



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİM VE SPOR ANABİLİM DALI

# SPORCULARDA DİYAFRAM KAS KALINLIĞININ AEROBİK VE ANAEROBİK PERFORMANSLA İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Serhat ERAİL

Samsun  
Haziran-2018



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

# SPORCULARDA DİYAFRAM KAS KALINLIĞININ AEROBİK VE ANAEROBİK PERFORMANSLA İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Serhat ERAİL**

Danışman  
Doç. Dr. Özgür BOSTANCI

II. Danışman  
Doç. Dr. Ahmet Veysel POLAT

Samsun  
Haziran-2018

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

..... tarafından Yrd. Doç. Dr. /Doç. Dr. /Prof. Dr.  
..... Danışmanlığında hazırlanan  
..... başlıklı bu  
çalışma jürimiz tarafından .... /.... /.... tarihinde yapılan sınav ile  
..... Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS / DOKTORA Tezi  
olarak kabul edilmiştir.

Başkan : .....  
(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

Üye : .....  
(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

Üye : .....  
(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

Üye : .....  
(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

Üye : .....  
(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

ONAY

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

.... / .... /....

(İmza Boşluğu, 2 satır)  
**Unvanı Adı SOYADI**  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

## TEŞEKKÜR

Sporcularda diyafragma kas kalınlığının aerobik ve anaerobik performansla ilişkisini incelediğim çalışmamda; büyük bir özenle bana yol gösteren, ilgisi, bilgisi ve tecrübesi ile her daim yanımda olan ve bu uzun yolculuğa başlangıç yapmamda en büyük vesile olan değerli büyüğüm, hocam ve danışmanım Doç. Dr. Özgür BOSTANCI'ya;

Çalışmanın ölçüm aşamasında desteklerini esirgemeyen ikinci danışmanım çok değerli sayın Doç. Dr. Ahmet Veysel POLAT'a,

Testler sırasında her zaman yanımda ve destek olan Arş. Gör. Muhammed Hakan MAYDA, Arş. Gör. Ali Kerim YILMAZ ve Coşkun YILMAZ'a,

Desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen değerli kardeşlerim ve yol arkadaşlarım; Mehmet İsmail TOSUN ve Mustafa Selim ALTINIŞIK'a;

Hayatımın her aşamasında bana destekçi olan annem Ayşe ERAİL ve babam Mehmet ERAİL'e; teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.YDS.1904.18.005 proje numarası ile desteklenmiştir.

## ÖZET

### SPORCULARDA DİYAFRAM KAS KALINLIĞININ AEROBİK VE ANAEROBİK PERFORMANSLA İLİŞKİSİ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı sporcularda diyafragma kas kalınlığının aerobik ve anaerobik performansla ilişkisinin incelenmesidir.

**Materyal ve Metot:** Araştırmaya, bireysel ve takım sporcularından 30 ( $20,37 \pm 2,74$  yıl) ve 10 sedanter ( $23,60 \pm 2,91$  yıl) olmak üzere toplam 40 kişi katılmıştır. Solunum fonksiyon testleri Spirometre (FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, FVC, SVC, MVV, ve İC kapasiteleri), maksimal inspiratuar basınç (MIP) ve maksimal ekspiratuar basınç (MEP) microRPM cihazı, aerobik güç Yo-Yo İntermittent Endurance Test-1'le, anaerobik güç Wingate bisiklet testi ile ölçüldü. Diyafragma kalınlığı, ekspirasyon anında 8. ve 9. kostalar arasındaki interkostal aralıktan, inspirasyonda ise 10. ve 11. kostalar arasındaki interkostal aralıktan tespit edildi ve diyafragmanın en iyi görüldüğü yerden kalınlığı ölçüldü. Aerobik/anaerobik kontrol ve deney uygulamalarındaki farkının analizi için bağımsız t-testi ve değişkenler arasındaki ilişkinin kontrolü için Pearson korelasyonu yapıldı.

**Bulgular:** Takım sporcuları grubunda  $DK_{ins}$  ve  $DK_{fark}$  parametreleri ile anaerobik performans arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki görüldü ( $p < 0,05$ ). Kontrol grubunun  $DK_{eks}$ ,  $DK_{ins}$  ve  $DK_{fark}$  parametreleri ile anaerobik ve aerobik performans arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı ( $p < 0,05$ ). Bireysel ve takım sporcularında  $DK_{ins}$  ve  $DK_{fark}$  parametreleri ile anaerobik performans arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu tespit edildi.  $DK_{ins}$  inceldikçe  $MaxVO_2$ 'nin daha iyi olduğu belirlendi. Solunum parametreleri incelendiğinde, bireysel sporcuların takıma göre daha iyi olduğu görülse bile, sadece MEP değerinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

**Sonuç:** Sonuç olarak  $DK$ 'nin yüksek olmasının bireysel ve takım sporcularında aerobik performansı etkilemediği, anaerobik performansı ise olumlu yönde etkilediği söylenebilir ( $p:0.023$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Aerobik performans; Anaerobik performans; Diyafragma kalınlığı;

Serhat ERAİL, Yüksek Lisans Tezi  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Samsun, Haziran-2018

## ABSTRACT

### THE RELATIONSHIP OF AEROBIC AND ANAEROBIC PERFORMANCE WITH DIAPHRAGM MUSCLE THICKNESS IN ATHLETES

**Aim:** Aim of this study is to investigate the relation of aerobic and anaerobic performance with diaphragm muscle thickness in athletes.

**Material and Method:** Totally 40 people of whom 30 ( $20.37 \pm 2.74$  year) from individual and team athletes and 10 ( $23.60 \pm 2.91$  year) sedentary participated as volunteer in this study. The respiratory function tests were measured with spirometry (FEV1, FEV1/FVC, FVC, SVC, MVV and IC capacity), maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) were measured with microRPM device, aerobic power was measured with Yo-Yo Intermittent Endurance Test-1, anaerobic power was measured via Wingate bike test. The diaphragm thickness was determined from the intercostal space between 8th and 9th ribs during of expiration and the intercostal space between the 10th and 11th ribs during inspiration and the thickness was measured from where the diaphragm was seen best. Independent t-test was analysis of the difference between aerobic/anaerobic control and experimental applications. Besides, pearson correlation was used to control the relationship between variables.

**Results:** There was a positive relation with  $DK_{ins}$  and  $DK_{fark}$  parameters and anaerobic performance in athletes group ( $p < 0.05$ ). It was not found significant relationship between  $DK_{eks}$ ,  $DK_{ins}$  and  $DK_{fark}$  parameters of the control group and anaerobic and aerobic performance ( $p < 0.05$ ). It was found that there was a significant positive correlation between  $DK_{ins}$  and  $DK_{fark}$  parameters and anaerobic performance in individual and team athletes. It was determined that as  $DK_{ins}$  becomes thinner  $MaxVO_2$  becomes better. When the respiratory parameters were examined, even if it was seen that individual athletes was better than team, it was found significant difference only in MEP value ( $p: 0.023$ ).

**Conclusion:** As a result, it can be said that, in individual and team athletes, the high of DT doesn't affects the aerobic performance, but it affects the anaerobic performance positively.

**Keywords:** Aerobic performance; Anaerobic performance; Diaphragm thickness.

Serhat ERAİL, Master Thesis  
Ondokuz Mayıs University – Samsun, June-2018

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>ADP</b>	:Adenozin difosfat
<b>AMP</b>	:Adenozin monofosfat
<b>ATP</b>	:Adenozin trifosfat
<b>cal</b>	:Kalori
<b>CO<sub>2</sub></b>	:Karbondioksit
<b>CP</b>	:Kreatin Fosfat
<b>Dk</b>	:Dakika
<b>DK<sub>eks</sub></b>	:Ekspirasyonda diyafragma Kalınlığı
<b>DK<sub>ins</sub></b>	:İnspirasyonda diyafragma Kalınlığı
<b>DK<sub>fark</sub></b>	:Diyafragma kalınlığı inspirasyon ve ekspirasyon arası fark
<b>FEV1</b>	:Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü
<b>FEV1/FVC</b>	:Tiffeneau oranı
<b>FVC</b>	:Zorlu Vital Kapasite
<b>IC</b>	:İnspiratuar kapasite
<b>Kg</b>	:Kilogram
<b>Lt</b>	:Litre
<b>O<sub>2</sub></b>	:Oksijen
<b>M</b>	:Metre
<b>MaxVO<sub>2</sub></b>	:Maksimal oksijen tüketimi
<b>MIP</b>	:Maksimal inspiratuar basınç

<b>MEP</b>	:Maksimal ekspiratuar basınç
<b>MVV</b>	:Maksimal solunum kapasitesi
<b>pH</b>	:Kanın asit-baz dengesi
<b>Sn</b>	:Saniye
<b>SVC</b>	:Yavaş vital kapasite
<b>VKi</b>	:Vücut kitle indeksi
<b>SKA</b>	:Solunum kası antrenmanı
<b>DK</b>	:Diyafagma Kalınlığı
<b>DT</b>	:Diaphragm Thickness



## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
2.1. Enerji Metabolizması .....	3
2.1.1. Kısa Süreli Egzersizde Enerji Metabolizması .....	4
2.1.2. Uzun Süreli Egzersizde Enerji Metabolizması.....	4
2.2. Aerobik Güç .....	5
2.3. Anaerobik Güç .....	6
2.4. Solunum Sistemi .....	7
2.4.1. Solunum Sistemi Organları .....	8
2.4.2. Solunum Mekanığı .....	9
2.4.3. Solunum Kasları .....	9
2.4.4. Diyafragma .....	12
2.5. Solunum Sistemi ve Egzersiz.....	14
<b>3. MATERYAL VE METOD .....</b>	<b>19</b>
3.1. Çalışmanın Kapsamı .....	19
3.2. Verilerin Toplanması .....	19
3.2.1. Isınma Prosedürü .....	20
3.2.2. Solunum Fonksiyon Testleri.....	20
3.2.3. Solunum Kas Kuvvetinin Belirlenmesi .....	20
3.2.4. Aerobik Gücün Belirlenmesi .....	21
3.2.5. Anaerobik Gücün Belirlenmesi .....	21
3.2.6. Diyafragma Kalınlık Ölçümü .....	22
3.3. İstatistiksel Değerlendirme.....	25
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>26</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>33</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>38</b>

<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>41</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>50</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>51</b>



## 1. GİRİŞ

Sporda istenilen başarıya ulaşmak için bransa ve sporcunun kendisine özgü uygulanan antrenman modellerinin doğru planlanmasının yanında bilimsel antrenman modellerinin de sporcuların ihtiyaçlarına uygun bir şekilde planlanması ve performanslarının doğru ve düzenli bir şekilde takip edilmesi çok önemlidir. Böylece performansı doğrudan etkileyen fiziksel ve psikolojik nedenler belirlenebilecektir. Buna bağlı olarak müsabakada görev alacak sporcuların seçimi kolaylaşacak ve sportif başarıda çok önemli bir artış meydana gelecektir (Özdal, 2012).

Bir sporcunun ya da bireyin bir fiziksel egzersizi uygulamasındaki yeterlilik durumu ve etkinlik durumu, o sporcunun ya da bireyin performansı olarak kabul edilir (Joyner ve Coyle, 2008; Yıldız, 2012). Performansın verimini belirleyen temel faktörlerden birisi desahip olduğu solunum sisteminin etkin kullanımınıdır. Çünkü solunum sistemi bireyin aerobik kapasitesinin en belirleyici göstergesi olarak kabul edilir (Yılmaz, 2001). Sportif faaliyetler esnasında vücudun oksijen ( $O_2$ ) ihtiyacı arttıkça, solunum sisteminden dokulara taşınan  $O_2$  miktarının da artması gerekmektedir. Bu artış sırasında, meydana gelen karbondioksit ( $CO_2$ ) fazlalığı ve metabolik ısının vücut tarafından giderilmesi için solunum sisteminin düzenli ve yeterli şekilde çalışması gerekmektedir (Fox ve ark., 2012). Antrenmanlar sonucunda solunum hacmi ve kapasitesinde belirgin değişiklikler ortaya çıkmaktadır (Öz ve ark., 2001)

Bir fiziksel aktivite sırasında sporcular binlerce nefes alıp vermektedirler ve solunum kasları da tıpkı diğer iskelet kaslarında olduğu gibi düzenli bir şekilde çalışabilmek için  $O_2$  gereksinimi duyarlar (Amonette ve Dupler, 2002).

Birey dinlenme halindeyken ekspirasyon kasları gevşemiş ve solunum inspirasyon kaslarının mekanik etkisindedir. Solunum mekaniği her şekilde ve durumda inspirasyon kaslarının etkisiyle yapıyor olmasına rağmen aktivite esnasında, tidal volümü ve ekspirasyon hava akım oranını arttırabilmek için, ekspirasyon kasları da solunuma aktif şekilde katılırlar. Özellikle şiddetli bir fiziksel aktivite esnasında dokulara alınan  $O_2$ 'in %16'sını solunum kaslarının harcadığı bilinmektedir. Bu doğrultuda solunum kası kuvvetinin egzersiz gereksinimlerinin karşılanmasındaki önemi ortaya koymaktadır (McConnell, 2011).

Özellikle yüksek şiddette yapılan fiziksel aktiviteler boyunca solunum kasları dinlenmeye göre çok daha aktiftirler. Bundan dolayı solunum kaslarının verimli ve

yeterli bir şekilde solunumu devam ettirmesi için önemli miktarda metabolik çalışmaya gereksinim duymaktadırlar (Sheel, 2002).

Akciğerlerde kas dokusu olmadığından, çevrelerindeki kaslar sayesinde kasılıp gevşer ve nefes alışverişini sağlarlar. Bu kasların başında ise diyafragma kası gelir. Diyafragma, göğüs ve karın boşluğunu birbirinden ayıran, kubbe şeklindeki bir kastır ve ventilasyonun %75'ini sağlamaktadır. Diyafragma nefes alındığında genişler ve akciğerlerin esnemesi için yer açar. Nefes verildiğinde ise diyafragma yukarı doğru çıkarak akciğerleri sıkıştırır ve nefesi vermeyi sağlar (Kartal, 2011).

Literatürde sporcuların performansını sürdürebilmesinde en önemli faktörlerden biri olan solunum sistemi ve solunum kasları üzerine birçok çalışma yapılmış olmasına (Sheel, 2002; Karvonen, 1992; Amonette ve ark., 2002; Forbes S. ve ark.,2011; Vasconcelos ve ark., 2017) ve bu sistemin temel kası olan diyafragma kas kalınlığı üzerine çeşitli parametrelerin incelendiği çalışmalar (Orrey, 2013; Ueki ve ark., 1995; De Bruin ve ark., 1997; Kim ve ark., 2017; Enright ve ark., 2006) olmasına rağmen, diyafragma kas kalınlığının doğrudan performansla ilişkisi üzerine literatürde herhangi bir çalışmayla karşılaşılmamıştır.

Eldeki bu bilgilere dayanarak, çalışmamızın amacı solunumun en önemli organlarından olan diyafragma kas kalınlığının sportif performansın belirleyicileri olan aerobik ve anaerobik performansla ilişkisinin incelenmesidir. Bu amaç ile elde edilecek sonuçların spor literatürüne ve antrenörler için antrenman uygulamalarına katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Enerji Metabolizması

İnsan vücudunun çeşitli egzersizleri yapabilmesi, bireyin sahip olduğu enerji kapasitesi ile ilişkilidir. Yapılan egzersizler 2-3 saniye (sn) süren ani ve çok hızlı enerji üretimine ihtiyaç duyulan sıçrama hareketinden, iki saate kadar devam eden maraton koşuları ya da tenis müsabakalarına kadar yavaş enerji üretimine ihtiyaç duyulan egzersizler gibi çeşitlilik gösterir (Sönmez, 2002).

Enerji, özellikle antrenman veya müsabaka anındaki verimlilik ve yeterlilik düzeyleri için olmazsa olmazdır (Bompa, 2001). Tükettiğimiz besinler metabolizmada  $O_2$  yardımı ile parçalanarak  $CO_2$ , su ( $H_2O$ ) ve kimyasal enerjiye dönüşürler. Ancak besin maddelerinin içerisinde yer alan ve parçalanmaları sırasında açığa çıkan kimyasal enerji, direkt olarak iş için kullanılamaz. Adenozin tri fosfat (ATP) adı verilen bir başka kimyasal bileşimi oluşturmak için kullanılır (Fox ve ark., 2012).

ATP'nin yapısında bir adenozin ve üç fosfat grubu bulunur. Son iki fosfat grubu arasında 7300 kalorilik (cal) yüksek enerji bağı vardır. Bu bağ kimyasal reaksiyonlar ile parçalanarak enerji açığa çıkar ve ATP adenozin difosfata (ADP), yine ikinci bağı da parçalanmasıyla adenozin monofosfata (AMP) dönüştür ve birer serbest fosfat meydana gelir (Şekil 1). Ortaya çıkan bu enerji kas hücrelerinin iş yapabilmelerini sağlamak amacıyla kullanabilecekleri tek enerji biçimidir (Guyton ve Hall, 2013).

ATP sentezini sağlayan enerji sistemleri 3 başlık altında toplanabilir;

1. ATP-CP (Fosfojen) sistemi
2. Laktik asit (Anaerobik glikoliz) sistemi
3. Oksijen (Aerobik enerji) sistemi (Baltacı ve ark., 2006; Sönmez, 2002).

