsal eşik, maksimal kalp atım hızı değerleri tespit edildi. Yukarıda bahsedilen bu ölçümlerden 1 hafta sonra gönüllülere wingate anaerobik testi uygulandı ve bu test esnasında anaerobik güç değerleri tespit edildi.

#### Deney Grubu için Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 1- 18 – 25 yaş aralığında olmak
- 2- En az 5 yıldır aktif spor yapıyor olmak
- 3- Herhangi bir kronik rahatsızlığı olmamak
- 4- Düzenli ilaç kullanmıyor olmak

**Boy uzunluğu ve Vücut Ağırlığı Ölçümü:** Çalışmaya katılan gönüllülerin vücut ağırlıkları hassaslık derecesi 0.1 kg olan Tanita marka BIA cihazıyla çıplak ayak ve şort giyilmiş şekilde ölçüldü. Boy uzunlukları ise hassaslık derecesi 0.1 cm olan mezurayla ayaklar çıplak şekilde ölçüldü. Gönüllülerin yaşları nüfus kimlik beyanlarına dayalı olarak kayıt altına alındı.



**Vücut Yağ Oranı Ölçümü:** Vücut yağ oranı ölçümünün TANITA marka Body Composition Analyser ile yapıldı. Gönüllülerden ölçüm öncesi en az 4 saat hiçbir şey yememeleri, en az 2 saat alkol ve kafeinli içecekler dahil hiçbir şey içmemeleri, sauna ve banyoya girmemeleri ve gün içinde fiziksel aktivite yapmamaları istendi. Ölçüm sırasında gönüllülerin cihazın metal yüzeyi üzerinde çıplak ayakla durmalarına, çalışan kısımlarını iki elleriyle tutmalarına ve kollarını gövdesine paralel olarak uzatmalarına izin istendi. Ölçüm sırasında cihazın elde ettiği veriler kayıt altına alınmıştır.

### 3.2 Maksimal Egzersiz Testi

Testte, gönüllülerin %5 eğimde 7 km/s'lik bir koşu hızıyla başlayan ve ardından hızı dakikada 1 km/s'lik bir artışla bitene kadar egzersize devam etmeleri istendi. Çalışma sırasında gönüllülerin maksimum kalp atış hızına (maksimum kalp atış hızı – yaş = maksimum verimlilik) ulaşmak için, solunan karbondioksit ( $VCO_2$ ) ile solunan oksijen arasındaki anlık oran olarak ifade edilen solunum değişim hızını (RER) artırmak ( $VO_2$ ), 1.10'dan büyük bir değere ve artan egzersiz yoğunluğuna rağmen oksijen iletiminde bir plato,  $VO_{2maks}$ 'a ulaşmak için bir kriter olarak kullanıldı.  $VO_{2maks}$  (ml/kg/dak), bu kriterlerden en az ikisini aynı anda karşılayan 15 saniyedeki en yüksek oksijen tüketimi değeri olarak kabul edildi (9). Tükenme süresi, testin toplam süresi olarak tanımlandı. Gönüllülerin anaerobik eşikleri, V-Slope yöntemi kullanılarak non-invaziv olarak belirlendi (10). Bu yöntemle göre  $VO_2$  eğrisinin konumu  $VCO_2$ 'ye göre değerlendirilmiştir. Egzersiz başlangıcında  $VCO_2$  ve  $VO_2$  birbiriyle orantılı olarak artarken,  $VCO_2$ - $VO_2$  eğrisinin eğimi yaklaşık olarak 1'e eşittir. Bununla birlikte, belirli bir egzersiz seviyesinden sonra, aerobik metabolizma tarafından üretilen  $CO_2$ 'ye ek olarak,  $VCO_2$ - $VO_2$  ilişkisi, biriken laktik asit türevi hidrojen iyonlarını bikarbonat ile tamponlayarak metabolik olmayan  $CO_2$  salındığından daha keskin bir artış gösterir.  $VCO_2$ 'ye (y eksen) karşılık gelen  $VO_2$  eğrisini (x eksen) çizdikten sonra, 1'den büyük eşit (veya daha yakın) eğimlere sahip iki regresyon çizgisi oluşturmak için doğrusal regresyon analizi yapıldı. Bu iki regresyon çizgisinin kesiştiği nokta anaerobik eşik olarak alınmış ve anaerobik eşığe

göre  $VO_2$  (ml/kg/dk), kalp atış hızı ve koşu hızı (km/s) belirlenmiştir. Solunum eşiği belirleme sırasında EV/ $VCO_2$  yükselmeye başlarken, solunum eşiği PET $CO_2$ 'nin düşmeye başladığı nokta olarak tanımlandı. Solunum eşiğine göre  $VO_2$  (ml/kg/dk), kalp hızı ve koşu hızı (km/s) belirlendi. Gönüllülerin izokapnik tampon değerini belirlemek için anaerobik eşik ile solunum eşiği arasında kalan süre belirlendi (27).

### 3.3 Wingate Anaerobik Testi

Wingate Anaerobik Testi (WanT), anaerobik performans bileşenleri olan laktik asit (ortalama etkinlik) ve laktik asit (maksimum etkinlik) hakkında bilgi sağlayabilen anaerobik performans testlerinden biridir(49). Wingate test protokolü beş farklı zaman diliminden oluşur. Bunlar sırasıyla hazırlık aşaması, dinlenme aşaması, hızlanma, kanat testi ve toparlanma aşamasıdır (50).

Hazırlık aşaması; genel olarak, diğer anaerobik testlerin yanı sıra bu test için önerilir. Bu aşamada, 4-6 saniyelik sprintlerle 5 dakikalık düşük yoğunluklu pedal çevirme periyodu vardır ve bu, tam pedal çevirme hızında 4-5 sprint ile sonuçlanır.

İyileşme süresi, hazırlık egzersizinden sonra 2 dakikadan az ve 5 dakikadan fazla olmamalıdır. Isınma sırasında oluşabilecek yorgunluğu üzerinizden atmak için en az iki dakikanızı ayırın. Kas sıcaklığını ve kan akışını korumak için bu süre maksimum 5 dakika olmalıdır.

İyileşme aşamasındaki aktiviteler, minimum dirençle (10-20 rpm, 1kg veya 10N) pedal çevirme veya sadece bisiklet üzerinde oturma gibi basit dinlenme sürelerini içerebilir.

Hızlanma aşaması oldukça kısa olmakla birlikte, rejenerasyon aşamasından hemen sonra başlar ve iki aşamadan oluşur. Birinci aşama, test için önceden belirlenen direncin 1/3'üne eşit bir dirençle 20-50 rpm hızında 5-10 saniye pedal çevirmekten oluşurken, ikinci aşamada devir kademeli olarak 2-5 saniye artırılır. 211 dirençle, test sırasında kullanılacak bir dirence ölçeklenir.

Bu yüzden; hızlanma aşaması 7 saniyeden az ve 15 saniyeden fazla olmamalıdır(50). Wingate anaerobik dayanıklılık testi, 30 saniye boyunca maksimum mekanik dayanıklılık sağlamak için sabit yükte sabit bir bisiklet üzerinde maksimum pedal çevirmeye dayanır. Kullanılan testte otomatik olarak beşer saniyelik altı eşit aralıkta ölçümler alınmıştır.

Bu ölçümler sonucunda anaerobik kapasiteyi bulmamızı sağlayan veriler alındı. Ergometredeki direnç 75g/kg olarak ayarlandıktan sonra deneklerden 30 saniye içinde olabildiğince hızlı pedal çevirmeleri istendi. Test sonrasında ergometre ile belirlenmek üzere maksimum performans, minimum performans, ortalama performans ve yorulma indeksi verileri kaydedildi.

#### **3.4. İzokapnik Tampon ve Hipokapnik Hiperventilasyon Fazlarının Belirlenmesi**

İzokapnik tamponlama fazı, SKN ile SE arasındaki fark olarak hesaplandı ve hem mutlak hem de  $\dot{V}O_2$  (İKT  $\dot{V}O_2$ ) ve koşu hızı (İKT HIZ) değerler ile ifade edildi (22,23). İKT fazın göreceli değerleri Röcker ve arkadaşlarının tanımlanan RCP yüzdesi olarak hesaplandı(eşitlik 1) (22). HHV fazı, aktivite bitimi ile SKN arasındaki (HHV  $\dot{V}O_2$ ) ve koşu hız fark (HYG HIZI) olarak hesaplandı ve kenar mutlak kenar de içmeler değerleri ile ifade edilmiştir. HHV fazın gözlemlenmesi değerler  $\dot{V}O_{2max}$ 'ın ve maksimal koşu çalışmasının yüzdesi olarak hesaplandı (23).

$$\text{Görece İKT} = (\text{SKN} - \text{SE}) \div \text{SKN} \times 100$$

### 3.5. İstatiksel Analiz

İlk olarak çalışmada elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri yapıldı. Daha sonra verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için Shapiro-Wilk testi, çarpıklık, basıklık, histogram, Q-Q ve P-P grafikleri kullanıldı.

Veriler normal dağılım göstermediği için aerobik ve anaerobik güç verileri ile izokapnik tamponlama verileri arasındaki ilişkiyi tespit etmek için Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edildi.



