

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI BRANŞLARDAKİ SPORCULARIN SOLUNUM  
FONKSİYONLARI İLE SOLUNUM KAS KUVVETLERİ  
ARASINDAKİ İLİŞKİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Emre KARADUMAN**

**Danışman  
Doç.Dr. Özgür BOSTANCI**

**SAMSUN  
2020**

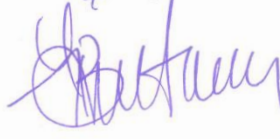
T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Emre KARADUMAN tarafından Doç. Dr. Özgür BOSTANCI danışmanlığında hazırlanan "Farklı Branşlardaki Sporcuların Solunum Kas Fonksiyonları İle Solunum Kas Kuvvetleri Arasındaki İlişki" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 26/06/2020 tarihinde yapılan sınav ile Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye: Doç. Dr. Özgür BOSTANCI  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Kürşat ACAR  
Sinop Üniversitesi



ONAY

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

26/06/2020

**Prof. Dr. Ali BOLAT**  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Kendisiyle tanıştığım andan itibaren hayat görüşünü örnek aldığım, bilime olan bakış açımı değiştiren ve yüksek lisans eğitimim boyunca her daim engin fikirlerinden yararlandığım değerli büyüğüm, hocam ve danışmanım Doç.Dr. Özgür BOSTANCI' ya;

Lisans ve yüksek lisans eğitimimde benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve zorlu iş hayatım boyunca daima yanımda olan kıymetli yol arkadaşım Emre ÇELEBİ' ye;

Sevinçlerimle sevinen, üzüntülerimle üzülen, varlığıyla bana güç veren ve abla sıfatını layıkıyla yerine getiren Candan ARIKAN' a;

Bu süreçte bana inanan, sürekli motive eden ve eğitim hayatımı sürdürmemde kolaylıklar sağlayan eski mesai arkadaşım ve abim Mehmet Melih DEMİREL' e;

Hayatı boyunca tek başına çalışıp bütün imkânlarıyla beni yetiştiren, vatana millete hayırlı bir evlat olmam için çalışan ve sayısız fedakârlıklarıyla beni bu günlere getiren canım annem Nurşen AKBAY' a;

Dünyaya geldiği günden beri hayatımıza neşe katan, beni her daim destekleyerek yanımda duran ve sabır gösteren sevgili kız kardeşim Edanur KARADUMAN' a;

*En içten duygularıyla teşekkür ederim.*

## ÖZET

### FARKLI BRANŞLARDAKİ SPORCULARIN SOLUNUM FONKSİYONLARI İLE SOLUNUM KAS KUVVETLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

**Amaç:** Bu çalışmada farklı spor dallarında yer alan aktif sporcuların solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının belirlenmesi ve çeşitli değişkenlerle ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

**Materyal ve Metot:** Araştırmaya yaş ortalaması  $20,71 \pm 2,99$  yıl olan 97 bireysel (atletizm, bisiklet, kürek, savunma sporları) ve  $22,05 \pm 5,12$  yıl olan 134 takım (basketbol, futbol, voleybol) sporcusu ile  $28,45 \pm 5,24$  yıl olan 40 sedanter toplam 271 kişi katıldı. Deneklerin solunum fonksiyonları Spirometre ile solunum kas kuvvetleri ise MicroRPM cihazı kullanılarak belirlendi. Değişkenlere ait normallik varsayımında Kolmogorov Smirnov, ikili karşılaştırmalarda Mann Whitney U, gruplar arasında Kruskal Wallis H testi, değişkenlerle ilişkilerin belirlenmesinde ise Spearman sıra korelasyonu uygulandı.

**Bulgular:** Tüm solunum parametrelerinde erkeklerin kadınlardan daha yüksek ortalamalara sahip olduğu görüldü ( $p < 0,001$ ). Bireysel sporcularının MİP, MEP, FVC ve FEV<sub>1</sub>' de, takım sporcularının ise yalnızca SVC' de diğer gruplara göre yüksek ortalamaları olduğu tespit edildi ( $p < 0,05$ ). VKI sınıflandırmasına göre MİP ve MEP ortalamaları en yüksek fazla ve normal kilolularda, en düşük ise zayıflarda olduğu görüldü. Fazla kilolu deneklerin FVC ve FEV<sub>1</sub> ortalamaları diğerlerine göre yüksekken en düşük SVC ortalaması ise zayıflarda tespit edildi ( $p < 0,05$ ). Deneklerin solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarıyla yaşları arasında negatif, diğer değişkenlerle ise pozitif ilişki bulundu ( $p < 0,05$ ).

**Sonuç:** Maksimum performansa ulaşmak için solunum fonksiyonlarını etkileyen faktörleri belirlemek ve değişkenleri kontrol altında tutmak önemlidir. Araştırma sonuçları VKI' nın sporcuların solunum fonksiyonlarını önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir. Bu nedenle sporcuların vücut ağırlıklarının uygun diyet programlarıyla sürekli olarak kontrol altında tutulması ve düzenli olarak VKI ölçümlerinin yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sporcular; Sedanter; Solunum fonksiyonu; Solunum kas kuvveti

Emre KARADUMAN, Yüksek Lisans Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Samsun, Haziran-2020

## ABSTRACT

### THE RELATIONSHIP BETWEEN RESPIRATORY FUNCTIONS AND RESPIRATORY MUSCLE STRENGTHS OF THE ATHLETES IN DIFFERENT BRANCHES

**Aim:** The aim of this study is to determine the respiratory function and respiratory muscle strength means of athletes doing sport in different sports branches and relationships with various variables.

**Material and Method:** A total of 271 volunteers, 97 individual athletes (athletics, cycling, rowing, martial arts) with a mean age of  $20.71 \pm 2.99$  years, 134 team athletes (basketball, soccer, volleyball) with a mean age of  $22.05 \pm 5.12$  years and 40 sedentary (age  $28.45 \pm 5.24$  years) participated in the study. Respiratory functions of the subjects were determined with Spirometer, while respiratory muscle strengths were determined by using MicroRPM. Kolmogorov Smirnov in the normality of variables, Mann Whitney U in paired comparisons, Kruskal Wallis H for comparison between groups, and Spearman rank correlation was used to determine the relationships with variables.

**Results:** In all respiratory parameters, men were found to have higher means than women ( $p < 0.001$ ). It was determined that individual athletes have higher means in MIP, MEP, FVC, and  $FEV_1$ , and team athletes have higher mean only in SVC than other groups ( $p < 0.05$ ). According to the BMI classification, the highest MIP and MEP means was found in overweight and normal-weight subjects and the lowest in the underweight. While the FVC and  $FEV_1$  means of the overweight subjects were higher than the others, the lowest SVC mean was found in the underweight. Respiratory function and respiratory muscle strength means were negative between the ages of the subjects and positive correlations were found with other variables ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** In order to get maximum performance, it is important to identify the factors affecting respiratory functions and to keep variables under control. The results of the study showed that BMI significantly affected the respiratory functions of athletes. Thus, it is recommended to keep athletes' body weight under control with appropriate diet programs and to make regularly BMI measurements.

**Key Words:** Athletes; Sedentary; Respiratory function; Respiratory muscle strength

Emre KARADUMAN, Master Thesis

Ondokuz Mayıs University – Samsun, June-2020

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>Cm</b>	:Santimetre
<b>Dk</b>	:Dakika
<b>DLCO</b>	:Akciğer karbonmonoksit difüzyon kapasitesi
<b>EAK</b>	:Ekspiratuar akım kısıtlaması
<b>EBB</b>	:Egzersize bağlı bronkokonstriksüyon
<b>EBLT</b>	:Egzersize bağlı laringeal tıkanıklık
<b>CO<sub>2</sub></b>	:Karbondioksit
<b>FEV<sub>1</sub></b>	:Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü
<b>FEV<sub>3</sub></b>	:Üçüncü saniye zorlu ekspirasyon volümü
<b>FEV<sub>1</sub>/FVC</b>	:Tiffeneau oranı
<b>FVC</b>	:Zorlu vital kapasite
<b>fB</b>	:Solunum sıklığı
<b>Lt</b>	:Litre
<b>KOAH</b>	:Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
<b>Kg</b>	:Kilogram
<b>Km</b>	:Kilometre
<b>MIP/PI<sub>max</sub></b>	:Maksimal inspiratuar basınç (cmH <sub>2</sub> )
<b>MEP/PE<sub>max</sub></b>	:Maksimal ekspiratuar basınç (cmH <sub>2</sub> )
<b>mL</b>	:Mililitre
<b>MVV</b>	:Maksimal istemli ventilasyon (lt/dk)
<b>O<sub>2</sub></b>	:Oksijen
<b>pH</b>	:Kanın asit-baz dengesi
<b>PEFR/PEF</b>	:Zirve ekspiratuar akım hızı (lt/sn)
<b>SFT</b>	:Solunum fonksiyon testi
<b>Sn</b>	:Saniye
<b>SKA</b>	:Solunum kası antrenmanı
<b>SKI</b>	:Solunum kas ısınması
<b>SKK</b>	:Solunum kas kuvveti
<b>SVC</b>	:Yavaş vital kapasite
<b>TLT</b>	:Tetiklenebilir laringeal tıkanıklık
<b>V<sub>A</sub></b>	:Alveoler ventilasyon (ml/dk)

<b><math>V_E</math></b>	:Dakikadaki ventilasyon (ml/dk)
<b>VKİ</b>	:Vücut kütle indeksi
<b><math>VO_{2max}</math></b>	:Maksimal oksijen tüketimi
<b>VC</b>	:Vital kapasite (ml)
<b>VT</b>	:Tidal volüm (ml)



## İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	ii
<b>ÖZET</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	vi
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	viii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	3
2.1. Solunum Sistemi .....	3
2.1.1 Dinlenme ve Egzersiz Anındaki Solunum Mekanikliği.....	3
2.1.2. Pulmoner Ventilasyon Mekanikliği .....	6
2.1.3. Egzersizin Pulmoner Fonksiyonlara Etkileri.....	8
2.2. Egzersize Bağlı Solunum Problemleri.....	9
2.2.1. Egzersize Bağlı Bronkokonstriksiyon.....	10
2.2.2. Egzersiz Bağlı Laringeal Tıkanıklık .....	12
2.2.3. Ekspiratuar Akım Kısıtlanması.....	14
2.3. Solunum Kas Kuvveti ve Yorgunluk .....	16
2.4. Solunum Kasları için Ergojenik Uygulamalar .....	17
2.4.1. Solunum Kası Isınma Uygulaması.....	18
2.4.2. Solunum Kası Antrenmanı .....	20
<b>3. MATERYAL VE METOT</b> .....	22
3.1. Çalışmanın Kapsamı.....	22
3.2. Çalışma Protokolü .....	22
3.3. Verilerin Toplanması.....	22
3.3.1. Solunum Fonksiyon Testleri.....	23



3.3.2. Solunum Kas Kuvvetinin Belirlenmesi.....	23
3.4. İstatistiksel Yöntem.....	24
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>25</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>42</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>54</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>56</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>79</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>80</b>



## 1. GİRİŞ

Genellikle düzenli fiziksel aktivitelerin sağlıklı bir yaşamı destekleyerek, fiziksel ve fizyolojik gelişmelerle birlikte solunum sistemini geliştirdiği (Pelkonen ve ark., 2003) ve atletik performansa olumlu yönde etki ettiği bilinmektedir (Wagner, 2005; Salinero ve ark., 2016; Durmic ve ark., 2017; Vignesh ve ark., 2018).

Akciğerlerin kapasitesi solunum sisteminin optimal işlevi için önemlidir. İnsanlar maksimum egzersiz için gerekenden yaklaşık %20-30 daha fazla akciğer hacmine sahiptir ve bu ekstra akciğer hacminin bir rezerv olarak işlev gördüğü düşünüyor (Kaminsky ve Irvin, 2018). Dolayısıyla akciğer hacmi yüksek yoğunluklu egzersizlerde artan yük karşısında değişir (Singh, 2015). Sporcuların antrenman veya müsabaka esnasında değişik yoğunluklarda egzersizlere maruz kaldığı düşünüldüğünde onların akciğer kapasitelerinin belirlenmesi egzersizin şiddetinin, sıklığının ve uygulanacak antrenman türlerinden en uygun olanının hazırlanması bakımından oldukça önemlidir.

Sporcular için kardiyovasküler sağlığın önemli göstergelerinden olan egzersiz kapasitesi dolaşım, solunum ve kas-iskelet sistemlerinin sürekli olarak artan adaptasyonlarıyla gelişir (Wilson ve ark., 2016). Son yıllarda yapılan çalışmalar, solunum sisteminin farklı spor dallarına göre adapte edilmesinin, elit sporcularda daha büyük akciğer hacim ve kapasitelerine sahip olabileceğini göstermiştir (Lazovic ve ark., 2015; Mazic ve ark., 2015). Çünkü solunum ve kardiyovasküler sistemin düzenli yapılan yüksek yoğunluklu egzersizler sırasında aktif olarak yer aldığı ve her iki sisteminde zamanla yapılan egzersizin tipine göre uyarlanabilir değişikliklere maruz kaldığı tespit edilmiştir (Nielsen, 2003; Dempsey ve ark., 2008; McKenzie, 2012; Durmic ve ark., 2017). Bu gerçeğe yönelik olası açıklamalar arasında fizyolojik egzersizlerin neden olduğu artan enerji talepleri yer almaktadır. Diğer bir değişle artan metabolik taleplerin karşılanması için vücuda yeterli oksijenin sağlanması gerekir ki bu pulmoner sistemin görevidir. Dolayısıyla düzenli egzersiz ile pulmoner sistemin etkinliğinin artması beklenmektedir. Diğer taraftan solunum kasları, egzersiz anında düzenli olarak güçlü inspirasyon ve ekspirasyonlara maruz kalması nedeniyle güçlenir. Güçlü solunum kasları da akciğerlerin maksimum düzeyde genişlemesine ve daralmasına yardımcı olur (Mahotra ve Shrestha, 2013; Imam ve ark., 2017; Chatterjee ve ark., 2019). Egzersiz yoğunluğu arttıkça solunum kasları vücudun metabolizmasında

ortaya çıkan artışlara ayak uydurmak için daha güçlü ve hızlı bir şekilde kasılmalıdır (Santos ve ark., 2011). Bu nedenle solunum kaslarının bu önemli rolü araştırmacılar için büyük ilgi kaynağı olmuştur.

Yapılan bazı çalışmalar düzenli egzersiz yapan sporcuların pulmoner kapasitelerinin (Vedala ve ark., 2013; George ve ark., 2014; Fitzgerald ve ark., 2014; Tedjasaputra ve ark., 2016) ve solunum kas kuvvetlerinin (Klusiewicz ve ark., 2014) egzersiz yapmayan sağlıklı bireylere göre daha yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir. Çeşitli solunum manevralarını kullanarak solunum sisteminin fonksiyonel durumunu (akciğer hacim ve kapasitelerini) belirlemek mümkündür. Spirometrik ölçümler, sporcuların inhale ya da ekshale ettiği havanın hacmini zamansal (dakikada ya da saniyede), niteliksel (büyüklük ya da kapasite) ve miktarsal (litre) olarak ölçen fizyolojik testlerden biridir (Singh ve ark., 2019). Bu testle uluslararası sağlık kuruluşları tarafından belirlenmiş olan standartlara uyularak sporcuların solunum kaslarının kuvvet ya da zayıflık derecesi (Mottram, 2017) ile akciğer hacim ve kapasitelerini (Wanger ve ark., 2005; Ranu ve ark., 2011; Ruppel ve Enright, 2012) belirlemek mümkündür. Genellikle sporcuların solunum fonksiyonlarını ve solunum kaslarını değerlendirmek amacıyla bu ölçümlerin çoğu ayrı ayrı ya da çeşitli kombinasyonlarda kullanılmıştır.

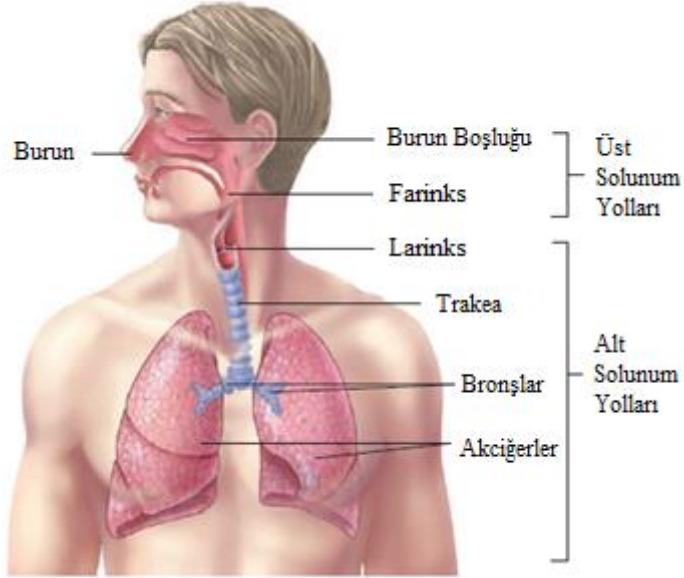
Bu bağlamda çalışmada, farklı spor dallarında yer alan aktif sporcuların solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının belirlenmesi ve çeşitli değerkenlerle ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Solunum Sistemi

Solunum sistemi, yaşamı sürdürmek için diğer visseral sistemlerle (örn. kardiyoasküler) çakışan ve etkileşim halinde olan bir sistemdir. Bu sistem öncelikle alveoler ventilasyonu sağlamak ve temel olarak arteriyel kan gazlarının (oksijen ve karbondioksit) kısmı basıncını koruyarak asit-baz (pH) dengesini sürdürmekten sorumludur (Sheel ve Romer, 2012; Peter ve Sheel, 2019).

Soluduğumuz hava akciğerlerin derinliklerindeki milyonlarca küçük keseciklere ulaşmadan önce bir dizi hava yollarından geçer. Solunum sistemi, burun, burun boşluğu, farinks, larinks, trakea, bronşlar ve akciğerlerden oluşur (Şekil 1). Bu sistem genellikle baş ve boyundaki yapıları içeren üst solunum sistemi (burun, burun boşluğu, farinks) ve torakstaki yapılardan oluşan alt solunum sistemi (larinks, trakea, bronş ve akciğerler) olarak ikiye ayrılır (Marieb, 2008; Tate, 2011; Saladin ve ark., 2018)



Şekil 1. Solunum sistemi (Tate 2011' den uyarlanmıştır)

#### 2.1.1 Dinlenme ve Egzersiz Anındaki Solunum Mekanikliği

Solunum mekaniği, akciğerler, göğüs duvarı ve bir kasılma mekanizması olarak görev yapan solunum kaslarının birbirleriyle olan etkileşimi olarak tanımlanabilir (Dominelli ve Sheel, 2012). Dinlenme anındaki solunum, basınç dalgalanmalarının

ağırlıklı olarak abdominal boşluğun aşağısına doğru inerek hacmi artıran ve torasik boşlukta negatif bir basınca neden olan diyaframın otonom kasılması yoluyla meydana gelir (De Troyer ve Moxham, 2020).