Kimyasal olarak ele alındığında en basit yapısı olan sistem ATP-CP enerji sistemidir ve sadece CP (Kreatin Fosfat)'nin reaksiyona girmesi ile meydana gelir. Diğer enerji sistemlerinde ise glikoz gibi moleküller kimyasal reaksiyonlarla parçalanarak enerji açığa çıkarır. Meydana gelen bu parçalanma ile ortaya çıkan enerji ATP yapımı için kullanılır. Bu parçalanma olayına çifte reaksiyonlar serisi adı verilir (Baltacı ve ark., 2006).

### **2.1.1. Kısa Süreli Egzersizde Enerji Metabolizması**

Çalışma süresi 2-3 dakikaya (dk) kadar süren fiziksel aktiviteler olarak ifade edilir (Dündar, 2004). Kısa süreli fiziksel aktiviteler, kas içinde depo edilmiş halde bulunan ATP ve CP'nin parçalanmaları ile ortaya çıkan enerji tarafından gerçekleştirilirler (Sönmez, 2002).

Kısa süren egzersizlerde enerji daha çok anaerobik sistemden elde edilir. ATP gereksiniminin büyük bir çoğunluğu fosfojen sistem ve anaerobik glikoliz tarafından sağlanır. CP miktarında önemli bir düşüş olur ve bu egzersiz sonuna kadar aynı şekilde devam eder. Toparlanma sırasında hızlı bir şekilde yenilenir (Dündar, 1998).

Enerji anaerobik metabolizmadan sağlandığı sürece laktik asit oluşumunda artış meydana gelir (Günay, 1998). Yüksek şiddette devam eden 1-3 dk'lık fiziksel aktiviteler sonucu kaslarda oluşan laktik asit, karaciğerde ve kaslarda yeniden glukoz ya da glikojene dönüştürülür. Laktik asit sistemi, tüm sporcular için bir diğer anaerobik enerji sistemi olan ATP-PC sistemi gibi çok önemlidir. Bu sistem acil durumlarda devreye girer ve çok hızlı şekilde ATP elde edilmesine neden olur. Özellikle 1-3 dk'lık yüksek şiddetli fiziksel egzersizler ( 400-800 metre (m) koşu, 100-200 m yüzme gibi ) sırasında ihtiyaç duyulan enerji (ATP), laktik asit sisteminden sağlanır (Bowers ve Fox, 1988; Fox ve ark., 2012; Mc Ardle ve ark., 1981; Sönmez, 2002).

### **2.1.2. Uzun Süreli Egzersizde Enerji Metabolizması**

Bu sistem karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin O<sub>2</sub> ile tamamen yanarak CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya dönüştükleri enerji sistemidir. Aerobik enerji sistemi, egzersize başladıktan sonraki ilk 2-3 dk'lık süre içerisinde kullanılmaz. Organizmanın fizyolojik ve kimyasal uyumu için belli bir zamanın geçmesi gerekir (Fox ve ark., 2012).

Bu sistem diğer enerji sistemlerine göre daha karmaşıktır ve daha fazla kimyasal tepkime oluşur. Ancak aerobik sistem sonucunda çok daha fazla ATP sağlanır (Bowers ve Fox, 1988; Fox ve ark., 2012; Mc Ardle ve ark., 1981; Sönmez, 2002). Bu şekilde yorgunluk oluşturan diğer maddeler oluşmadan çok fazla miktarda ATP üretilir. Bundan dolayı aerobik sistem çoğunlukla dayanıklılık gerektiren egzersizler için enerji sağlar (Bowers ve Fox, 1988; Sönmez, 2002).

Düşük şiddette devam eden yüklenmelerde enerji aerobik metabolizmadan sağlanmakta ve enerji üretiminin büyük bir kısmı yağlardan sağlanmaktadır. Yüklenme şiddeti arttıkça karbonhidratlar enerji kaynağı olarak kullanılırlar (Peker, 1998).

Fiziksel aktivitelerin ileri boyutlarında yağların oksidasyonunda artış olur. Bundan dolayı intramüsküler trigliserit kaynakları ile yağ hücrelerinden serbest durumdaki yağ asitlerinin ayrışması hızlanır. Yine bağlantılı olarak ayrışan yağ asitlerinin taşınmasında görev yapan enzimlerin de aktivitesi bu durumdan etkilenir. Dayanıklılık antrenmanları ile miyogloblin içeriğinde ve trigliserit depolarında önemli bir artış meydana gelir. Bununla birlikte karbonhidratların oksidasyonundaki artışa bağlı olarak mitokondrilerin sayısında, hacminde ve zar kalınlığında artış olur (Mutlubaş, 1999).

## **2.2. Aerobik Güç**

Aerobik güç ve kapasite aerobik performansın temel bileşenleridir (Willmore ve Costil, 2004). Aerobik güç, maksimal egzersiz sırasında bir dk'da harcanan maksimal oksijen miktarı ( $MaxVO_2$ ) olarak ifade edilir (Kalyon, 1995). Kardiovasküler sistemin en önemli göstergesi olan aerobik güç maksimal egzersiz sırasında bir dk'da harcadığı  $O_2$  miktarının ve aerobik kapasitenin birim zamandaki ifadesidir (Yıldız, 2012).

Aerobik performans ise, enerjinin aerobik sistemden karşılandığı ve sürekli artan yükler esnasında atmosferden dokulara birim zamanda aktarılan  $MaxVO_2$  olarak ifade edilmiştir (Bassett ve Howley, 2000; Yıldız, 2012).

Aerobik performans dayanıklılık özelliği ile ilişkilidir ve dayanıklılığın en önemli belirleyicisidir. Uzun süren aralıklı aktivitelerde  $maxVO_2$  vücudun ATP üretmek için maksimum oksijen metabolize edebilme hızı olarak da adlandırılır. Anaerobik eşik ve  $maxVO_2$  değerleri sporcuların dayanıklılık performanslarının önemli birleşenidir, ayrıca aerobik performanslarının değerlendirilmesinde ve dayanıklılık antrenman programlarının düzenlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Bu açıdan aralıklı takım sporlarında toplam iş yükü ve kat edilen mesafe ile doğrudan ilişkilidir (Bangsbo ve ark., 2008).

Sporcunun uzun süreli egzersiz yapabilmesi doğrudan o sporcunun  $MaxVO_2$ 'si ile ilişkilidir. Çünkü sporcuların  $MaxVO_2$ 'leri ne kadar iyi ise o kadar uzun süre egzersize devam edebilirler (Bucher, 1983; Karakaş, 1991).

Doğru Şiddette ve yeterli sũrede yapılan antrenmanların  $MaxVO_2$ 'ni önemli oranda geliŐtirdiđi bilinen bir gerçektir (Tũrkmen ve ark., 1995).

Aerobik gũç oluşumuna bireyin genetik yapısı, kondisyon seviyesi, yaşı, cinsiyeti, uygulanan antrenman modeli ve vũcut kompozisyonu gibi faktũrlerin etki ettiği bilinmektedir (Yıldız, 2012, Bucher, 1983).

### **2.3. Anaerobik Gũç**

Organizmanın egzersiz esnasında  $O_2$  ihtiyacını yeterli oranda alamadığı fakat enerji gereksiniminin sũrdũđũ oksijensiz çalışma anaerobik gũç olarak ifade edilmektedir (Willmore ve Costill, 1994).

Başka bir tanımda maksimal ya da submaksimal kas kasılmasının olduğu ve 30 ile 60 sn arasında sũren fiziksel aktiviteler sırasında yapılan en yũksek iş oranı anaerobik gũç, bu sũre sonunda oluşan ortalama iş oranı ise anaerobik kapasite olarak tanımlanır (Gũrses, 2015)

Anaerobik kapasite, sporcuların  $O_2$  borçlanmasına girmeden çok daha uzun sũreler fiziksel aktiviteye devam edebilmesi ve  $O_2$  borçlanması oluŐuktan sonra ise mũmkũn olan en kısa sũrede içerisinde toparlanmanın sağlanması Şeklinde tanımlanır (Bompa, 2001).

Anaerobik metabolizma, yalnızca karbonhidratların  $O_2$  kullanılmadan kısmen parçalanması sonucu laktik asite dũnũŐũmũnũ içerir. Aerobik metabolizmayla kıyaslandığında ũretilen enerji miktarı daha azdır (Sũnmez, 2002).

Fiziksel aktivite sırasında kullanılan enerji sistemleri spor branŐlarına gũre farklılık gũsterir. Anaerobik enerji sisteminin devreye giriş yũzdesi yapılan fiziksel aktivitenin Şiddeti ve sũresine gũre belirlenir. En yũksek Şiddette yapılan fiziksel egzersizden sonra bile kullanılan ATP miktarı ancak dinlenme seviyesinin %40'ı kadardır. (Noble, 1986).

Anaerobik gũcũn ũzellikle kısa sũrede yapılan ve çok yũksek oranda patlayıcı kuvvet gerektiren spor branŐlarında çok önemli olduğu bilinen bir gerçektir (Özkan ve ark., 2010).

Altı haftalık uygun olacak doğru bir antrenman programı ile anaerobik kapasitenin %10, bir yıl veya daha fazla sũrede kapasitenin %30 oranında arttırılabileceği savunulmaktadır (Medbo ve Burgers, 1990).



Anaerobik güç oluşumuna bireyin yaşı, cinsiyeti, vücut kompozisyonu, uygulanan antrenman modeli, kondisyon seviyesi, ATP resentez hızı, aerobik kapasitesi ve kas glikojen depolarındaki doluluk oranı gibi etmenlerin etkisinin olduğu bilinmektedir (Yıldız, 2012).

#### 2.4. Solunum Sistemi

Hemen hemen tüm canlı hücreler yaşam fonksiyonlarını sürdürebilmek için O<sub>2</sub>'ye gereksinim duyarlar. İnsan besin almadan belki birkaç hafta, su içmeden birkaç gün yaşayabiliyorken, oksijensiz yalnızca birkaç dk veya en fazla 3-6 dk durabilmektedir. Solunum istemsiz olarak yapılan bir olaydır ve sağlıklı olan yetişkin biri günde 14 000-15 000 defa nefes alır. Özellikle yaşamın devamı için en önemli organlar olan kalp ve beyin devamlı olarak O<sub>2</sub>'ye gereksinim duymaktadır (Bostancı, 2009; Demirbaş, 2015).

Solunum organları sayesinde;

- Solunum ile atmosferden alınan yabancı maddeler temizlenir,
- Karbonun yanması sonucu oluşan karbondioksitin dışında su buharı ve ısı meydana gelir ve bu ısı ile vücut ısısının 36,5-37,5 °C arası olması sağlanır,
- Dışarıya atılan hava sonucu oluşan subglotik basınç sayesinde oluşan titreşimler ile ses meydana gelir.
- Kan Ph seviyesi düzenlenir,
- Akciğerlerdeki hava ile kan arasındaki gaz taşınması yapılır (Akgün, 1975; Aktümsek, 2001; Demirel ve Koşar, 2002; Öztürk ve ark., 1997).

Solunumu oluşturan dört önemli olay vardır,

1. Pulmoner ventilasyon: Akciğerlerdeki hava kesecikleri ile atmosferdeki hava arasındaki gaz değişikliği,

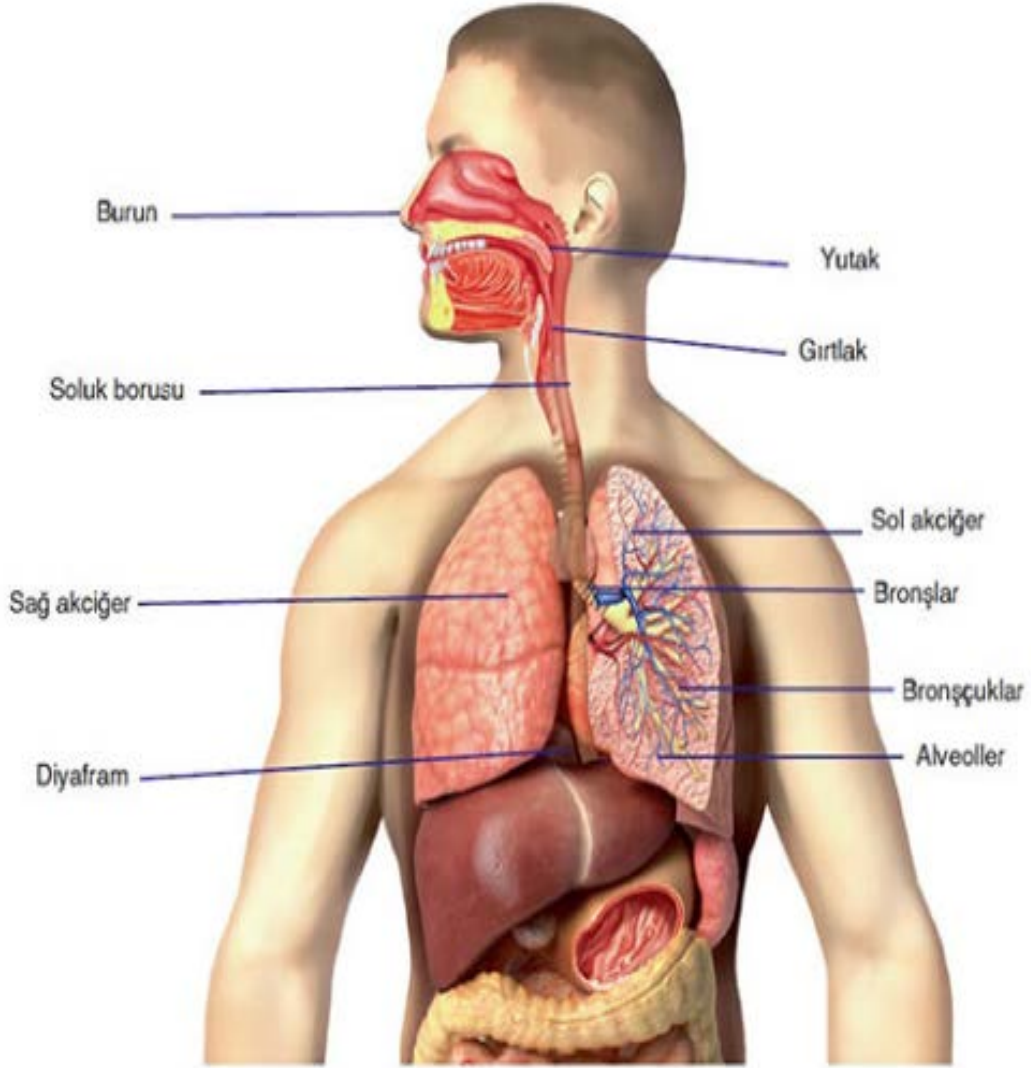
2. Dış solunum (eksternal) ya da alveolar solunum: Solunum membranıyla akciğer alveollerindeki O<sub>2</sub>'in akciğer kapilleri içerisindeki kana, kandaki karbondioksitin ise aynı yolla alveollere geçişi yani difüzyonu,

3. İç solunum (internal): Gereken O<sub>2</sub>'in hücrelere taşınması ve meydana gelen CO<sub>2</sub>'ı hücrelerden uzaklaştırmak üzere kanda ve vücut sıvılarında O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>'in taşınması,

4. Solunumun regülasyonu ile oluşmaktadır (Aktümsek, 2001).

### 2.4.1. Solunum Sistemi Organları

Solunum sistemi organları (Şekil 1), solunum yolları (burun, larinks, farinks, bronşlar trakea,), akciğerler, plevra, mediastinum, ve solunum kasları (diafragma ve diğerleri) ile bu yapılarla ilişkili olan afferent ve efferent sinirlerden meydana gelir. (Demirel ve Koşar, 2002; Bostancı, 2009; Guyton ve Hall, 2013).



**Şekil 1.** Solunum Sistemi Organları (<http://www.yardimcikaynaklar.com/solunum-sistemini-olusturan-yapi-veorganlar-nelerdir>)

Solunum yolları burun ile başlar ve arka arkaya birbirini takip ederek burun boşlukları, farinks, larenks, trakea ve bronşlarla devam eder. Bronşlar akciğer içerisinde giderek incilir ve kollara ayrılır sonrasında solunumsal yüzeyi oluşturan alveolleri

meydana getirerek sonlanır. İstirahat halinde ise, inspirasyon; eksternal interkostal, diyafragma ve skalen kasların kasılmasıyla yapılır. Sakin solunumda görev yapan bu kaslara, primer inspirasyon kasları denir. Primer inspirasyon kaslarının kasılmasıyla birlikte toraks genişler ve hacmi artar (Hall, 2016; Ulubay, 2017).

Akciğerler, hareket yapma açısından pasif özelliktedirler. Aslında akciğerlerin hareketini sağlayan aktif organlar solunum kasları ve göğüs kafesidir. Solunum organlarının duvarında kıkırdak iskelet yapısı vardır. Bu yapı sayesinde büzülmezler ve içlerinde havayı muhteva ederler (Demirel ve Koşar, 2002).