#### 4. BULGULAR

**Tablo 1.**Kadın Gönüllülerinin Tanımlayıcı Bilgileri

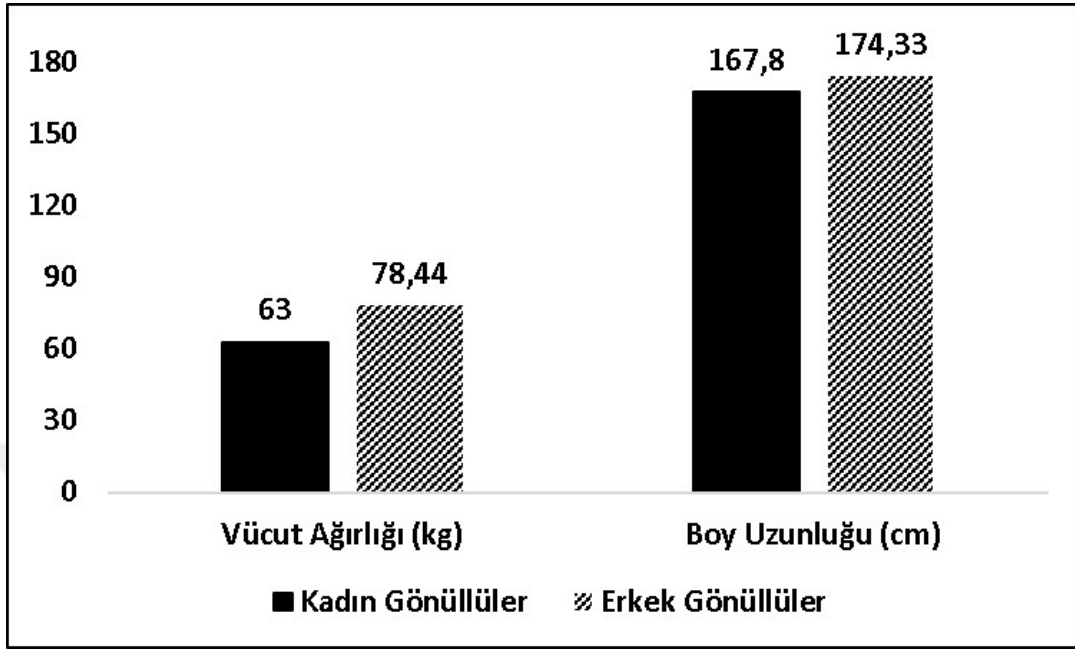
|                            | <b>n</b> | $\bar{X} \pm SS$  | <b>Minimum</b> | <b>Maksimum</b> |
|----------------------------|----------|-------------------|----------------|-----------------|
| <b>Yaş (Yıl)</b>           | 5        | 19,40 $\pm$ 2,40  | 17             | 22              |
| <b>Boy Uzunluğu (cm)</b>   | 5        | 167,80 $\pm$ 6,26 | 161            | 173             |
| <b>Vücut Ağırlığı (kg)</b> | 5        | 63,00 $\pm$ 4,84  | 57             | 68              |

Çalışmaya katılan kadın gönüllülerin tanımlayıcı bilgileri tablo 1’de verilmiştir. Bu verilere göre kadın gönüllülerin yaş ortalamaları 19,40  $\pm$  2,40 (yıl), boy uzunlukları 167,80  $\pm$  6,26 (cm), vücut ağırlıkları 63,00  $\pm$  4,84 (kg) olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 2.**Erkek Gönüllülerinin Tanımlayıcı Bilgileri

|                            | <b>n</b> | $\bar{X} \pm SS$  | <b>Minimum</b> | <b>Maksimum</b> |
|----------------------------|----------|-------------------|----------------|-----------------|
| <b>Yaş (Yıl)</b>           | 9        | 18,1 $\pm$ 1,83   | 16             | 22              |
| <b>Boy Uzunluğu (cm)</b>   | 9        | 174,33 $\pm$ 3,57 | 171            | 180             |
| <b>Vücut Ağırlığı (kg)</b> | 9        | 78,44 $\pm$ 7,36  | 64             | 87              |

Çalışmaya katılan erkek gönüllülerin tanımlayıcı bilgileri tablo 2’de verilmiştir. Bu verilere göre erkek gönüllülerin yaş ortalamaları 18,1  $\pm$  1,83(yıl), boy uzunlukları 174,33  $\pm$  3,57(cm), vücut ağırlıkları 78,44  $\pm$  7,36 (kg) olarak tespit edilmiştir.

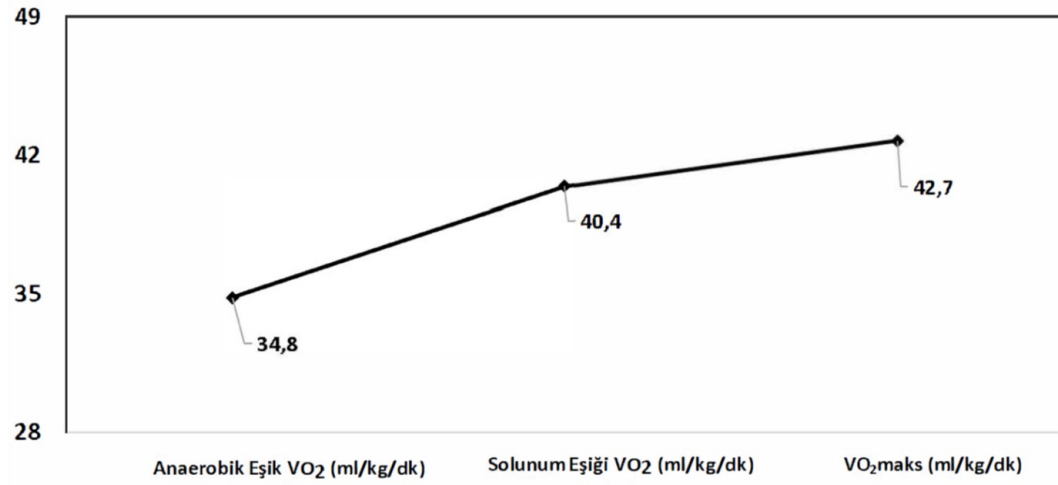


Şekil 1.Gönüllü Grupların Vücut Ağırlığı ve Boy Uzunluğu Değerleri.

**Tablo 3.** Kadın gönüllülerin anaerobik eşik, solunum eşiği, maksimal oksijen alımı değerleri.

| <b>Değişkenler</b>                               | <b>Median</b> | <b>(%25 - %75)</b> |
|--------------------------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>VO<sub>2</sub>maks (ml/kg/dk)</b>             | 42,70         | 39,75-47,50        |
| <b>Maksimal Hız (km/saat)</b>                    | 12,00         | 11,00-13,00        |
| <b>Maksimal Nabız (Atım/dk)</b>                  | 204,00        | 185,00-205,00      |
| <b>Tükenme Zamanı (sn)</b>                       | 343,00        | 276,50- 392,00     |
| <b>Anaerobik Eşik Hız (km/saat)</b>              | 8,00          | 8,00-11,00         |
| <b>Anaerobik Eşik VO<sub>2</sub> (ml/kg/dk)</b>  | 34,80         | 32,50-42,30        |
| <b>Anaerobik Eşik Hız Maks (%)</b>               | 80,00         | 66,66-84,61        |
| <b>Anaerobik Eşik Nabız (Atım/dk)</b>            | 162           | 155 – 183          |
| <b>Solunumsal Eşik VO<sub>2</sub> (ml/kg/dk)</b> | 40,40         | 38,30 – 45,50      |
| <b>Solunumsal Eşik VO<sub>2</sub>Maks (%)</b>    | 90,00         | 83,33-92,30        |
| <b>Solunumsal Eşik Hız Maks (%)</b>              | 90,00         | 83,33 -92,30       |
| <b>Solunumsal Eşik Hız (km/saat)</b>             | 10,00         | 9,50-12,00         |
| <b>Solunumsal Eşik Nabız (Atım/dk)</b>           | 183           | 176-192            |

Kadın gönüllülerin anaerobik eşik, solunum eşiği noktası, maksimal oksijen alımı değerleri tablo 3'te verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde;  $VO_2$ maks(ml/kg/dk) değerleri, 42,70 (39,75-47,50), maksimal hız (km/saat) değerleri, 12,00 (11,00-13,00), maksimal nabız (atım/dk) değerleri, 204,00 (185,00-205,00), tükenme zamanı(sn) değerleri, 343,00 (276,50- 392,00). Anaerobik eşik hız(km/saat) değerleri, 8,00 (8,00-11,00), anaerobik eşik  $VO_2$  (ml/dk) değerleri, 34,80 (32,50-42,30), anaerobik eşik hız maks (%) değerleri, 80,00 (66,66-84,61), anaerobik eşik nabız (atım/dk) değerleri, 162 (155 – 183), solunumsal eşik  $VO_2$  değerleri, 40,40 (38,30 – 45,50), solunumsal eşik  $VO_2$ maks(%) değerleri, 90,00 (83,33-92,30), solunumsal eşik hız maks% değerleri, 90,00 (83,33 -92,30), solunumsal eşik hız (km/saat) değerleri, 10,00 (9,50-12,00), solunumsal eşik nabız (atım/dk) değerleri, 183(176-192) olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 2.**Kadın Gönüllülerin Anaerobik Eşik Solunum Eşiği ve  $VO_2$ maks Değerleri.