Temel solunum kaslarından biri olan interkostal kaslar kaburgaları yukarı ve dışarı doğru çekerek göğüs kafesinin alanını artırmaya dolayısıyla akciğerlerin genişlemesine yardımcı olur (Ratnovsky ve ark., 2008; Aliverti, 2016; Hall, 2016). Akciğerler genişledikçe hava ağız ya da burun yoluyla farinks, larinks, trakea ve bronşlar aracılığıyla gaz değişiminin gerçekleşeceği alveollere çekilir (Ratnovsky ve ark., 2008; Strohl ve ark., 2012; Wilson, 2016). İspirasyon tamamlandıktan sonra diyafram tamamen gevşer ve akciğerler, göğüs duvarı ile abdominal yapıların elastik geri çekilme özelliği torasik boşlukta daralmaya neden olur. Bu durum akciğerlerin hacmini azaltarak bir pozitif basınç meydana getirir. ve bu basınç aynı şekilde (inspirasyonda olduğu gibi) ağız ya da burun yoluyla havanın pasif olarak akciğerlerden dışarıya doğru akmasına neden olur (Marieb, 2008; Strohl ve ark., 2012; Betts ve ark., 2014; Hall, 2016).

Egzersiz, vücudun daha fazla oksijen gerektirecek metabolik taleplerini arttırmaktadır (Haverkamp ve ark., 2005; Dominell ve ark., 2015; Kenney ve ark., 2015). Solunum mekaniğindeki bu değişiklikler, egzersiz başlangıcında otonom bir şekilde ortaya çıkar ve beyin sapı merkezinde yer alan medulladaki nöral değişiklikler yoluyla göğüs kafesi üzerinde hareket eden temel ve yardımcı solunum kaslarını uyarır (Aliverti, 2008). Bu durum dakika ventilasyon ( $V_E$ ) miktarının artırılmasını tetikleyen çeşitli uyarlamalarla sağlanır.

Ventilasyon genellikle egzersiz anında oksijen ( $O_2$ ) ihtiyacının karşılanması için gerekli ana faktör olarak kabul edilir (Froelicher ve Myers, 2006). Organizmanın metabolik gereksinimlerine uygun olarak gazları değiştirme ihtiyacı solunum ventilasyon seviyesini, solunum sıklığını ve her nefeste inspire edilen havanın miktarını belirleyen temel faktördür. Bu nedenle herhangi bir seviyedeki  $V_E$  teorik olarak, tidal volüm (VT) ve solunum sıklığı (fB) arasında gerçekleşen çok sayıda kombinasyondan (hızlı ve yüzeysel nefes alma ya da yavaş ve çok derin nefes alma vb.) kaynaklanır (Mortola, 2019).

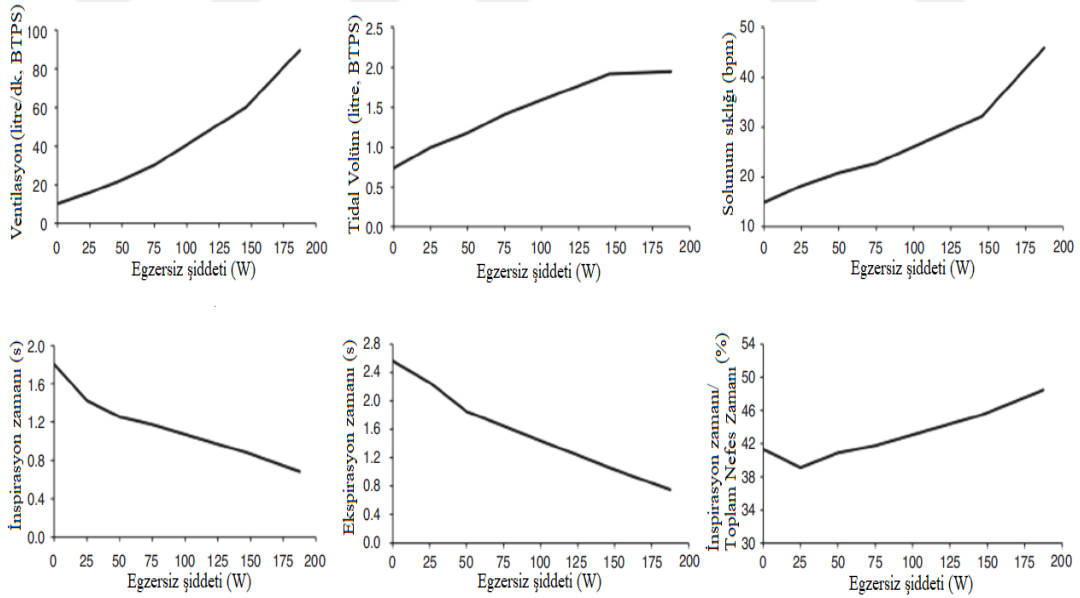
Normal  $V_E$  miktarı dinlenme anında dakika başına 8-10 litre iken maksimal bir egzersiz anında bu değer dakikada 150-200 litreye kadar çıkabilir (Winter ve ark.,

2006). Dakikadaki ventilasyon, solunum hızını artırarak ya da derin nefes alarak yükseltir. Normal solunum hızı dinlenme anında dakika başına 12-16 nefesten egzersiz anında 30-40 nefese kadar yükselebilir dolayısıyla egzersiz anındaki  $V_E$  20-30 kat artar (Dempsey ve ark., 2006a).

Alveoler ventilasyon ( $V_A$ ) talebi, homeostatik seviyelere yakın asit-baz dengesini korumak için hem  $O_2$  talebine hem de karbondioksit ( $CO_2$ ) üretimine göre artar; bu süreç metabolik talebi karşılayan olağanüstü bir hassasiyetle (Sheel ve Romer, 2012) ve minimum çalışma ile karşılanmaktadır (Shell ve Guenette, 2008; Sheel ve Romer, 2012; Shell ve ark., 2016).

Solunum kontrolünün oksijen alımından daha çok karbondioksit üretimindeki artıştan kaynaklandığı bilinmektedir (Peter ve Sheel, 2019). Karotis kemoreseptörlerinin hidrojen iyonlarıyla uyarılması, dakikadaki ventilasyonu artırır ve bu durum kandaki pH dengesini arttıran karbondioksitin vücuttan uzaklaştırılmasını kolaylaştırır (Farrell ve ark., 2011; Kraemer ve ark., 2011).

Solunum mekaniğindeki artmış ventilasyon talebini karşılamaya yönelik değişiklikler,  $V_E$  'nin bir ürünü olan hem VT hem de fB' deki değişikliklerden meydana gelmektedir (Farrell ve ark., 2011)

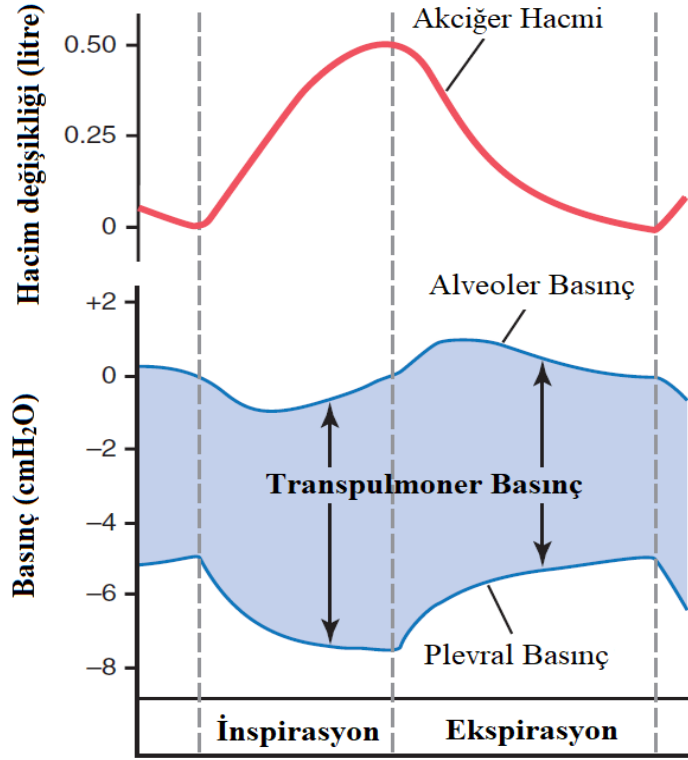


**Şekil 2.** Sağlıklı genç deneklerin bisiklet egzersizi anındaki ventilasyon yanıtlarının şematik gösterimi (Sheel ve Romer, 2012' den uyarlanmıştır)

Hafif egzersizler sırasında fB' deki ve inspiratuar kas aktivasyonundaki artışlar hem inspiratuar hem de ekspiratuar solunum hacimlerinde büyümeye neden olur ve bu da VT' deki baskın değişiklikleri meydana getirir. Şiddetli egzersiz sırasında VT, vital kapasitenin (VC) yaklaşık % 50 ile % 60' ına ulaştığında VT' de bir plato görülür ve  $V_E$ ' de görülen daha ileri artış sadece fB' deki artışlar sayesinde gerçekleştirilir. fB' deki artışlar ise hem inspirasyon hem de ekspirasyon zamanındaki azalmalar ile elde edilir. Kademeli olarak artan egzersiz anında toplam nefes zamanına göre ekspirasyon zamanında, inspirasyon zamanındakinden daha büyük oranda azalma gerçekleşir. Bu şekilde inspiratuar görev döngüsü (inspirasyon zamanı/toplam nefes zamanı), maksimum egzersiz sırasında 0,40 (%) dinlenme değerinden 0,50 ile 0,55'e kadar yükselir (Sheel ve Romer, 2012).

### **2.1.2. Pulmoner Ventilasyon Mekanik**

Bölgeler arasındaki basınç farkı pulmoner ventilasyonu tetikleyen en önemli etmendir. Çünkü hava, yüksek basınçlı bölgeden daha düşük basınçlı bölgeye geçiş yapar. Göğüs içinde her zaman negatif bir basınç vardır ve "*negatif intratorasik basınç*" olarak adlandırılır. Aktif bir işlem olan inspirasyon akciğerlerin genişlemesine neden olan diyaframın aşağı doğru kasılarak torasik alanda meydana getirdiği basınçtan kaynaklanır (Hall, 2016; Peter ve Sheel, 2019). Havanın akciğerlere hareket etmesinin nedeni atmosferik basıncın intra-alveoler basınçtan, intra-alveoler basıncında intraplevral basınçtan daha yüksek olmasından kaynaklanır. Akciğerlere hava çekildikten sonra buradaki basınç atmosfer basıncından daha yüksek hale gelir dolayısıyla aynı prensiple ekspirasyon anında hava akciğerlerden dışarıya (atmosfere) doğru hareket eder (Marieb, 2008; Betts ve ark., 2014).



**Şekil 3.** Normal solunum anındaki akciğer hacmi, alveoler basınç, plevral basınç ve transpulmoner basınç değişimleri (Hall, 2016’ dan uyarlanmıştır)

Pulmoner ventilasyon torasik boşluk sayesinde akciğerlerdeki basıncı değiştirmek için solunum kasları tarafından gerçekleştirilen ve hava akışına neden olan bir süreçtir (Wilson, 2016). Yukarıda tarif edilen ve solunum kaslarının kasılması sonucunda toraks hacminde meydana gelen değişiklikler havanın akciğerlere girip çıkmasına neden olur. Ventilasyon ile genişleyen ya da daralan göğüs kafesinin ortaya çıkardığı basınç değişimi Boyle Yasası’ nın bir göstergesidir ki bu hacim ile çarpılan basıncın sabit olduğu prensibine dayanır. Başka bir deyişle eğer “basınç” düşerse aralarındaki ilişkinin sürekliliğini korumak için “hacim” orantılı olarak artar (McConnell, 2013).

Bu bağlamda basınç ve hacim arasındaki ilişki Boyle Yasası ile açıklanmaktadır:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \quad (\text{Boyle, 1660}).$$

Burada  $P_1$  ve  $V_1$  ilk gazın basıncı ve hacmini,  $P_2$  ve  $V_2$  ise yeni gazın basıncını ve hacmini ifade eder. Örneğin: inspirasyon anında akciğerlerdeki basınç (intrapulmoner basınç) vücut dışındaki hava basıncından daha azdır. Solunum yolu



dışarıya doğru açık olduğundan bu basınç farkını azaltmak için akciğerlere hava girer. Dolayısıyla basınç farklılığından kaynaklanan bu durum inspirasyon anında havanın akciğerlere nasıl hareket ettiğini açıklamaktadır (Betts ve ark., 2014; Kenney ve ark., 2015).

### **2.1.3. Egzersizin Pulmoner Fonksiyonlara Etkileri**

Spirometrik ölçümler, akciğer fonksiyonların değerlendirilmesinde kullanılan en önemli testler arasında yer almaktadır. Statik görüntüleme bize yapısal morfolojinin ipuçları hakkında bilgi verebiliyorken akciğerlerin dinamik işlevi hakkında çok az bilgi sunar. Bu nedenle SFT genellikle hava akış kısıtlamalarını değerlendirmede, akciğer hacim ve alveol-kapiller gaz değişim (difüzyon) oranlarını belirlemede en sık kullanılan yöntemler arasında yer alır (Kaminsky ve Irvin, 2018). Akciğer ve solunum kaslarının bütünsel mekanik fonksiyonlarını değerlendirmede kullanılan bu yöntemler uluslararası sağlık kuruluşları tarafından belirlenmiş olan standartlara uyularak yapılır (ATS/ERS, 2002; Miller ve ark., 2005).

Spirometre ile zorlu vital kapasite (FVC), yavaş vital kapasite (SVC), zorlu ekspirasyonun ilk 1. saniyede (sn) çıkarılan gaz hacmi ( $FEV_1$ ), Tiffeneau indeksi ( $FEV_1/FVC$ ) gibi direk ya da indirek olan spesifik ölçümler yapılabilir. Maksimal istemli ventilasyon (MVV) ise solunum rezerv değerinin elde edilmesi için maksimal egzersiz testleri sırasında uygulanan bir diğer ölçümdür. Maksimum inspirasyon basıncı (MIP ya da P<sub>I</sub>max) ve maksimum ekspirasyon basıncı (MEP ya da P<sub>E</sub>max) solunum kas kuvvetini ya da zayıflık derecesini belirlemede kullanılan bir diğer ölçümdür (Haverkamp ve ark., 2001; Mottram, 2017). Araştırmacılar son zamanlarda yaptıkları çalışmalarda egzersizin solunum fonksiyonlarına ve solunum kaslarına etkisini değerlendirmek amacıyla bu ölçümlerin çoğunu ayrı ayrı ya da çeşitli kombinasyonlarda kullanmıştır.

Egzersizin genel olarak kalp, dolaşım ve iskelet kaslarında bazı değişiklikler meydana getirerek, vücudun oksijen dağıtım kapasitesinde önemli gelişmelere yol açtığı bilinmektedir (Sheel ve Romer, 2012). Bu gerçeğe yönelik olası açıklamalar arasında fizyolojik egzersizlerin neden olduğu artan enerji talepleri yer almaktadır. Diğer bir değişle artan metabolik taleplerin karşılanması için vücuda yeterli oksijenin sağlanması gerekir ki bu pulmoner sistemin görevidir. Dolayısıyla düzenli egzersiz ile pulmoner sistemin etkinliğinin artması beklenen bir sonuçtur. Yapılan bazı çalışmalar düzenli

egzersiz yapan sporcuların pulmoner kapasitelerinin egzersiz yapmayan sağlıklı bireylere göre daha yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir (Vedala ve Mane, 2013; Fitzgerald ve ark., 2014; Tedjasaputra ve ark., 2016).

Egzersiz anında ve sonrasında vücutta ortaya çıkan fizyolojik tepkileri anlamak için pulmoner değişkenler üzerinde araştırmalar yapılmıştır (Harms ve ark., 2000; Guenette ve ark., 2007). Genel olarak bazı solunum hastalıklarının (kronik obstrüktif akciğer hastalığı, astım vb.) (Cooper, 2009; Ruppel ve Enright, 2012) belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan SFT ile çeşitli solunum manevraları kullanarak egzersizin pulmoner fonksiyonlar üzerindeki etkilerini belirlemek de mümkündür (Cooper, 2009; Kaminsky ve Irvin, 2018).

Vedala ve Mane (2013), egzersizin solunum sistemi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için bir grup sporcu ve sedanter üzerinde araştırma yapmıştır. Solunum fonksiyon testi için toplam 152 kişiyi (sporcu 76; sedanter 76) değerlendirmeye almıştır. Pulmoner fonksiyonların belirleyicisi olarak kullanılan FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>3</sub>, PEF<sub>R</sub> ve FEV<sub>1</sub>/FVC parametreleri bir spirometre yardımıyla standart prosedüre uygun olarak kayıt edilmiş ve her iki grubun parametreleri analiz edildikten sonra karşılaştırılmıştır. Çalışmada sporcuların FVC (%2,84), FEV<sub>1</sub> (%3,63), FEV<sub>3</sub> (%4,33), PEF<sub>R</sub> (%2,88) ve FEV<sub>1</sub>/FVC (%11,10) değerleri, sedanterlerle karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde (p<0,01) daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçları destekleyen çalışmalar literatürde mevcuttur.

## **2.2. Egzersize Bağlı Solunum Problemleri**

Solunum problemleri tüm elit sporcularda görülebilen yaygın bir durumdur. Genellikle düzenli fiziksel aktivitelerin sağlıklı bir yaşamı destekleyerek (Ağaoğlu, 1989) fiziksel ve fizyolojik gelişmelerle birlikte solunum sistemini geliştirdiği (Wagner, 2005; Durmic ve ark., 2017; Vignesh ve ark., 2018) bilinmesine rağmen belirli çevresel koşullarda sık sık tekrarlanan yüksek ventilasyon taleplerinin sporcuların solunum sağlığına zarar verebileceği düşünülmektedir (Weiss ve Rundell, 2011; Kippelen ve ark., 2012). Özellikle hava yollarında şiddetli egzersizin negatif bir sonucu olarak ortaya çıkan yapısal bozuklukların, muhtemelen elit sporcularının karşılaştığı en önemli solunum problemlerinin başında geldiği belirlenmiştir (Parsons ve Mastronarde, 2005; Carlsen ve ark., 2008; Price ve ark., 2013; Walker ve ark., 2016).

Egzersiz yoğunluğu ve çevresel faktörler (soğuk ve kuru hava, polen sayısı ve kirlilik seviyesi) egzersiz anında hava yolu epitel bariyer bütünlüğünü bozan modülatörler olarak tanımlanmıştır. Hava yolu epitel hücreleri çevresel toksinlere ve yaralanmalara karşı bir bariyer görevi görür ve inflamasyon ile bağışıklık tepkilerini modüle eder (Kippelen ve Anderson, 2012). Diğer taraftan düşük aktivite seviyeleri bile  $V_E$  miktarında ani artışlara neden olabiliyorken şiddetli egzersizler anında ortaya çıkan yüksek ventilasyon seviyesi hava yolu üzerinde önemli fiziksel ve kimyasal stres oluşumlarına neden olabilmektedir (Hull ve ark., 2017).