#### **2.4.2. Solunum Mekanikliği**

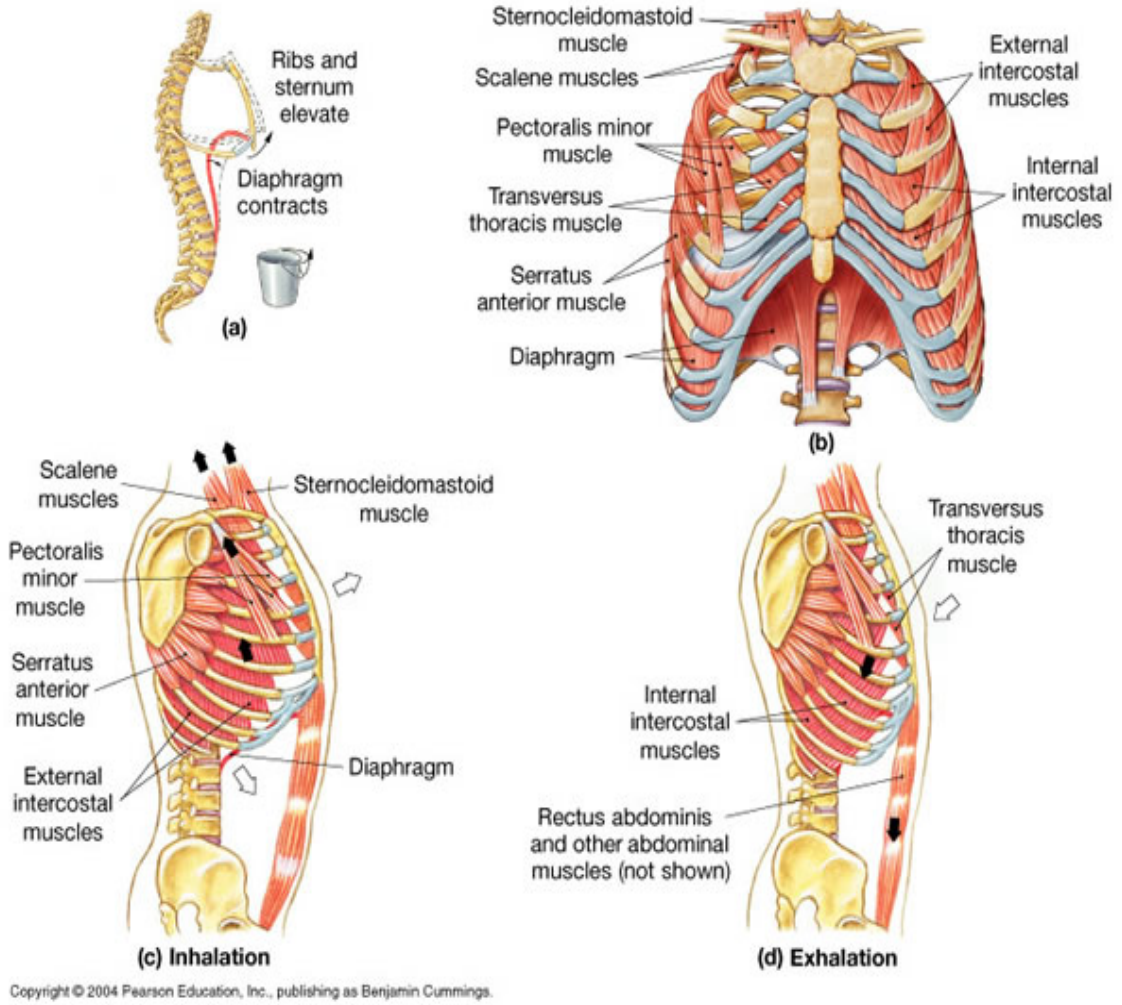
Solunum iki hareketten oluşur; inspirasyon (nefes alma) ve ekspirasyondan (nefes verme) oluşmaktadır. İspirasyonun yapılabilmesi için intrapulmoner basıncın atmosferik basınca göre daha düşük olması gerekir. Ekspirasyon da ise tam tersi bir basınç durumu gereklidir (Guyton ve Hall, 2013).

İspirasyon ve ekspirasyon esnasında diyafragmanın aşağı ve yukarı hareketleri ile akciğerler ve göğüs kafesi uzar veya kısalır. İspirasyon esnasında diyafragma kasılır ve aynı anda akciğerlerin alt kısımları aşağıya çekilir ve böylece akciğerler genişler. Ekspirasyonda ise diyafragma gevşer, akciğer ve göğüs duvarının elastik geri çekilme gücü ve şiddetli ekspirasyonda elastik geri çekilme gücüne ek olarak abdominal yapıların toraksa baskı oluşturması sonucu akciğerler küçülür ve hava dışarı çıkar (Hall, 2016).

Akciğerler ve onları koruyan göğüs kafesi yapısı bakımından elastiktir. Aslında akciğerler göğüs kafesi duvarına bağlı bir yapıda değildir. Akciğerlerin göğüs kafesi duvarından ayrılmamasını iki plevra yaprağı arasındaki sıvı ve negatif basınç sağlamaktadır (Faller ve Schuenke, 2000).

#### **2.4.3. Solunum Kasları**

Solunum kasları (Şekil 2) yapıları itibariyle iskelet kasları ile benzerlik gösterirler fakat özel görevlerinden dolayı iskelet kaslarından farklıdırlar (Eston ve Reilly, 2001). İskelet kasları sadece hareket ya da egzersiz esnasında ritmik olarak kasılırken, solunum kasları devamlı olarak ritmik şekilde kasılırlar (Edwards ve Faulkner, 1995).



**Şekil 2.** (a) m.diaphragma lokasyonu ve rolü, (b) Solunum kasları, (c) İnspirasyonda solunum kasları, (d) Ekspirasyonda solunum kasları

(<https://classicalosteopathyontario.wordpress.com/2012/03/21/the-tenth-thoracic-vertebra/>)

Solunum gözlemsel olarak ele alındığında torakal ve abdominal solunum şeklinde iki guruba ayrılır;

Torakal solunumda asıl görev m.intercostalis externi/interni kaslarındadır. Ayrıca m.transvers thoracic, m.sternocleidomasteideus, m.subcostalis, m.levator costarum, m.serratus posterior superior/inferior ve m.erector spina, m.pectoralis major/minor, m.scalen kasları torakal solunumda doğrudan veya dolaylı olarak görev yaparlar (Weineck, 2002).

Abdominal solunumda ise temel görev m.diaphragma kasınıdır. Torakal ve abdominal solunum genellikle birbirinden ayrılmaz ve değişik oranlarda birlikte çalışırlar (Weineck, 2002). Göğüs kafesinin yükselmesini sağlayan tüm kaslar inspirasyon kasları olarak, aşağı çekilmesini sağlayan tüm kaslar da ekspirasyon kasları olarak gruplandırılırlar (Guyton ve Hall, 2013).

### **İnspirasyon Kasları**

İnspirasyon, solunum kasları ile yapılan aktif bir işlemdir. İnspirasyon esnasında görev alan en önemli kas diyafragma'dır. Diyafragma, solunum sırasındaki pompa görevinin 2/3'ünü yapar. (Benditt ve Dennis, 2010).

İnspirasyonda görev alan kaslar;

a) Birincil kaslar; Göğüs kafesinin yükselmesini sağlayan en önemli kas m.intercostales externi, sternumu yukarı kaldıran m.sternocleidomastoideus ve muskuli intercostales interni kası ayrıca ilk iki kaburganın yukarı kaldırılmasını sağlayan m.scaleni kası da inspirasyona yardımcı olur (Guyton ve Hall, 2013)

b) Yardımcı kaslar; Mm.levator costarum, m.serratus posterior ve m.pektoralis (major, minor) kaslarıdır. Yine kaburgaların çoğunun kaldırılmasını sağlayan m.serratus anterior kası inspirasyonda görev alan yardımcı kaslardır. Bunların dışında glossofaringeal kaslar ve adduktör laringeal kaslar olarak ifade edilen üst solunum yolu kasları da inspirasyonda görev alırlar (Barter ve ark., 2003).

Bunlara ilaveten yapılan maksimal çalışmalar sırasında m.trapezius, boyun ve sırt kaslarının ekstansörlerinin kasılması sonucu inspirasyonda görev aldığı düşünülmektedir (Fox ve ark., 2012).

Eksternal interkostal kasların kasılması durumunda iki sonuç meydana gelir. Birinci durumda toraksın ikinci ve onuncu kaburgalar hizasında yukarı, dışarı doğru kaldırmak ve toraksın enine çapını arttırırken, ikinci durumda ise kaburgalar arasındaki kasları ve dokuları sertleştirmek ve giderek artan intraplevral basıncın negatifliğine karşı göğüs kafesinde oluşabilecek retraksiyonu önlemektir. Skalen kaslar ise normal sakin solunumda kasılır ve primer inspirasyon kası olarak görev yaparlar. İstirahat inspirasyonunda bu kasların birlikte kasılması soluk hacmini meydana getirir. Sadece diyafragma kasılırsa göğüs kafesi kaslarında retraksiyon, göğüs kafesi inspiratuvar kasları tek başlarına kasılırsa, diyafragma toraks içine yukarı doğru çöker (Ulubay, 2017).

## **Ekspirasyon Kasları**

Göğüs kafesininin aşağı çekilmesini sağlayan tüm kaslar ekspirasyon kasları olarak ifade edilirler (Guyton ve Hall, 2013). Ancak ekspirasyonda kas kasılması olmadığı ve pasif bir işlem olduğu için ekspirasyonun primer kası yoktur. Asıl işlem inspirasyon kaslarının gevşemesiyle olur. Fakat ekspirasyon sırasında diyafragma kası tam olarak gevşemez ve özellikle yatay durumda biraz daha devam eder. Bundan dolayı ekspirasyondan inspirasyona geçiş yavaştır (Benditt ve Dennis, 2010);

Ekspirasyonda görev alan kaslar;

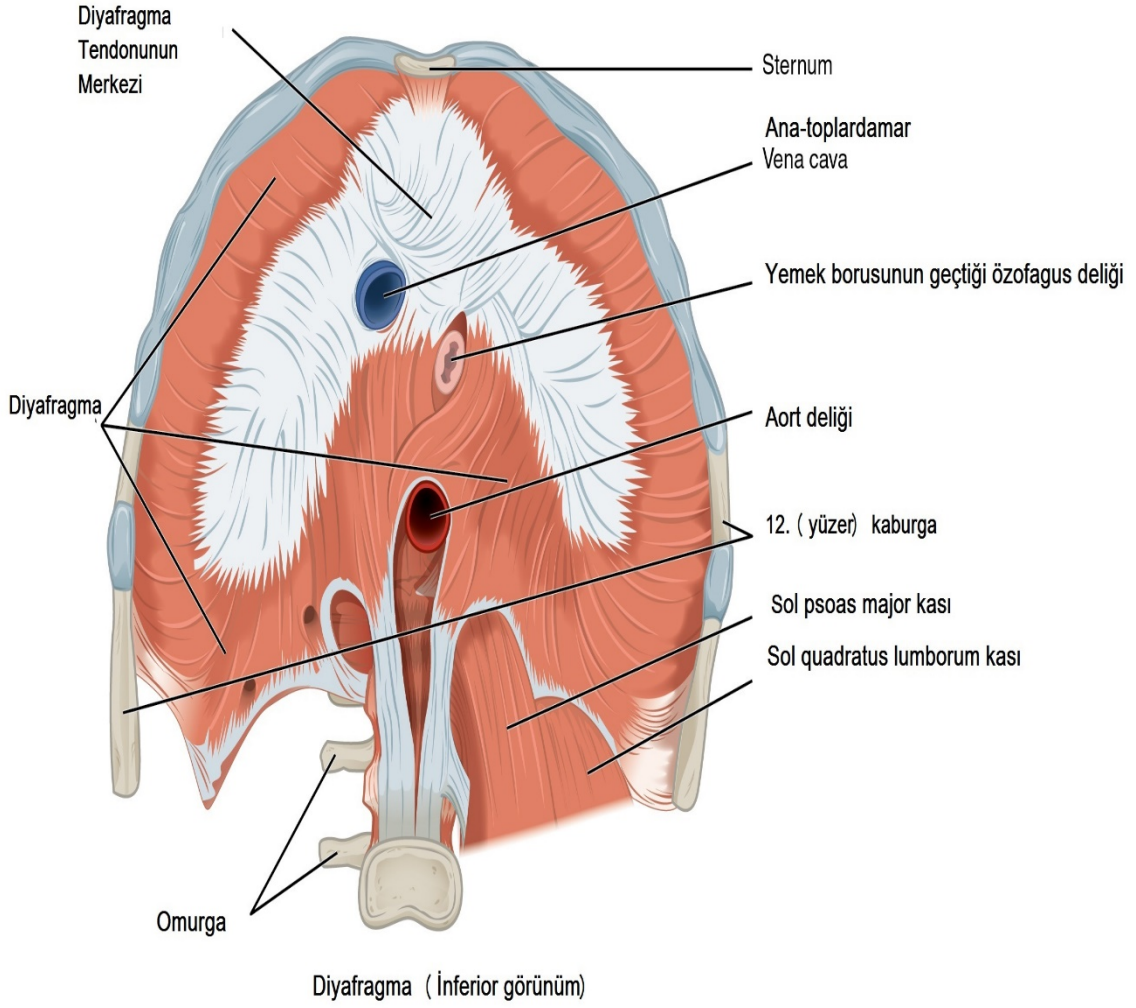
a) Birincil kaslar; M. transversus abdominis, m. obliquus abdominis eksternus, m. obliquus abdominis internus, m. rektus abdominis gibi abdominal duvar kasları ve ekspirasyona yardımcı olan internal interkostal kaslardır. Abdominal kasların kasılması abdominal basıncı artırır ve bu basınç diyafragma'yı toraks boşluğuna doğru iter ve alt kaburgaları aşağı çeker (Hall, 2016; Ulubay, 2017).

b) Yardımcı kaslar; Mm. intercostales eksterni, mm. intercostales interni, m. serratus (posterior, inferior), m. quadratus lumborum, m. transversus thoracis, mm. subcostales gibi internal interkostal kasların kasılması ise göğüs kafesini içe çeker. Sonuç olarak torasik hacim mümkün olduğunca fazla azaltılır. (Guyton ve Hall, 2013; Ulubay, 2017).

### **2.4.4. Diyafragma**

Solunum kasları bir pompa gibi çalışırlar. M.diaphragma kası nefes alma işleminin %75'ini karşılar ve nefes alındığında genişleyen diyafragma akciğerlerin esnemesi için yer açar. Nefes verildiğinde ise diyafragma yukarı doğru çıkarak akciğerleri sıkıştırır ve nefesi vermeyi sağlar (Bartter ve ark., 2003; Kartal, 2011). Solunumun her durumda devam etmesi için farklı kasların koordineli ve uyumlu halde çalışması gerekmektedir. Solunumu sağlayan kasların en önemlisi diyafragmadır (Akgün, 1975; De Troyer ve Estenne,1984; Bostancı, 2009).

Normal solunum sırasında işlemin çoğu diyafragma kasları tarafından sağlanır. Diğer solunum kasları ise sadece ventilasyon derinliği arttığında devreye girer. Bu nedenle, diyafragma sürekli olarak solunumda herhangi bir duraklama olmadan ritmik halde görevini yapmaya devam eder, bu sürekliliğin devamı için diyafragma lifleri yorgunluğa karşı dirençli bir yapıya sahiptirler (Polla ve ark, 2004).



Şekil 3. Diyafragma anatomik yapı ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1113\\_The\\_Diaphragm.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1113_The_Diaphragm.jpg))

Diyafragma yapısı itibariyle (Şekil 3) göğüs boşluğu ile karın boşluğunu birbirinden ayıran kubbe biçimindeki çizgili kas grubudur (Ulubay, 2017; Kartal, 2011). Eşit oranlarda yavaş ve hızlı liflere sahip olan diyafragmanın, kas lifleri bir yetişkinde sürekli olarak aktiftir. (Polla ve ark, 2004). Solunum kas liflerinin yapısal ve fonksiyonel özellikleri, karşılaştığı anlık durumlara cevap olarak büyüklüklerini değiştirebilmekte ve solunumun farklı fonksiyonel görevlerine uyum sağlayabilmektedir (Scott ve ark., 2001).

Yetişkin bir insanın diyafragma kas fibril tipi dağılımı tahmini olarak % 55 yavaş, % 21 hızlı oksidatif ve % 24 hızlı glikolitik lif tipi şeklindedir. Diyafragma kas lifleri, kuvvetli ve hızlı bir şekilde büzülerek genel kuvvet üretimine katkıda bulunabilir ve sürekli olarak kasılmaları koruyarak yorgunluğa karşı genel direncini arttırabilmektedir (Orrey, 2014; Polla ve ark., 2004).

Diyafragma lifleri genellikle bacak kaslarındaki her bir fibrili çevreleyen kılcal damarların sayısına benzer olduğu için, difüzyon mesafesi azalır, bu da diyafragmada oksijen kaynağının diğer kaslara göre daha verimli olmasını sağlar (Mizuno, 1991). Aerobik oksidatif enzim aktivitesi ve kesit alanı arasında ters bir ilişki vardır. Bu durum ise oksijen difüzyonunu artırabilir ve diyafragmanın yorgunluğa karşı artan direncine katkıda bulunabilir (Polla ve ark., 2004).