**Tablo 4.**Kadın gönüllülerin izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerleri.

| <b>Değişkenler</b>                                    | <b>Median</b> | <b>(%25 - %75)</b> |
|-------------------------------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>İzokapnik Tampon Faz VO<sub>2</sub> (ml/kg/dk)</b> | 3,20          | 2,30-7,90          |
| <b>İzokapnik Görece Faz VO<sub>2</sub> (%)</b>        | 7,03          | 5,45-19,55         |
| <b>İzokapnik Tampon Mutlak Hız(km/saat)</b>           | 1,00          | 1,00-2,00          |
| <b>İzokapnik Tampon Görece Hız(%)</b>                 | 11,11         | 8,33-20,00         |
| <b>Hipokapnik MutlakVO<sub>2</sub> (ml/kg/dk)</b>     | 2,00          | 1,30-2,30          |
| <b>Hipokapnik GöreceVO<sub>2</sub> (%)</b>            | 4,21          | 2,92-5,38          |
| <b>Hipokapnik Mutlak Hız (km/saat)</b>                | 1,00          | 1,00-2,00          |
| <b>Hipokapnik Görece Hız (%)</b>                      | 10,00         | 7,69-16,66         |

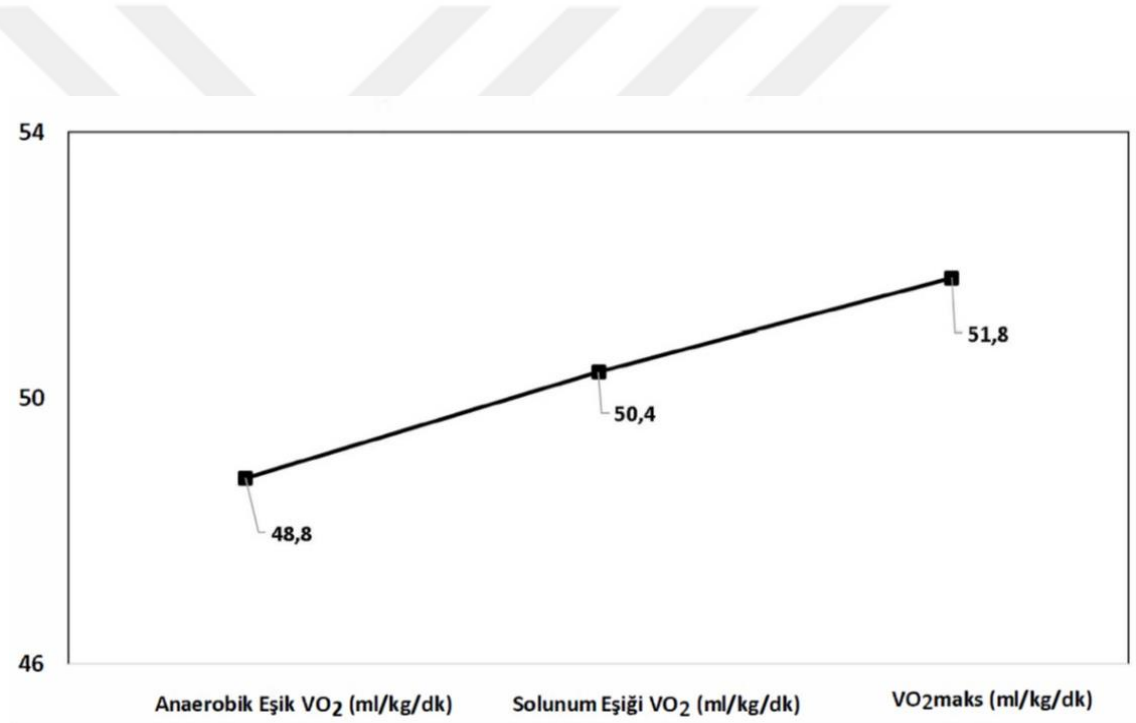
Kadın gönüllülerin izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerleri tablo 4'te verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde; izokapnik tampon faz VO<sub>2</sub>(ml/kg/dk) değerleri, 3,20 (2,30-7,90), izokapnik görece faz VO<sub>2</sub>(%) değerleri, 7,03 (5,45-19,55), izokapnik tampon mutlak hız(km/saat) değerleri, 1,00 (1,00-2,00), izokapnik tampon görece hız(%) değerleri, 11,11 (8,33-20,00), hipokapnik mutlak VO<sub>2</sub>(ml/kg/dk) değerleri, 2,00 (1,30-2,30), hipokapnik göreceVO<sub>2</sub> (%) değerleri, 4,21 (2,92-5,38), hipokapnik mutlak hız (km/saat) değerleri, 1,00 (1,00-2,00), hipokapnik görece hız (%) değerleri, 10,00 (7,69-16,66) olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 5.**Erkek gönüllülerin anaerobik eşik, solunum eşiği, maksimal oksijen alımı değerleri.

| <b>Değişkenler</b>                               | <b>Median</b> | <b>(%25 - %75)</b> |
|--------------------------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>VO<sub>2</sub>maks (ml/kg/dk)</b>             | 51,80         | 48,60-54,00        |
| <b>Maksimal Hız (km/saat)</b>                    | 14,00         | 13,00-14,50        |
| <b>Maksimal Nabız (Atım/dk)</b>                  | 202,00        | 198,50-206,50      |
| <b>Tükenme Zamanı (sn)</b>                       | 434,00        | 364,00-479,50      |
| <b>Anaerobik Eşik Hız (km/saat)</b>              | 13,00         | 9,00-13,00         |
| <b>Anaerobik Eşik VO<sub>2</sub> (ml/kg/dk)</b>  | 48,80         | 36,50-51,25        |
| <b>Anaerobik Eşik Hız Maks (%)</b>               | 93,77         | 81,56- 96,06       |
| <b>Anaerobik Eşik Nabız (Atım/dk)</b>            | 181           | 173-183            |
| <b>Solunumsal Eşik VO<sub>2</sub> (ml/kg/dk)</b> | 50,40         | 45,20-53,35        |
| <b>Solunumsal Eşik VO<sub>2</sub>maks (%)</b>    | 100,00        | 84,61-100,00       |
| <b>Solunumsal Eşik Hız Maks (%)</b>              | 100,00        | 84,61-100,00       |
| <b>Solunumsal Eşik Hız (km/saat)</b>             | 14,00         | 11,00-14,50        |
| <b>Solunumsal Eşik Nabız (Atım/dk)</b>           | 194           | 186-195            |

Erkek gönüllülerin anaerobik eşik, solunum eşiği noktası, maksimal oksijen alımı değerleri tablo 5’te verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde; VO<sub>2</sub>maks(ml/kg/dk) değerleri, 51,80 (48,60-54,00), maksimal hız (km/saat) değerleri, 14,00 (13,00-14,50), maksimal nabız (atım/dk) değerleri, 202,00 (198,50-206,50), tükenme

zamanı(sn) değerleri, 434,00 (364,00-479,50). Anaerobik eşik hız (km/saat) değerleri, 13,00 (9,00-13,00), anaerobik eşik VO<sub>2</sub> (ml/dk) değerleri, 48,80 (36,50-51,25), anaerobik eşik hız maks (%) değerleri, 93,77 (81,56- 96,06), anaerobik eşik nabız (atım/dk) değerleri, 181 (173-183), solunumsal eşik VO<sub>2</sub> değerleri, 50,40 (45,20-53,35), solunumsal eşik VO<sub>2</sub>maks(%) değerleri, 100,00 (84,61-100,00), solunumsal eşik hız maks (%) değerleri, 100,00 (84,61-100,00), solunumsal eşik hız (km/saat) değerleri, 14,00 (11,00-14,50), solunumsal eşik nabız (atım/dk) değerleri, 194 (186-195) olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 3.**Erkek Gönüllülerin Anaerobik Eşik Solunum Eşiği ve VO<sub>2</sub>maks Değerleri (ml/kg/dk).

**Tablo 6.**Erkek gönüllülerin izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerleri.

| <b>Değişkenler</b>                                    | <b>Median</b> | <b>(%25 - %75)</b> |
|-------------------------------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>İzokapnik Tampon Faz VO<sub>2</sub> (ml/kg/dk)</b> | 2,30          | 1,75-6,15          |
| <b>İzokapnik Görece Faz VO<sub>2</sub> (%)</b>        | 4,29          | 3,37-14,08         |
| <b>İzokapnik Tampon Mutlak Hız (km/saat)</b>          | 1,00          | 1,00-2,00          |
| <b>İzokapnik Tampon Görece Hız (%)</b>                | 10,00         | 7,14-15,75         |
| <b>Hipokapnik MutlakVO<sub>2</sub> (ml/kg/dk)</b>     | 1,10          | - / 2,40           |
| <b>Hipokapnik GöreceVO<sub>2</sub> (%)</b>            | 2,01          | - / 5,18           |
| <b>Hipokapnik Mutlak Hız (km/saat)</b>                | 1,00          | 1,00 - 2,00        |
| <b>Hipokapnik Görece Hız (%)</b>                      | 10,00         | 7,69 - 16,66       |

Erkek gönüllülerin izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerleri tablo 6’da verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde; izokapnik tampon faz VO<sub>2</sub> değerleri 2.30 (1,75 – 6,15), izokapnik görece faz VO<sub>2</sub> (%) değerleri 4,29 (3,37-14,08), izokapnik tampon mutlak hız (km/saat) değerleri 1,00 ( 1,00-2,00), izokapnik tampon görece hız(%) değerleri 10,00 (7,14-15,75), hipokapnik mutlakVO<sub>2</sub>(ml/kg/dk) değerleri 1,10 (- / 2,40), hipokapnik göreceVO<sub>2</sub> (%) , değerleri 2,01 (- / 5,18), hipokapnik mutlak hız (km/saat) değerleri 1,00 (1,00 - 2,00), hipokapnik görece hız (%) değerleri 10,00 (7,69 - 16,66) olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 7.**Kadın gönüllülerin wingate test sonuçları.