Araştırmacılar yüksek akım hızına (yüksek ventilasyon seviyesine) neden olan uzun süreli egzersizlerin hava yollarında dehidrasyona ve ani soğumalara neden olabileceğini belirtmiştir (Noble ve ark., 2007; Bougault ve ark., 2009). Yapılan bir çalışmada ventilasyon seviyesi 7,5 lt/dk' dan 60 lt/dk yükseldiği zaman, hava yollarındaki toplam su kaybının dakikada 0,164' den 1,205 mL' ye, ısı kaybının ise 0,0160' dan 0,0567 kcal' a yükseldiği tespit edilmiştir (Daviskas ve ark., 1991). Hava yollarındaki soğuma ve dehidrasyon inflamatuvar mediatörlerin salınımına yol açarak (Kenney ve ark., 2015) hiperpneyle birlikte hava yolu yüzey alanının hacminin, vizkozitesinin ve tonunun değişimine neden olur (Flouris, 2006). Buna bağlı olarak araştırmacılar küçük hava yollarındaki dehidrasyon ve şiddetli hiperpne anında hava yolu yüzeyine uygulanan artmış baskının, hava yolu epitel doku yaralanmalarının oluşumunu belirlemede anahtar faktör olduğunu düşünmektedir (Kippelen ve Anderson, 2012; Price ve ark., 2013). Bununla birlikte Bussotti ve ark. (2014), sporcularda en sık görülen solunum yolu rahatsızlıklarının ana sebebinin, solunum yolu çapı ile egzersizin neden olduğu artmış ventilasyon talebi arasındaki uyumsuzluklarla ilgili olduğunu belirtmişlerdir ve bunları üç sınıfa ayırmışlardır;

- 1) bronş tonunun değişimine bağlı bozukluklar
- 2) ekstratorasik üst solunum yolu bozuklukları
- 3) astımlı olmayan bireylerde ekspiratuvar akım kısıtlamaları

### **2.2.1. Egzersize Bağlı Bronkokonstriksiyon**

Egzersize bağlı bronkokonstriksiyon (EBB), çok çeşitli bronkokonstrüktör uyaranlara yanıt olarak normal hava yollarına göre daha kolay ve daha kuvvetli bir şekilde daralma eğilimi gösteren hava yolu aşırı duyarlılığının farklı bir formudur

(Boulet ve O'Byrne, 2015). Genellikle EBB, egzersiz anında ya da sonrasında hava yollarındaki direncin artması sonucu ortaya çıkan hava yolundaki geçici daralmalar olarak tanımlanmaktadır (Weiler ve ark., 2010; Krafczyk ve Asplund, 2011; Covantev ve ark., 2016; Gawlik ve ark., 2019). EBB sıklıkla nefes darlığı, hırıltı, öksürük ve dispne semptomlarıyla karakterize edilir (Krafczyk ve Asplund, 2011; Covantev ve ark., 2016). Araştırmalar egzersiz ve fiziksel aktivitelerin bronkokonstriksiyonu tetikleyerek astımlı olan bireylerin %80-90' da (Parsons ve Mastronarde, 2005), elit sporcuların %30-70' inde (Weiler ve ark., 2007; Weiler ve ark., 2010) ve astımı olmayan sağlıklı bireylerin ise %10' unda (Gotshall, 2002; Weiler ve ark., 2007) EBB ile ilişkili bu semptomların ortaya çıktığını göstermiştir. Fakat bu popülasyondaki yaygınlık oranlarını bildirmek kolay değildir. Çünkü bu tür solunum yolu problemleri yapılan egzersizin türüne, yoğunluğuna ve çevresel koşullara göre değişiklik gösterebilmektedir. Teorik olarak araştırmalarda antrenmanlı elit sporcuların kış antrenmanlarında soğuk ve kuru havaya, ilkbahar/yaz aylarında alerjenlere, yüzme havuzlarında ise dezenfektan olarak kullanılan farklı kimyasallara sürekli olarak maruz kaldıklarını ve bu faktörlerinde EBB' ye neden olabileceğini ifade edilmiştir (Helenius ve ark., 2002; Rundell ve ark., 2005; Boulet ve O'Byrne, 2015; Covantev ve ark., 2016).

EBB genellikle kısa süreli bir hiperpnenin kesilmesinden sonra ortaya çıkar ve tedavi yokluğunda 30-90 dk sürebilir (Pasnich ve ark., 2014; Minic ve Sovtic, 2017). EBB' ye neden olan problemin tam mekanizması bilinmemekle birlikte şuan da var olan iki hipotez düşünülmektedir (Minic ve Sovtic, 2017). Birinci hipotez "Osmotik Hipotez"; yoğun egzersizler anında ortaya çıkan hiperventilasyonun solunum yollarındaki suyun buharlaşmasını hızlandırarak hiperosmolariteye neden olmasıdır. Suyun buharlaşması ozmolalitede bir artışa yol açar ve suyun hava yolu epitel hücrelerinin içinden hücre dışına hareket etmesi için bir uyarıcı sağlar. Bu durum hücre hacminin azalmasına neden olur dolayısıyla bu medyatörler hava yollarında inflamasyonu, mukus üretiminde artışı, vasküler kaçağı, ödemi ve bronkokonstriksiyonu ortaya çıkar. İkinci hipotez "Termal Hipotez"; Artmış solunum sayısı ve yüksek ventilasyon nedeniyle hava yolu epitel dokusunun bozulması ve hava yolunun soğutulmasını içerir. Bu epitel bozulma solunum yollarındaki mikrovasküler sistemde meydana gelir ve kan damarlarında vazokonstriksiyona neden olur.

Mikrovasküler hasar hava yolunu soğutan spesifik sıcaklık seviyelerine duyarlı kanalları uyararak parasempatik sinir aktivitesinde istemsiz bir artışa yol açar. Dolayısıyla egzersizle aniden soğuyan hava yollarının egzersiz sonrasında da aniden tekrar normal ısısına ulaşması vasküler kaçağı, ödemi ve bronkokonstriksiyonu ortaya çıkarır (Kenney ve ark., 2015; Minic ve Sovtic, 2017).

Bazı çalışmalar EBB' nin sporcularda genel popülasyona kıyasla görülme olasılığının 3-5 kat daha fazla olduğunu göstermiştir (Parsons ve ark., 2007; Dickinson ve ark., 2011). Yüksek kardiyopulmoner kapasiteye sahip dayanıklılık sporcuları yaklaşık 200 L/dk ventilasyon seviyesine ulaşabilirler (Winter ve ark., 2006). Bu yüksek hiperventilasyonun bir sonucu olarak hava yolu epitelinin su ve ısı kaybını algıladığı ve bronkokonstriksiyona neden olan proinflamatuvar medyatörlerinin salınımına yol açtığı düşünülmektedir (Hallstrand ve ark., 2005; Pasnick ve ark., 2014; Minic ve Sovtic, 2017). Dolayısıyla yüksek yoğunluktaki egzersizler astım, egzersize bağlı bronkokonstriksiyon ve hava yolu aşırı duyarlılığı gibi çeşitli solunum problemlerinin gelişmesine neden olabilir (Kippelen ve ark., 2012; Price ve ark., 2013). EBB' nin genellikle yüzme (Langdeau ve ark., 2000; Price ve ark., 2013), kış sporları (Rundell ve ark., 2004; Sue-Chu, 2012) ve uzun mesafe koşan (Helenius ve Haahtela, 2000) sporcularda yaygın olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak yüksek  $V_E$  gerektiren dayanıklılık sporcularında EBB yaygın olarak görülmektedir (Dickinson ve ark., 2011; Krafczyk ve Asplund, 2011).

### **2.2.2. Egzersiz Bağlı Laringeal Tıkanıklık**

Solunum problemlerine neden olan tetiklenebilir laringeal tıkanıklık (TLT), literatürde paradoksal vokal kord hareketleri, vokal kord fonksiyon bozukluğu ve vokal kordların üzerine yer alan anatomik yapıların (ariefiglottik, epiglottis) içe doğru çökmesi gibi laringeal kasların paroksizmal daralmalarından kaynaklandığı düşünülen çevresel, psikolojik ve çeşitli efor tetikleyicilerine yanıt olarak ortaya çıkan glottik ya da supraglottik tıkanmaları tanımlamak için kullanılan yeni bir terimdir (Maat ve ark., 2009; Christensen ve ark., 2015; Halvorsen ve ark., 2017; Røksund ve ark., 2018; Olin, 2019). Laringeal tıkanıklığa neden olan mekanizmalar belirsizliğini halen koruyor (Kolnes ve Stensrud, 2019) fakat bu yapıdaki konstrüktif ve fonksiyonel değişikliklerin epiglottis, laringeal kıkırdak-iskelet sistemi ve mukozal yapıların yanı sıra laringeal kas

sistemi ve sinir uyarıcıları arasındaki anormalliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Maat ve ark., 2011; Hilland ve ark., 2016; Røksund ve ark., 2017).

Egzersize bağlı laringeal tıkanıklık (EBLT) ise yüksek yoğunluklu egzersiz anında hava akışının engellenmesine neden olan larinksin anormal şekilde daralması olarak tanımlanır (Christensen ve ark., 2015; Hall ve ark., 2016). Bu durum temel olarak dinlenme anında normal olan glottik ve supraglottik yapıların şiddetli egzersizler anında ariepiglottik kıvrımların trakeaya doğru çökerek supraglottik tıkanıklığa neden olması ya da inspirasyon anında vokal kordların anormal addüksiyonuyla sonuçlanan glottik seviyedeki fonksiyonel bozukluklar olarak ortaya çıkabilir (Maat ve ark., 2011; Nielsen ve ark., 2013; Christensen ve ark., 2015; Griffin ve ark., 2018). Bu laringeal patofizyoloji, aerodinamik mekanizmalar ve bazı psikodinamik durumlardan kaynaklanabilir (Røksund ve ark., 2009).

EBLT' de solunum güçlüğü başlangıcı egzersiz anında doruğa ulaşır ve beraberinde dispne, inspiratuar hırıltı gibi semptomları ortaya çıkarır (Morris ve Christopher, 2010; Røksund ve ark., 2015). Fiziksel eforla tetiklenen dispne ve hırıltı hava yolu hastalığı olan kişilerde görülen en yaygın solunum semptomlarıdır (Pearce ve ark., 2007; Hull ve ark., 2012; Johansson ve ark., 2014) fakat bu semptomlar larinks bölgesinde meydana gelen geçici daralmalardan da kaynaklanabilir (Maat ve ark., 2009; Christopher ve Morris, 2010; Johansson ve ark., 2015; Hall ve ark., 2016). Egzersiz laringoskopisi (Heimdal ve ark., 2006) egzersiz anında laringeal hareketlerin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır (Olin ve ark., 2016; Røksund ve ark., 2017) ve egzersiz anında ortaya çıkan bu semptomların aslında laringeal bölgede meydana gelen daralmalardan kaynaklanabileceğini de ortaya çıkarmıştır (Røksund ve ark., 2017). Araştırmalar yüksek yoğunluklu fiziksel aktivitelerin laringeal tıkanıklığın oluşumunu tetikleyerek adolesanlık popülasyonunun %7' sinde (Johansson ve ark., 2015) sporcuların ise %35,2' sinde (Nielsen ve ark., 2013) ortaya çıktığını göstermiştir. EBLT prevalansını araştıran prospektif bir çalışmada ise 14-24 yaş arasındaki bir denek grubunun %7,5 'inde laringeal tıkanıklığın meydana geldiği belirtilmiştir (Christensen ve ark., 2011).

Laringeal lümenin genişliği kıkırdaklı iskelet yapısına, ariepiglottik kıvrımlara ve vokal kordların nöromusküler kontrolüne bağlıdır (Røksund ve ark., 2009). Bazı sporcular yüksek şiddetli egzersizler anında ani başlangıçlı glottik açıklıktaki (vokal kord) paradoksal daralmalara maruz kalabilir. Bu durum doğrudan hava akım

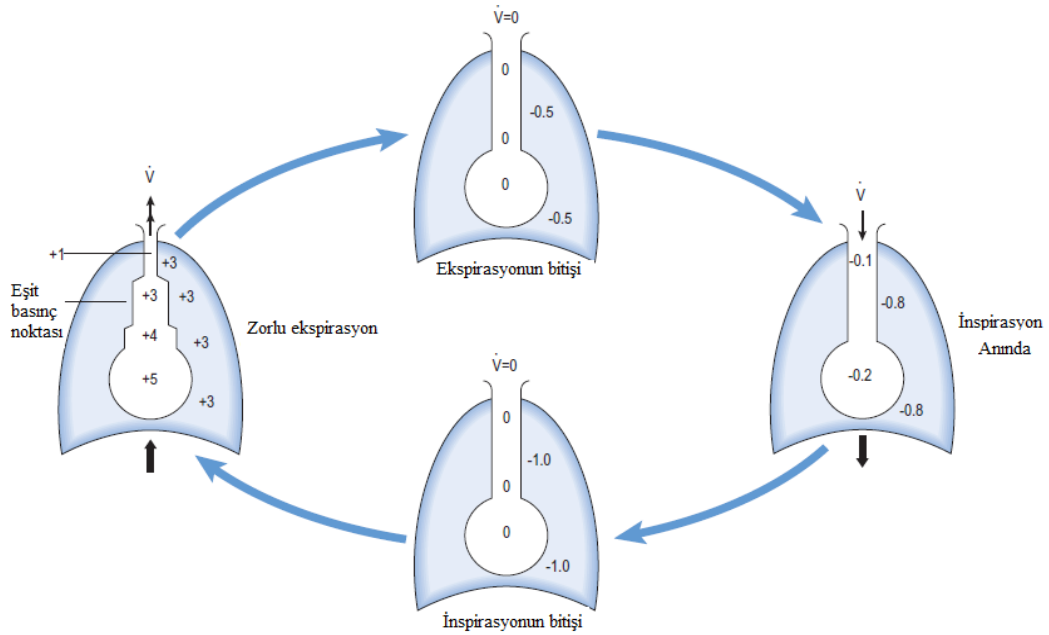
kısıtlayarak (Røksund ve ark., 2015), CO<sub>2</sub> tutulumuna, hipoksi ve dispne oluşumuna neden olur (Dempsey ve ark., 2008) ve dolayısıyla egzersiz performansını kısıtlayabilir (Johansson ve ark., 2018). Bu belirtiler iş yüküyle birlikte artar ve egzersizin sonuna doğru tepe seviyeye ulaşarak sporcuyu egzersizi bırakmaya zorlayabilir (Norlander, 2017).

### **2.2.3. Ekspiratuar Akım Kısıtlanması**

Bir çok araştırmacı solunum sisteminin sağlıklı bireylerde veya sporcularda egzersiz performansını sınırlandırmada herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmiştir (Dempsey ve ark., 2008; McConnell, 2009; McKenzie, 2012). Fakat solunum sistemi şiddetli egzersiz anında çeşitli zorluklarla karşılaşabilir ve performansı sınırlayabilir (Babcock ve ark., 2002; Hopkins ve Harms, 2004). Bu zorluklardan en önemlilerinden biri bronşiyel (intra-torasik) hava yollarının şiddetli egzersizlerde aktif ekspirasyon anındaki havanın artan akış hızına izin vermek için hava yolu açıklığını sağlama yeterliliğidir. Şiddetli egzersizler anında bronşiyel hava yolları zaman zaman ekspiratuar akış için önemli düzeyde sınırlama gösterir. Dolayısıyla bu dinamik hiperinflasyona, artmış solunum kas çalışmalarına ve  $V_E$  de meydana gelen büyük ölçüdeki kısıtlamalara neden olur (Forster ve ark., 2012).

Egzersiz ventilasyon kısıtlaması, şiddetli egzersizlerde talep edilen yüksek ventilasyon (lt/dk) değerinin maksimum ventilasyon seviyesine yaklaştığı ya da o seviyeye ulaştığı durumlarda ortaya çıkar (Babb, 2013). Egzersiz anındaki inspiratuar ve ekspiratuar ventilasyon limitlerini tanımlamak için maksimal akım-volüm halkası kullanılmış olsa da (Babb ve Rodarte, 1993), aslında ventilasyon kapasitesini ölçmek için kabul edilmiş bir yöntem yoktur. Fakat egzersizden hemen sonra değerlendirilen ‘maksimal akım-volüm halkası’ içerisinde çizilen ‘egzersiz tidal akım-volüm halkası’ ile ventilasyon kısıtlamalarının kaynağının ve derecesinin belirlenebileceği belirtilmiştir (Johnson ve ark., 1999; Babb ve Rodarte, 1993). Birçok neden pulmoner performansı olumsuz yönde etkileyebilir. Bazı sporcularda şiddetli egzersizler anında meydana gelen yüksek akım hızı ekstratorasik üst solunum yollarında bir daralmaya neden olabilir (Nielsen ve ark., 2013). Solunum yollarındaki bu tür kısıtlamaların hava yolu çapı ile egzersizin neden olduğu artmış ventilasyon talebi arasındaki uyumsuzluklardan kaynaklanmaktadır (Bussotti ve ark., 2014).

Damon 1951' de ekspirasyon anında akım direncinin yükselen efor ile arttığını ve bu artan direncin hava yollarında meydana gelen dinamik bir sıkışmadan kaynaklandığını belirtmiştir. Diğer bir değişle hava yolu dışındaki gaz basıncı alveoler basınca eşittir fakat hava yolu boyunca çevredeki basınç azaldığından dolayı hava yolu lümenindeki basınç alveol basınçtan daha düşük hale gelir ve bu basınç farkı hava yolunun sıkışmasına neden olur (Wilson, 2016). Aslında pasif ekspirasyon anında meydana gelen kaslardaki elastik geri çekilme özelliği akciğerlerdeki intraplevral basıncı negatif hale getirir dolayısıyla intratorasik hava yollarındaki basınç hava yollarını açık tutar. Fakat egzersiz hiperpnesi ve zorlu ekspirasyon anında intraplevral basınç pozitif hale gelebilir ve radyal traksiyon gibi hava yolu açıklığını sağlayan mekanik faktörleri azaltır. Sonuç olarak hava yolu çapı azalır bu da dinamik hava yolu açıklığının sürdürülememesine dolayısıyla da ekspiratuar akım kısıtlamasına (EAK) neden olur (Şekil 4) (McConnell, 2013)



**Şekil 4.** Farklı solunum aşamalarında intratorasik hava yollarındaki basınç değişikliklerini gösteren şema (Davies ve Moores, 2010' dan uyarlanmıştır)

Spor yapmayan sağlıklı bireylerin orta derece maksimal (%40-60  $VO_{2max}$ ) (Pellegrino ve ark., 1993; Hue ve ark., 2003) ve antrenmanlı dayanıklılık sporcularının yüksek yoğunluklu maksimal (%80-90  $VO_{2max}$ ) egzersizlerinde (Nourry ve ark., 2005; Guenette ve ark., 2007) önemli miktarda EAK' ye maruz kaldıklarını bildirmişlerdir.



Çeşitli mekanizmalar tidal volüm aralığındaki ekspiratuar akım rezervini azaltarak EAK' nin tetiklenmesine neden olabilir (Tantucci, 2013). Dolayısıyla egzersiz anında ortaya çıkan EAK, kullanılan akciğer hacimlerinde bazı değişikliklere yol açarak (Pellegrino ve ark., 1993; Johnson ve ark., 1999; Guenette ve ark., 2007) dispne oluşumuyla (Aliverti ve ark., 2002; Tantucci, 2013) birlikte solunum mekaniği ve oksijen harcamasında önemli artışlara neden olmaktadır (Guenette ve ark., 2007). Sonuç olarak egzersiz anında ortaya çıkan EAK sporcuların performansını kısıtlamaktadır (Aliverti ve ark., 2002; Tantucci, 2013).