Diyafragmanın dışbükey yüzü göğüs kafesine, içbükey yüzü abdominal boşluğa bakar (Şekil 3). Kenarları kassal, ortası tendinözdür ve kontraksiyon yapınca kubbeliği azalır. Bunun sonucunda göğüs içinin düşey çapı artar. Akciğerler aşağı doğru genişler ve inspirasyon oluşur. Bu arada diyafragmanın aşağı doğru itilmesi ile karın içi basıncı artar, abdominal organlar geriye doğru itilirler, karın kasları gevşer ve karın duvarı dışa doğru genişler. Diyafragmanın hareketi ile meydana gelen solunum diyafragmatik ya da abdominal solunum olarak ifade edilir (Bartter ve ark., 2003; Bostancı, 2009)

Diyafragma, normal yani sakin inspirasyonda kasılır ve 1-2 cm abdominal boşluğa doğru hareket ederek toraksın dikey çapında artmaya ve aynı zamanda kaburga kenarlarını yanlara doğru iterek toraksın enine çapında artışa neden olur. Derin inspirasyonda ise diyafragmanın hareketi aşağıya doğru 7-10 cm'ye ulaşır. Böylece derin solunumda abdominal duvarın kompliyans sınırına ulaşılır ve abdominal basınç artar (Ulubay, 2017).

## **2.5. Solunum Sistemi ve Egzersiz**

Egzersiz esnasında kaslar enerji için  $O_2$  kullanır ve  $CO_2$  üretirler. Akciğerler,  $O_2$ 'in atmosferde bulunan hava ile kan arasındaki transferini ve  $CO_2$ 'in vücuttan atılmasını sağlarlar. Kanda bulunan  $CO_2$  kandaki asit-baz dengesine (Ph) etki edeceğinden, akciğerler kan pH'nın dengelenmesinde önemli görev alır (Sönmez, 2002).

Fiziksel egzersizler sırasında kasların  $O_2$  gereksinimi artar. Yapılan bütün fiziksel egzersizler için gerekli olan  $O_2$ 'i sağlayacak olan solunum sisteminin de buna fizyolojik açıdan uyumu bu sistemin bir gereğidir. Bundan dolayı merkezi sinir sistemi ile iskelet-kas sisteminin uyumlu şekilde çalışmasının yanında, solunum ve dolaşım sisteminin de dokulara  $O_2$  transferi için bu amaca uygun bir şekilde çalışması gerekmektedir. Yapılan antrenmanlar ile maksimal dakika solunumu, tidal volüm,



ventilasyon verimi, akciğer hacmi, nefes sıklığı, ventilasyon verimi ve difüzyon kapasitelerinde artış meydana gelir (Bostancı, 2009; Akgün, 1994)

Sporcular egzersiz sırasında birçok defa nefes alıp verirler ve diğer iskelet kaslarında olduğu gibi, solunum kasları da görevini düzenli bir şekilde yapabilmek için O<sub>2</sub>'e gereksinim duyarlar (Amonette ve Dupler, 2002). Özellikle yüksek şiddette yapılan egzersizler esnasında solunum kasları istirahat durumuna göre çok daha fazla aktiftir. Bundan dolayı solunum kaslarının verimli ve yeterli bir şekilde solunuma devam etmesi için önemli oranda metabolik çalışmaya gereksinim duymaktadır (Sheel, 2002).

Sporcunun MaxVO<sub>2</sub>'nde meydana gelen artışla birlikte solunum dakika volümünde de artış olur. Özellikle egzersiz başladıktan birkaç saniye sonra çok hızlı bir artış meydana gelir yine belirli bir zamanın ardından sonra bu artış kademeli bir şekilde devam eder. Sporcularda yüksek şiddette yapılan egzersizlerde solunum dakika volümü ilgili bilgiler farklılık göstermektedir. Solunum dakika volümü sporcularda 200 lt/dk, sedanterlerde 100 lt/dk'ya (Özturan, 1997), McConnell, 2011 ise 120-160 lt Olimpiyat sporcularında ise 250-300 lt'ye ulaştığını bildirmiştir. Bu durum sporcularda egzersizin solunum kaslarını kuvvetlendirmesi ile ilişkilidir. Bir çalışmada yirmi haftalık egzersiz programı ile solunum kaslarının dayanıklılığının %16 civarında geliştirilebileceği görülmüştür (Özturan, 1997).

Maksimal yüklenmelerde dakika ventilasyonu CO<sub>2</sub> üretimi tarafından düzenlenir. Egzersiz esnasındaki solunum derinliği ve sıklığında meydana gelen artış dakika ventilasyonunda da önemli bir artışına neden olur. Maksimal yüklenmelerde yetişkin erkek bireylerde solunum dakika frekansı 35-45'e (Ergen ve ark., 2002) bazı kaynaklarda ise 40-50 seviyelerine ulaşabilmektedir. Olimpiyat sporcularında ise yapılan maksimal egzersizlerde bu sayı 60-76 seviyelerine kadar ulaşabilir (Ergen ve ark., 2002). Tidal volüm ise maksimal egzersizlerde 3-4 lt, olimpiyat sporcularında ise tidal volüm 5 lt'ye kadar çıkabilir (McConnell, 2011).

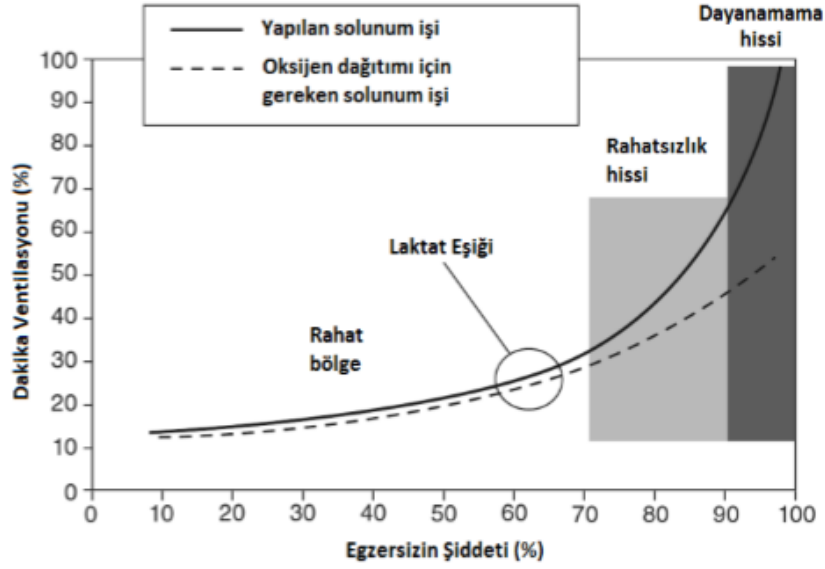
Uygulanacak 7-13 haftalık bir antrenman programı ile MaxVO<sub>2</sub>'nde % 10'un üzerinde artış meydana gelmesi mümkündür. Antrenmanlarla birlikte MaxVO<sub>2</sub>'nin arttırılması ve oksijen difüzyon kapasitesi artışı da antrenmanın ana amaçlarından. MaxVO<sub>2</sub> ve oksijen difüzyon kapasitelerindeki artış tidal hacim ve solunum frekansında yansımaktadır (Fox ve Fulcher, 1998).

Uzun süre devam eden dayanıklılık egzersizleri esnasında, maksimum dakika ventilasyonu, kadınlarda 45-80 lt/dk'ya kadar ulaşmaktadır. Kısa sürede ve yüksek şiddette yapılan egzersizlerde ise ventilasyon 120-140 lt/dk'ya kadar ulaşabilmektedir. Solunum frekansı ise, özellikle yüksek şiddette yapılan egzersizler esnasında 12 soluk/dk'dan 35-40 soluk/dk'ya kadar çıkabilmektedir. Yine yapılan egzersizin şiddeti ile doğru orantılı şekilde maksimal dakika ventilasyonu, kadınlarda 130 lt/dk'ya kadar çıkabilir. Maksimum dakika ventilasyonunda meydana gelen bu büyük artışa, solunum volümü ve solunum frekansında oluşan artış neden olur (Astrand ve Rodal, 1968; Martin ve ark., 1979; Byrne-Quinn ve ark., 1971; Sönmez, 2002).

Normal akciğer fonksiyonlarına sahip bireylerde solunum sistemi MaxVO<sub>2</sub> değerlerinde sınırlayıcı herhangi bir etkiye neden olmaz. Başka bir deyişle yüksek şiddetli bir egzersiz sırasında bile solunum sistemi vücut için gerekli O<sub>2</sub>'yi sağlar. Ancak O<sub>2</sub>'in dokulara taşınmasında asıl sınırlayıcı faktör dolaşım sistemidir (Akgün, 1994). Antrenmansız bireylerde ise egzersiz esnasında O<sub>2</sub> kullanımı ve CO<sub>2</sub> üretim seviyeleri, çalışma kapasiteleri ve bununla orantılı olarak maksimal ventilasyon değerleri düşüktür. Antrenmansız kişiler antrenmanlı kişilere göre aynı O<sub>2</sub> kullanımı düzeyinde ventilasyon değerleri daha yüksektir. Bu durum onların ventilasyon verim değerlerinin düşük olduğunu gösterir (Sönmez, 2002).

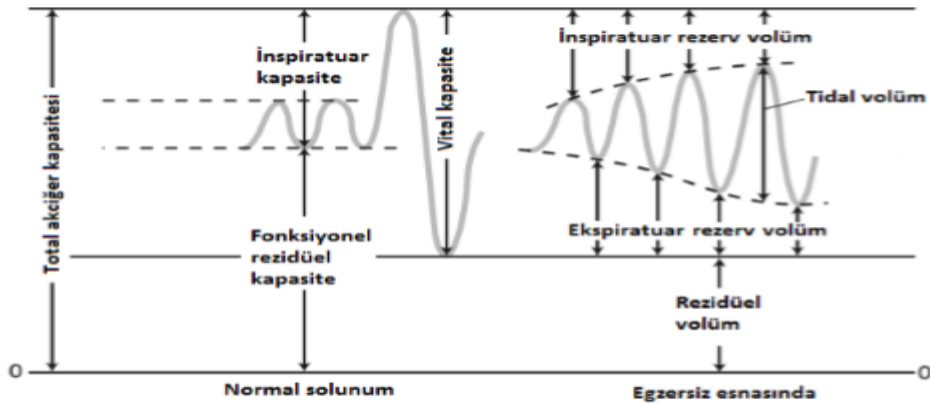
Sporcularda egzersizin solunum parametrelerine etkisinin nasıl olacağı değerlendirildiğinde, cinsiyet farkı gözetmeksizin sporun genç bireylerde solunum parametreleri üzerinde olumlu yönde artış sağlayacak etki yapması muhtemel bir sonuçtur. Çünkü genç bireyler anatomik olarak maksimum sınırlara ulaşmamışlardır. Bundan dolayı genç bireylerde uygulanacak yoğun fiziksel egzersizlerin gelişimi hızlandırıcı yönde etki oluşturacağı bir gerçektir (Bostancı, 2009).

Sporcular egzersiz sırasında birçok defa nefes alıp verirler ve diğer iskelet kaslarında olduğu gibi, solunum kasları da görevini düzenli bir şekilde yapabilmek için O<sub>2</sub>'e gereksinim duyarlar (Amonette ve Dupler, 2002). Özellikle yüksek şiddette yapılan egzersizler esnasında solunum kasları istirahat durumuna göre çok daha fazla aktiftir. Bundan dolayı solunum kaslarının verimli ve yeterli bir şekilde solunuma devam etmesi için önemli oranda metabolik çalışmaya gereksinim duymaktadır (Sheel, 2002).



Şekil 4. Farklı egzersiz şiddetlerinde solunum eforu (McConnell, 2011; Özdal, 2015'den)

Şekil 4'de egzersizin şiddetine göre değişen dakika ventilasyonun yüzdeleri gösterilmiştir. Egzersizin şiddetinde artış oldukça dakika ventilasyonunun O<sub>2</sub> taşınması için gerekli olan oranı %50 iken antrene olmayan solunum kaslarından dolayı %90'ın üzerine çıkmakta ve solunum kaslarında meydana gelen yorgunluktan dolayı dayanamama hissi oluşarak egzersiz bitirilmektedir (McConnell, 2011).



Şekil 5. Egzersizde akciğer hacim ve kapasiteleri (McConnell, 2011; Özdal, 2015'den)

Şekil 5’de gösterildiği gibi, tidal volümün genişletilmesi egzersiz boyunca inspiratuar ve ekspiratuar rezerv volümlerden kullanarak, solunum kaslarının etkisiyle gerçekleşmektedir (McConnell, 2011).

Egzersiz sırasında, soluk hızı ve derinliği artar ve bu sayede solunum kaslarının daha kuvvetli ve hızlı kasılması sağlanır. Özellikle şiddetli egzersizlerde O<sub>2</sub>’nin %16’sını solunum kaslarının harcadığı göz önüne alındığında etkili bir solunum kası kuvvetinin egzersiz gereksinimlerinin karşılanmasındaki önemi ortaya koymaktadır (McConnell, 2011).



### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Çalışmanın Kapsamı

Çalışmada denek grubu, farklı seviyelerde aktif spor yaşantısına devam eden yaş ortalaması  $21,80 \pm 2,40$  yıl olan 15 takım (futbol, basketbol, voleybol) ile  $18,93 \pm 2,31$  yıl olan 15 bireysel (atletizm, güreş, judo) sporculardan, kontrol grubu ise  $23,60 \pm 2,91$  yıl ortalamalı 10 sedanter gönüllüden oluşturulmuştur. Denek grubu en az 3 yıllık spor geçmişi olan, aktif olarak spor hayatlarına devam eden ve herhangi bir sakatlık ya da sağlık problemine sahip olmayan 30 sporcudan meydana gelmiştir. Kontrol grubuna ise herhangi bir branşta spor yapmamış, hiç antrenman geçmişi olmayan gönüllüler dahil edildi. Tüm katılımcılara testler sırasında maksimum performanslarını ortaya koymaları için, ölçümler başlamadan bir hafta önce çalışmanın amacı, uygulanacak testler ve cihazlar hakkında bilgi verildi ayrıca deneme ölçümleri yapıldı. Tüm katılımcılardan yazılı gönüllü olur belgesi alındı.

Çalışmaya katılacak gönüllü sayısının belirlenmesinde G\*Power 3.1.3. programı kullanıldı. Elde edilen veriler sonucunda çalışmaya 15 takım, 15 bireysel sporcu ve 10 sedanter olmak üzere toplamda 40 gönüllünün katılmasının yeterli olacağı belirlendi.

Bu çalışma için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı (Ek 1).

#### 3.2. Verilerin Toplanması

Katılımcıların yaş, doğum yılları kendilerine sorularak belirlendi. Boy uzunlukları anatomik pozisyonda, spor kıyafetleri ile ve ayakkabısız olarak 0,1 kg hassaslıktaki kantar ve bu kantardaki dijital boy ölçer ile (SECA, Germany) cm cinsinden, vücut ağırlığı kg cinsinden kayıt edildi (Tamer, 1995).

Vücut kitle indeksi (VKİ):  $Vücut\ ağırlığı\ (kg) / boy\ uzunluğu^2\ (m)$  (Jelalian ve Steele, 2008).

Katılımcıların hangi testlerin uygulanacağı rastgele (random) olarak belirlenmiştir. Ayrıca testler arasında 1 tam gün istirahat verilerek tam dinlenmenin sağlanması amaçlanmış ve tüm testler günün aynı saatinde yapılmıştır (Cheng ve ark., 2013; Wilson ve ark., 2014; Arend ve ark., 2015).

### **3.2.1. Isınma Prosedürü**

Aerobik ve anaerobik ölçümler öncesi her denek aşağıdaki ısınma protokolüne tabi tutulmuştur.

Genel ısınma için, 10 dk süre ile düşük yoğunlukta %40 tempo ile aerobik nitelikte koşu ile alt ekstremitelere kaslarına yönelik 5 dk'lık dinamik ve statik stretching çalışmaları yaptırıldı (Alter, 1988; Gelen, 2008).

### **3.2.2. Solunum Fonksiyon Testleri**

MGC Diagnostics Marka CPFS/D USB TM Spirometre ile FEV1, FEV1/FVC, FVC, SVC, MVV, ve İC kapasiteleri ölçüldü. Gönüllülere ölçümün açıklaması yapıldı ve gösterildi. Her denek için ayrı ağızlık kullanıldı ve kullanılan ağızlıklar atıldı. Deneğin burnu yollarından hava kaçışını önlemek için bir klipsle kapatıldı. Kullanılan karton ağızlığı ağız kenarlarında boşluk olmayacak şekilde dudaklarının arasına alması sağlandı. Gönüllülerin ölçümü esnasında hareket tekrar edildi ve gönüllü sözlü ifadelerle de motive edildi. Katılımcılarla ilgili bilgiler spirometreye kaydedildikten sonra denek oturur pozisyona alındı. Testler 3 aşamada gerçekleştirildi;

1. aşama: FEV1, FVC, FEV1/FVC değerleri için; kişiden 3 normal nefesten sonra hızlı bir şekilde inspirasyon ve 6 sn boyunca devam eden hızlı ekspirasyon yapılmaları istenildi.