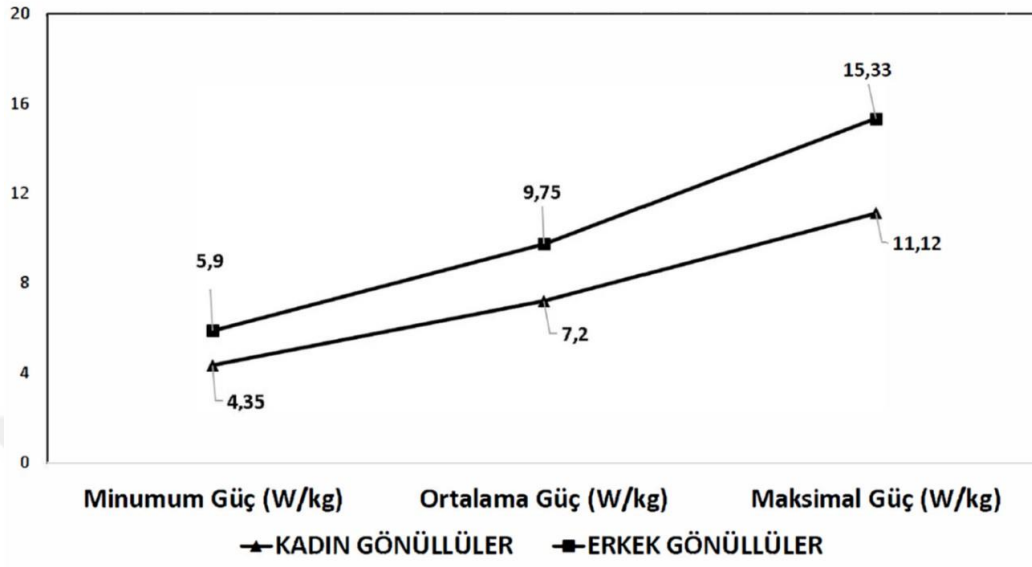
| <b>Değişkenler</b>         | <b>Median</b> | <b>(%25 - %75)</b> |
|----------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Maksimal Güç (W/kg)</b> | 11,12         | 11,12 - 12,27      |
| <b>Ortalama Güç (W/kg)</b> | 7,20          | 7,20 - 7,69        |
| <b>Minimum Güç (W/kg)</b>  | 4,35          | 4,35 - 5,37        |
| <b>Güç Kaybı (%)</b>       | 60,82         | 56,21- 60,82       |

Kadın gönüllülerin wingate test sonuçları tablo 7’de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde; maksimal güç (W/kg) değerleri, 11,12 (11,12 - 12,27), ortalama güç (W/kg) değerleri, 7,20 (7,20 - 7,69), minimum güç (W/kg) değerleri, 4,35 (4,35 - 5,37), güç kaybı (%) değerleri, 60,82 (56,21- 60,82) olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 8.**Erkek gönüllülerin wingate test sonuçları

| <b>Değişkenler</b>         | <b>Median</b> | <b>(%25 - %75)</b> |
|----------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Maksimal Güç (W/kg)</b> | 15,33         | 13,48 - 16,33      |
| <b>Ortalama Güç (W/kg)</b> | 9,75          | 9,17 - 10,09       |
| <b>Minimum Güç (W/kg)</b>  | 5,90          | 5,80 - 6,28        |
| <b>Güç Kaybı (%)</b>       | 61,55         | 56,98 - 64,27      |

Erkek gönüllülerin wingate test sonuçları tablo 8’de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde; maksimal güç (W/kg) değerleri, 15,33 (13,48 - 16,33), ortalama güç (W/kg) değerleri, 9,75 (9,17 - 10,09), minimum güç (W/kg) değerleri, 5,90 (5,80 - 6,28), güç kaybı (%) değerleri, 61,55 (56,98 - 64,27) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4. Gönüllü Grupların Wingate Test Sonuçları.

**Tablo 9.**Kadın gönüllülerin izokapnik ve hipokapnik değerlerinin performans değişkenleriyle olan ilişkisi

| Değişkenler                    |   | İzokapnik<br>Tampon Mutlak<br>VO <sub>2</sub> (ml/kg/dk) | İzokapnik<br>Tampon Mutlak<br>Hız (sn) | Hipokapnik<br>Mutlak VO <sub>2</sub><br>(ml/kg/dk) | Hipokapnik<br>Mutlak Hız<br>(sn) |
|--------------------------------|---|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| VO <sub>2</sub> maks(ml/kg/dk) | r | ,111                                                     | -,304                                  | ,111                                               | -,304                            |
| Maksimal Nabız<br>(atım/dk)    |   | -1,000**                                                 | -,913*                                 | -1,000**                                           | -,913*                           |
| Maksimal Hız                   |   | ,859                                                     | ,619                                   | ,859                                               | ,619                             |
| Tükenme Zamanı<br>(sn)         |   | 0,111                                                    | -,304                                  | ,111                                               | -,304                            |
| AE VO <sub>2</sub> (ml/kg/dk)  |   | -,667                                                    | -,913*                                 | -,667                                              | -,913*                           |
| AE VO <sub>2</sub> (%)         |   | -1,000**                                                 | -,913*                                 | -1,000**                                           | -,913*                           |
| AE Hız (km/h)                  |   | -,667                                                    | -,913*                                 | -,667                                              | -,913*                           |
| AE Hız (%)                     |   | -,667                                                    | -,913*                                 | -,667                                              | -,913*                           |
| AE Nabız (atım/dk)             |   | -,667                                                    | -,913*                                 | -,667                                              | -,913*                           |
| SE VO <sub>2</sub> (ml/kg/dk)  |   | ,111                                                     | -,304                                  | ,111                                               | -,304                            |
| SE VO <sub>2</sub> (%)         |   | -,667                                                    | -,913*                                 | -,667                                              | -,913*                           |
| SE Hız (km/h)                  |   | -,667                                                    | -,913*                                 | -,667                                              | -,913*                           |
| SE Nabız (atım/dk)             |   | -,667                                                    | -,913*                                 | -,667                                              | -,913*                           |

Kadın gönüllülerin izokapnik ve hipokapnik değerlerinin performans değişkenleriyle olan ilişkisi tablo 9’da verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde; Maksimal Nabız (atım/dk)’nın İzokapnik Tampon Mutlak VO<sub>2</sub> (ml/kg/dk, Hipokapnik Mutlak VO<sub>2</sub> (ml/kg/dk) ile arasında negatif yönlü kuvvetli ilişki, İzokapnik Tampon Mutlak Hız (sn), Hipokapnik Mutlak Hız (sn) arasında da ilişki bulunmaktadır. izokapnik tampon mutlak hız ile hipokapnik mutlak hız’ın AE VO<sub>2</sub> (ml/kg/dk), AE VO<sub>2</sub> (%),AE Hız (km/h), AE Hız (%),AE Nabız (atım/dk), SE VO<sub>2</sub> (%),SE Hız (km/h), SE Nabız (atım/dk) arasında negatif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır. AE VO<sub>2</sub> (%)’nin izokapnik tampon mutlak VO<sub>2</sub> ve hipokapnik mutlak VO<sub>2</sub> ile arasında negatif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır.

**Tablo 10.**Kadın gönüllülerin, izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerlerinin wingate test sonuçlarıyla ilişkisi

| Değişkenler                    |          | İzokapnik<br>Tampon<br>Mutlak VO <sub>2</sub><br>(ml/kg/dk) | İzokapnik<br>Tampon<br>Mutlak Hız<br>(km/h) | Hipokapnik<br>Mutlak VO <sub>2</sub><br>(ml/kg/dk) | Hipokapnik<br>Mutlak Hız<br>(km/h) | VO <sub>2</sub> maks<br>(ml/kg/dk) |
|--------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Maksimal<br/>Güç (W/kg)</b> | <b>r</b> | -,304                                                       | -,667                                       | -,304                                              | -,667                              | ,913*                              |
| <b>Ortalama<br/>Güç (W/kg)</b> |          | -,304                                                       | -,667                                       | -,304                                              | -,667                              | ,913*                              |
| <b>Minimum<br/>Güç (W/kg)</b>  |          | -,304                                                       | -,667                                       | -,304                                              | -,667                              | ,913*                              |
| <b>Güç Kaybı<br/>(%)</b>       |          | ,304                                                        | ,667                                        | ,304                                               | ,667                               | -,913*                             |

Kadın gönüllülerin izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerlerinin wingate test sonuçlarıyla ilişkisi tablo 10’da verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde; VO<sub>2</sub>Maks ile zirve güç, ortalama güç, minimum güç, ile arasında pozitif yönlü ilişki bulunurken, güç kaybı (%) ile arasında negatif yönlü ilişki bulunmaktadır.