### **2.3. Solunum Kas Kuvveti ve Yorgunluk**

Solunum kas kuvveti, kapalı bir hava yoluna karşı maksimum inspirasyon ya da ekspirasyon yapıldığı sırada üretilen ağız basıncı olarak ifade edilir (Black ve Hyatt, 1969; ATS/ERS, 2002; Evans ve Whitelaw, 2009). Solunum kaslarının akciğerlerin içine ve dışına hava pompalama becerisi inspiratuar ve ekspiratuar basınç üretme kapasitesine bağlıdır (Verges, 2019). ATS/ERS (2002) solunum kas kuvveti ve dayanıklılığındaki bir azalmanın ventilasyon, gaz değişimi (difüzyon) ve dokulara oksijen taşınması gibi solunum sistemi mekanizmalarında bir yetersizliğine neden olabileceğini belirtmiştir. Bu nedenle solunum kas kuvveti ve dayanıklılığı egzersiz performansını etkileyen ana mekanizmalardan biri olduğu bilinmektedir (Verges, 2019).

Solunum kasları, yüksek aerobik kapasite ve çok miktarda kan damarlarına sahip olmakla birlikte vazokonstriksiyona (kan damarlarının daralması) karşı eşsiz bir esnekliğe sahiptir; dolayısıyla bu özellikler düşük-orta dereceli (%40-60  $VO_{2max}$ ) egzersiz yoğunluklarında solunum kaslarını yorulmaya karşı dirençli kılar (Dempsey ve ark., 2006a). Fakat yüksek yoğunluktaki egzersizler (%80-90  $VO_{2max}$ ) sırasında solunum kasları yorulabilir (Verges ve ark., 2006; Dempsey ve ark., 2006b; Verges ve ark., 2007a). Bu durum inspiratuar kaslarda laktat birikimini tetikleyerek lokomotor kaslardaki vazokonstriksiyonu aktif eder ve kan akışını azaltarak kaslarda yorgunluğa neden olan "inspiratuar kas metaboreflksini" uyarır (Romer ve ark., 2006; Romer ve Dempsey, 2006; Witt ve ark., 2007; Callegaro ve ark., 2011; Katayama ve ark., 2012).

Hellyer ve ark. (2015), diyafram yorgunluğunun, lokomotor kaslara oksijen dağıtımında bir azalmaya neden olduğunu bunun da egzersiz performansını olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Dayanıklılık sporları ağırlıklı olarak oksidatif metabolizma kullanır ve enerji üretimini sürdürmek için daha fazla oksijen kaynağına ihtiyaç duyar.

Bu nedenle inspiratuar kas kuvvetinde meydana gelen bir artışın, enerji harcamalarının azalmasında ve yorgunluğun geciktirilmesinde yardımcı bir faktör olduğu düşünülüyor (Mickleborough ve ark., 2010; Segizbaeva ve ark., 2018). Bununla birlikte Zakyntinos ve Roussos (2005) solunum kas kuvvetindeki belirgin artışların nefes başına düşen basıncı düşürerek yorgunluğa karşı duyarlılığı azaltacağını belirtmiştir.

#### **2.4. Solunum Kasları için Ergojenik Uygulamalar**

Solunum fonksiyonları egzersiz performansını etkileyen ana etmenlerden biridir (Shin ve ark., 2017) ve işleyişi mekanik olarak solunum kaslarının kapasitesine bağlıdır (Kantarson ve ark., 2010; Shin ve ark., 2017). Çok sayıda fizyolojik faktör egzersiz performansını kısıtladığı için bu faktörlere dolaylı yoldan etki eden solunum sisteminin rolü son 20 yıldır bilim insanlarının araştırma konusu olmuştur. Bu bağlamda günümüzde solunum kas fonksiyonlarını geliştirmeye odaklanmış Solunum Kası Antrenmanı (SKA) (McConnell ve Romer, 2004a; McConnell ve Sharpe, 2005; McConnell ve Lomax, 2006; Edwards ve ark., 2008) ve Solunum Kası Isınma (SKI) (Volianitis ve ark., 2001a; Ross ve ark., 2007; Lomax ve McConnell, 2009) uygulamaları gibi ergojenik yardımcıların etkileri incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar fazla yüklenme ve zamanla adaptasyona neden olan SKA' nın (HajGhanbari ve ark., 2013; Kapus, 2013) solunum kas metaborefleksinin aktivasyon eşiğinde bir artışa yol açarak (Witt ve ark., 2007; Callegaro ve ark., 2011) solunum kaslarında ya da uzuv kaslarında meydana gelen yorgunluğu (Romer ve ark., 2002a; McConnell ve Lomax, 2006; Verges ve ark., 2007b) geciktirdiğini bununda performansa olumlu yönde etki sağladığını göstermiştir. Diğer taraftan SKI uygulamasından sonra sporcuların atletik performanslarında ortaya çıkan iyileşmenin kesin mekanizması büyük ölçüde belirsizliğini koruyor. Fakat SKA' nın birkaç seansından sonra meydana gelen yapısal adaptasyonun (McConnell ve Romer, 2004) aksine SKI uygulamasının, motor ünite sayılarındaki etkinliği artırması ve aktif inspirasyon kasları arasındaki uyumu iyileştirmesinin performans gelişiminden sorumlu baskın mekanizma olabileceği düşünülüyor (Lomax ve McConnell, 2009; Lomax ve ark., 2011). Bu bölümde yukarıda bahsedilen uygulamaların ergojenik etkilerinin altında yatan mekanizmalar, literatürde genellikle nasıl uygulandığı ve sporcuların performanslarına ne düzeyde etki ettiği açıklanmaya çalışılmıştır.

### 2.4.1. Solunum Kası Isınma Uygulaması

Isınma kavramı günümüzde egzersiz performansını geliştirdiği ve çeşitli fizyolojik yararlar sağladığı konusunda kabul görmüş bir uygulamadır. Özellikle ani ve yüksek  $V_E$  gerektiren egzersizlerden önce ısınma uygulaması önerilir (McConnell, 2013). Isınma aktiviteleri vücudu optimum yarışma performansına hazırlamak (Fradkin ve ark., 2010; Barnes ve ark., 2015) ve fiziksel performansı arttırmak için hemen hemen her atletik etkinlikten önce yürütülen bir uygulamadır (Bishop ve ark., 2001; Burnley ve ark., 2005). Bu uygulama yapılacak olan egzersizin çeşiti ile kullanılan enerji sistemine göre şekillendirilir ve kas ısısını arttırmak (Aguilar ve ark., 2012), egzersize adaptasyon sağlamak ve yorgunluğu geciktirmek için kullanılır (Neiva ve ark., 2014).

SKI uygulaması, hava yolunda direnç oluşturacak bir cihaz kullanarak 30 nefes iki setten oluşan (60 solunum manevrası) ve setler arasında 60 sn dinlenmenin olduğu standart bir uygulamadır (Lomax ve ark., 2011). SKI işlemini etkili bir şekilde gerçekleştirmek için uygun yoğunluğu bulmak gerekir. Bu uygulamanın şiddeti solunum kaslarını uyarmak için yeterli yoğunlukta fakat yorgunluğu tetikleyecek kadar da yüksek yoğunlukta olmamalıdır (McConnell, 2013). Geçmişte yapılan çalışmalar %40 MİP yoğunluğundaki SKI protokollerinin performansta iyileşme sağladığını göstermiştir (Tong ve Fu, 2006; Lin ve ark., 2007; Wilson ve ark., 2014).

Eğer kişinin MİP' i bilinmiyorsa yoğunluğu 30 tekrarlı maksimum yük ayarına ve egzersiz cihazındaki valfi yükleyen yayın özelliğine göre ayarlayarak belirlemek mümkündür. Örneğin antrenman yükü %50 ile %60 (30 nefes için) arasındaysa buna karşılık gelen yük ayarı %40 olarak tahmin edilebilir. Şekil 5 antrenman yoğunluğuna göre doğru ısınma ayarına bakmak için kullanılacak bir şemadır. Doğru yük tespit edildikten sonra bir egzersiz seansından en az 10 dk önce aralarında 1 dk dinlenme bulunan 30 nefesten oluşan 2 setlik (30x2) 60 döngü tamamlanmalıdır (McConnell, 2013).

Antrenman yükü (Seviye)	İdeal "ısınma" yükü (Seviye)
10	8
9	7
8	6.5
7	5.5
6	5
5	4
4	3
3	2.5
2	1.5
1	1
0	0

**Şekil 5.** 30 tekrarlı maksimum antrenman yüküne dayalı “ısınma” ayarı (McConnell, 2013’ den uyarlanmıştır)

Bu uygulama intramüsküler koordinasyonu iyileştirebilir ve ani inspiratuar kas yüklenimlerinde ortaya çıkan motor nöronların refleks inhibisyonunu ortadan kaldırarak daha fazla kuvvet oluşumuna neden olabilir (Volianitis ve ark., 2001c). Ohya ve ark. (2013), geliştirilmiş inspiratuar kas fonksiyonunun yorgunluğu geciktirebileceğini dolayısıyla egzersiz anında çalışan lokomotor kasların ihtiyacı olan oksijenin sağlanması ve taşınması konusunda etkili olabileceğini belirtmiştir. Sonuç olarak kasın oksijen taşıma ve kullanımındaki gelişme oksidatif enerji salınımını artırmada anahtar bir faktör olan oksijen kullanılabilirliğini artırmaktadır (Cheng ve ark., 2013).

Araştırmalar göstermiştir ki ısınma modellerine ek olarak uygulanan SKI uygulamasının, kürekçilerin kat edilen mesafe ve ortalama güç çıktısına %3 (Volianitis ve ark., 2001a), badminton sporcularının adımlama performansına %8 (Lin ve ark., 2007) olumlu etki sağlamıştır. Ayrıca yüzücülerde (100m) %1,08 (0,62 sn) (Wilson ve ark., 2014), sprinterlerde (100m) %5 ve orta mesafe koşucularında (3200m) %2,8 (20.4 sn) (Barnes ve Ludge, 2019) zaman-performans ilişkisine göre iyileşme sağladığı bulunmuştur.

#### 2.4.2. Solunum Kası Antrenmanı

Sporcuların performanslarını etkileyen solunum kas kuvveti ve dayanıklılığının egzersiz kapasitesiyle doğru orantılı olduğu bilinmektedir (Inbar ve ark., 2000; Volianitis ve ark., 2001a). Bu bağlamda sağlıklı solunum fonksiyonları ve güçlü solunum kasları elit sporcular için oldukça önemlidir (Shin ve ark., 2017). Teknolojik ve bilimsel alandaki son gelişmeler sporculara ve antrenörlere bireysel ya da takım yarışmalarında fiziksel performansı geliştirmek için bir dizi seçenek sunmuştur. Klasik antrenman yöntemlerine (direnç ya da kardiyovasküler gibi) alternatif tekniklerin araştırılması spor bilimcileri, sporcularının performansını artırmaya ya da toparlanmayı hızlandırmaya yönelik çeşitli çalışmalar yapmaya teşvik etmiştir (Rose ve ark., 2017). Bu çalışmalar arasında ventilasyon kaslarını geliştirmeye odaklanmış SKA uygulaması bilinen en gelişmiş yöntemler arasında yer almaktadır (HajGhanbari ve ark., 2013; McConnell, 2013).

SKA uygulaması, genellikle bir kişinin maksimum inspiratuar ağız basıncının ~%30-80 arasında değişen yüklerde (Mickleborough ve ark., 2010; Hursh ve ark., 2019) ayarlanmış, kapalı bir valfe karşı yapılan bir dizi dinamik soluma (inspirasyon) işlemini içermektedir. SKA günde 2 kez 30 tekrardan oluşan (60 solunum manevrası) ve ortalama 4-11 hafta boyunca haftanın 5 günü devam eden (Bailey ve ark., 2010; Archiza ve ark., 2018; Winkler ve Bunker, 2018; Martins ve ark., 2019) ya da farklı yüklerde başlanarak haftalık periyotlarda yükün devamlı olarak artırılmasını (Vašičková ve ark., 2017; Bostanci ve ark., 2019) hedefleyen bir uygulamadır. SKA diyafram kas hipertrofisine yol açarak (Downey ve ark., 2007) inspiratuar basınç üretiminde ~%20-40' lık bir artışa neden olur (Downey ve ark., 2007; Mickleborough ve ark., 2010; Archiza ve ark., 2018).

Bununla birlikte ortalama 4-6 haftalık süreler boyunca uygulanan SKA' nın diyafram kalınlığı (Downey ve ark., 2007) ile kasılma kuvvetini arttırdığı (Romer ve ark., 2002b Downey ve ark., 2007; Witt ve ark., 2007), daha az inspiratuar kas yorgunluğuna neden olduğu (Volianitis ve ark., 2001b; Romer ve ark., 2002a; Downey ve ark., 2007; Verges ve ark., 2007b) ve inspiratuar kas metaborefleksini azalttığı (Witt ve ark., 2007) görülmüştür.

Sonuç olarak araştırmalar SKA uygulamasının, kürekçilerin (2000m) ortalama güç çıktısına %10,3, zaman-performans ortalamasına %3,2 (15sn) (Bell ve ark., 2013),

bisikletçilerin (25km) zaman-performansına %2,6 (58sn) (Johnson ve ark., 2007) olumlu etki sağladığını göstermiştir. Ayrıca rekreasyonel amaçlı koşu yapan sporcularda (1500m) %2 (9,63 sn) (Kwok ve Jones, 2009), sağlıklı aktif bireylerde (8046m) ise zaman-performans ilişkisine göre %18 (McEntire ve ark., 2016) iyileşme sağladığı bulunmuştur.



### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Çalışmanın Kapsamı**

Bu çalışmanın araştırma grubu, sigara içme öyküsü olmayan, kronik respiratuar ve kardiyovasküler hastalık geçmişi bulunmayan, son iki hafta içerisinde alt-üst solunum yolu enfeksiyonu geçirmemiş lisanslı sporcular ve sedanterlerden oluşturulmuştur. Araştırmaya en az 3 yıldır haftada minimum 6 saat düzenli antrenman yapan 97 bireysel (82 erkek+15 kadın), 134 takım (84 erkek+50 kadın) sporcusu ile 40 sedanter (20 erkek+20 kadın) toplam 271 kişi katıldı. Bireysel (atletizm (35), bisiklet (16), kürek (11), savunma sporları (35)) sporculardan oluşan grubun yaş ortalaması  $20,71 \pm 2,99$  yıl, takım (basketbol (49), futbol (56), voleybol (29)) grubunun  $22,05 \pm 5,12$  yıl ve sedanterlerin (40) ise  $28,45 \pm 5,24$  yıl olarak hesaplandı. Tüm bireyler, çalışma hakkında ayrıntılı bir şekilde bilgilendirildi ve ‘‘Gönüllü Olur Formu’’ alındıktan sonra araştırmaya dâhil edildi.

Araştırma için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’na başvuruldu ve OMÜ KAEK 2020/158 nolu onay formu alındıktan sonra çalışmaya başlandı (Ek 1). Araştırmada G\*Power 3.1.3. programı kullanılarak  $\alpha=0,05$ , güç  $(1-\beta)=0,95$  ve etki büyüklüğü 0,266 alındığından örneklem sayısı 270 olarak hesaplanmıştır (Cohen, 1988).

#### **3.2. Çalışma Protokolü**

Deneklere çalışmaya başlamadan 1 hafta önce araştırmanın önemi ile ilgili bilgi verilmesinin yanı sıra yapılacak testlerin deneme ölçümleri (birinci ziyaret) yapıldı. Böylece deneklerin gerçek ölçümler sırasında karşılaşılabileceği sorunlar ortadan kaldırıldı ve daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesi sağlandı. Birinci ziyaretten sonra gerçek ölçüm verileri için denekler Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi performans laboratuvarına ikinci kez çağırıldı ve bu ziyarette standart sapması büyük olmayan, kabul edilebilir, gerçek araştırma verileri elde edilip kayıt altına alındı.

#### **3.3. Verilerin Toplanması**

Çalışmada deneklerin yaşları, kimlik bilgileri doğrultusunda ve kendilerine sorularak yıl olarak, vücut ağırlıkları 0,1 kilogram (kg) hassaslıktaki kantarda (sadece spor kıyafetleriyle ayakkabısız olarak) kg cinsinden, boy uzunlukları ise (denekler anatomik pozisyondayken) bu kantarda bütünleşik olan dijital boy ölçer ile (SECA,

Germany) santimetre (cm) cinsinden kayıt altına alındı. Vücut kütle indeksi aşağıdaki formüle göre hesaplandı (Frisancho, 2008).

Vücut kütle indeksi (VKİ): Vücut ağırlığı (kg) / boy uzunluğu<sup>2</sup> (m)

Genellikle sporcular üzerinde yapılan çalışmalarda Dünya Sağlık Örgütü (WHO)' nün belirlediği VKİ sınıflandırması kullanılmıştır (Walsh ve ark., 2018). Bu bağlamda araştırmaya katılan deneklerin VKİ değerleri zayıf (VKİ<18,50 kg/m<sup>2</sup>), normal (VKİ 18,50-24,90 kg/m<sup>2</sup>), fazla kilolu (VKİ 25,00-29,90 kg/m<sup>2</sup>) ve obez (VKİ ≥ 30,00 kg/m<sup>2</sup>) olarak 4 farklı şekilde sınıflandırılarak incelenmiştir (WHO, 2020).

### 3.3.1. Solunum Fonksiyon Testleri

Akciğer hacimlerinin belirlenmesi için MGC Diagnostics Marka CPFS/D USB TM Spirometri cihazı kullanıldı ve uygulanan testlerinin tamamı denekler oturur pozisyonda ATS/ERS standartlarına göre yapıldı (Miller ve ark., 2005). Tüm katılımcıların FVC (Zorlu vital kapasite), FEV<sub>1</sub> (Zorlu bir ekspirasyonun ilk 1. saniyesinde çıkarılan gaz hacmi), FEV<sub>1</sub>/FVC (Tiffeneau indeksi), MVV (Maksimal istemli ventilasyon) ve SVC (Yavaş ve zorlanmadan yapılan vital kapasite) değerleri ölçüldü.

SFT değerleri aşağıda belirtilen uygulamalarla tespit edildi;

FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC ölçümleri: Katılımcı 3 normal nefesten sonra yapabildiği en hızlı şekilde derin inspirasyon yaptı. Bunu takiben hızlı ekspirasyonla aldığı havayı boşaltmaya başladı ve bu işlem 6 sn boyunca devam ettirildi.

SVC ölçümü: Katılımcı 4 normal nefesten sonra çok yavaş biçim de maksimal inspirasyon gerçekleştirdi, inspirasyonun bitimi ile yavaş bir şekilde ekspirasyon yaptı.

MVV ölçümü: Katılımcı 3 normal nefesten sonra en hızlı şekilde inspirasyon ve ekspirasyon yaparak ventilasyonu 12 sn. boyunca sürdürdü.