2. aşama SVC, IC kapasiteleri için; kişiden 4 normal nefesten sonra alınabilecek en yavaş ve maksimal şekilde inspirasyonun gerçekleştirilmesi istenildi. İspirasyonun bitimi ile yavaş bir şekilde ekspirasyon yapıldı.

3. aşama; MVV kapasitesi için; kişiden 3 normal nefesten sonra maksimal düzeyde inspirasyon ve ekspirasyonun maksimal efor seviyesinde alınıp verilmesi ve 12 sn boyunca devam edilmesi istenildi.

### **3.2.3. Solunum Kas Kuvvetinin Belirlenmesi**

Solunum kas kuvvetini belirlemek için MicroRPM (CareFusion Micro Medical, Kent, UK) cihazı kullanılarak maksimal inspiratuar basınç (MIP) ve maksimal ekspiratuar basınç (MEP) değerleri tespit edildi.

Ölçümler ayakta ve burun bir klips ile kapatılarak yapıldı;

MIP için; uygulama yapılan kişiye maksimum ekspirasyon yaptırıldı ve kapalı solunum yoluna karşı kişinin maksimum inspirasyon yapması ve bunu 1-3 sn sürdürmesi istendi.

MEP için; yine uygulama yapılan kişiye maksimum inspirasyon yaptırıldı ve yine kapalı solunum yoluna karşı kişinin maksimum ekspirasyon yapması ve bunu 1-3 sn sürdürmesi istendi. (Lomax ve ark., 2014a; Lomax ve ark., 2014b; Güçlü ve ark., 2011).

#### **3.2.4. Aerobik Gücün Belirlenmesi**

MaxVO<sub>2</sub> Yo-Yo İntermittent Endurance Test-1 ile belirlenmiştir. Test başlamadan önce testin uygulanışı hakkında bilgiler verildi. Bu test; ilk olarak 8 km/sa hızla başlayan ve düzenli olarak hızın arttığı bir testtir. Test 20 m'lik önceden belirlenmiş alanda gidiş ve gelişlerden oluşmaktadır, her tur sonunda katılımcının 5 sn dinlendiği 5 metrelik bir alanının olduğu, belirli aralıklarda protokole bağlı hızda 0,5 km/sa ya da 1 km/sa artışın gerçekleştiği şekilde uygulandı. Katılımcıya en fazla iki hata yapma hakkı tanındı. 20 m'lik alan çizgisine tur zamanında giremezse ya da katılımcı testi kendi isteği ile bıraktığı durumda test bitirildi ve sporcunun kat ettiği mesafe test sonucu olarak kayıt edildi (Bangsbo ve ark., 2008).

#### **3.2.5. Anaerobik Gücün Belirlenmesi**

Anaerobik güç Test, kefeli Monark 834 bisiklet ergometresinde Wingate test protokolü ile gerçekleştirildi Test öncesi gönüllerin vücut ağılıkları elektronik baskül ile belirlendi. Bisiklet oturak boyu her katılımcının boyuna göre ayarlandı. Kişinin vücut ağırlığının %7,5'i kadar ağırlık bisikletin kefesine koyuldu. Deneğe istediği zaman, kefeyi kontrol eden butona basarak teste başlayabileceği söylendi. Denek kendini hazır hissettiğinde kefeyi kontrol eden tuşa basıp kefedeki ağırlığı düşürerek pedala ağırlık binmesini sağladığından itibaren 30 sn boyunca maksimal eforuyla pedal çevirmeye başladı. Testin başlaması ile birlikte kişi performansını en iyi şekilde sürdürebilmesi için sözlü olarak motive edildi. Süre tamamlandıktan sonra test sonlandırıldı. Anaerobik güç watt cinsinden kaydedildi (Özdal, 2015).

Anaerobik gücün belirlenmesi için uyguladığımız Wingate testi sonucu ile elde ettiğimiz verilerin başlıkları ve açıklamaları;

**Zirve güç ve relatif zirve güç (doruk güç);** Test sırasında elde edilen en yüksek mekanik güç değeri olan zirve güç alaktik anaerobik sürece dayandığı için “anaerobik gücün” göstergesi olarak kabul edilmektedir (Özkan ve ark., 2010).

**Ortalama güç ve relatif ortalama güç (ortalama güç);** Test sırasında elde edilen ortalama mekanik güç değeri olan ortalama güç anaerobik glikoliz sürecine dayandığı için “anaerobik kapasitenin” göstergesi olarak kabul edilmektedir (Özkan ve ark., 2010).

### **3.2.6. Diyafragma Kalınlık Ölçümü**

Ultrasonografi incelemesi kas iskelet ultrasonografisi konusunda deneyimli radyoloji uzmanı tarafından, Philips marka Affiniti 70G model ultrasonografi cihazı (Şekil 6) (Philips Healthcare, Bothell, WA USA) ve 5 cm genişliğinde 12 MHz Lineer transduser kullanılarak yapıldı. Kişi supine pozisyondayken, karaciğer penceresini kullanarak ölçüm yapabilmek için, sağ tarafındaki anterior aksiller çizgiye, koronal planda görüntü alacak şekilde transduser konumlandırıldı. Ekspirasyon anındaki diyafragma kas kalınlığı görüntülenmesi için 8. ve 9. kostalar arasındaki interkostal aralık tespit edildi ve bu aralıktan karaciğer penceresi kullanılarak optimal diyafragma görüntüsü (Şekil 7) elde edildi (Ueki ve ark., 1995). İspirasyon anında yapılacak görüntüleme için ise, 10. ve 11. kostalar arasındaki interkostal aralık tespit edildi ve diyafragmanın en iyi görüldüğü (Şekil 8) yerden kalınlığı ölçüldü. Ölçüm iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

1. Aşama: Kişiden mümkün olduğu kadar derin nefes vermesi ve maksimal ekspirasyon sağlandıktan sonra nefesini tutması ile diyafragma kasının görüntülenmesi ve kalınlık ölçümü yapıldı.

2. Aşama: Kişiden mümkün olduğu kadar derin nefes alması ve maksimal inspirasyon sağlandıktan sonra nefesini tutması ile diyafragma kasının görüntülenmesi ve kalınlık ölçümü yapıldı. Diyafragma kas kalınlığının ölçümü, plevra ve peritonun oluşturduğu iki ekojen çizgi dışlanarak, arada kalan hipoekoik diyafragma kası, ultrasonografi cihazında bulunan ölçüm kaliperi kullanılarak yapıldı. Ölçümler ekspiryum ve inspiyum fazlarında 3'er defa tekrarlandı ve en iyi ölçüm değeri olarak alındı.





**Şekil 6.** Philips Affiniti 70G model ultrasonografi cihazı

(<https://usa.philips.com/healthcare/product/HC795210/philips-affiniti-70-ultrasound-system#galleryTab=PI>)



Şekil 7. Ekspirasyon anında diyafragma görüntüsü



Şekil 8. İnspirasyon anında diyafragma görüntüsü

### 3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırma sonunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak analiz edilmesinde SPSS 22.0 paket programı (SPSS for Windows, 2008, SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) kullanıldı. Veriler; aritmetik ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değer olarak sunuldu. Normallik testi için Kolmogorov Smirnov kullanıldı. Aerobik/anaerobik kontrol ve deney uygulamalarındaki farkının analizi için bağımsız t-testi uygulandı. Değişkenler arasındaki ilişkinin kontrolü için Pearson korelasyonu yapıldı. İstatistiksel sonuçlar %95 güven aralığında ve  $p<0,05$  anlamlılık düzeylerinde değerlendirildi.



#### 4. BULGULAR

**Tablo 1:** Denek ve kontrol gurubu tanımlayıcı bilgiler

		N	Min.	Maks.	Ort.	S.S.
Yaş (yıl)	Denek	30	16,00	28,00	20,37	2,74
	Kontrol	10	21,00	30,00	23,60	2,91
Boy Uzunluğu (cm)	Denek	30	160,00	202,00	180,47	9,24
	Kontrol	10	161,00	190,00	172,50	8,19
Vücut Ağırlığı (kg)	Denek	30	57,00	140,00	79,87	16,62
	Kontrol	10	56,00	86,00	71,90	10,20
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	Denek	30	18,31	39,61	24,38	4,15
	Kontrol	10	19,03	30,13	23,91	3,02

Araştırmaya katılan grupların tanımlayıcı verileri tablo 1 de sunulmuştur. Buna göre denek gurubu yaş ortalaması  $20,37\pm 2,74$  yıl, kontrolün ise  $23,60\pm 2,91$  yıl olarak hesaplanmıştır. Diğer tanımlayıcı özellikleri olan boy ( $180,47\pm 9,24$ ;  $172,50\pm 8,19$ cm), vücut ağırlığı ( $79,87\pm 16,62$ ;  $71,90\pm 10,20$  kg) ve vki ( $24,38\pm 4,15$  kg/m<sup>2</sup>;  $23,91\pm 3,02$  kg/m<sup>2</sup>) belirlenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 2.** Takım ve bireysel sporcularının tanımlayıcı bilgileri

		N	Min.	Maks.	Ort.	S.S.
Yaş (yıl)	Takım	15	19,00	28,00	21,80	2,40
	Bireysel	15	16,00	22,00	18,93	2,31
Boy Uzunluğu (cm)	Takım	15	171,00	202,00	184,07	8,73
	Bireysel	15	160,00	196,00	176,87	8,53
Vücut Ağırlığı (kg)	Takım	15	58,00	98,00	76,47	9,62
	Bireysel	15	57,00	140,00	83,27	21,33
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	Takım	15	18,31	24,38	22,52	1,53
	Bireysel	15	20,68	39,61	26,23	5,09

Araştırmaya katılan takım (futbol, basketbol, voleybol) ve bireysel (atletizm, güreş, judo) sporcuların tanımlayıcı verilerine göre takım sporcularını yaş ortalaması  $21,80\pm 2,40$  yıl, bireysellerin ise  $18,93\pm 2,31$  yıldır. Diğer taraftan takım sporcularının ( $184,07\pm 8,73$ cm) bireysellere ( $176,87\pm 8,53$ cm) göre daha uzun boylu olduğu

görülmüştür. Vücut ağırlığı sırasıyla 76,47±9,62 kg, 83,27±21,33 kg ve VKİ 22,52±1,53 kg/m<sup>2</sup>, 26,23±5,09 kg/m<sup>2</sup> olarak hesaplandı (Tablo 5).

**Tablo 3.** Denek ve kontrol gurubunun solunum fonksiyonları test değerlerinin karşılaştırması

		<b>Ortalama</b>	<b>S.S.</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>FVC (lt)</b>	Denek	5,29	0,84	1,358	0,183
	Kontrol	4,83	1,13		
<b>FEV1 (lt)</b>	Denek	4,48	0,71	2,369	<b>0,023*</b>
	Kontrol	3,89	0,64		
<b>FEV1/FVC (%)</b>	Denek	85,13	8,30	1,261	0,215
	Kontrol	81,00	10,87		
<b>SVC (lt)</b>	Denek	4,78	0,75	-0,374	0,710
	Kontrol	4,87	0,81		
<b>IC (lt)</b>	Denek	3,27	0,85	-,517	0,608
	Kontrol	3,42	0,51		
<b>MVV (lt/dk)</b>	Denek	184,67	39,88	1,982	<b>0,055*</b>
	Kontrol	155,40	42,22		
<b>MIP (cmH<sub>2</sub>O)</b>	Denek	120,23	28,29	2,502	<b>0,017*</b>
	Kontrol	94,80	26,36		
<b>MEP (cmH<sub>2</sub>O)</b>	Denek	151,77	42,16	3,410	<b>0,002*</b>
	Kontrol	102,60	29,31		

Tablo 3. incelendiğinde araştırmaya katılan denek ve kontrol gurubuna ilişkin sonuçların ortalamaları karşılaştırıldığında, FEV1, MVV, MIP (cmH<sub>2</sub>O) ve MEP (cmH<sub>2</sub>O) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlılık elde edilirken (p<0,05), diğer solunum parametrelerinde farklılık olmasına rağmen anlamlı sonuçlar elde edilememiştir (p>0,05).

**Tablo 4.** Denek ve kontrol gurubunun anaerobik ve aerobik güç test değerlerinin karşılaştırılması

		<b>Ortalama</b>	<b>S.S.</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>Zirve güç (W)</b>	Denek	813,91	184,97	2,517	<b>0,016*</b>
	Kontrol	649,26	159,09		
<b>Ortalama güç (W)</b>	Denek	586,68	115,25	2,897	<b>0,006*</b>
	Kontrol	469,71	93,94		
<b>MaxVO2 (ml/kg/dk)</b>	Denek	55,98	7,07	3,924	<b>0,001*</b>
	Kontrol	46,77	3,68		

Wingate anaerobik güç testinde elde edilen verilerin denek ve kontrol grubu arasında karşılaştırmasına göre Zirve güç ve Ortalama güç parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ( $p<0,05$ ). Ayrıca denek gurubunun MaxVO<sub>2</sub> ortalama değeri  $55,98\pm 7,07$  ml/kg/dk iken, kontrol gurubunun  $46,77\pm 3,68$  ml/kg/dk olarak hesaplanmıştır ( $p<0,001$ ) (Tablo 4).

**Tablo 5.** Denek ve kontrol gruplarının diyafragma kas kalınlığı ölçüm değerlerinin analizi

		<b>Ortalama</b>	<b>S.S.</b>	<b>T</b>	<b>p</b>
<b>DK<sub>eks</sub> (mm)</b>	Denek	1,78	0,38	2,959	<b>0,005*</b>
	Kontrol	1,40	0,25		
<b>DK<sub>ins</sub> (mm)</b>	Denek	5,27	1,23	1,597	0,119
	Kontrol	4,56	1,20		
<b>DK<sub>fark</sub> (mm)</b>	Denek	3,50	1,15	0,821	0,417
	Kontrol	3,16	0,99		

Diyafragma kas kalınlığı ekspirasyon, inspirasyon ve aralarındaki değişim farkları hesaplanarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre denek ve kontrol grubu arasında DK<sub>eks</sub> parametresinde anlamlı ( $p<0,05$ ) fakat DK<sub>ins</sub> (mm) ve DK<sub>fark</sub> (mm) verilerinde ise farklılık görülmemiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 5).

**Tablo 6.** Takım ve bireysel sporcularının solunum fonksiyonları test değerlerinin karşılaştırılması

		<b>Ortalama</b>	<b>S.S.</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>FVC (lt)</b>	Takım	5,21	0,98	-0,486	0,630
	Bireysel	5,36	0,71		
<b>FEV1 (lt)</b>	Takım	4,37	0,82	-0,852	0,402
	Bireysel	4,60	0,59		
<b>FEV1/FVC (%)</b>	Takım	84,00	8,90	-0,742	0,464
	Bireysel	86,27	7,80		
<b>SVC (lt)</b>	Takım	4,74	0,94	-0,242	0,810
	Bireysel	4,81	0,52		
<b>IC (lt)</b>	Takım	3,22	0,90	-0,312	0,757
	Bireysel	3,32	0,84		
<b>MVV( lt/dk)</b>	Takım	171,67	35,09	-1,860	0,073
	Bireysel	197,67	41,24		
<b>MIP (cmH<sub>2</sub>O)</b>	Takım	110,67	24,99	-1,938	0,063
	Bireysel	129,80	28,93		
<b>MEP (cmH<sub>2</sub>O)</b>	Takım	134,67	26,07	-2,397	<b>0,023*</b>
	Bireysel	168,87	48,73		

Denek grubunu oluşturan takım ve bireysel sporcuların solunum fonksiyonları karşılaştırıldığında her parametrede bireysel spor yapanların takım sporcularına göre daha iyi değerlere sahip olduğu tespit edildi ( $p>0,05$ ). Her ne kadar bireysellerin daha iyi olduğu görülse de sadece MEP değerinde anlamlı farklılık elde edilmiştir ( $p:0,023$ ) (Tablo 6).

**Tablo 7.** Takım ve bireysel sporcu gruplarının anaerobik ve aerobik güç test değerlerinin karşılaştırılması

		<b>Ortalama</b>	<b>S.S.</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>Zirve güç (W)</b>	Takım	749,47	137,41	-2,005	0,055
	Bireysel	878,33	207,59		
<b>Ortalama güç (W)</b>	Takım	556,37	96,05	-1,469	0,153
	Bireysel	616,99	127,74		
<b>MaxVO<sub>2</sub> (ml/kg/dk)</b>	Takım	57,56	6,93	1,239	0,226
	Bireysel	54,39	7,07		

Takım ve bireysel sporcu gruplarının verileri değerlendirildiğinde Zirve güç, Ortalama güç ve MaxVO<sub>2</sub> parametrelerinde farklılık görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ) (Tablo 7).