**Tablo 11.** Erkek gönüllülerin izokapnik ve hipokapnik değerlerinin performans değişkenleriyle olan ilişkisi

| Değişkenler                    |   | İzokapnik<br>Tampon Mutlak<br>VO <sub>2</sub> (ml/kg/dk) | İzokapnik<br>Tampon Mutlak<br>Hız (km/h) | Hipokapnik<br>Mutlak VO <sub>2</sub><br>(ml/kg/dk) | Hipokapnik<br>Mutlak Hız<br>(km/h) |
|--------------------------------|---|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|
| VO <sub>2</sub> maks(ml/kg/dk) | r | -,385                                                    | ,175                                     | -,609                                              | -,832**                            |
| Maksimal Nabız<br>(Atım/dk)    |   | -,812**                                                  | -,877**                                  | -,858**                                            | -,647                              |
| Maksimal Hız<br>(km/saat)      |   | -,450                                                    | ,178                                     | -,652                                              | -,843**                            |
| Tükenme Zamanı<br>(sn)         |   | -,402                                                    | ,175                                     | -,670*                                             | -,832**                            |
| AE VO <sub>2</sub> (ml/kg/dk)  |   | -,573                                                    | -,351                                    | -,884**                                            | -,832**                            |
| AE VO <sub>2</sub> (%)         |   | -,949**                                                  | -,702**                                  | -,876**                                            | -,832**                            |
| AE Hız (km/h)                  |   | -,667                                                    | -,913*                                   | -,667                                              | -,913*                             |
| AE Hız (%)                     |   | -,918**                                                  | -,711*                                   | -,913**                                            | -,843**                            |
| AE Nabız (atım/dk)             |   | -,846**                                                  | -,526                                    | -,627                                              | -,832**                            |
| SE VO <sub>2</sub> (ml/kg/dk)  |   | -,385                                                    | ,175                                     | -,609                                              | -,832**                            |
| SE VO <sub>2</sub> (%)         |   | -,787*                                                   | -,207                                    | -,734*                                             | -,982**                            |
| SE Hız (km/h)                  |   | -,787*                                                   | -,207                                    | -,734*                                             | -,982**                            |
| SE Nabız (atım/dk)             |   | -,795*                                                   | -,175                                    | -,369                                              | -,832**                            |

Erkek gönüllülerin izokapnik ve hipokapnik değerlerinin performans değişkenleriyle olan ilişkisi tablo 11’de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde; erkek gönüllülerin

izokapnik tampon mutlak  $\text{VO}_2$  ile nabız maks, AE  $\text{VO}_2$  (%), AE hız (%), AE nabız (atım/dk), arasında negatif yönlü çok kuvvetli ilişki bulunurken, SE  $\text{VO}_2$  (%), SE hız (km/h), SE nabız (atım/dk) arasında negatif yönlü ilişki bulunmaktadır. İzokapnik tampon mutlak hız ile nabız maks, AE  $\text{VO}_2$  (%), arasında negatif yönlü çok kuvvetli ilişki bulunurken, AE hız (km/h), AE hız (%) arasında negatif yönlü ilişki bulunmaktadır. Hipokapnik mutlak  $\text{VO}_2$  ile nabız maks, AE  $\text{VO}_2$  (ml/kg/dk), AE  $\text{VO}_2$  (%), AE hız (%), arasında negatif yönlü çok kuvvetli ilişki bulunurken, tükenme zamanı, SE  $\text{VO}_2$  (%), SE Hız (km/h), arasında negatif yönlü ilişki bulunmaktadır.

Hipokapnik mutlak hız ile  $\text{VO}_2$  maks, hız maks, tükenme zamanı, AE  $\text{VO}_2$  (ml/kg/dk) AE  $\text{VO}_2$  (%), AE hız (%), AE nabız (atım/dk), SE  $\text{VO}_2$  (ml/kg/dk), SE  $\text{VO}_2$  (%), SE hız (km/h), SE nabız (atım/dk) arasında negatif yönlü çok kuvvetli ilişki bulunurken, AE Hız (km/h) arasında da negatif yönde ilişki bulunmaktadır.

**Tablo 12.**Erkek gönüllülerin, izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerlerinin wingate test sonuçlarıyla ilişkisi

| Değişkenler                    |          | İzokapnik<br>Tampon<br>Mutlak VO <sub>2</sub> | İzokapnik<br>Tampon<br>Mutlak Hız | Hipokapnik<br>Mutlak VO <sub>2</sub> | Hipokapnik<br>Mutlak Hız | VO <sub>2</sub><br>Maks |
|--------------------------------|----------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Maksimal<br/>Güç (W/kg)</b> | <b>r</b> | -,350                                         | -,351                             | ,189                                 | ,092                     | -,504                   |
| <b>Ortalama<br/>Güç (W/kg)</b> |          | -,043                                         | ,000                              | ,318                                 | ,092                     | -,197                   |
| <b>Minimum<br/>Güç (W/kg)</b>  |          | -,299                                         | ,175                              | -,180                                | -,647                    | ,778*                   |
| <b>Güç Kaybı<br/>(%)</b>       |          | ,026                                          | -,351                             | ,361                                 | ,555                     | -,897**                 |

Erkek gönüllülerin, izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerlerinin wingate test sonuçlarıyla ilişkisi tablo 12’de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde; erkek gönüllülerin VO<sub>2</sub>maks ile minimum güç ile arasında pozitif yönlü ilişki bulunmaktadır. Güç kaybı (%) ile VO<sub>2</sub>maks ile arasında negatif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır.

## 5.TARTIŞMA

Maksimum oksijen tüketimi ve anaerobik eşiğin ölçülmesi, bir sporcu için en uygun antrenman yoğunluğunu belirlemek ve sporcunun antrenmana tepkisini değerlendirmek için önemlidir (52). Sporcunun aerobik performansını değerlendirmek, tüketilen toplam oksijenin oranını ve miktarını belirleyen tüm faktörlerin dikkate alınmasını gerektirir. Aerobik dayanıklılığı belirlemek için en önemli kriterler olan yüksek maksimum oksijen tüketimi, anaerobik ve solunum eşikleri, sporcuların homeostatik koşullar altında daha uzun süre antrenman yapmalarını sağlar (53).

Artan yoğunluklu antrenman protokolleri ile belirlenen maksimum oksijen alımı, anaerobik eşik ve solunum eşikleri, aerobik kapasiteyi analiz etmek için en önemli parametrelerdir (30). Ayrıca tüketilen oksijen miktarının yanı sıra anaerobik eşik ile solunum eşiği arasındaki süreyi gösteren izokapnik tampon faz değeri de son bulgulara göre incelenmesi gereken bir parametre ve önemli bir direnç kriteridir (27). Maksimum oksijen tüketimi, anaerobik eşik, solunum eşiği ve izokapnik tampon fazının ölçümü, sporcuya uygulanan antrenman programını ve sporcunun antrenmana verdiği tepkiyi incelemek mümkün olduğundan önemlidir. Antrenmanın yoğunluğu ve hacmi nedeniyle bu parametrelerdeki değişiklikler de farklıdır (30,48).

Sporcuların maksimum oksijen tüketimi, anaerobik eşik, solunumsal eşik ve izokapnik tamponlama fazı değerlerinin bilinmesi, sporcuların gereksinimleri ile sporcular arasındaki farklılığın anlaşılmasına katkı sağlaması açısından da önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu direnç kabiliyetinin maksimum oksijen tüketimi değerinin yanı sıra anaerobik performansla da ilişkisinin olup olmadığı da önem arz etmektedir. Literatürde izokapnik tampon faz değerleri ile maksimum oksijen tüketimi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar olmasına rağmen anaerobik performansla olan ilişkilerini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır.

Maksimum oksijen kullanımı dayanıklılık sporcularının performanslarının belirlenmesinde en önemli kriterlerden birisi olmakla birlikte maksimum oksijen tüketimi ya da tepe güç değeri maksimal egzersiz ve submaksimal egzersize metabolik tepkinin verimliliğinin gösterilmesinde önemli tahmin araçlarıdır (45). Aerobik kapasitenin bir göstergesi olan  $VO_2$ maks, aerobik süreçlerin yoğunluğunu ifade eder ve aslında organizmanın belirli bir anda maksimum oksijen miktarını kullanma kapasitesini göstermektedir (64).  $VO_2$ maks, sporcunun sınırları zorlandıkça ve yoğunluk arttıkça gerçekleştirilen egzersiz organizmanın birim zaman başına tükettiği ve egzersiz yoğunluğunun daha da artmasıyla daha fazla arttırılamayan maksimum kullanılabilen oksijen miktarı olarak belirtilmektedir (65). Spor bilimcilerin çoğunluğu  $VO_2$ maks, terimini, organizmanın aerobik kapasitesinin, yani kardiyovasküler ve solunum sistemlerinin fonksiyonel kapasitelerini bunun yanında dokularında oksijeni kullanma kapasitelerinin en iyi göstergesi olarak kabul etmektedir. Maksimum oksijen tüketimi aynı zamanda sporcunun fiziksel kapasitesinin en iyi göstergesidir. Maksimum oksijen tüketimi, sporcunun vücudunun kullandığı oksijenin en üst seviyedeki miktarı, bir başka deyişle kardiyovasküler sisteminin fonksiyonel sınır seviyesinin en iyi durumu veya vücudun kapsamlı egzersiz sırasında kullanabilecek oksijen miktarı olarak açıklanmaktadır (66,67,68,69).