### 3.3.2. Solunum Kas Kuvvetinin Belirlenmesi

Araştırmaya katılan deneklerin solunum kas kuvvetlerini belirlemek için MicroRPM cihazı (CareFusion Micro Medical, Kent, UK) kullanıldı ve bu değerler ATS/ERS (2002) kılavuzuna göre belirlendi.

MİP ölçümü: Rezidüel volüm düzeyine kadar ekspirasyon yaptırıldı ve burun klipsi takılıyken kişinin maksimal hızda inspirasyon yapması ve bunu 1-3 saniye sürdürmesi istendi.



MEP ölçümü: Total akciğer kapasitesi düzeyine kadar inspirasyon yaptırıldı ve burun klipsi takılıyken kişinin 1-3 saniye boyunca maksimal hızda ekspirasyon yapması istendi.

En iyi değeri elde etmek için tüm denekler %5 den fazla fark olmayan 3 ya da 5 deneme yaptı. Kabul edilebilir 3 denemenin ortalaması MİP ve MEP değeri olarak kayıt altına alındı (Arend ve ark., 2015).

### **3.4. İstatistiksel Yöntem**

Tanımlayıcı özelliklere ait dağılım ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur. Değişkenlere ait normallik varsayımı Kolmogorov Smirnov testi ile değerlendirilmiş ve verilerin normal dağılmadığı belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Ayrıca verilere bazı transformasyon (Log, Ln, Karekök vb.) yöntemleri denenmiş ancak normal dağılış elde edilememiştir. Bu nedenle ikili grupların karşılaştırılmasında parametrik olmayan yöntemlerden Mann Whitney U testi, üç ve daha fazla ölçütün olduğu grupların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis H testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Dunn parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Verilere ait ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum ve IQR (Inter Quartile Range) değerleri tanımlayıcı istatistik olarak verilmiştir. MİP, MEP, FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, MVV, SVC, yaş, boy, kilo, VKI arasındaki ilişkiler Spearman sıra korelasyonu ile belirlenmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları  $r < 0,2$  (çok zayıf ilişki),  $r = 0,2-0,4$  (zayıf ilişki),  $r = 0,4-0,6$  (orta derece ilişki),  $r = 0,6-0,8$  (yüksek ilişki) ve  $0,8 >$  (çok yüksek ilişki) şeklinde sınıflandırılmıştır (Landis ve Koch, 1977). Verilerin analizinde SPSS 22.0 (SPSS for Windows, 2008, SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD), grafiksel tasarımların oluşturulmasında ise GraphPad Prism 8.4.2 programı (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA) kullanılmıştır.

#### 4. BULGULAR

**Tablo 1.** Deneklerin tanımlayıcı bilgileri

		<b>Bireysel (97)</b>		<b>Takım (134)</b>		<b>Sedanter (40)</b>		<b>Toplam (271)</b>	
		<b>Ort.</b>	<b>S.S.</b>	<b>Ort.</b>	<b>S.S.</b>	<b>Ort.</b>	<b>S.S.</b>	<b>Ort.</b>	<b>S.S.</b>
<b>Yaş (yıl)</b>	Kadın	20,53	3,52	24,48	5,95	27,40	6,13	24,47	6,00
	Erkek	20,74	2,91	20,60	3,93	29,50	4,05	21,62	4,45
	<b>Toplam</b>	20,71	2,99	22,05	5,12	28,45	5,24	22,51	5,15
<b>Boy Uzunluğu (cm)</b>	Kadın	174,26	7,88	175,02	6,82	170,35	10,94	173,78	8,26
	Erkek	177,14	5,79	178,98	7,96	177,85	8,50	178,05	7,16
	<b>Toplam</b>	176,70	6,20	177,50	7,77	174,10	10,39	176,71	7,77
<b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>	Kadın	65,33	7,15	64,92	7,47	66,15	14,23	65,28	9,33
	Erkek	73,00	8,55	73,46	11,59	80,00	10,84	73,96	10,43
	<b>Toplam</b>	71,84	8,77	70,27	11,03	73,07	14,32	71,24	10,86
<b>Vücut Kütle İndeksi (kg/m<sup>2</sup>)</b>	Kadın	21,51	1,93	21,15	1,77	22,69	3,81	21,58	2,48
	Erkek	23,25	2,46	22,84	2,55	25,32	3,37	23,29	2,70
	<b>Toplam</b>	22,98	2,46	22,21	2,42	24,00	3,79	22,75	2,74

**Ort**=Ortalama, **SS**=Standart sapma

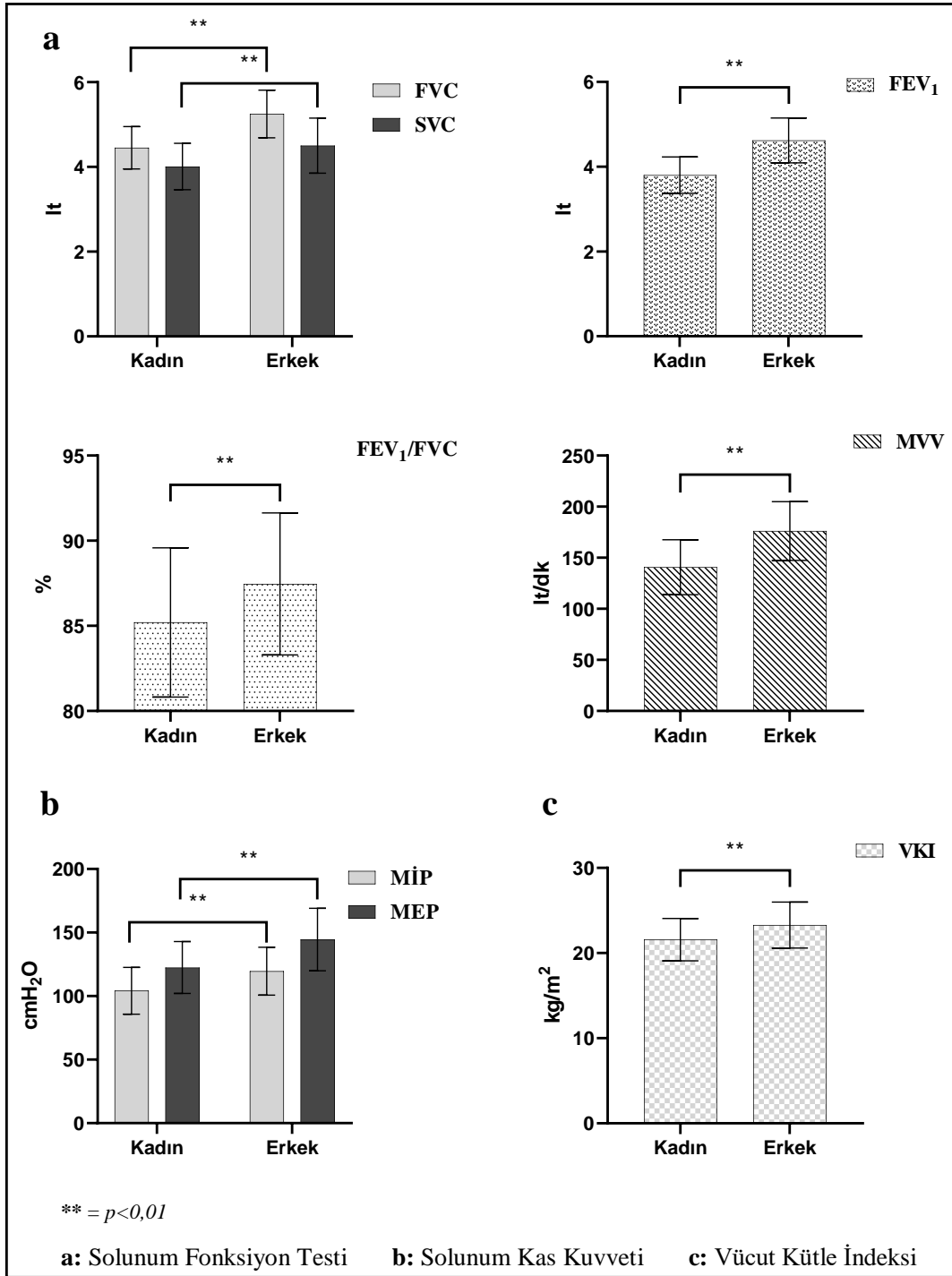
Araştırmaya katılan 231 sporcu ve 40 sedanterin tanımlayıcı özellikleri incelendiğinde yaşları  $22,51 \pm 5,15$  yıl, boy uzunlukları  $176,71 \pm 7,77$  cm, vücut ağırlıkları  $71,24 \pm 10,86$  kg ve vücut kütle indekslerinin  $22,75 \pm 2,74$  kg/m<sup>2</sup> ortalamalarına sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 2.** Cinsiyete göre solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılması

		<b>Ort.</b>	<b>S.S.</b>	<b>Med</b>	<b>Min</b>	<b>Mak</b>	<b>IQR</b>	<b>Test İstatistiği</b>	<b>P</b>
<b>MİP</b> <b>(cmH<sub>2</sub>O)</b>	Kadın (85)	104,17	18,38	96,00	81,00	151,00	31,0	6,184	<b>&lt;0,001</b>
	Erkek (186)	119,54	18,86	118,00	84,00	156,00	30,0		
<b>MEP</b> <b>(cmH<sub>2</sub>O)</b>	Kadın (85)	122,47	20,46	121,00	89,00	178,00	29,5	6,527	<b>&lt;0,001</b>
	Erkek (186)	144,48	24,63	142,00	87,00	187,00	41,0		
<b>FVC</b> <b>(lt)</b>	Kadın (85)	4,45	0,50	4,39	3,54	5,67	0,84	9,238	<b>&lt;0,001</b>
	Erkek (186)	5,25	0,56	5,19	3,59	6,43	0,87		
<b>FEV<sub>1</sub></b> <b>(lt)</b>	Kadın (85)	3,80	0,43	3,85	3,06	4,94	0,61	10,073	<b>&lt;0,001</b>
	Erkek (186)	4,62	0,53	4,65	3,11	5,78	0,79		
<b>FEV<sub>1</sub>/FVC</b> <b>(%)</b>	Kadın (85)	85,20	4,38	85,00	77,00	95,00	6,5	3,920	<b>&lt;0,001</b>
	Erkek (186)	87,46	4,17	88,00	76,00	95,00	6,0		
<b>MVV</b> <b>( lt/dk)</b>	Kadın (85)	140,71	26,79	136,00	100,00	198,00	35,0	8,248	<b>&lt;0,001</b>
	Erkek (186)	176,19	28,76	178,50	103,00	239,00	41,3		
<b>SVC</b> <b>(lt)</b>	Kadın (85)	4,01	0,55	4,00	2,96	5,17	0,84	5,686	<b>&lt;0,001</b>
	Erkek (186)	4,50	0,65	4,44	3,02	6,04	0,92		
<b>VKI</b> <b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>	Kadın (85)	21,58	2,48	21,43	17,82	32,37	2,82	5,606	<b>&lt;0,001</b>
	Erkek (186)	23,29	2,70	22,88	16,01	33,22	3,15		

p<0,001, **Ort**=Ortalama, **SS**=Standart sapma, **Med**=Medyan, **Min**=Minimum, **Mak**=Maksimum, **IQR**=Inter quartile range, **MİP**=Maksimal inspiratuar basınç, **MEP**=Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC**=Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>**=Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC**=Tiffeneau oranı, **MVV**=Maksimal solunum kapasitesi, **SVC**=Yavaş vital kapasite, **VKI**=Vücut kütle indeksi

Erkek deneklerin kadınlara göre MİP, MEP, FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, MVV, SVC ve VKI parametrelerinde daha yüksek ortalamalara sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0,001) (Tablo 2).



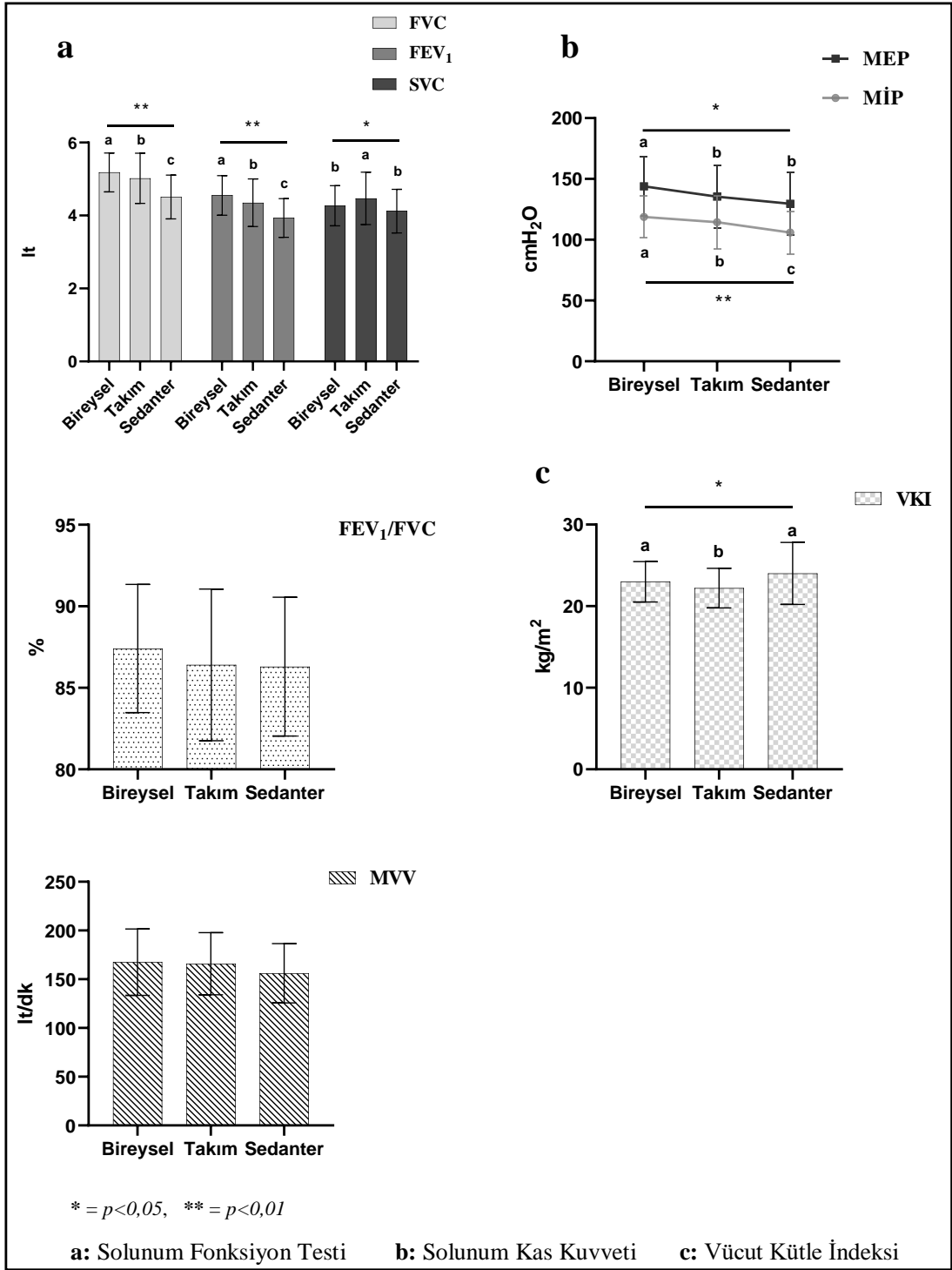
**Şekil 6.** Cinsiyete göre solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılma grafiği (Ortalama±Standart Sapma)

**Tablo 3.** Gruplar arası solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılması

		<b>Ort.</b>	<b>S.S.</b>	<b>Med</b>	<b>Min</b>	<b>Mak</b>	<b>IQR</b>	<b>Test İstatistiği</b>	<b>p</b>
<b>MİP</b> <b>(cmH<sub>2</sub>O)</b>	Bireysel (97)	118,73 <sup>a</sup>	17,11	119,00	84,00	156,00	23,5		
	Takım (134)	114,46 <sup>b</sup>	21,78	110,00	81,00	156,00	33,3	14,806	<b>&lt;0,001</b>
	Sedanter (40)	105,85 <sup>c</sup>	17,54	99,00	85,00	153,00	28,8		
<b>MEP</b> <b>(cmH<sub>2</sub>O)</b>	Bireysel (97)	143,84 <sup>a</sup>	24,23	143,00	87,00	187,00	42,5		
	Takım (134)	135,43 <sup>b</sup>	25,57	135,00	87,00	187,00	34,8	12,269	<b>0,002</b>
	Sedanter (40)	129,60 <sup>b</sup>	25,49	125,00	95,00	187,00	29,5		
<b>FVC</b> <b>(lt)</b>	Bireysel (97)	5,18 <sup>a</sup>	0,53	5,14	3,55	6,15	0,86		
	Takım (134)	5,02 <sup>b</sup>	0,69	4,91	3,79	6,43	1,05	27,366	<b>&lt;0,001</b>
	Sedanter (40)	4,51 <sup>c</sup>	0,60	4,50	3,54	5,67	1,09		
<b>FEV<sub>1</sub></b> <b>(lt)</b>	Bireysel (97)	4,55 <sup>a</sup>	0,54	4,59	3,11	5,73	0,84		
	Takım (134)	4,35 <sup>b</sup>	0,65	4,34	3,11	5,78	0,97	27,534	<b>&lt;0,001</b>
	Sedanter (40)	3,93 <sup>c</sup>	0,53	3,88	3,06	5,09	0,96		
<b>FEV<sub>1</sub>/FVC</b> <b>(%)</b>	Bireysel (97)	87,41	3,93	88,00	79,00	94,00	5,0		
	Takım (134)	86,40	4,65	86,00	76,00	95,00	7,0	3,316	0,190
	Sedanter (40)	86,30	4,26	87,00	77,00	95,00	6,0		
<b>MVV</b> <b>(lt/dk)</b>	Bireysel (97)	167,53	34,01	175,00	100,00	239,00	55,5		
	Takım (134)	165,91	31,95	165,50	103,00	224,00	50,0	4,149	0,126
	Sedanter (40)	156,23	30,41	157,50	102,00	231,00	43,8		
<b>SVC</b> <b>(lt)</b>	Bireysel (97)	4,27 <sup>b</sup>	0,55	4,21	3,00	5,82	0,64		
	Takım (134)	4,47 <sup>a</sup>	0,72	4,43	2,96	6,04	0,99	8,565	<b>0,014</b>
	Sedanter (40)	4,12 <sup>b</sup>	0,60	4,12	3,05	5,10	1,07		
<b>VKI</b> <b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>	Bireysel (97)	22,99 <sup>a</sup>	2,47	22,65	16,01	31,64	2,49		
	Takım (134)	22,21 <sup>b</sup>	2,43	21,91	17,76	30,25	3,40	9,433	<b>0,009</b>
	Sedanter (40)	24,01 <sup>a</sup>	3,80	23,09	19,10	33,22	5,56		

p<0,001, p<0,05, **Ort**=Ortalama, **SS**=Standart sapma, **Med**=Medyan, **Min**=Minimum, **Mak**=Maksimum, **IQR**=Inter quartile range, **MİP**=Maksimal inspiratuar basınç, **MEP**=Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC**=Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>**=Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC**=Tiffeneau oranı, **MVV**=Maksimal solunum kapasitesi, **SVC**=Yavaş vital kapasite, **VKI**=Vücut kütle indeksi

Solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamaları gruplar arası karşılaştırıldığında, MİP, MEP, FVC, FEV<sub>1</sub>, SVC ve VKI' de istatistiksel anlamlılık olduğu (p<0,05) fakat FEV<sub>1</sub>/FVC ve MVV' de farklılık meydana gelmediği bulunmuştur (p>0,05). Elde edilen bulgulara göre bireysel sporcuların MİP (118,73±17,11) ve MEP (143,84±24,23) değerlerinin takım ve sedanterlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bireysel sporcuların SVC hariç tüm solunum ortalamaları diğer gruplara göre daha yüksektir. VKI değerlerine bakıldığında sedanter grubun (24,01±3,80) en yüksek, takım grubunun (22,21±2,43) ise en düşük ortalamalara sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).