**Tablo 8:** Takım ve bireysel sporcu gruplarının diyafragma kas kalınlığı ölçüm değerlerinin karşılaştırılması

		Ortalama	S.S.	t	p
<b>DK<sub>eks</sub> (mm)</b>	Takım	1,61	0,21	-2,588	<b>0,017*</b>
	Bireysel	1,94	0,43		
<b>DK<sub>ins</sub> (mm)</b>	Takım	4,87	1,16	-1,861	0,073
	Bireysel	5,67	1,19		
<b>DK<sub>fark</sub> (mm)</b>	Takım	3,25	1,10	-1,142	0,263
	Bireysel	3,73	1,19		

Ekspirasyonda diyafragma kas kalınlığı (DK<sub>eks</sub>) hesaplamalarına göre, takım (1,61 mm) ve bireysel (1,94 mm) sporcular arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir (p:0,017). DK<sub>ins</sub> ve DK<sub>fark</sub> parametrelerinde sonuçlar istatistiksel olarak anlam ifade etmese de (p>0,05) diyafragma kalınlıklarında takım sporcularının bireysellere göre daha incedir (Tablo 8).

**Tablo 9.** Denek grubunun diyafragma kas kalınlığı ile solunum fonksiyonları, anaerobik ve aerobik performans test değerlerinin ilişkisi

		VKI	FVC	FEV1	FEV1/FVC	SVC	IC	MVV	MIP	MEP	Zirve güç	Ortalama güç	MaxVo <sub>2</sub>
<b>DK<sub>eks</sub> (mm)</b>	r	<b>0,486**</b>	0,240	0,204	-0,042	0,022	0,305	0,276	0,116	0,280	0,295	0,202	-0,251
	P	<b>0,007</b>	0,101	0,140	0,413	0,455	0,051	0,070	0,272	0,067	0,057	0,143	0,091
<b>DK<sub>ins</sub> (mm)</b>	r	<b>0,511**</b>	0,202	0,158	-0,044	-0,021	0,201	0,054	0,130	0,266	0,540	0,457	<b>-0,437**</b>
	P	<b>0,004</b>	0,142	0,203	0,409	0,456	0,144	0,389	0,246	0,078	<b>0,001</b>	<b>0,006</b>	<b>0,008</b>
<b>DK<sub>fark</sub>(mm)</b>	r	0,387	0,137	0,102	-0,033	-0,029	0,115	-0,033	0,101	0,192	0,480	0,422	<b>-0,385*</b>
	P	<b>0,035</b>	0,234	0,296	0,431	0,439	0,272	0,432	0,297	0,155	<b>0,004</b>	<b>0,010</b>	<b>0,018</b>

Diyafragma kas kalınlığının göstergesi olan DK<sub>eks</sub>, DK<sub>ins</sub> ve DK<sub>fark</sub> parametrelerinin denek grubunda solunum fonksiyonları, anaerobik ve aerobik güç test değerleri ile ilişkileri incelendi. DK<sub>ins</sub> ve DK<sub>fark</sub> parametreleri ile MaxVo<sub>2</sub> arasında orta düzeyde negatif yönde anlamlı bir ilişki olduğu görüldü (p<0,05). Başka bir deyişle DK<sub>ins</sub> inceldikçe MaxVo<sub>2</sub>'nin daha iyi olduğu belirlendi. DK<sub>ins</sub> ve Dkfark'nın, Zirve güç, Ortalama güç ve VKİ ile arasında orta düzeyde pozitif ilişki bulunmuştur (p<0,05). Yani diyafragma kas kalınlığı yüksek olanların anaerobik performansının da



yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 9).

**Tablo 10.** Kontrol grubunun diyafragma kas kalınlığı ile solunum fonksiyonları, anaerobik ve aerobik güç test değerlerinin ilişkisi

	VKI	FVC	FEV1	FEV1/FVC	SVC	IC	MVV	MIP	MEP	Zirve Güç	Ortalama güç	MaxVo <sub>2</sub>	
<b>DK<sub>eks</sub> (mm)</b>	r	0,590	-0,198	-0,496	-0,103	-0,236	-0,368	-0,378	-0,211	-0,269	-0,004	0,180	-0,095
	P	0,072	0,292	0,073	0,389	0,255	0,148	0,141	0,279	0,226	0,496	0,310	0,397
<b>DK<sub>ins</sub> (mm)</b>	r	0,459	-0,130	-0,332	-0,094	-0,231	-0,351	-0,395	0,082	-0,011	-0,049	0,054	0,049
	P	0,183	0,360	0,175	0,398	0,260	0,160	0,130	0,411	0,488	0,446	0,441	0,446
<b>DK<sub>fark</sub> (mm)</b>	r	0,403	-0,107	-0,274	-0,087	-0,218	-0,329	-0,379	0,151	0,054	-0,058	0,020	0,083
	P	0,249	0,384	0,222	0,406	0,273	0,177	0,140	0,339	0,441	0,436	0,478	0,410

Kontrol grubunun DK<sub>eks</sub>, DK<sub>ins</sub> ve DK<sub>fark</sub> parametrelerinin Zirve güç, Ortalama güç ve MaxVo<sub>2</sub> arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı (p<0,05) (Tablo 10).

**Tablo 11.** Takım sporcularının diyafragma kas kalınlığı ile solunum fonksiyonları, anaerobik ve aerobik güç test değerlerinin ilişkisi

	FVC	FEV1	FEV1/FVC	SVC	IC	MVV	MIP	MEP	Zirve güç	Ortalama güç	MaxVo <sub>2</sub>	
<b>DK<sub>eks</sub> (mm)</b>	r	-0,057	0,043	0,149	-0,199	-0,058	-0,140	-0,122	-0,009	0,168	0,085	0,169
	P	0,420	0,439	0,298	0,239	0,419	0,309	0,333	0,488	0,274	0,382	0,274
<b>DK<sub>ins</sub> (mm)</b>	r	-0,101	-0,023	0,109	-0,300	-0,124	-0,172	-0,295	0,333	0,477	0,306	-0,230
	P	0,360	0,468	0,350	0,138	0,330	0,270	0,143	0,112	<b>0,036</b>	0,134	0,205
<b>DK<sub>fark</sub> (mm)</b>	r	-0,096	-0,033	0,086	-0,280	-0,120	-0,155	-0,290	0,355	0,473	0,308	-0,276
	P	0,366	0,454	0,380	0,156	0,335	0,291	0,148	0,097	<b>0,038</b>	0,132	0,159

Takım sporcuları grubunda diyafragma kas kalınlığı ile solunum fonksiyonları, anaerobik ve aerobik güç test değerleri arasındaki ilişkide DK<sub>ins</sub> ve DK<sub>fark</sub> parametreleriyle Zirve güç arasında orta düzeyde pozitif ilişki bulunmuştur (r:0,477).

**Tablo 12.** Bireysel sporcuların diyafragma kas kalınlığı ile solunum fonksiyonları, anaerobik ve aerobik güç test değerlerinin ilişkisi

		FVC	FEV1	FEV1/FVC	SVC	IC	MVV	MIP	MEP	Zirve güç	Ortalama güç	MaxVo <sub>2</sub>
<b>DK<sub>eks</sub> (mm)</b>	r	0,464	0,260	-0,279	0,182	0,538	0,284	-0,010	0,156	0,167	0,104	-0,350
	P	<b>0,041</b>	0,175	0,157	0,259	0,019	0,153	0,485	0,290	0,276	0,356	0,101
<b>DK<sub>ins</sub> (mm)</b>	r	0,574	0,301	-0,325	0,421	0,524	0,026	0,283	0,064	0,495	0,483	-0,551
	P	<b>0,013</b>	0,137	0,118	0,059	0,023	0,463	0,154	0,411	<b>0,030</b>	<b>0,034</b>	<b>0,017</b>
<b>DK<sub>fark</sub> (mm)</b>	r	0,406	0,207	-0,224	0,355	0,329	-0,077	0,287	0,007	0,435	0,446	-0,424
	P	0,067	0,229	0,211	0,097	0,116	0,392	0,150	0,490	<b>0,053</b>	<b>0,048</b>	0,058

Bireysel sporcularda; DK<sub>ins</sub> ve DK<sub>fark</sub> parametreleri ile Zirve güç ve Ortalama güç arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki görüldü (p<0,05). DK<sub>ins</sub> ile MaxVO<sub>2</sub> arasında ise negatif yönde anlamlı bir ilişki belirlendi (p<0,05). Bu duruma göre bireysel sporcularda DK<sub>ins</sub> ve DK<sub>fark</sub> parametreleri yüksek olanların anaerobik performanslarının da yüksek olduğu, ayrıca DK<sub>ins</sub> arttıkça MaxVO<sub>2</sub>'nin azaldığı belirlenmiştir (Tablo 12).

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmaya, 2018 yılı itibariyle farklı seviyelerde aktif spor yaşantısına devam eden 15 takım (futbol, basketbol, voleybol), 15 bireysel (atletizm, güreş, judo) sporcu ve 10 sedanter olmak üzere toplamda 40 kişi gönüllü olarak katılmıştır.

Literatürde sporcuların performansını sürdürebilmesinde en önemli faktörlerden biri olan solunum sistemi üzerine birçok araştırmanın yapıldığı görülmüştür (Sheel, 2002; Karvonen, 1992; Amonette ve ark., 2002; Forbes S. ve ark.,2011; Vasconcelos ve ark., 2017). Fakat bu sistemin temel organı olan diyafragmanın kalınlığı üzerine çeşitli çalışmalar olmasına rağmen (Orrey, 2013; Ueki ve ark., 1995; De Bruin ve ark., 1997; Kim ve ark., 2017), diyafragma kas kalınlığının aerobik ve anaerobik performansla ilişkisiyle ilgili literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu bölümde inspirasyon ( $DK_{ins}$ ) ve ekspirasyonda ( $DK_{eks}$ ) ultrasonografi görüntüsü alınarak hesaplanan diyafragma kalınlığının farklı değişkenler ile değerlendirildiği çalışmalardan bahsedilerek, araştırma bulgularımızla tartışılacaktır.

Deneklerin  $DK_{eks}$  ortalama değeri  $1,78\pm 0,38$  mm, sedanterlerin ise  $1,40\pm 0,25$  mm olarak ölçülmüştür. Diğer taraftan  $DK_{ins}$  ise denek grubunda ortalama  $5,27\pm 1,23$  mm, sedanterlerde ise  $4,56\pm 1,20$  mm olarak hesaplanmıştır. Yapılan analizde iki grup arasında  $DK_{eks}$  parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p:0,005$ ).

Denek grubunu oluşturan takım sporcularının  $DK_{eks}$  ortalaması  $1,61\pm 0,21$  mm  $DK_{ins}$   $4,87\pm 1,16$  mm, bireysel sporcuların  $DK_{eks}$   $1,94\pm 0,43$  mm ve  $DK_{ins}$   $5,67\pm 1,19$  mm olarak hesaplanmıştır. Diyafragma kas kalınlığı ölçümlerinde elde edilen veriler takım ve bireysel sporcu gruplarına göre karşılaştırma yapıldığında  $DK_{eks}$  parametresinde istatistiksel farklılık tespit edilmiştir ( $p:0,017$ ).

Diyafragma kas kalınlığını üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; Enright ve ark., (2006), 20 kişilik sağlıklı bireyde 8 haftalık solunum kası antrenmanı (SKA) uygulamasının ön-son test sonuçlarını karşılaştırmıştır. Buna göre; antrenman grubunda SKA öncesi  $DK_{eks}$   $2,2\pm 0,4$  mm,  $DK_{ins}$   $4,1\pm 0,5$  mm, kontrol grubunda  $DK_{eks}$   $2,3\pm 0,7$  mm,  $DK_{ins}$  ise  $4,0\pm 0,5$  mm SKA sonrasında ise antrenman grubunda  $DK_{eks}$   $2,4\pm 0,4$  mm,  $DK_{ins}$   $4,6\pm 0,7$  mm, kontrol grubunda  $DK_{eks}$   $2,4\pm 0,7$  mm,  $DK_{ins}$  ise  $3,9\pm 0,5$  mm olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre SKA'nın sağlıklı bireylerde diyafragma

kalınlığını, akciğer volümünü ve egzersiz kapasitesini arttırdığını tespit etmişlerdir ( $p<0,05$ ).

Orrey'in (2014) sağlıklı bireyler üzerinde yaptığı çalışmada ise katılımcıların  $DK_{eks}$  durumundaki ortalamasını  $1,92\pm 0,61$  mm bulmuştur. Bir diğer çalışmada ise 29-54 yaş aralığındaki 13 sağlıklı bireyde diyafragma kalınlığı görüntülenmiş ve  $DK_{eks}$  ortalamasının  $1,68\pm 0,2$  mm,  $DK_{ins}$ 'in ise  $4,40\pm 1,4$  mm olduğu görülmüştür (Ueki ve ark., 1995).

De Bruin ve ark., (1997) Duchenne muskular distrofi (DMD) yani ilerleyici kas dejenerasyonu hastası olan 10 çocuk ( $10,3\pm 1,3$  yıl) ve normal sağlıklı 12 çocuk ( $11,3\pm 2,0$  yıl) üzerindeki çalışmalarında; DMD hastası çocukların  $DK_{eks}$  ortalamaları  $1,74$  mm,  $DK_{ins}$  ise  $2,62$  mm olarak hesapladılar. Normal çocuklarda ise  $DK_{eks}$   $1,48$  mm,  $DK_{ins}$  ise  $3,50$  mm olduğunu belirttiler.

Farklı bir çalışmada 45 kronik felç hastasında ( $49,51\pm 12,48$  yıl)  $DK_{eks}$  ortalama  $2,10$  mm,  $DK_{ins}$   $4,00$  mm ve 49 sağlıklı gönüllü bireyde ( $48,15\pm 3,59$  yıl)  $DK_{eks}$   $2,10$  mm,  $DK_{ins}$  ise  $6,50$  mm olarak hesaplandı. Felçli hastalarda diyafragma kalınlığının azaldığı, özellikle hastalarda felçten etkilenen tarafta sağlıklı bireylere göre kalınlığın daha düşük olduğu ve inspirasyon kas fonksiyonlarının azaldığını tespit etmiş ve diyafragma kalınlaşma oranı, inspirasyon kas fonksiyonu ve felçli hastaların fonksiyonel yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmak için gelecekte yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç olduğunu ifade etmişlerdir (Kim ve ark., 2017).

Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar ile literatürdeki çalışmalar arasında sedanter grubu diyafragma kas kalınlığı ölçüm sonuçlarında benzerlik, sporcu grubu sonuçlarında ise farklılık bulunmaktadır. Sağlıklı bireylerde diyafragmanın boyutları, ağırlık çalışarak artırılabilir (McCull ve ark., 1997). Bu durum göz önüne alındığında denek grubu sporculardan oluştuğu için yapılan antrenmanlardan dolayı diyafragma kas kalınlıklarında farklılık olduğu söylenebilir.

Yüksek aerobik kapasitenin mümkün kıldığı hızlı toparlanma, bir becerinin çok sayıda tekrarının önemli olduğu sporlarda önemlidir. Bir sporcu aerobik kapasitesini geliştirirse anaerobik kapasitesi de gelişecektir (Kuter ve Öztürk, 1991). Antrenman programlarında sporcu performansının en yüksek seviyeye ulaşması için aerobik kapasiteyi geliştirici ve koruyucu çalışmalara yer verilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen aerobik kapasite ile ilgili bulgular tablo 7’de sunulmuştur. Araştırmaya katılan 15 takım sporcusunun (21,80±2,40 yıl) MaxVO<sub>2</sub> ortalama değeri 57,56±6,93 ml/kg/dk, 15 bireysel sporcunun (18,93±2,31 yıl) 54,39±7,07 ml/kg/dk ve kontrol grubunun (23,60±2,91yıl) ise 46,77±3,68 ml/kg/dk olarak bulunmuştur.

Literatürde, farklı takım sporları ile uğraşanların aerobik kapasitesini belirlemeye yönelik birçok çalışma mevcuttur. Castagna ve ark. (2009) genç erkek basketbolcularda yaptığı çalışmada MaxVO<sub>2</sub> değerini 60,09±6,26 ml/kg/dk olarak ölçmüştür. Bir diğer çalışmada, Türkiye’de profesyonel seviyede oynayan basketbolcuların MaxVO<sub>2</sub> değerleri 1. ligde 55±2,6, 2.ligde 57,2±2,8, 3.lig oyuncularında ise 50,4±4,9 ml/kg/dk olarak bulunmuştur (Kostromin, 2015).

Futbolcularda yapılan çalışmalarda ise Da Silva ve ark. (2008), Brezilya U17’nin 56,95±3,60 ml/kg/dk, U20’nin 58,13±3,21 ml/kg/dk ve 1. lig oyuncularının da 56,58±5,03 ml/kg/dk ortalama MaxVO<sub>2</sub> değerlerine sahip olduklarını belirlemişlerdir. Diğer taraftan Norveç 1. liginin en üst sırasındaki Rosenborg takımının 67,6 ml/kg/dk ve en alt sırada olan Strindheimin ise 59,9 ml/kg/dk olduğunu bildirmişler (Mc Milan ve ark. 2005). Eldeki çalışmalar incelendiğinde değişik seviyelerdeki takım sporcularında MaxVO<sub>2</sub> 50,4±4,9 ml/kg/dk ile 67,6 ml/kg/dk aralığında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Branşlar ve müsabakalar farklı olsa da takım sporlarında kullanılan enerji sistemleri birbirine yakındır. Bundan dolayı elde edilen aerobik kapasite değerleri birbirleriyle yakınlık göstermektedir. Bu araştırmanın sonuçları ile literatürdeki çalışmalar arasında da benzerlik olduğu görülmektedir.