Çalışmamıza katılan kadın gönüllülerin  $VO_2$ maks değerleri  $42,70 \pm 7,03$  ml/kg/dk, erkek gönüllülerin  $VO_2$ maks değerleri  $51,80 \pm 4,29$  ml/kg/dk olduğu tespit edilmiştir. Erkekler gönüllülerin  $VO_2$ maks değerleri kadın gönüllülerin değerlerinden daha yüksek olmasıyla birlikte, erkek gönüllülerin İzokapnik tampon faz (İKT) değerleri de kadın gönüllülere oranla anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Anaerobik eşiğe girildikten sonra solunum eşiğine girene kadar ki olan süre izokapnik tampon fazı olarak bilinir. Mauro Lenti ve ark. (2011) İKT fazının süresinin yaşlanmayla birlikte azaldığını ve yaştan bağımsız olarak daha iyi dayanıklılığa sahip antrene bireylerde daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (73). İKT fazının yüksek olmasının, sporcu anaerobik eşiğe girdikten

sonraki direnç kabiliyetini gösterdiğini, sporcunun egzersize devam etme kapasitesini etkilediğini düşündürmektedir. Daha yüksek İKT değerine sahip olunması, anaerobik antrenman uyaranlarının  $H^+$  tamponlama kapasitesini geliştirdiğini ve bu gelişimin, yüklenmenin anaerobik eşik üzerinde nispeten daha uzun süreler sürdürülebilmesine katkıda bulunabileceği düşündürmektedir. Röcker ve arkadaşları İKT fazını görece koşu hızı olarak hesapladıkları çalışmalarında, elit 400 m koşucularda İKT fazının aerobik dayanıklılık antrenmanları yapan sporculara kıyasla daha yüksek değerlerde olduğunu bildirmişlerdir. Ancak araştırmalarına katılan 400 m koşucular ile aerobik antrenman yapan sporcuların maksimal koşu hızı ve  $VO_{2max}$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığını ( $p>0,05$ ) bildirmişlerdir (62).

Çalışmamızda kadın gönüllülerin izokapnik ve hipokapnik değerlerinin performans değişkenleriyle olan ilişkisi incelendiğinde, AE  $VO_2$  (ml/kg/dk) değeri ile hipokapnik mutlak hız (km/saat) değeri arasında negatif yönlü bir ilişki, AE  $VO_2$  (%) değeri ile; izokapnik tampon mutlak  $VO_2$ (ml/kg/dk), izokapnik tampon mutlak hız(km/saat), hipokapnik mutlak  $VO_2$ (ml/kg/dk), hipokapnik mutlak hız (km/saat) değerleri arasında negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bu veriler kadın gönüllülerin anaerobik eşik seviyesinde tükettiği oksijen miktarının (anaerobik eşik seviyesinin yükselmesinin) artmasının izokapnik ve hipokapnik değerlerinde de anlamlı bir şekilde artış olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, kadın gönüllülerin wingate test sonuçları ile  $VO_{2max}$  değerleri incelendiğinde,  $VO_{2max}$  değeri ile maksimal güç (W/kg), ortalama güç (W/kg), minimum güç (W/kg) değerleri arasında pozitif yönde bir ilişki, güç kaybı (%) değeri ile negatif yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında, maksimum oksijen tüketimi arttıkça, sporcunun tüketebildiği oksijen miktarının da arttığını, dolayısıyla sporcunun anaerobik eşığe girme süresinin uzadığı düşünülmektedir. Dolayısıyla,  $VO_{2max}$  sporcuların anaerobik eşığe girme sürecinin ve sonrasında ki direnç kabiliyetinin, doğrudan ilişkisinin olduğu düşünülmektedir. Kadın gönüllülerin izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerlerinin wingate test sonuçlarıyla

ilişkisi incelendiğinde,  $VO_{2\text{maks}}$  ile zirve güç (W/kg), ortalama güç (W/kg), minimum güç (W/kg), güç kaybı (%) ile arasında pozitif yönlü ilişki bulunurken, güç kaybı (%) ile arasında negatif yönlü ilişki bulunmaktadır. Erkek gönüllülerin, izokapnik tamponlama ve hipokapnik hiperventilasyon değerlerinin wingate test sonuçlarına göre, erkek gönüllülerin  $VO_{2\text{maks}}$  ile minimum güç (W/kg), ile arasında pozitif yönlü ilişki bulunmaktadır. Güç kaybı (%) ile  $VO_{2\text{maks}}$  arasında negatif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır. Bu bulgular yüksek düzeyde  $VO_{2\text{maks}}$  seviyesinin sporcuların gerek kardiyopulmoner verilerinin gerekse de anaerobik güç değerlerini olumlu yönde etkilediğini desteklemektedir. Özellikle  $VO_{2\text{maks}}$  seviyesi yükseldikçe sporcuların anaerobik devamlılık ve yorgunluk indeksi değerlerinin olumlu yönde etkilendiği görülmektedir. Anaerobik gereksinimi baskın olan egzersiz uygulamalarında her ne kadar baskın enerji gereksinimi anaerobik sistemden karşılanıyor olsa da, yüksek  $VO_{2\text{maks}}$  seviyesi böyle bir egzersiz uygulamasında anaerobik sisteme binen yükü azaltmaktadır (57). Dolayısıyla sporcunun performansını daha uzun süre devam ettirebilme yeteneğinde artış sağlanabilmektedir (57). Maksimum oksijen tüketimi ile güç kaybı (%) arasında da negatif yönlü bir ilişki bulunması maksimum oksijen tüketim miktarı arttıkça yorgunluk indeksinin düştüğünü dolayısıyla kaybettiği güç miktarının azaldığını göstermektedir. Güç kaybı (%)’nın  $VO_{2\text{maks}}$  ile arasında negatif yönde anlamlı ilişki bulunması sporcunun yorgunluk indeksinin çok düşmediğini, oksijeni kullanma kapasitesi yüksek olduğu için sporcunun geç yorulduğunu düşündürmektedir.

Erkek gönüllülerin izokapnik ve hipokapnik değerlerinin performans değişkenleriyle olan ilişkisi incelendiğinde;  $VO_{2\text{maks}}$  değeri ile hipokapnik mutlak hız (km/saat) değeri ile negatif yönlü bir ilişki, AE  $VO_2$  (ml/kg/dk) değeri ile hipokapnik mutlak  $VO_2$  (ml/kg/dk), hipokapnik mutlak hız (km/saat) değerleri arasında negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. AE  $VO_2$  (%) değeri ile izokapnik tampon mutlak  $VO_2$  (ml/kg/dk), izokapnik tampon mutlak hız (km/saat), hipokapnik mutlak  $VO_2$  (ml/kg/dk), hipokapnik mutlak hız(km/saat) değerleri arasında negatif

yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte izokapnik tampon mutlak  $VO_2$  (ml/kg/dk), hipokapnik mutlak  $VO_2$  (ml/kg/dk), hipokapnik mutlak hız (km/saat) değerleri arasında negatif yönlü bir ilişki ve SE Hız (km/h) değeri ile hipokapnik mutlak  $VO_2$  (ml/kg/dk), hipokapnik mutlak hız (km/saat) değerleri arasında negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Elde edilen bu veriler, sporcuların  $VO_{2maks}$  seviyelerinin yükseldikçe daha yüksek hızlarda performans gösterebildiklerini ve daha geç yorgunluk seviyesine ulaştıklarını, ayrıca  $VO_{2maks}$  seviyesi yükseldikçe sporcuların anaerobik eşiğe ve solunum eşiğine daha geç girdiklerini düşündürmektedir. Kardiyopulmoner egzersiz testleri ile gaz değişiminin analiz edilebilmesi, belirli bir iş yükünde oluşturulan metabolik stresin kişide neden olduğu hücresel, kardiyovasküler ve pulmoner cevaplarını değerlendirme fırsatı vermektedir. Egzersiz sırasında kardiyopulmoner egzersiz testi ile aerobik kapasitenin ölçülmesi, tüketilen oksijen miktarının bir ölçüsü olabilen organ sistemlerinin performansının bir yansıması olarak görülebilir (58). Şiddeti giderek artan egzersiz protokolleri ile tespit edilen maksimum oksijen tüketimi değeri, aerobik dayanıklılık performansına etki eden en önemli kriterdir (29,59,60). Artan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında, laktik asit, anaerobik eşiğe girildikten sonra artmaya başlar (70). Dolaşımdaki bikarbonat iyonları laktik asidozu kompanse eder (71). Belli bir noktadan sonra daha yükseğe ulaşmak egzersiz yoğunluğu, laktik asit üretimi dolaşımdaki bikarbonat ve dolayısıyla hiperventilasyon ile telafi edilmeye başlar. Bu noktaya solunum eşiği adı verilir (72). Solunum eşiği, artan eforla dışarı verilen hava miktarı ile tüketilen oksijen miktarı arasındaki dengenin değiştiği noktadır. Egzersiz sırasında aerobik enerji kaynaklarının yetersizliği sonucu anaerobik glikolizde artış laktat artışına neden olmakta ve laktik asidoz gelişmektedir. Oluşan laktik asidozun tamponlanması için  $CO_2$  atılımı artmakta ve  $CO_2/O_2$  dengesi bozulmaktadır. Buna bağlı olarak anaerobik enerji sistemlerinin baskın kullanımı bu sebepten solunum eşiginde başlar ve bu oran artan antrenman yoğunluğu ile yükselmektedir. Solunumsal eşiğe girdikten sonra anaerobik enerji sistemlerinin kullanılması her ne kadar aerobik sistemlerle ilgili ise



de, anaerobik kapasitesi iyi olan sporcuların solunumsal eşikten sonraki egzersizi devam ettirebilme süresinin daha uzun olması beklenir. Solunum eşikleri yüksek olan sporcuların aerobik özelliklerinin de arttığı tespit edilmiştir (61). Diğer yandan,  $VO_2$ maks değerin artıkça izokapnik ve hipokapnik değerlerinin de artması,  $H^+$ 'ni tamponlama kapasitesini geliştirdiğini ve bu gelişimin SE'in üzerinde görece daha uzun süre egzersize devam etmeye katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir. Hasanli ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmada, İKT sırasında laktattaki nispi artış ile aerobik kapasite (laktat eşiğine karşılık gelen  $VO_2$ maks ve  $VO_2$ ) arasında negatif bir korelasyon olduğu rapor edildi. Diğer taraftan izokapnik tampon sürelerinin daha uzun olduğunu ve eşikten sonra egzersiz toleranslarının daha yüksek olduğu bildirildi. Anaerobik antrenman sırasında geliştirilen spesifik metabolik adaptasyonlar nedeniyle, bu gelişme bir tamponlama kapasitesinin gelişmesine ve antrenmanın bir süre devam etmesine izin verir. Solunum eşiği aşıldıktan sonra nispeten uzun bir süre anaerobik sporcularda daha uzun bir İKT fazı, yüksek yoğunluklu egzersize toleransı artırmada önemli bir faktör olabilir (54).