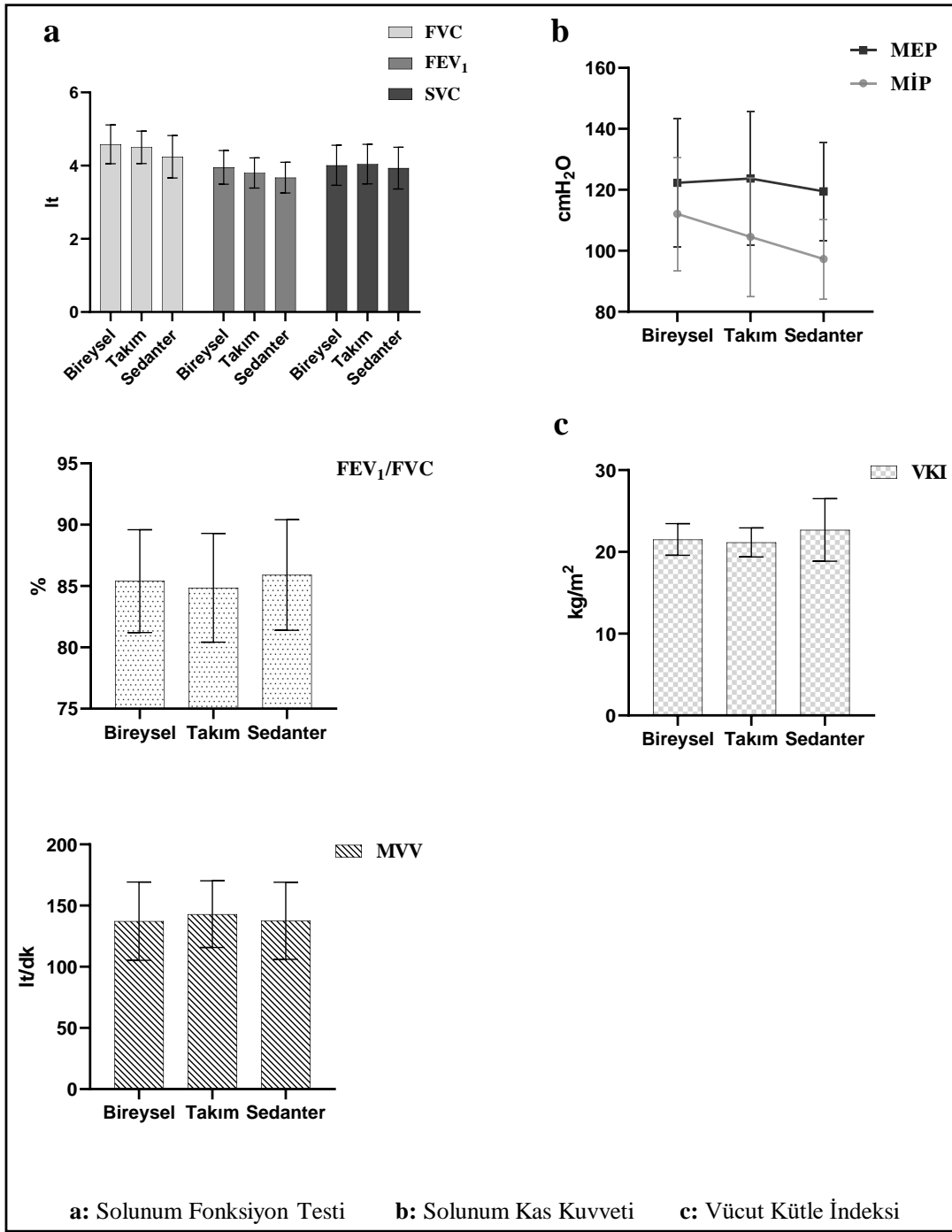
Şekil 7. Gruplar arası solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılma grafiği (Ortalama±Standart Sapma)

**Tablo 4.** Gruplar arası kadın deneklerin solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılması

		<b>Ort.</b>	<b>S.S.</b>	<b>Med</b>	<b>Min</b>	<b>Mak</b>	<b>IQR</b>	<b>Test İstatistiği</b>	<b>p</b>
<b>MİP</b> <b>(cmH<sub>2</sub>O)</b>	Bireysel (15)	112,07	18,47	111,00	86,00	139,00	35,0	5,219	0,074
	Takım (50)	104,54	19,41	99,00	81,00	151,00	32,0		
	Sedanter (20)	97,30	13,09	92,50	85,00	127,00	7,8		
<b>MEP</b> <b>(cmH<sub>2</sub>O)</b>	Bireysel (15)	122,33	20,99	120,00	90,00	166,00	32,0	0,463	0,793
	Takım (50)	123,70	22,03	122,50	89,00	178,00	36,8		
	Sedanter (20)	119,50	16,14	121,00	95,00	167,00	18,8		
<b>FVC</b> <b>(lt)</b>	Bireysel (15)	4,58	0,53	4,62	3,55	5,64	0,86	5,708	0,058
	Takım (50)	4,50	0,44	4,56	3,79	5,57	0,75		
	Sedanter (20)	4,24	0,58	4,07	3,54	5,67	0,88		
<b>FEV<sub>1</sub></b> <b>(lt)</b>	Bireysel (15)	3,95	0,46	4,00	3,11	4,94	0,40	4,622	0,099
	Takım (50)	3,80	0,41	3,81	3,12	4,80	0,61		
	Sedanter (20)	3,67	0,42	3,45	3,06	4,55	0,52		
<b>FEV<sub>1</sub>/FVC</b> <b>(%)</b>	Bireysel (15)	85,40	4,19	86,00	79,00	92,00	7,0	1,081	0,583
	Takım (50)	84,86	4,44	84,00	78,00	94,00	7,3		
	Sedanter (20)	85,90	4,51	86,50	77,00	95,00	6,5		
<b>MVV</b> <b>(lt/dk)</b>	Bireysel (15)	137,27	31,97	124,00	100,00	198,00	25,0	1,058	0,589
	Takım (50)	142,98	27,31	140,50	103,00	198,00	36,3		
	Sedanter (20)	137,60	21,52	135,50	102,00	180,00	35,8		
<b>SVC</b> <b>(lt)</b>	Bireysel (15)	4,01	0,55	4,01	3,00	4,95	0,83	0,812	0,666
	Takım (50)	4,04	0,54	4,00	2,96	5,17	0,89		
	Sedanter (20)	3,93	0,57	3,82	3,27	4,97	0,93		
<b>VKI</b> <b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>	Bireysel (15)	21,52	1,94	21,31	17,82	24,61	4,03	1,073	0,585
	Takım (50)	21,16	1,77	21,37	18,34	23,89	3,01		
	Sedanter (20)	22,69	3,82	21,48	19,10	32,37	1,83		

**Ort**=Ortalama, **SS**=Standart sapma, **Med**=Medyan, **Min**=Minimum, **Mak**=Maksimum, **IQR**=Inter quartile range, **MİP**=Maksimal inspiratuar basınç, **MEP**=Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC**=Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>**=Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC**=Tiffeneau oranı, **MVV**=Maksimal solunum kapasitesi, **SVC**=Yavaş vital kapasite, **VKI**=Vücut kütle indeksi

Bireysel, takım ve sedanter kadın deneklerin solunum fonksiyonu, solunum kas kuvveti ve VKI ortalamaları karşılaştırıldığında gruplar arası farklılık tespit edilememiştir (p>0,05) (Tablo 4).



**Şekil 8.** Gruplar arası kadın deneklerin solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılma grafiği (Ortalama±Standart Sapma)

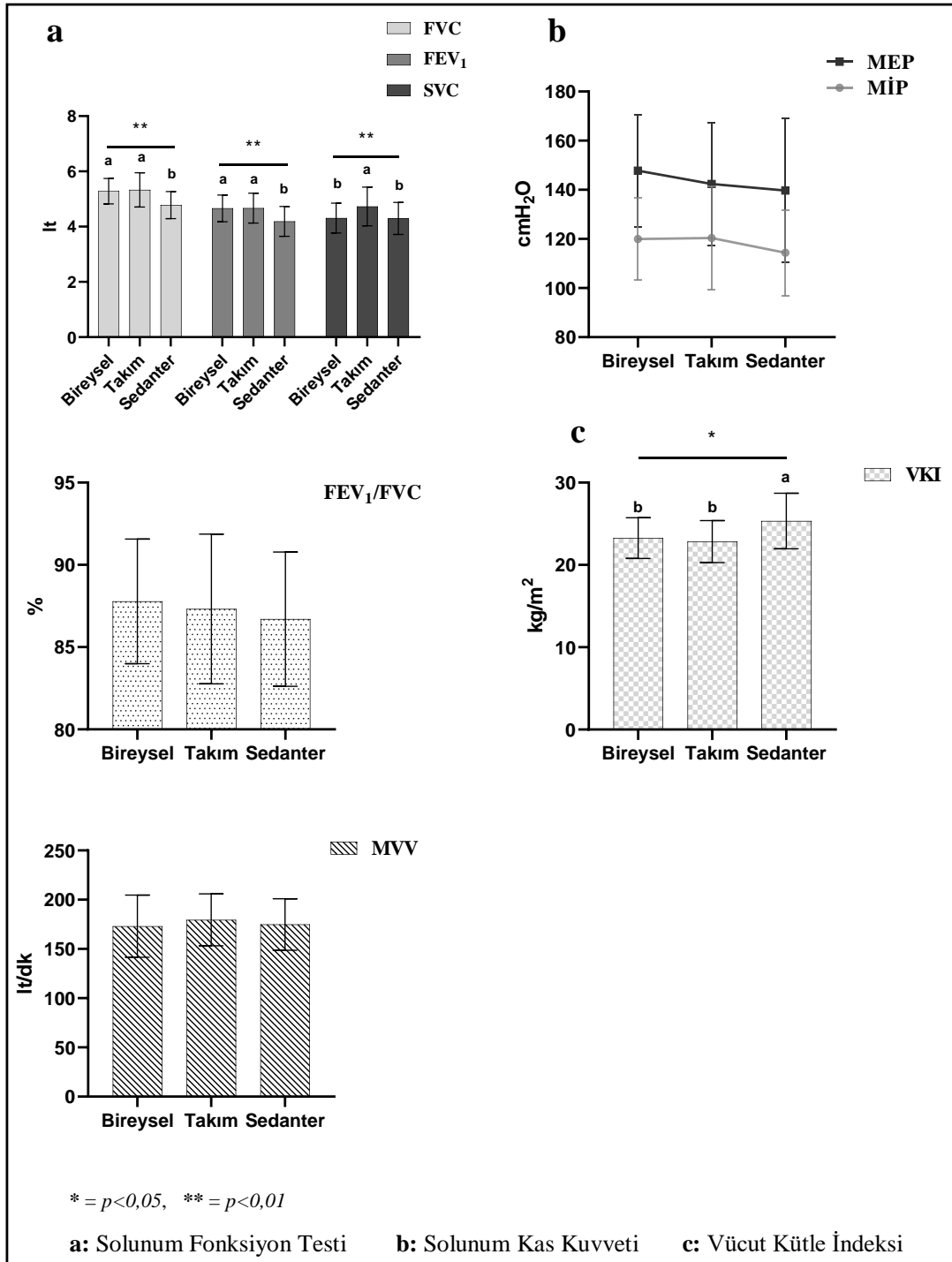


**Tablo 5.** Gruplar arası erkek deneklerin solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılması

		<b>Ort.</b>	<b>S.S.</b>	<b>Med</b>	<b>Min</b>	<b>Mak</b>	<b>IQR</b>	<b>Test İstatistiği</b>	<b>p</b>
<b>MİP</b> <b>(cmH<sub>2</sub>O)</b>	Bireysel (82)	119,95	16,68	120,00	84,00	156,00	22,3	2,042	0,360
	Takım (84)	120,36	21,06	115,00	86,00	156,00	39,5		
	Sedanter (20)	114,40	17,51	111,50	95,00	153,00	32,0		
<b>MEP</b> <b>(cmH<sub>2</sub>O)</b>	Bireysel (82)	147,77	22,77	149,00	87,00	187,00	40,0	2,991	0,224
	Takım (84)	142,41	25,08	138,50	87,00	187,00	38,8		
	Sedanter (20)	139,70	29,31	131,00	100,00	187,00	52,0		
<b>FVC</b> <b>(lt)</b>	Bireysel (82)	5,28 <sup>a</sup>	0,46	5,27	4,11	6,15	0,65	13,971	<b>&lt;0,001</b>
	Takım (84)	5,33 <sup>a</sup>	0,62	5,34	3,90	6,43	1,01		
	Sedanter (20)	4,78 <sup>b</sup>	0,49	4,92	3,59	5,46	0,69		
<b>FEV<sub>1</sub></b> <b>(lt)</b>	Bireysel (82)	4,66 <sup>a</sup>	0,48	4,68	3,65	5,73	0,73	13,511	<b>&lt;0,001</b>
	Takım (84)	4,67 <sup>a</sup>	0,54	4,71	3,11	5,78	0,80		
	Sedanter (20)	4,19 <sup>b</sup>	0,50	4,15	3,35	5,09	0,88		
<b>FEV<sub>1</sub>/FVC</b> <b>(%)</b>	Bireysel (82)	87,78	3,79	88,00	80,00	94,00	6,0	0,995	0,608
	Takım (84)	87,32	4,55	88,00	76,00	95,00	6,0		
	Sedanter (20)	86,70	4,08	87,00	78,00	93,00	6,3		
<b>MVV</b> <b>(lt/dk)</b>	Bireysel (82)	173,06	31,53	178,00	103,00	239,00	42,8	1,219	0,544
	Takım (84)	179,56	26,28	183,00	123,00	224,00	41,5		
	Sedanter (20)	174,85	26,53	171,50	120,00	231,00	37,5		
<b>SVC</b> <b>(lt)</b>	Bireysel (82)	4,31 <sup>b</sup>	0,54	4,21	3,10	5,82	0,67	16,164	<b>&lt;0,001</b>
	Takım (84)	4,73 <sup>a</sup>	0,70	4,68	3,02	6,04	1,02		
	Sedanter (20)	4,30 <sup>b</sup>	0,58	4,34	3,05	5,10	0,82		
<b>VKI</b> <b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>	Bireysel (82)	23,26 <sup>b</sup>	2,47	22,85	16,01	31,64	2,45	10,922	<b>0,004</b>
	Takım (84)	22,84 <sup>b</sup>	2,55	22,51	17,76	30,25	3,72		
	Sedanter (20)	25,33 <sup>a</sup>	3,37	24,74	20,43	33,22	3,37		

p<0,001, p<0,05, **Ort**=Ortalama, **SS**=Standart sapma, **Med**=Medyan, **Min**=Minimum, **Mak**=Maksimum, **IQR**=Inter quartile range, **MİP**=Maksimal inspiratuar basınç, **MEP**=Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC**=Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>**=Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC**=Tiffeneau oranı, **MVV**=Maksimal solunum kapasitesi, **SVC**=Yavaş vital kapasite, **VKI**=Vücut kütle indeksi

Araştırmaya katılan erkek deneklerin gruplar arası solunum fonksiyonu, solunum kas kuvveti ve VKI parametrelerine göre FVC, FEV<sub>1</sub>, SVC ve VKI’de farklılık (p<0,05), MİP, MEP, FEV<sub>1</sub>/FVC ve MVV’ de ise farklılığın olmadığı belirlendi (p>0,05) (Tablo 5).



Şekil 9. Gruplar arası erkek deneklerin solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılma grafiği (Ortalama±Standart Sapma)

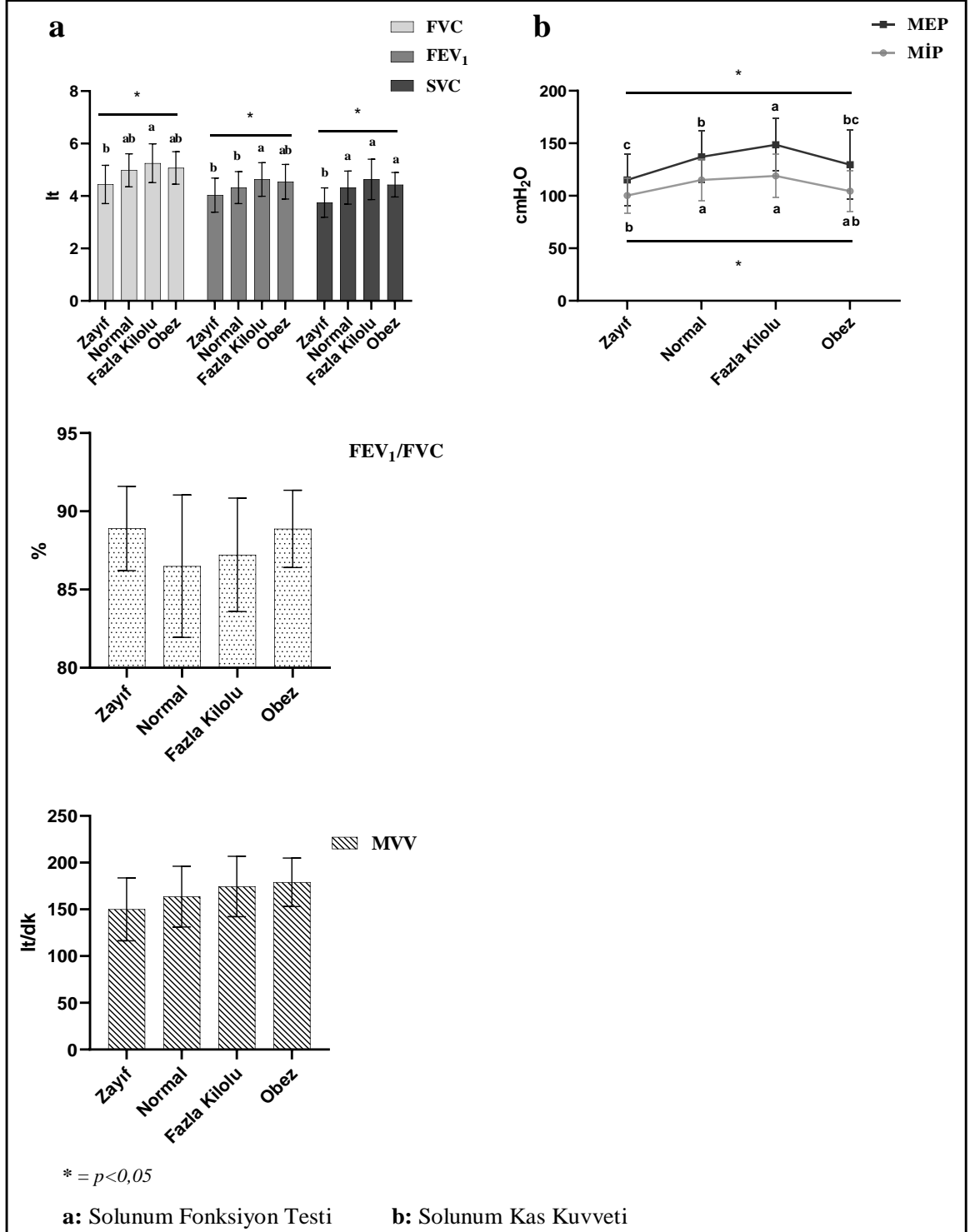
**Tablo 6.** VKI sınıflandırmasına göre solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılması

		Ort.	S.S.	Med	Min	Mak	IQR	Test İstatistiği	P
MİP (cmH <sub>2</sub> O)	Zayıf (10)	100,20 <sup>b</sup>	16,82	94,00	84,00	132,00	21,0	10,254	<b>0,017</b>
	Normal (216)	115,05 <sup>a</sup>	19,74	113,50	81,00	156,00	31,0		
	Fazla Kilolu (37)	118,92 <sup>a</sup>	20,58	117,00	88,00	156,00	32,5		
	Obez (8)	104,38 <sup>ab</sup>	19,71	96,00	89,00	150,00	15,0		
MEP (cmH <sub>2</sub> O)	Zayıf (10)	115,10 <sup>c</sup>	24,37	111,00	89,00	169,00	35,0	14,936	<b>0,002</b>
	Normal (216)	137,02 <sup>b</sup>	24,58	136,50	87,00	187,00	37,0		
	Fazla Kilolu (37)	148,65 <sup>a</sup>	25,08	140,00	111,00	187,00	46,0		
	Obez (8)	129,50 <sup>bc</sup>	32,94	121,00	100,00	182,00	62,0		
FVC (lt)	Zayıf (10)	4,44 <sup>b</sup>	0,73	4,40	3,55	5,61	1,19	10,291	<b>0,016</b>
	Normal (216)	4,98 <sup>ab</sup>	0,63	5,01	3,54	6,24	0,92		
	Fazla Kilolu (37)	5,25 <sup>a</sup>	0,74	5,14	3,75	6,43	1,26		
	Obez (8)	5,07 <sup>ab</sup>	0,62	4,92	4,23	6,15	0,95		
FEV <sub>1</sub> (lt)	Zayıf (10)	4,03 <sup>b</sup>	0,65	4,05	3,32	5,10	0,97	11,355	<b>0,010</b>
	Normal (216)	4,32 <sup>b</sup>	0,61	4,33	3,11	5,78	0,91		
	Fazla Kilolu (37)	4,63 <sup>a</sup>	0,64	4,72	3,06	5,57	0,98		
	Obez (8)	4,54 <sup>ab</sup>	0,66	4,45	3,62	5,73	0,89		
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	Zayıf (10)	88,90	2,69	89,50	85,00	92,00	5,3	5,613	0,132
	Normal (216)	86,49	4,55	87,00	76,00	95,00	7,0		
	Fazla Kilolu (37)	87,22	3,62	88,00	80,00	94,00	6,0		
	Obez (8)	88,88	2,47	89,00	86,00	93,00	4,5		
MVV (lt/dk)	Zayıf (10)	150,00	33,67	140,00	103,00	204,00	56,3	6,128	0,106
	Normal (216)	163,63	32,46	165,50	100,00	231,00	51,8		
	Fazla Kilolu (37)	174,46	32,36	179,00	103,00	222,00	50,0		
	Obez (8)	179,00	25,95	170,00	158,00	239,00	20,3		
SVC (lt)	Zayıf (10)	3,75 <sup>b</sup>	0,56	3,63	3,00	5,01	0,58	14,453	<b>0,002</b>
	Normal (216)	4,32 <sup>a</sup>	0,63	4,24	2,96	5,97	0,76		
	Fazla Kilolu (37)	4,63 <sup>a</sup>	0,77	4,54	3,02	6,04	1,11		
	Obez (8)	4,43 <sup>a</sup>	0,47	4,28	3,98	5,08	0,92		

p<0,05, **Ort**=Ortalama, **SS**=Standart sapma, **Med**=Medyan, **Min**=Minimum, **Mak**=Maksimum, **IQR**=Inter quartile range, **MİP**=Maksimal inspiratuar basınç, **MEP**=Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC**=Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>**=Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC**=Tiffeneau oranı, **MVV**=Maksimal solunum kapasitesi, **SVC**=Yavaş vital kapasite

VKI ortalamalarına göre zayıf, normal, fazla kilolu ve obez olarak sınıflandırılan deneklerin solunumla ilgili parametreleri karşılaştırıldığında sadece MİP, MEP, FVC, FEV<sub>1</sub> ve SVC' de anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). Elde edilen bulgulara göre MİP ortalaması en yüksek fazla (118,92±20,58) ve normal kilolularda (115,05±19,74), en düşük ise zayıf grubuna giren (100,20±16,82) deneklerde olduğu hesaplanmıştır. Diğer taraftan MEP ortalaması fazla kilolularda (148,65±25,08) en yüksek, zayıflarda (115,10±24,37) en düşük bulunmuştur. Fazla kiloluların FVC (5,25±0,74) ve FEV<sub>1</sub>

( $4,63 \pm 0,64$ ) ortalamaları diğerlerine göre yüksektir. En düşük SVC ortalaması ise zayıflarda ( $3,75 \pm 0,56$ ) tespit edilmiştir (Tablo 6).



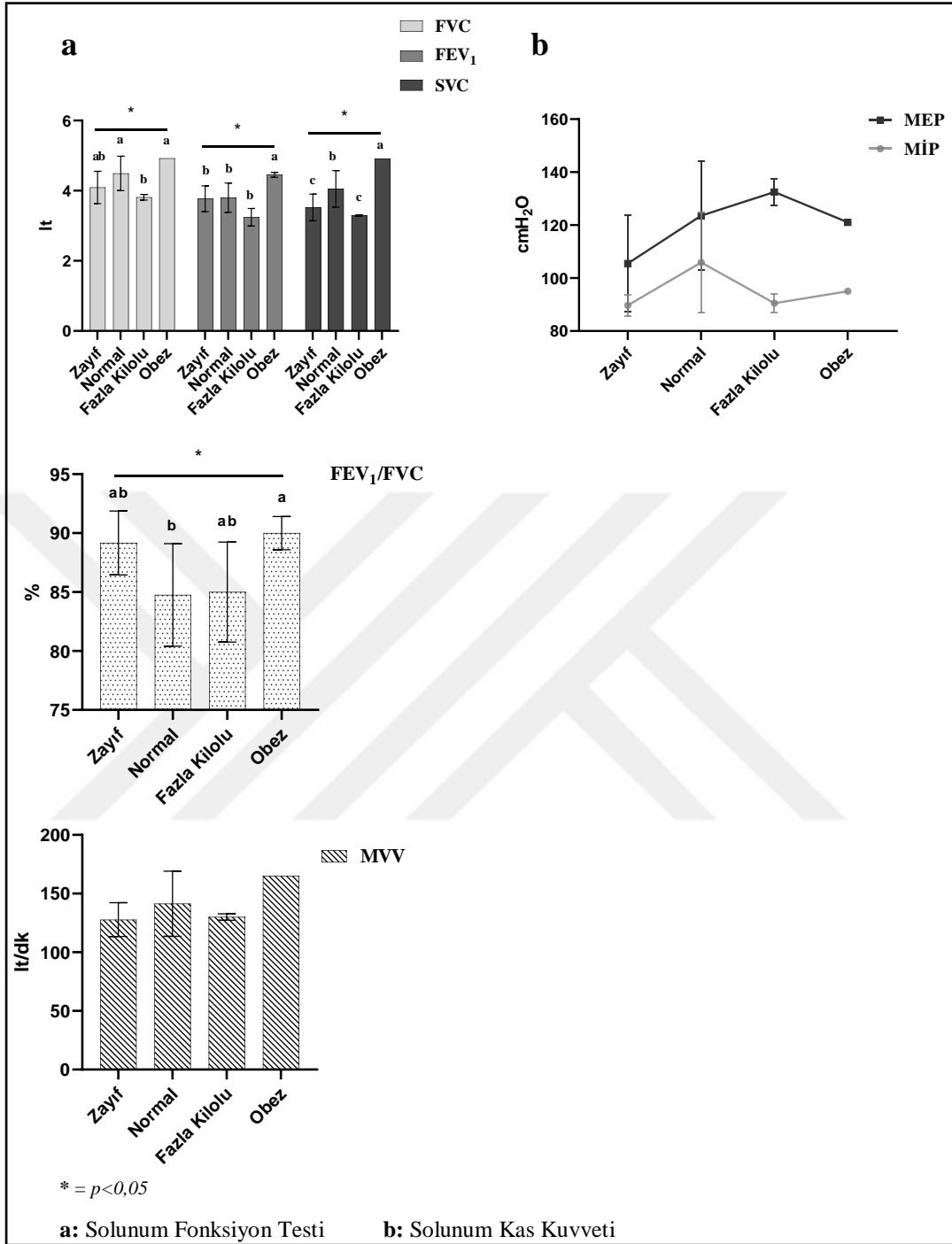
**Şekil 10.** VKI sınıflandırmasına göre solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılma grafiği (Ortalama±Standart Sapma)

**Tablo 7.** Kadın VKI sınıflandırmasına göre solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılması

		Ort.	S.S.	Med	Min	Mak	IQR	Test İstatistiği	P
MİP (cmH <sub>2</sub> O)	Zayıf (6)	89,67	4,18	90,00	84,00	95,00	8,00	5,906	0,116
	Normal (75)	105,93	18,83	99,00	81,00	151,00	32,0		
	Fazla Kilolu (2)	90,50	3,54	90,50	88,00	93,00	-		
	Obez (2)	95,00	0,00	95,00	95,00	95,00	-		
MEP (cmH <sub>2</sub> O)	Zayıf (6)	105,50	18,32	99,50	89,00	134,00	35,50	5,128	0,163
	Normal (75)	123,60	20,61	121,00	89,00	178,00	32,00		
	Fazla Kilolu (2)	132,50	4,95	132,50	129,00	136,00	-		
	Obez (2)	121,00	0,00	121,00	121,00	121,00	-		
FVC (lt)	Zayıf (6)	4,09 <sup>ab</sup>	0,46	4,10	3,55	4,61	0,97	9,866	<b>0,020</b>
	Normal (75)	4,49 <sup>a</sup>	0,49	4,50	3,54	5,67	0,78		
	Fazla Kilolu (2)	3,81 <sup>b</sup>	0,08	3,81	3,75	3,87	-		
	Obez (2)	4,92 <sup>a</sup>	0,00	4,92	4,92	4,92	-		
FEV <sub>1</sub> (lt)	Zayıf (6)	3,77 <sup>b</sup>	0,37	3,72	3,37	4,18	0,74	7,671	<b>0,049</b>
	Normal (75)	3,80 <sup>b</sup>	0,42	3,85	3,11	4,94	0,60		
	Fazla Kilolu (2)	3,24 <sup>b</sup>	0,25	3,24	3,06	3,42	-		
	Obez (2)	4,45 <sup>a</sup>	0,07	4,45	4,40	4,50	-		
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	Zayıf (6)	89,17 <sup>ab</sup>	2,71	89,50	86,00	92,00	6,00	8,799	<b>0,032</b>
	Normal (75)	84,76 <sup>b</sup>	4,35	84,00	77,00	95,00	7,00		
	Fazla Kilolu (2)	85,00 <sup>ab</sup>	4,24	85,00	82,00	88,00	-		
	Obez (2)	90,00 <sup>a</sup>	1,41	90,00	89,00	91,00	-		
MVV (lt/dk)	Zayıf (6)	127,83	14,40	131,50	103,00	145,00	21,0	3,529	0,317
	Normal (75)	141,37	27,71	137,00	100,00	198,00	36,0		
	Fazla Kilolu (2)	130,00	2,83	130,00	128,00	132,00	-		
	Obez (2)	165,00	0,00	165,00	165,00	165,00	-		
SVC (lt)	Zayıf (6)	3,52 <sup>c</sup>	0,38	3,58	3,00	4,01	0,73	13,279	<b>0,004</b>
	Normal (75)	4,05 <sup>b</sup>	0,52	4,01	2,96	5,17	0,70		
	Fazla Kilolu (2)	3,29 <sup>c</sup>	0,02	3,29	3,27	3,30	-		
	Obez (2)	4,91 <sup>a</sup>	0,00	4,91	4,91	4,91	-		

p<0,05, **Ort**=Ortalama, **SS**=Standart sapma, **Med**=Medyan, **Min**=Minimum, **Mak**=Maksimum, **IQR**=Inter quartile range, **MİP**=Maksimal inspiratuar basınç, **MEP**=Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC**=Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>**=Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC**=Tiffeneau oranı, **MVV**=Maksimal solunum kapasitesi, **SVC**=Yavaş vital kapasite

Kadın deneklerin VKI sınıflandırmasına göre FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC ve SVC' de anlamlı farklılık bulunurken (p<0,05) MİP, MEP ve MVV' de ise benzer sonuca ulaşamamıştır (p>0,05). Araştırmaya katılan kadınların FVC ortalaması normal (4,49±0,49) ve obezlerde (4,92±0,00) en yüksek, fazla kilolularda (3,81±0,08) en düşüktür. Obezlerin FEV<sub>1</sub> (4,45±0,07), FEV<sub>1</sub>/FVC (90,00±1,41) ve SVC (4,91±0,00) ortalamalarının diğerlerine göre yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 7).



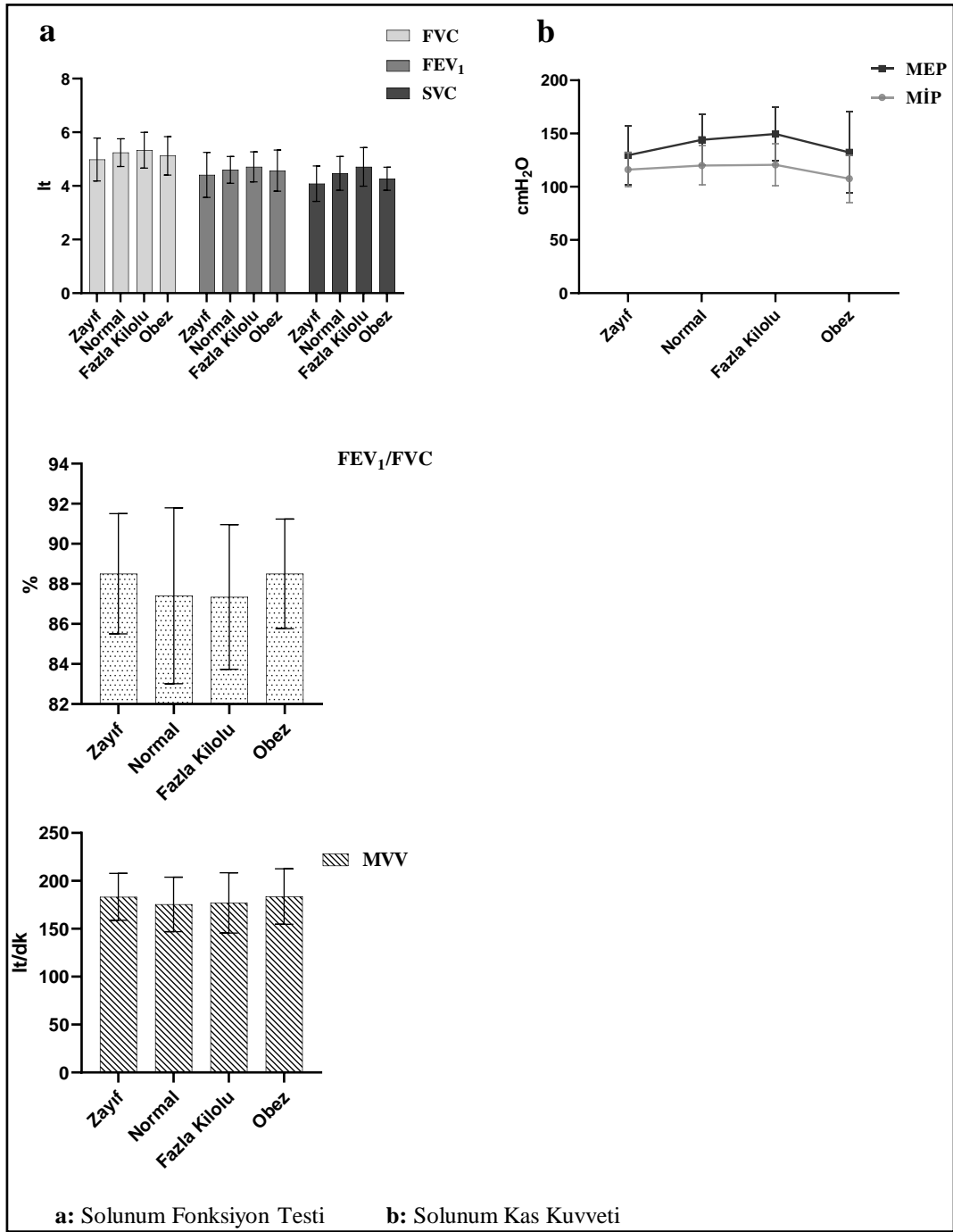
Şekil 11. Kadın VKI sınıflandırmasına göre solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılma grafiği (Ortalama±Standart Sapma)

**Tablo 8.** Erkek VKI sınıflandırmasına göre solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılması

		Ort.	S.S.	Med	Min	Mak	IQR	Test İstatistiği	P
MİP (cmH <sub>2</sub> O)	Zayıf (4)	116,00	16,27	115,50	101,00	132,00	29,5	3,523	0,318
	Normal (141)	119,90	18,52	118,00	84,00	156,00	28,0		
	Fazla Kilolu (35)	120,54	19,95	119,00	93,00	156,00	34,0		
	Obez (6)	107,50	22,30	98,50	89,00	150,00	28,0		
MEP (cmH <sub>2</sub> O)	Zayıf (4)	129,50	27,59	121,00	107,00	169,00	49,5	4,390	0,222
	Normal (141)	144,16	23,57	142,00	87,00	187,00	38,5		
	Fazla Kilolu (35)	149,57	25,48	144,00	111,00	187,00	50,0		
	Obez (6)	132,33	38,48	115,00	100,00	182,00	79,0		
FVC (lt)	Zayıf (4)	4,98	0,80	5,20	3,90	5,61	1,46	1,189	0,756
	Normal (141)	5,24	0,52	5,17	3,59	6,24	0,75		
	Fazla Kilolu (35)	5,33	0,67	5,28	4,33	6,43	1,26		
	Obez (6)	5,12	0,72	5,13	4,23	6,15	1,26		
FEV <sub>1</sub> (lt)	Zayıf (4)	4,41	0,84	4,62	3,32	5,10	1,55	1,923	0,588
	Normal (141)	4,60	0,50	4,64	3,11	5,78	0,72		
	Fazla Kilolu (35)	4,71	0,56	4,81	3,59	5,57	0,90		
	Obez (6)	4,57	0,77	4,55	3,62	5,73	1,22		
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	Zayıf (4)	88,50	3,00	89,00	85,00	91,00	5,50	0,587	0,900
	Normal (141)	87,41	4,39	88,00	76,00	95,00	6,00		
	Fazla Kilolu (35)	87,34	3,61	88,00	80,00	94,00	6,00		
	Obez (6)	88,50	2,74	88,00	86,00	93,00	4,80		
MVV (lt/dk)	Zayıf (4)	183,25	24,46	189,50	150,00	204,00	45,30	0,440	0,932
	Normal (141)	175,47	28,39	178,00	103,00	231,00	39,50		
	Fazla Kilolu (35)	177,00	31,40	179,00	103,00	222,00	48,00		
	Obez (6)	183,67	28,95	175,50	158,00	239,00	36,80		
SVC (lt)	Zayıf (4)	4,08	0,66	3,89	3,55	5,01	1,21	6,305	0,098
	Normal (141)	4,47	0,63	4,35	3,05	5,97	0,82		
	Fazla Kilolu (35)	4,71	0,72	4,59	3,02	6,04	1,00		
	Obez (6)	4,27	0,43	4,08	3,98	5,08	0,58		

**Ort:** Ortalama, **SS:** Standart sapma, **Med:** Medyan, **Min:** Minimum, **Mak:** Maksimum, **IQR:** Inter quartile range, **MİP:** Maksimal inspiratuar basınç, **MEP:** Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC:** Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>:** Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC:** Tiffeneau oranı, **MVV:** Maksimal solunum kapasitesi, **SVC:** Yavaş vital kapasite

VKI sınıflandırmasına göre zayıf, normal, fazla kilolu ve obez gruplarına giren erkek deneklerin solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamaları arasında farklılık tespit edilememiştir (p>0,05) (Tablo 8).