Aerobik gücün yapılan bireysel sporun türüne göre ortalama değerleri araştırmalarda farklılık göstermektedir. William ve ark., (2002) yaptıkları çalışmada 12 triatlon koşucusunun (36,75±8,83 yıl) MaxVO<sub>2</sub> değerlerini ortalama 55,35±2,70 ml/kg/dk olarak belirlemişlerdir. Yapılan araştırmalarda MaxVO<sub>2</sub>, 16 atletin (20,50±1,59 yıl) 50,71±4,87 ml/kg/dk (Bostancı ve ark., 2017), güreş milli takıma seçilen 38 sporcunun (16,5±0,7 yıl) 53,7±5,3 ml/kg/dk ve seçilemeyen 88 güreşçinin (16,4±0,6 yıl) 49±5,3 ml/kg/dk (Demirkan, 2012) bulunmuştur. Elde edilen bulgular ile literatürdeki çalışmalar karşılaştırıldığında MaxVO<sub>2</sub> ortalamaları benzerlik göstermektedir.

Anaerobik kapasite takım ve bireysel sporlarda olduğu kadar sedanterlerde de günlük aktivitelerde yaptığı kısa süreli egzersizlerde önemlidir. Çalışmaya katılan takım sporcularının Zirve Güç  $749,47 \pm 137,41$  w, Ortalama Güç  $556,37 \pm 96,05$  w, bireysel sporcularda sırasıyla  $878,33 \pm 207,59$  w,  $616,99 \pm 127,74$  w ve kontrol gurubunda ise  $649,26 \pm 159,09$  w,  $469,71 \pm 93,94$  w olarak hesaplanmıştır.

Suna ve ark., (2016)'ın 12 basketbolcunun Zirve Gücünü  $998,0 \pm 73,66$  w ve Ortalama Gücünü  $661,98 \pm 89,53$  w olarak belirlemişlerdir. 39 orta saha futbolcusunda ( $15,8 \pm 1,3$  yıl) yapılan çalışmada, Zirve güç değeri  $539,9 \pm 138,8$  w olarak bulunmuştur (Joo ve Seo, 2016). Eliakim ve ark., (2007) voleybolcularda müziğin anaerobik performansa etkisi üzerine 12 kadın ( $16,4 \pm 0,3$  yıl) ve 12 erkek ( $17,0 \pm 0,2$ ) ile yaptıkları çalışmada; kadın sporcuların zirve gücünü (müziksiz / müzikli)  $10, \pm 0,3 / 10,4 \pm 0,3$  w/kg, ortalama gücünü  $7,6 \pm 0,2 / 7,7 \pm 0,2$  w/kg, erkek sporcuların ise zirve gücü  $11,0 \pm 0,4 / 11,6 \pm 0,4$  w/kg, ortalama gücü  $8,3 \pm 0,2 / 8,4 \pm 0,2$  w/kg olarak hesaplamışlar ve müziğin anaerobik performansı arttırdığını belirtmişlerdir. Araştırmada elde edilen anaerobik güç ortalama değeri literatürdeki çalışmaların sonuçlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumu 3 farklı branştan (basketbol, voleybol, futbol) deneklerin çalışmaya dahil edilmiş olması, özellikle voleyboldan katılan deneklerin baskın enerji sisteminin diğer branşlara göre farklı olmasından kaynaklandığını ayrıca sporcuların antrenman yaşlarının da etkili olmasıyla açıklanabilir.

Anerobik güç ortalama değerleri bireysel sporcular üzerinde yapılan araştırmalarda benzerlik göstermektedir. Farklı branşlardan 457 erkek sporcunun ( $19,7 \pm 1,6$  yıl) katıldığı araştırmaya göre zirve Güç  $951 \pm 141$  w, Ortalama Güç  $686$  w olarak bulunmuştur (Zupan ve ark., 2009). Toplam 40 güreşçide yapılan bir diğer çalışmada, denek grubu 20 güreşçinin ( $21,5 \pm 2,35$  yıl) Zirve Gücü  $847,40 \pm 186,98$  w, Ortalama Gücü  $522,40 \pm 94,09$  w bulunurken, kontrol grubunda ( $21,15 \pm 1,27$  yıl) ise sırasıyla  $812,35 \pm 137,37$  w ve  $525,45 \pm 82,80$  w olarak tespit edilmiştir (Çaloğlu, 2017). Yaş ortalaması 21 olan Olimpiyat seviyesindeki 26 elit judocu'nun Zirve Güç  $1248$  w, Ortalama Gücü ise  $548$  w olduğu hesaplandı (Ponorac ve ark., 2007). Eldeki çalışmaların sonuçlarına göre farklı branşlardaki bireysel sporcularda Zirve güç değeri  $812,35$  ile  $1248$  w, Ortalama güç ise  $522,40$  ile  $686$  w aralığında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmanın anaerobik güç değerleri ile literatür verileri karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir ancak Ponorac ve ark., (2007)'nin yaptığı

çalışmada anaerobik güç değerlerinin yüksek olmasının nedeni çalışmaya katılan sporcuların olimpik seviyede olmasından kaynaklandığı ile ifade edilebilir.

Solunum kasları, performansın ortaya koyulmasında önemli kriterlerden biri olarak spor bilimcileri tarafından kabul edilmiş bir olgudur. Solunum kaslarının dayanıklılığı, yorgunluğa direnç oluşturmada önemlidir. Solunum kaslarının değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden birisi MIP ve MEP ölçümüdür (McConnell, 2011).

Bu çalışmada bireysel ve takım sporcularının solunum fonksiyon ölçümleri alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre bireysel sporlardan katılan deneklerin, FVC (lt), FEV1 (lt), FEV1/FVC, SVC (lt), IC (lt), MVV (lt/dk), ortalama değerlerinin takım sporcularına göre daha iyi olduğu tespit edilirken (Tablo 6), sedanterlerin ise her iki gruptaki deneklere göre daha düşük düzeyde solunum fonksiyon değerlerine sahip oldukları görülmüştür (Tablo 3).

Solunum kas kuvveti ölçümlerinde takım sporcularında MIP  $110,67 \pm 24,99$  cmH<sub>2</sub>O, MEP  $134,67 \pm 26,07$  cmH<sub>2</sub>O, bireysel sporcularda sırasıyla  $129,80 \pm 28,93$  cmH<sub>2</sub>O,  $168,87 \pm 48,73$  cmH<sub>2</sub>O olarak, sedanterlerde ise  $94,80 \pm 26,36$  cmH<sub>2</sub>O ve  $102,60 \pm 29,31$  cmH<sub>2</sub>O olarak hesaplanmıştır.

Thomas, ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada dört farklı ligde oynayan basketbolcuların ve futbolcuların ortalama FVC ve FEV1 değerlerini incelemiş basketbol 1.liginde oynayan sporcuların (23,6 $\pm$ 3,1 yıl) FVC 5,66 $\pm$ 1,03 lt, FEV1 5,06 $\pm$ 0,83 lt, 2.lig seviyesinde (22,0 $\pm$ 3,3 yıl) sırasıyla 6,05 $\pm$ 1,29 lt ve 5,65 $\pm$ 1,06 lt, 3. ligde (23,8 $\pm$ 4,0 yıl) 5,38 $\pm$ 0,73 lt, 5,13 $\pm$ 0,94 lt ve son olarak 4. ligde (20,8 $\pm$ 3,4 yıl), 5,52 $\pm$ 0,90 lt, 5,16 $\pm$ 1,05 lt olarak bulmuşlardır. Futbolcularda ise 1.ligde; FVC 5,37 $\pm$ 0,82 lt, FEV1 5,16 $\pm$ 0,91 lt, yine 2.ligdeki futbolcularda sırasıyla 5,62 $\pm$ 0,71 lt, 5,24 $\pm$ 0,54 lt, 3.lig oyuncularında 5,40 $\pm$ 0,62 lt, 5,06 $\pm$ 0,51 lt ve en düşük seviyedeki 4.ligte 5,38 $\pm$ 0,67 lt, 4,90 $\pm$ 0,50 lt olarak belirlemişlerdir. Basketbolcular üzerinde yapılan farklı bir çalışmada, MIP 130,3 $\pm$ 3,7 cmH<sub>2</sub>O, MEP ise 171,8 $\pm$ 3,9 cmH<sub>2</sub>O olarak bulunmuştur (Romer ve ark., 2001) Fuso ve ark. (1996), elit futbolcuların MIP değerini 113,80 $\pm$ 3,1 cmH<sub>2</sub>O olarak saptamışlardır.

Literatürde bireysel sporcuların solunum fonksiyon ve solunum kas kuvveti ile ilgili yapılan çalışmalarda; Bostancı (2009) yüzücülerin solunum değerlerini incelemiş, FVC 5,53 $\pm$ 0,61 lt, FEV1 4,65 $\pm$ 0,63 lt, FEV1/FVC 85,77 $\pm$ 6,90 lt ve MVV 193,61 $\pm$ 13,52

lt olarak bulmuştur. Başka bir çalışmada, 18 kürek sporcusunun solunum parametreleri FVC  $4,13\pm 1,00$  lt, FEV  $13,80\pm 0,79$  lt, MVV  $143\pm 29$  lt olarak hesaplanmıştır (Forbes ve ark., (2011). Oueslati ve ark., (2017) 36 atlet ve 23 bisikletçi üzerinde yaptıkları çalışmada atletlerde MIP  $140\pm 25$  cmH<sub>2</sub>O, MEP  $172\pm 27$  cmH<sub>2</sub>O, bisikletçilerde ise MIP  $115\pm 26$  cmH<sub>2</sub>O, MEP  $146\pm 33$  cmH<sub>2</sub>O olarak bulmuşlardır. Tong ve Fu (2006), MIP ortalaması  $155,3\pm 15,5$  cmH<sub>2</sub>O olan 10 erkek sporcuda SKA'nın (MIP %40) Yo-Yo Recovery 1 Testi'ne etkisine bakmışlardır. Yapılan antrenman sonucunda Yo-Yo testinde tekrar sayısında artış olduğu ( $\%19,5\pm 12,6$ ), bunun nedeni olarak da inspiratuar kas kuvvetindeki artışı göstermişlerdir. Bu duruma göre MIP ve MEP değerlerindeki artışın performansı da olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Solunum kaslarına yönelik hazırlanan özel antrenman programları sonucunda solunum kaslarında yorgunluk miktarının azaltılması ve yüzücülerin özellikle elit yüzücülerde performans geliştirilmesiyle önemli derecede dikkate alınmaya başlanmıştır. Olimpiyat sporcular üzerinde yapılan çalışmada, yüzücülerin performansında % 1 oranında olumlu etkisi olduğu bulunmuştur (Pyne ve ark., 2004). Ayrıca literatür incelendiğinde elit düzeydeki kürekçilerde (Voliantis ve ark., 2001) ve bisikletçilerde Romer ve ark., (2002) % 4,6 oranında performans sürelerinde iyileşme sağladığı yani 40 kilometre süren bir bisikletçide yaklaşık olarak 3 dk veya 2000 m kürek çekende ise 60 m'lik katkı sağladığı bulunmuştur. Sporcularda kuvvet de ise % 31,2 dayanıklılıkta % 27,8'lik gelişim sağladığı tespit edilmiştir (McConnell, 2011).

Çalışmada elde ettiğimiz MIP ve MEP değerleri, benzer yaş aralığında olan sağlıklı ve sporcu bireyler bakımından normatif aralıkta olduğu görülmüştür.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada solunumun en önemli organlarından diyafragma kas kalınlığının sportif performansın belirleyicileri olan aerobik ve anaerobik performansla ilişkisinin incelenmiştir. Araştırmada bulgularına göre ortaya çıkan sonuçlar ve öneriler aşağıda ifade edilmiştir.

Buna göre diyafragma kas kalınlığının;

- Denek ve kontrol grubuna ilişkin sonuçların ortalamaları karşılaştırıldığında, FEV1, MVV, MIP (cmH<sub>2</sub>O) ve MEP (cmH<sub>2</sub>O) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlılık elde edildi ( $p < 0,05$ ).
- Denek ve kontrol grubu zirve güç, ortalama güç ve MaxVO<sub>2</sub> parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görüldü ( $p < 0,05$ ).
- Denek ve kontrol grubu arasında DK<sub>eks</sub> parametresinde anlamlı farklılık tespit edildi ( $p: 0,005$ ).
- Takım ve bireysel sporcu gruplarında göre bireysel sporcuların daha iyi solunum parametrelerine sahip oldukları görülse de yalnızca MEP değerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p: 0,023$ ).
- Takım ve bireysel sporcu grubu; zirve güç, ortalama güç ve MaxVO<sub>2</sub> parametrelerinde farklılık olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildir.
- DK<sub>eks</sub> hesaplamalarına göre, takım ve bireysel sporcular arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir ( $p: 0,017$ ).
- Denek grubu diyafragma kas kalınlığının kontrol grubuna göre yüksek olduğu ve bununla doğru orantılı olarak anaerobik performansın da yüksek olduğu tespit edildi.
- Kontrol grubunda yapılan ölçümlerde diyafragma kas kalınlığının aerobik ve anaerobik performans ile arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.
- Takım sporcuları grubunda ise diyafragma kas kalınlığının yüksek olduğu ve bununla pozitif yönde ilişkili olarak anaerobik performansın da yüksek olduğu görülmüştür.
- Bireysel sporcularda ise takım sporcuları ile aynı doğrultuda olarak diyafragma kas kalınlığının yüksek olmasının anaerobik performansını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

- Ayrıca diyafragma kalınlılığı ince olanlarda aerobik kapasitenin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

#### **Araştırmacılara öneriler;**

- Solunumun en önemli kası olan diyafragma kasının performansa olan olumlu yöndeki etkisi göz önüne alındığında solunum kası antrenmanlarının diyafragma kas kalınlılığına olan etkisi üzerine çalışmalar planlanabilir.
- Daha büyük denek gruplarında çalışmalar planlanabilir,
- Farklı antrenman metodlarının diyafragma kas kalınlılığına olan etkisi için farklı çalışmalar yapılabilir,
- Araştırmacılara, çalışmanın daha çeşitli olması için farklı branşlar üzerine çalışmalar yapılması önerilir.

#### **Antrenör ve sporculara öneriler;**

- Diyafragma kas kalınlılığının anaerobik performansla olumlu yönde ilişkisi olduğu göz önüne alındığında diyafragma kas kalınlılığını arttıracak antrenman metodlarının uygulanması,
- Sporcuları doğru branşlara yönlendirmek amacıyla yapılan yetenek seçimlerinde diyafragma kas kalınlılığının bir kriter olarak değerlendirilmesi önerilir.

## KAYNAKLAR

- Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi. 5. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, 1994;2-179.
- Akgün N. Solunum Fizyolojisi. 2. Baskı, İzmir, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları No:114. 1975; 22-98.
- Aktümsek A. Anatomi ve Fizyoloji (İnsan Biyolojisi). 1. Baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım. 2001; 307-317.
- Alter MJ. Science of Stretching. Champaign, IL, Human Kinetics Pub. 1988; 59.
- Amonette WE, Dupler TL. The effects of respiratory muscle training on VO<sub>2</sub> max, the ventilatory threshold and pulmonary function. J Exerc Physiol 2002;5(2):29-35.
- Arend M, Maestu J, Kivastik J, Ramson R, Jürimae J. Effect of inspiratory muscle warm-up on submaximal rowing performance. J Strength Cond Res 2015;29(1):213-218.
- Astrand PO, Rodahl K. Textbook of work physiology. Physiological Bases of Exercise, 3rd edition, New York: McGraw Hill Book Company, 1968;209-267.
- Baltacı G, Tunay BV, Tuncer A, Ergün N. Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi. 2. Baskı, Ankara, Alp Yayınevi. 2006; 29.
- Bangsbo J, Laia F, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. Sports medicine 2008;38 (1), 37-51.
- Bartter TC, Pratter MR, Irwin RS. Respiratory failure Part I: A Physiologic Approach to Managing respiratory Failure. In Intensive Care Medicine, Ed. Irwin RS and Rippe JM. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2003; 485-489.
- Basset JR, Howley ET. Limiting factors for maximal oxygen uptake and determinants of endurance performance. Medicine and Science in Sports and Exercise 2000;1, 70-84.
- Benditt JO, Dennis MC. The respiratory system and neuromuscular diseases. In: Mason JR, Broaddus VC, Martin TR, King TE, Schraufnagel DE, Murray JF, Nadel JA (eds). Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine. Philadelphia: Saunders & Elsevier, 2010;1691-706.
- Beyaz M. İzometrik tork değerleri ve wingate testi ile anaerobik gücün değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul, 1997; 6-23.
- Bompa TO. Antrenman Kuramı ve Yöntemi. 2. Baskı, Ankara, Bağırhan Yayın Evi, 2001; 41,42,230-243.