Ayrıca, erkek gönüllülerin wingate test sonuçları incelendiğinde  $VO_2$ maks değerleri ile minimum güç (W/kg) değerleri arasında pozitif, ve güç kaybı (%) değerleri arasında negatif yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Güç kaybı (%) değerlerinin maks $VO_2$  ile arasında negatif yönlü kuvvetli ilişki bulunması, çalışmaya katılan gönüllülerin  $VO_2$ maks değerleri artıkça yorgunluk düzeylerinin de azaldığını göstermektedir. Bu durum, maks $VO_2$ 'nin anaerobik eşiğe girdikten sonraki direnç kabiliyetini etkilediği sonucunu ve aerobik ve anaerobik kapasitenin yüksek oluşu başarıyı yüksek oranda olumlu bir şekilde etkilediğini düşündürmektedir. Aerobik kapasitenin değerlendirilebilmesi için, oksijenin doku düzeyinde kullanım hızını ve miktarını belirleyen unsurların tamamını birlikte ele almak gerekir. İzokapnik tampon fazı sırasında laktat artışının anaerobik sporcularda aerobik sporculara göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (53). Chicharro ve arkadaşlarına göre yoğun anaerobik içeren çalışmalar metabolizmada tamponlama kapasitesini artırır, İKT süresinin artmasına katkı sağlar (75). Hirakoba ve

arkadaşları, İKT fazında kan laktat düzeylerindeki artışın sprinterlerde uzun mesafe koşucularına kıyasla daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (18). Hasanli ve arkadaşları anaerobik sporcularda İKT fazının aerobik dayanıklılık sporcularına göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (55). Hasanlı ve ark. antrenmanlı bisikletçilerin daha fazla bikarbonat tamponladığını gösterdi izokapnik tamponlama aşamasında ve sprint eğitimli bisikletçiler, bikarbonat olmayan tampon sistemi tarafından daha fazla H<sup>+</sup>'nın tamponlandığını gösterdi (74). Bu bulgular bizim çalışmamızda elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Çok sayıda çalışma, oksijen tüketiminin başarılı spor performansında da önemli bir faktör olduğunu göstermiştir (56).

## 6.SONUÇ

Yapılan bu çalışmada gönüllülerin, izokapnik ve hipokapnik değerlerinin  $VO_2$ maks (ml/kg/dk), AE  $VO_2$  (ml/kg/dk), SE  $VO_2$  (ml/kg/dk) değerleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışmaya katılan gönüllülerin  $VO_2$ maks (ml/kg/dk) değeri ile maksimal güç (W/kg), ortalama güç (W/kg), minimum güç (W/kg), güç kaybı (%) değerleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgular sporcuların  $VO_2$ maks seviyeleri yükseldikçe anaerobik ve solunum eşik seviyelerinin de yükseldiğini, ayrıca anaerobik eşik sonrası direnç kabiliyetlerinin arttığını düşündürmektedir.

### 6.1.Öneriler

$VO_2$ maks seviyelerinin yükselmesi sporcuların wingate testinde edilen güç kaybı (%) oranında azalmaya neden olarak daha iyi elde bir performans sergileyebilmelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

1. Bompa TO. Antrenman Kuramı ve Yöntemi. İlknur Keskin A. Burcu Tüner(Çev), Ankara, Kültür Ofset, 2003.
2. Nas K. Futbolcularda Sürat Ve Çabukluk Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans. Konya: Selçuk Üniversitesi; 2010.
3. M.Dunford. (2006). Sports Nutrition: A Practice Manual For Professionals. Chicago: American Dietetic Association.
- Bompa, T. (2011). *Antrenman Kuramı ve Yöntemi*. Ankara: Çeviri: Bağırhan T.4.Baskı.
5. Kara M, Gökbel H. Anaerobik Eşik ve Önemi, Spor Hek. Der., 1994, 29: 161-75.
6. Sönmez GT. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, Bolu, Ağustos 2002, 234.
7. Mehmet S. Futbolcular ile hentbolcuların hazırlık dönemi antrenmanlarının VO<sub>2</sub>Max anaerobik eşik ve izokapnik buffering fazı parametrelerine etkisi. Doktora Tezi. Kasım 2017.
8. Mehmet S. Futbolcularda ve Hentbolcularda Maksimal Oksijen Alımı ve Anaerobik Eşik Değerlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Aralık 2014. Kayseri.
9. Ergen, E. Zergerlioğlu, AM. Ülkar, B. Demirel, H. Turnagöl, H. Güner, R. Başoğlu, S. (2002). Egzersiz Fizyolojisi. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti.; 39-81.
10. Bompa, T.O. (2003). Antrenman Kuramı ve Yönetimi, 1. Baskı, Ankara, Bağırhan Yayınevi, 398,404
11. Astrant, P. Rodalh, K. (1986). Textbook of Work Physiology, Singapor: McGraw-Hill Company.

12. Gül, M. (2013). Kuvvet ve İzometrik Kuvvet Antrenmanlarının Maksimal, Optimal ve Kuvvette Devamlılık Üzerine Etkisi, Kocaeli Üni. Sağlık Bil. Ens. Kocaeli
13. Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zergeroğlu AM, Ülkar B ve Hazır T. Egzersiz Fizyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, 2003, s.35-70.
14. Scott C. Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure, J Int Soc Sports Nutr, 2005, 2:32-37.
15. Tiryaki G. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, Birlik Matbaacılık Yayıncılık, Ankara, 2002, 6-30
16. Saygı S. Orta Yaş Erişkin Bayanlarda Aerobik Antrenmana Eklenen Kuvvet Antrenmanlarının Maksimal Oksijen Tüketimi Gelişimine Etkisi, Sağlık Bilimler Enstitüsü, Doktora tezi, İstanbul, Marmara Üniversitesi, 2010.
17. Glaister M., Multiple Sprint Work. Sports Medicine, 2005;35: 757-777.
18. Hirakoba, K. ve Yunoki, T. (2002). Blood Lactate Changes During Isocapnic Buffering in Sprinters And Long Distance Runners. Journal Of Physiological Anthropology And Applied Human Science, 21(3), 143-149.
19. Birch K, Maclaren K, George K. Sport and Exercise Physiology. 1. Baskı, Abingdon, UK, BIOS Scientific Publishers, 2005; 107-137
20. Şenel Ö. Aerobik ve Anaerobik Antrenman Programlarının 13-16 Yaş Grubu Erkek Öğrencilerin Bazı Fizyolojik Parametreleri Üzerindeki Etkileri. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 1995; 13-15
21. Şimşek E. Elit Alp Disiplini Sporcularının Hazırlık Döneminde Yaptıkları Çalışmaların Aerobik ve Anaerobik Kapasiteleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Yüksek Lisans Tezi, 2012; 21

22. Röcker, K., Striegel, H., Freund, T., & Dickhuth, H. H. (1994). Relative functional buffering capacity in 400- meter runners, long-distance runners and untrained individuals. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 68, 430-434.
23. Oshima, Y., Tanaka, S., & Miyamoto, T. (1998). Effects of endurance training above the anaerobic threshold on isocapnic buffering phase during incremental exercise in middle-distance runners. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 47, 43-52.
24. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol* 1964; 14: 844–852.
25. Douglas CG. Coordination of respiration and circulation with variations in bodily activity. *Lancet* 1927; 213–218.
26. Owles WH. Alterations in lactic acid content of the blood as a result of light exercise and associated changes in the CO<sub>2</sub>-combining power of the blood and in the alveolar CO<sub>2</sub> pressure. *J Physiol* 1930; 69: 214–237.
27. Hirakoba, K. ve Yunoki, T. (2002). Blood Lactate Changes During Isocapnic Buffering in Sprinters And Long Distance Runners. *Journal Of Physiological Anthropology And Applied Human Science*, 21(3), 143-149.
28. Allen, W. K., Seals, D. R., Hurley, B. F., Ehsani, A. A. ve Hagberg, J. M. (1985).
29. Astrand, P. ve Rodahl, K. (1986:). *Textbook of Work Physiology* (3. b.). USA: Mc Graw-Hill Book Company.
30. Edwards, A., Clark, N. ve Macfadyen, A. (2003). Lactate And Ventilatory Thresholds Reflect The Training Status of Professional Soccer Players Where Maximum Aerobic Power Is Unchanged. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 23- 29.

31. Svedahl, K. ve MacIntosh, B. R. (2003). Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(2), 299-323.
32. Akkurt, S., Yıldız, Y., Genc, U., Yagmur, H., Demir, H. ve Kalyon, T. A. (1998). Solunumsal Esik ve Solunumsal Esikten Sonraki Tükenme Zamanı İle Aerobik ve Anaerobik Kapasite Arasındaki İlişki. *Spor Hekimliği Dergisi*, 33: 97-108.
33. Bompa, T.O. (2003). Dönemleme Antrenman Kuramı ve Yöntemi, 2. Baskı, Ankara, Dumat Ofset, 365–372.
34. Arslan, C., Bingölbalı, A., Kutlu, M. & Baltacı AK. (1997). Voleybol ve Atletizm Sporunun Kız Çocukların Hematolojik ve Biyokimyasal Parametrelerine Etkisi, *Bed. Eğt. Spor Bil. Dergisi*, 2: 28–34.
35. Beydağı, H., Çoksevim, B., Temoçin, S. & Akar, S. (1992). Akut submaksimal egzersizin spor yapan ve yapmayan kişilerde koagülasyona etkisi, *Spor Hekimliği Dergisi*, 27: 113–119. Beydağı, H., Çoksevim, B., Temoçin, S. & Akar, S. (1993). Akut Submaksimal Egzersizin Spor Yapan ve Yapmayan Kişilerde Lökositlere Etkisi, *Spor Hekimliği Dergisi*, 28: 52 – 62.
36. 2- Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, et al. Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications. 4th ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
37. Lavie CJ, Milani RV, Mehra MR. Peak exercise oxygen pulse and prognosis in chronic heart failure. *Am J Cardiol* 2004; 93: 588–593.
38. Rossiter HB, Kowalchuk JM, Whipp BJ. A test to establish maximum O<sub>2</sub> uptake despite no plateau in the O<sub>2</sub> uptake response to ramp incremental exercise. *J Appl Physiol* 2006; 100:764-770.
39. Oliveira RB, Myers J, Araújo CG, et al. Maximal exercise oxygen pulse as a predictor of mortality among male veterans referred for exercise testing. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2009; 16:358-364.

40. Taşkıran, Y., (2003), Klasik Antrenman Teorisi, Yayıncı Yayınları, s:103, İstanbul.
41. Smith, T. P., Coombes, J. S., Geraghty, D. P., (2003), Optimising HighIntensity Treadmill Training Using The Running Speed At Maximal O<sub>2</sub> Uptake And The Time For Which This Can Be Maintained, Eur J Appl Physiol (Electronic Journal), 89: 337-343
42. Yıldız S. (2012). Aerobik ve Anerobik Kapasitenin Anlamı Nedir? İstanbul Tıp Fakültesi, İstanbul Üniversitesi.
43. 2. Buchheit, M, Mendez-Villanueva A, Quod M, Quesnel, T, Ahmaidi S. Improving Acceleration And Repeated Sprint Ability In Well-Trained Adolescent Handball Players: Speed Versus Sprint Interval Training. International Journal of Sports Physiology And Performance, 2010; 5: 152-164.
44. 5. Rannou F, Prioux J, Zouhal, H, Gratas-Delamarche A, Delamarche P. Physiological Profile Of Handball Players. Journal of Sports Medicine And Physical Fitness 2001; 4: 349-353.
45. Millet, G. P., Dréano, P. ve Bentley, D. J. (2003). Physiological Characteristics of Elite Short-and Long-Distance Triathletes. European Journal of Applied Physiology, 88(4), 427-430.
46. Svedahl, K. ve MacIntosh, B. R. (2003). Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement. Canadian Journal of Applied Physiology, 28(2), 299-323.
47. Ozcelik, O. ve Kelestimur, H. (2004). Effects of Acute Hypoxia on the Determination of Anaerobic Threshold Using The Heart Rate-Work Rate Relationships During Incremental Exercise Tests. Physiological Research, 53(1), 45-52.



48. Allen, W. K., Seals, D. R., Hurley, B. F., Ehsani, A. A. ve Hagberg, J. M. (1985). Lactate Threshold and Distance-Running Performance in Young and Older Endurance Athletes. *Journal of Applied Physiology*, 58(4), 1281-1284.
49. Inbar, O., Bar-Or, O. (1986) Anaerobic characteristics in male children and adolescents. *Medicine and Science in Sport Exercise*; 18: 264-269.
50. Adams, G. M. (2002) *Exercise physiology, laboratory manual*. New York: McGraw-Hill company.
51. Özkan, A. Köklü, Y. Ersöz, G. (2010). Wingate anaerobik güç testi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*.
52. Allen, W. K., Seals, D. R., Hurley, B. F., Ehsani, A. A. ve Hagberg, J. M. (1985). Lactate Threshold and Distance-Running Performance in Young and Older Endurance Athletes. *Journal of Applied Physiology*, 58(4), 1281-1284.
53. Hirakoba, K. & Yunoki, T. (2002). Blood lactate changes during isocapnic buffering in sprinters and long distance runners. *Journal of physiological anthropology and applied human science*, 21(3), 143-9.
54. Hasanli, M. Nikooie, R. Aveseh, M. & Mohammad, F. (2015). Prediction of aerobic and anaerobic capacities of elite cyclists from changes in lactate during isocapnic buffering phase. *Journal of strength and conditioning research*, 29(2), 321-9.
55. Hasanli, Nikooie, Aveseh ve Mohammad, 2015; Hirakoba ve Yunoki, 2002; Röcker, Striegel, Freund ve Dickhuth, 1994).
56. White, A. T., & Johnson, S. C. (1993). Physiological aspects and injury in elite Alpine)
57. G.Neumayr, H.Hoertnagl, R.Pfister, A.Koller, G.Eibi, E.Raas. Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing. *Int j Sports Med* 2003;24:571-575.

58. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of Exercise Testing And Interpretation: Including Pathophysiology And Clinical Applications. 4th Ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins, 2010: pp 790.
59. Hoff J, Helgerud J. Endurance And Strength Training For Soccer Players. Sports Med 2004; 34:165-180.
60. Saltin B, Astrand P. Maximal Oxygen Uptake in Athletes. J Appl Physiol, 1967; 23:353-358.
61. Akkurt, S., Yıldız, Y., Genc, U., Yagmur, H., Demir, H. ve Kalyon, T. A. (1998). Solunumsal Esik ve Solunumsal Esikten Sonraki Tükenme Zamanı İle Aerobik ve Anaerobik Kapasite Arasındaki İlişki. Spor Hekimliği Dergisi, 33: 97-108.
62. Röcker, K., Striegel, H., Freund, T., & Dickhuth, H. H. (1994). Relative functional buffering capacity in 400- meter runners, long-distance runners and untrained individuals. European journal of applied physiology and occupational physiology, 68, 430-434.
63. Amirudin, A. ve Abdillah, S. (2019). Analysis of Physical Conditions of Aerobic Endurance or VO2Max. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 407, 2019, 117-119.
64. Živanić, S., Vanović, MZ., Mijić, R., Dragojević, R. (1999). Aerobna Sposobnost: i njena procena Astrandovim testom opterećenja na bicikl-ergometru. Belgrad Udruženje za medicinu sporta Srbije, 13-17.
65. Ranković, G., Mutavdžić, V., Toskić, D., Preljević, A., Kocić, M., Ranković, GN., Damjanović, N. (2019). Aerobic Capacity as An Indicator In Different Kinds of Sports, Bosnian Journal of Basic Medical Science, 10(1), 44-48.

66. Howley, ET., Bassett, DR., Welch, H., Criteria G. (1995). For Maximal Oxygen Uptake: review and commentar. *Medicine Science Sports Exercise*, 27(9), 1292–1301.
67. Helgerud, J., Engen, LC., Wisløff, U., Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1925-1931.
68. Eniseler, N. (2010). *Bilimin Işığında Futbol Antrenmanı*. Manisa: Birleşik Matbaacılık.
69. Jemni, M., Prince, MS. and Baker, JS. (2018). Assessing Cardiorespiratory Fitness of Soccer Players: Is Test Specificity the Issue?–A Review. *Sport Medicene-Open*, 4(28), 2-18.
70. References 1. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ (1986) A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* (1985) 60: 2020-2027.
71. Wasserman K, Whipp BJ (1975) Excercise physiology in health and disease. *Am Rev Respir Dis* 112: 219-249.
72. Wasserman K, Whipp BJ, Koyl SN, Beaver WL (1973) Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol* 35: 236-243.
73. Lenti M, De Vito G, Scotto di Palumbo A, Sbriccoli P, Quattrini FM, et al. (2011) Effects of aging and training status on ventilatory response during incremental cycling exercise. *J Strength Cond Res* 25: 1326-1332.
74. Hasanli M, Nikooie R, Aveseh M, Mohammad F. Prediction of aerobic and anaerobic capacities of elite cyclists from changes in lactate during isocapnic buffering phase. *J Strength Cond Res*. 2015;29(2):321-9.
75. Chicharro J, Hoyos J, Lucia A. Effects of endurance training on the isocapnic buffering and shypocapnic hyperventilation phases in Professional cyclists. *Br J Sports Med*. 2000;34:450-455.