- Bostancı Ö. Elit yüzücülerde ve futbolcularda akciğer hacim oranının stereolojik yöntemle belirlenip solunum parametreleri ile karşılaştırılması. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 2009; 7-19.
- Bostancı Ö, Mayda MH, Tosun Mİ, Kabadayı M. İnterval Antrenman Programı ve Geleneksel Atletizm Antrenman Programının Bazı Fizyolojik ve Biyomotorik Parametreler Üzerine Etkisi. Dünya Spor Bilimleri Araştırmaları Kongresi, Manisa, Bildiri Özet Kitabı 2017;477,479.
- Bowers RW, Fox EL. Sports Physiology, 3rd Edition, Dubuque, Iowa:Wm.C. Brown Publishers. 1988.
- Bucher CA. Foundations of Physical Educational Sport. St. Louis, Mosby Company. 1983; 36.
- Byrne-Quinn E, Weill JV, Sadal IE, Filey GF, Grover RF. Ventilatory control in the athlete. J. Appl. Physiol 1971;30 (1): 91-98.
- Castagna C, Chaouachi A, Rampinini E, Chamari K, Impellizzeri F. Aerobic and explosive power performance of elite Italian regional-level basketball players. J Strength Cond Res. 2009;23(7):1982-1987.
- Cheng CF, Tong TK, Kuo TC, Chen PH, Huang HW, Lee CL. Inspiratory muscle warm-up attenuates muscle deoxygenation during cycling exercise in women athletes. Respir Physiol Neurobiol 2013;186(3):296-302.
- Çaloğlu M. Greko-romen ve serbest stil güreşçilerinde kros fit antrenmanlarının anaerobik güç ve dinamik dengeye etkisi. Dumlupınar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, Yüksek lisans tezi, 2017;41-43.
- Da Silva DC, Bloomfield J, Marins B, Carlos J. A review of stature, body mass and maximal oxygen uptake profiles of U17, U20 and first division players in brazilian soccer. Journal of Sports Science and Medicine 2008;7:309–319.
- De Bruin PF, Ueki J, Bush A, Khan Y, Watson A, Pride NB. Diaphragm thickness and inspiratory strength in patients with Duchenne muscular dystrophy. Thorax 1997;52:472–475.
- De Troyer A, Estenne M. Coordination Between Ribcage Muscles and Diaphragm During Quiet Breathing In Humans, J Appl Physiol 1984; 899-906.
- Demirbaş İ. Klarinet eğitimine yönelik diyafram geliştirme yöntemleri ve başlangıç seviyesi için metot örneği. Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Müzik Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 2015;2:5.
- Demirel H, Koşar N. İnsan Anatomisi ve Kinezyoloji, 1. Baskı, Nobel Yayınevi, Ankara, 2002; 26–34.

- Demirkan E. Serbest ve grekoromen yıldız milli takımlarına seçilen ve seçilemeyen güreşçilerin bazı özelliklerinin karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi 2012; 60.
- Dündar U. Antrenman Teorisi. 2. Baskı, Ankara, Bağırhan Yayın Evi. 1998: 36-80.
- Dündar U. Basketbolda Kondisyon. 2. Baskı, Ankara, Bağırhan Yayınevi. 2004: 3.
- Edwards RHT, Faulkner JA. Structure and Function of the Respiratory Muscles. Roussos C. The Thorax. New York, Marcel Dekker 1995; 185-217.
- Eliakim M, Meckel Y, Nemet D, Eliakim A. The effect of music during warm-up on consecutive anaerobic performance in elite adolescent volleyball players. Int J Sports Med. 2007; 28: 321-325.
- Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, Withnall L, Davies DH. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. Phys Ther. 2006 Mar;86(3):345-354.
- Ergen E, Zergerlioğlu AM, Ülkar B, Demirel H, Turnagöl H, Güner R, Başoğlu S. Egzersiz Fizyolojisi. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. 2002; 39-81.
- Eston R, Reilly T. Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual. 2nd Edition, London, Routledge Publisher 2001; 77-89.
- Faller A, Schuenke M. The Human Body an Introduction to Structure and Function. Stuttgart, Thieme Publishers 2000; 334-356.
- Forbes S, Game A, Syrotuik D, Jones R, Bell GJ. The effect of Inspiratory and Expiratory Respiratory Muscle Training in Rowers Research in Sports Medicine 2011;19(4):217-230.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML. The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri. 4. Baskı, Çev: Cerit M, Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi. 2012; 26-290.
- Fox P, Fulcher K. Fit for Sport, First Edition, Metro Publishing Limited, London, 1998; 79.
- Fuso L, DiCosmo B, Nardecchia B, Sammarro S, Pagliari G, Pistelli R. Maximal inspiratory pressure in elite soccer players. J Sports Med Phys Fitness 1996;36(1):67-71.
- Gelen E. Farklı ısınma protokollerinin sıçrama performansına akut etkileri. Spormetre. 2008;6(4):207-212.
- Golnick PD, King DV. Energy release in the muscle cell. Med Sci Sports 1969;1:32-38.

- Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji. 12. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2013; 12-60.
- Güçlü MB, İnce Dİ, Arıkan H, Savcı S, Tülümen E, Tokgözlüoğlu L. Farklı fonksiyonel sınıflardaki kalp yetersizliği hastalarında, solunum fonksiyonları, periferik ve solunum kas kuvveti ve fonksiyonel kapasitenin karşılaştırılması. Anadolu Kardiyoloji. 2011;1:101-106.
- Günay M. Egzersiz Fizyolojisi, Bağrgan Yayınevi, Ankara, 1998;129, 145.
- Gürses VV. İskemik önkoşullanmanın basketbolcuların aerobik ve anaerobik performansları üzerine etkilerinin incelenmesi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 2015; 28.
- Hall JE. Pulmonary ventilation. In: Guyton AC, Hall JE (eds). Textbook of Medical Physiology. 13th ed. Philadelphia: Elsevier, 2016:497-507.
- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1113\\_The\\_Diaphragm.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1113_The_Diaphragm.jpg) 01.06.2018.
- <https://classicalosteopathyontario.wordpress.com/2012/03/21/the-tenth-thoracic-vertebra/>
- <https://www.usa.philips.com/healthcare/product/HC795210/philips-affiniti-70-ultrasound-system#galleryTab=PI> 01.06.2018..
- Jelalian E, Steele RG. Handbook of Childhood and Adolescent Obesity. New York, Springer Science Business Media 2008; 67.
- Jensen K, Secher NH, Fiskestrand A, Christensen NJ, Lund JO. Influence of Body Weight on Physiologic Variables Measured During Maximal Dynamic Exercise. Acta Physiologica Scandinavica. 1984; 39.
- Joo HC, Seo D. Analysis of physical fitness and technical skills of youth soccer players according to playing position. Journal of Exercise Rehabilitation 2016;12(6):548-552. DOI: 10.12965/jer.1632730.365.
- Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: the physiology of champions. J Physiol 2008;1:586:35-44.
- Jung JH, Kim NS. The correlation between diaphragm thickness, diaphragmatic excursion, and pulmonary function in patients with chronic stroke. The Journal of Physical Therapy Science 2017;29: 2176–2179,
- Kalyon TA. Spor Hekimliği Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları. 4. Baskı, Ankara, GATA Basımevi. 1997; 29-30.
- Kantarson J, Jalayondeja W, Chaunchaiyakul R, Pongurgsorn C. Effect of respiratory muscles warm-up on exercise performance in sedentary subjects. Journal of Medical Technology and Physical Therapy 2010;22(1):71-81.

- Karakaş SE. Sağlık, spor ve performans. 1. Yüksek İrtifa ve Spor Bilimleri Kongresi Bildirileri, Kayseri, Özet Kitabı, 1991; 10-11.
- Kartal M. Diyafram Kullanımı Nefes Alma Sanatı. Sistem Yayıncılık, İstanbul, 2011; 1 89-110.
- Karvonen J. Importance of warm-up and cool down on exercise performance. In: Medicine in Sports Training and Coaching; Medicine Sport Science, Vol 35, J. Karvonen, P. W. R. Lemon, and I. Iliev (Eds.). Basel: Karger 1992;189–214
- Kim M, Lee K, Cho J, Lee W. Diaphragm Thickness and Inspiratory Muscle Functions in Chronic Stroke Patients. Medical Science Monitör. 2017;23:1247-1253. DOI: 10.12659/MSM.900529
- Kostromin S. Basketbolcularda anaerobik kapasitenin saha ve laboratuvar ortamında karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek lisans tezi 2015; 45.
- Kuter M, Yakupoğlu S, Öztürk F. Bayan basketbol takımının fiziksel ve fizyolojik profili. 2. Ulusal Spor Bilimleri Kongresi Bildirileri, Ankara, Özet Kitabı, 1992; 182.
- Lomax M, Tasker L, Bostancı Ö. An electromyographic evaluation of dual role breathing and upper body muscles in response to front crawl swimming. Scand J Med Sci Sports 2014a; DOI: 10.1111/sms.12354.
- Lomax M, Tasker L, Bostancı Ö. Inspiratory muscle fatigue affects latissimus dorsi but not pectoralis major activity during arms only front crawl sprinting. J Strength Cond Res 2014b;28(8):2262-2269.
- Martin BJ, Sparks KE, Zwillich CW, Weil JV. Low exercise ventilation in endurance athletes. Med. Sci. Sports Exerc 1979; 11(2);181-185.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology, energy nutrition and human performance. Dubaque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers 1981.
- McConnell AK. Breathe Strong, Perform Better. Champaign, USA, Human Kinetics 2011; 6-20.
- McCool FD, Conomos P, Benditt JO, Cohn D, Sherman CB, Hoppin Jr FG. Maximal inspiratory pressures and dimensions of the diaphragm. Am J Respir Crit Care Med 1997; 155(4):1329-1334.
- McMillan K, Helgerud J, Grant SC, Newell J, Wilson J, Macdonald R, Hoff J. Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. British Journal of Sports Medicine 2005; 39:432–436.

- McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med* 2005;39:273–277. DOI: 10.1136/bjism.2004.012526.
- Medbo JI, Burgers S. Effect of training on the aerobic capacity. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(4):501-507.
- Mizuno M. Human respiratory muscles: fibre morphology and capillary supply. *Eur Respir J* 1991;4:587–601.
- Mutlubaş Ö. Antrenmanın metabolik kapasite üzerine etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 1999;33:40.
- Noble JB. *Physiology of Exercise and Sport*. USA, Times Mirror/Mosby Coll. Publish 1986; 40.
- Orrey ST. The relationship between diaphragm thickness, diaphragm strength and diaphragm endurance in young, healthy individuals. *Stellenbosch Üniversitesi Sağlık Bilimleri Bölümü, Güney Afrika, Master Tezi*, 2014; 18-61.
- Oueslati F, Berriri A, Boone J, Ahmaidi S. Respiratory muscle strength is decreased after maximal incremental exercise in trained runners and cyclists. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, DOI:10.1016/j.resp.2017.11.005.
- Öz A, Satıcı Ö, Kavak V. Dicle Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencilerinin dayanıklılık ölçümü Cooper testi değerlendirilmesi. *Dicle Tıp Dergisi* 2001;28:67-75.
- Özdal M. Çim hokeyi oyuncularında aerobik antrenman programının bazı dolaşım ve solunum parametrelerine etkisi. *Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, Yüksek Lisans Tezi*, 2012; 3.
- Özdal M. Solunum kaslarına yönelik ısınma egzersizlerinin aerobik ve anaerobik güce etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, Samsun, 2015; 3-28.
- Özkan A, Köklü Y, Ersöz G. Wingate anaerobik güç testi. *Uluslararası İnsan Bilimleri*. 2010;7(1):207-224.
- Özturan D. Egzersizin bazı solunum fonksiyon testlerine etkisi. *Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 1997; 17.
- Öztürk L, Aktan A, Varol T. *İşlevsel Anatomi*, 1. Baskı, Saray Kitapevleri, İzmir, 1997;217 – 232
- Peker HS. *Sporda Beslenme*. 4. Baskı, Ankara, Onay Ajans. 1998; 10.



- Polla B, D'Antona G, Bottinelli R and Reggiani C. Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax* 2004; 59(9): 808-17.
- Ponorac N, Matavulj A, Rajkovača Z, Kovačević P. The assesment of anaerobic capacity in athletes of various sports. *Medicinski fakultet* 2007;60:427-430. DOI:10.2298/MPNS0710427P.
- Porsuk M. Orta ve uzun mesafe koşularında anaerobik eşik. *Hacettepe Üniversitesi Atletizm Bilim ve Teknoloji*. 1999;35:8-9.
- Pyne D, Trewi C, Hopkins W. Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers. *J Sports Sci* 2004;22(7): 613-620. DOI:10.1080/0264040310001655822.
- Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training upon recovery time during high intensity, repetitive sprint activity. *Int J Sports Med* 2002;23: 353–360.
- Scott W, Stevens J, Stuart A and Binder-Macleod S. Human Skeletal Muscle Fiber Type Classifications. *Journal of the American Physical Therapy Association* 2001; 81: 1810-1816.
- Sheel AW. Respiratory muscle training in healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance. *Sports Med* 2002;32(9):567-581.
- Souza H, Rocha T, Pessoa M, Rattes C, Brandao D, Fregonezi G, Campos S, Aliverti A, Dornelas A. Effects of Inspiratory Muscle Training in Elderly Women on Respiratory Muscle Strength, Diaphragm Thickness and Mobility. *Journals of Gerontology: Medical Sciences* Cite journal as: *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2014; 69(12):1545–1553.
- Sönmez GT. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Bolu, Ata Ofset Matbaacılık. 2002;3-200.
- Steele RH, Heard BE. Size of the diaphragm in chronic bronchitis. *Thorax* 1973;28:55-60.4
- Suna, G., Beyleroğlu M., Hazar, K. Basketbol ve hentbol takım oyuncularının aerobik, anaerobik güç özelliklerinin karşılaştırılması. *Niğde;Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor bilimleri dergisi* 2016;10(3):379-385.
- Tamer K. Sporda Fiziksel Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. Ankara, Türkerler Kitabevi. 1995; 48-163.
- Thomas M, Nikos K, Thomas S, Athanasios M. Preseason physiological profile of soccer and basketball players in different divisions. *Journal of strength and conditioning research* 2009; 23 (6) 1704–1713. DOI:10.1519/JSC.0b013e3181b3e0c5.

- Tong TK, Fu FH. Effect of inspiratory muscle warm-up on intense intermittent run to exhaustion. *European Journal of Applied Physiology*, 2006; 97: 673–680.
- Türkmen S, Kayatekin M, Varol R. Beden eğitimi derslerinin bir öğretim yılı boyunca ambulans ve acil bakım teknikerliği öğrencileri üzerindeki fiziksel ve fizyolojik etkileri. *Ege Üniversitesi Besyo Performans*. 1995;1(3):141-145.
- Ueki J, De Bruin PF, Pride NB. In vivo assessment of diaphragm contraction by ultrasound in normal subjects. *Thorax* 1995;50:1157-1161.
- Ulubay G. Solunum kas fizyolojisi ve kas gücü ölçümü. *Toraks Cerrahisi Bülteni* 2017; 10: 37-46 DOI: 10.5578/tcb.2017.006.
- Vasconcelos T, Hall A, Viana R. The influence of inspiratory muscle training on lung function in female basketball players-a randomized controlled trial, *porto biomedical Journal* 2017;2(3):86–89. DOI:org/10.1016/j.pbj.2016.12.003.
- Voliantis S, McConnell AK, Koutedakis Y, McNaughton L, Backx K, Jones, DA. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med Sci Sports Exercise* 2001;33, 803-809. Doi: 0195-9131/01/3305-0803.
- Weineck J. Sporda Fonksiyonel Anatomi. İstanbul, Birol Yayın Ltd. Şti. 2002; 49-52.
- Willmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport And Exercise*. 3rd edition. Human Kinetics 2004.
- William E, Amonette, Dupler TL. The effects of respiratory muscle training on  $vo_2max$ , the ventilatory threshold and pulmonary function. *Journal of Exercise Physiologyonline* 2002;5(2)29-35.
- Willmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics Champaign, Illinois 1994; 96-235.
- Wilson EE, McKeever TM, Lobb C, Sherriff T, Gupta L, Hearson G, Martin N, Lindley MR, Shaw DE. Respiratory muscle specific warm-up and elite swimming performance. *Br J Sports Med* 2014;48(9):789-791.
- Yıldız SA. Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Anlamı Nedir?. İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Spor Hekimliği AD, İstanbul, *Solunum Dergisi*, 2012; 14:1–8.
- Yılmaz F. *Beden Eğitimi ve Sporda Temel İlkeler*. Bursa, Ekin Kitabevi. 2001; 18.

Zupan MF, Arata AW, Dawson LH, Wile AL, Payn TL, Hannon ME. Wingate anaerobic test zirve güç and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2009;23(9):2598–2604.



## EKLER

### Ek 1. Etik kurul onayı



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.0 DM.0.20.08/1399-1461-1676

30.05.2018

Sayın Doç. Dr. Özgür BOSTANCI

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Sporcularda Diyafram Kas Kalmılgının Aerobik ve Anaerobik Performansla İlişkisi** başlıklı OMÜ KAİK 2018/29 Karar nolu Radyoloji çalışması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş ve etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına, çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 08.02.2017 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

  
Prof. Dr. Dursun AYGÜN  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Serhat ERAİL

**Doğum Yeri:** Tekkeköy

**Doğum Tarihi:** 29.07.1993

**Medeni Hali:** Bekar

**Bildiği Yabancı Diller:** İngilizce

**Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):**

Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi (2012-2016)

Yüksek Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi (2016-2018)

**Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:**

**E-posta:** serhat\_erail@hotmail.com