**Şekil 12.** Erkek VKI sınıflandırmasına göre solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının karşılaştırılma grafiği (Ortalama±Standart Sapma)



**Tablo 9.** Cinsiyete göre tanımlayıcı özelliklerin solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamaları arasındaki ilişki

		<b>MİP</b>	<b>MEP</b>	<b>FVC</b>	<b>FEV<sub>1</sub></b>	<b>FEV<sub>1</sub>/FVC</b>	<b>MVV</b>	<b>SVC</b>
<b>Kadın (85)</b>	Yaş	-0,111	0,001	0,140	0,050	-0,087	0,194	0,145
	Boy Uzunluğu	-0,022	-0,021	<b>0,488**</b>	<b>0,351**</b>	-0,209	0,138	<b>0,443**</b>
	Vücut Ağırlığı	0,169	0,125	<b>0,531**</b>	<b>0,398**</b>	-0,148	<b>0,379**</b>	<b>0,495**</b>
	Vücut Kütle İndeksi	<b>0,279**</b>	0,190	<b>0,251*</b>	0,210	0,043	<b>0,386**</b>	<b>0,247*</b>
<b>Erkek (186)</b>	Yaş	<b>-0,208**</b>	-0,034	0,030	0,027	-0,077	0,010	-0,054
	Boy Uzunluğu	0,007	0,060	<b>0,476**</b>	<b>0,364**</b>	-0,106	<b>0,150*</b>	<b>0,195**</b>
	Vücut Ağırlığı	0,020	0,130	<b>0,339**</b>	<b>0,303**</b>	-0,043	0,116	<b>0,246**</b>
	Vücut Kütle İndeksi	-0,014	0,122	0,059	0,095	0,033	0,047	<b>0,163*</b>
<b>Toplam (271)</b>	Yaş	<b>-0,256**</b>	<b>-0,129*</b>	-0,091	<b>-0,127*</b>	<b>-0,139*</b>	-0,058	-0,051
	Boy Uzunluğu	0,063	0,105	<b>0,483**</b>	<b>0,384**</b>	-0,072	<b>0,238**</b>	<b>0,320**</b>
	Vücut Ağırlığı	<b>0,194**</b>	<b>0,237**</b>	<b>0,496**</b>	<b>0,464**</b>	0,046	<b>0,350**</b>	<b>0,406**</b>
	Vücut Kütle İndeksi	<b>0,208**</b>	<b>0,254*</b>	<b>0,270**</b>	<b>0,306**</b>	<b>0,122*</b>	<b>0,288**</b>	<b>0,291**</b>

\*=p<0,05 \*\*=p<0,01, **MİP**=Maksimal inspiratuar basınç, **MEP**=Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC**=Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>**=Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC**=Tiffeneau oranı, **MVV**=Maksimal solunum kapasitesi, **SVC**=Yavaş vital kapasite

Yapılan analize göre kadınların boy uzunlukları ile FVC, FEV<sub>1</sub> ve SVC’de, vücut ağırlıkları ile FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV ve SVC’de, vücut kütle indeksleriyle MİP, FVC, MVV ve SVC ortalamalarında pozitif yönlü ilişki olduğu tespit edilmiştir. Erkeklerde yaş arttıkça MİP (r=-0,208) ortalamalarının azaldığı görüldü. Boy uzunlukları ile FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV ve SVC’ de, vücut ağırlıkları ile FVC, FEV<sub>1</sub> ve SVC’ de, vücut kütle indeksiyle ise yalnızca SVC arasında pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. Toplam denek sayısına göre yaş ile MİP, MEP, FEV<sub>1</sub> ve FEV<sub>1</sub>/FVC ortalamaları arasında negatif yönlü ilişki, boy uzunlukları ile FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV, SVC’ de, vücut ağırlıkları ve vücut kütle indeksleriyle ise tüm solunum parametrelerinde pozitif yönlü ilişki görülmüştür (Tablo 9).

**Tablo 10.** Gruplara göre solunum kas kuvveti ile solunum fonksiyonu ortalamaları arasındaki ilişki

		<b>FVC</b>	<b>FEV<sub>1</sub></b>	<b>FEV<sub>1</sub>/FVC</b>	<b>MVV</b>	<b>SVC</b>
<b>Bireysel (97)</b>	MİP	0,181	0,099	<b>-0,216*</b>	<b>0,271**</b>	-0,180
	MEP	<b>0,297**</b>	<b>0,288**</b>	0,117	<b>0,275**</b>	-0,193
<b>Takım (134)</b>	MİP	<b>0,292**</b>	<b>0,330**</b>	0,056	<b>0,409**</b>	<b>0,200*</b>
	MEP	<b>0,355**</b>	<b>0,366**</b>	-0,007	<b>0,430**</b>	<b>0,255**</b>
<b>Sedanter (40)</b>	MİP	0,256	<b>0,339*</b>	0,284	<b>0,428**</b>	<b>0,336*</b>
	MEP	-0,017	0,040	0,024	<b>0,334*</b>	0,242

\*=p<0,05 \*\*=p<0,01, **MİP**=Maksimal inspiratuar basınç, **MEP**=Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC**=Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>**=Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC**=Tiffeneau oranı, **MVV**=Maksimal solunum kapasitesi, **SVC**=Yavaş vital kapasite

Araştırmaya katılan grupların solunum kas kuvveti ve solunum fonksiyonları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bireysel grubun MİP ortalamalarıyla FEV<sub>1</sub>/FVC' de negatif (r=-0,216), MVV' de pozitif (r=0,271), MEP' te ise FVC (r=0,297), FEV<sub>1</sub> (r=0,288) ve MVV (r=0,275) arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir. Takım sporcularının MİP ve MEP ortalamalarıyla FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV ve SVC arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Tablo 10).

**Tablo 11.** Cinsiyete göre solunum kas kuvveti ile solunum fonksiyonu ortalamaları arasındaki ilişki

		<b>FVC</b>	<b>FEV<sub>1</sub></b>	<b>FEV<sub>1</sub>/FVC</b>	<b>MVV</b>	<b>SVC</b>
<b>Kadın (85)</b>	MİP	0,152	0,113	-0,115	<b>0,354**</b>	0,092
	MEP	<b>0,285**</b>	0,196	<b>-0,289**</b>	<b>0,350**</b>	0,174
<b>Erkek (186)</b>	MİP	0,108	0,092	-0,065	0,115	-0,036
	MEP	0,077	0,091	0,051	<b>0,164*</b>	-0,084
<b>Toplam (271)</b>	MİP	<b>0,309**</b>	<b>0,311**</b>	0,023	<b>0,371**</b>	0,114
	MEP	<b>0,321**</b>	<b>0,336**</b>	0,056	<b>0,379**</b>	<b>0,120*</b>

\*=p<0,05 \*\*=p<0,01, **MİP**=Maksimal inspiratuar basınç, **MEP**=Maksimal ekspiratuar basınç, **FVC**=Zorlu vital kapasite, **FEV<sub>1</sub>**=Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü, **FEV<sub>1</sub>/FVC**=Tiffeneau oranı, **MVV**=Maksimal solunum kapasitesi, **SVC**=Yavaş vital kapasite

Cinsiyete göre yapılan korelasyon analizinde kadınların MİP ortalamalarıyla sadece MVV' de (r=0,354), MEP' leri ile FVC (r=0,285) ve MVV' de (r=0,350) pozitif, FEV<sub>1</sub>/FVC ortalamalarında ise (r=-0,289) negatif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Erkeklerde yalnızca MEP değerleriyle MVV (r=0,164) arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Toplam 217 deneğin ortalamalarına göre MİP ile FVC, FEV<sub>1</sub> ve MVV' de, MEP' te ise FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV ve SVC arasında pozitif yönlü ilişki belirlenmiştir (Tablo 11).

## 5. TARTIŞMA

Solunum fonksiyonu pulmoner sistemin bir ürünüdür. Geçmişten günümüze solunum merkezli hastalarda (astım, KOAH, kistik fibroz vb.) ve sağlıklı bireylerde, solunum kaslarının kuvvetiyle akciğer volüm ve kapasiteleri arasındaki ilişkinin yorumlanması ve değerlendirilmesi merak konusu olmuştur. Bununla birlikte spor bilimciler ve egzersiz fizyologları son yıllarda ulusal düzeyde yarışan üst düzey sporcuların egzersiz anında atletik performanslarını sınırlayan faktörleri belirlemek için solunum sistemine ilişkin araştırmalara odaklanmıştır.

Kardiyovasküler ve pulmoner sistemin oksijen taşımadaki rolü düşünüldüğünde (Shin ve ark., 2017), akciğerlerin maksimum düzeyde genişlemesine ve daralmasına yardımcı olan güçlü solunum kaslarının elit sporcular için oldukça önemli bir parametre olduğu bilinmektedir (Imam ve ark., 2017; Chatterjee ve ark., 2019). Literatürde sporcuların solunum fonksiyonlarını araştıran birçok çalışma (Vedala ve Mane, 2013; Mazic ve ark., 2015; Shin ve ark., 2017; Lazovic ve ark., 2018; Saputri ve ark., 2018; Campoi ve ark., 2019) olmasına rağmen farklı spor dallarında (bireysel-takım) yer alan sporcuların solunum kas kuvveti ve fonksiyonları arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Bu bağlamda çalışmada, farklı spor dallarında yer alan aktif sporcuların solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının belirlenmesi ve çeşitli değişkenlerle ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Solunum fonksiyonları ve solunum kasları sporcuların performanslarını etkileyen en önemli faktörler arasında yer alır. Yüksek yoğunluklu fiziksel aktivitelerden dolayı gelişen solunum kasları pulmoner kapasiteyi artırarak solunum fonksiyonlarının gelişmesine katkıda bulunabilir (Lazovic-Popovic ve ark., 2016; Imam ve ark., 2017). Bu bölümde farklı spor gruplarında (bireysel, takım) yer alan sporcuların solunum fonksiyonları ve solunum kas kuvveti ortalamaları çeşitli değişkenler bakımından incelenerek yerli ve yabancı literatürle karşılaştırmaları yapılmıştır.

Erkeklerin ve kadınların farklı fiziksel ve fizyolojik yapıları sahip olduğu bunda solunum sistemi üzerinde etkili bir değişken olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda çalışmaya katılan 85 kadın ile 186 erkek deneğin solunum kas kuvveti (SKK) ve solunum fonksiyonu test (SFT) değerleri ile VKI değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan analize göre erkeklerin ve kadınların sırasıyla MİP (119,54-104,17 cmH<sub>2</sub>O), MEP

(144,48-122,47 cmH<sub>2</sub>O), FVC (5,25-4,45 lt), FEV<sub>1</sub> (4,62-3,80 lt), FEV<sub>1</sub>/FVC (87,46-85,20 %), MVV (176,19-140,71 lt/dk), SVC (4,50-4,01 lt) ve VKI (23,29-21,58 kg/m<sup>2</sup>) ortalamaları arasında ilişki tespit edilmiştir (p<0,001) (Tablo 2).

Araştırmalar benzer yaş gruplarındaki erkek ve kadınların sırasıyla judoculararda MİP (125,54-93,14), MEP (136,62-102,86) (Bostanci ve ark., 2017), yüzücülerde MİP (100,40-67,80), MEP (87,40-73,90) (Santos ve ark., 2011), kürekçilerde MİP (121,17-112,38), MEP (131,33-108,75) (Silapabanleng ve Buranapuntalug, 2018) ve farklı spor dallarında yarışan sporcularda MİP (147,00-110,00), MEP (156,00-125,00) (Kroff ve Terblanche, 2010) olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte benzer sonuçları ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur (Carten, 2007; Klusiewicz, 2008; Klusiewicz ve ark., 2014).

Orta düzey fiziksel aktivite seviyesindeki 20-29 yaş sağlıklı yetişkinlerin solunum kas kuvvetleri erkeklerin ve kadınların sırasıyla MİP (126,10-99,40), MEP (144,50-114,20) olarak tespit edilmiştir (Pessoa ve ark., 2014b). Farklı yaş gruplarında yer alan sağlıklı yetişkinlerin incelendiği sistematik bir derlemede de 18-29 yaş erkeklerin ve kadınların sırasıyla MİP (128,00-97,00) değerlerine sahip olduğu görülmüştür (Pessoa ve ark., 2014a).

Araştırmalar erkeklerin (15-24 yaş) MİP ve MEP ortalamalarının sırasıyla hentbolcularda (173,00-188,00) (Hartz ve ark., 2018), rugby oyuncularında (145,00-157,80) (Carten, 2007) basketbolcularda (120,50-169,10) (Çevik, 2018), judoculararda (167,00-141,00) (Krauspenhar ve ark., 2019), koşucularda (140,00-172,00), bisikletçilerde (115,00-146,00) (Oueslati ve ark., 2018), hokey oyuncularında (109,90-146,17) (Özdal ve Bostanci, 2018) ve Amerikan futbolcularında (108,00-102,00) (Campoi ve ark., 2019), (123,00-167,00) (Lomax ve ark., 2011) olduğunu göstermiştir.

Kadınların (20-24 yaş) MİP ve MEP değerlerinin sırasıyla profesyonel Amerikan futbolcularında (150,90-167,60) (Archiza ve ark., 2018), basketbolcularda (101,08-113,50) (Comba, 2018), (107,00-112,81) (Hilal, 2019) ve netball oyuncularında (97,10-116,20) (Carten, 2007) olduğu tespit edilmiştir.

Literatüre bakıldığında 15-29 yaş arası erkek sporcuların MİP'leri 173,00 ile 100,40, MEP'leri ise 188,00 ile 87,40 arasında değişmektedir. Kadın sporcularının MİP ortalamaları 150,90 ile 67,80, MEP'leri ise 167,60 ile 73,90 arasında değiştiği tespit edilmiştir. (Hartz ve ark., 2018; Santos ve ark., 2011; Archiza ve ark., 2018).

Ayrıca kistik fibrosiz hastalarında ve tekerlekli sandalye kullanan sporcular üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde cinsiyet bakımından bazı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Bu bağlamda kistik fibrosizlilerde 7-33 yaş arası erkek ve kadınlarda sırasıyla MİP (77,85-70,83), MEP (67,85-67,00) (Franco ve ark., 2014), 19-36 yaş arası MİP (131,00-96,00), MEP (153,00-107,00) (Dunnink ve ark., 2009), MİP (91,00-108,00), MEP (95,00-103,00) (Troosters ve ark., 2009) iken erkek tekerlekli sandalye rugby oyuncularında MİP-MEP sırasıyla (113,70-73,70), basketbolcularında (112,20-105,60) (Moreno ve ark., 2012), (157,50-166,25) (Pereira ve ark., 2016) olarak tespit edilmiştir. Cinsiyet ayırt edilmeksizin tekerlekli sandalye basketbolcularında MİP' in 74,50, MEP' in ise 60,40 olduğu görülmüştür (Goosey-Tolfrey ve ark., 2010).

Araştırmalar benzer fiziksel özelliklere sahip olmalarına rağmen cinsiyet bakımından sporcuların pulmoner fonksiyonları arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Özellikle solunum fonksiyonlarının oldukça önemli olduğu yüzme sporlarında erkek ve kadınların sırasıyla FVC (6,00-4,00), FEV<sub>1</sub> (5,40-3,70), FEV<sub>1</sub>/FVC (88,80-89,50) ve MVV (186,70-129,00) ortalamalarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Noriega-Sánchez ve ark., 2015). Bununla birlikte voleybol (Usman ve Shenoy, 2015), judo (Bostanci ve ark., 2017), triatletler (Johari ve ark., 2017), bisiklet, koşu, kürek, yüzme, ragbi, netball, çim ve sualtı hokeyi gibi çeşitli branşlar üzerinde yapılan çalışmalarda bir birlerini destekler sonuçlar sunmuştur (Kroff ve Terblanche, 2010). Düzenli spor yapan (haftada 3-4 gün) çeşitli yaş gruplarındaki bireyler (Chatterjee ve ark., 2014) ile adölesan (Mendes ve ark., 2013) ve sedanterlerde de (Doijad ve Surdi, 2012) cinsiyet bakımından benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Cheng ve ark. (2003), farklı seviyedeki fiziksel aktivite gruplarında (yüksek, orta, düşük, diğer, sedanter) yer alan 24.536 sağlıklı bireyin solunum fonksiyonlarını kesitsel incelemiştir. Sırasıyla elde edilen erkek kadın bulgularına göre;

Yüksek şiddetli fiziksel aktivite (erkek:987; kadın:193): FVC (5,14-3,61), FEV<sub>1</sub> (4,02-2,86), FEV<sub>1</sub>/FVC (78,30-79,36),

Orta şiddetli fiziksel aktivite (erkek:1897; kadın:492): FVC (5,07-3,58), FEV<sub>1</sub> (3,93-2,82), FEV<sub>1</sub>/FVC (77,71-78,78),

Düşük şiddetli fiziksel aktivite (erkek:3868; kadın:1158): FVC (4,98-3,51), FEV<sub>1</sub> (3,89-2,78), FEV<sub>1</sub>/FVC (78,17-79,22),

Fiziksel aktivite yapmayanlar (erkek:12189; kadın:3453): FVC (4,87-3,43), FEV<sub>1</sub> (3,79-2,71), FEV<sub>1</sub>/FVC (77,97-79,08) grubunda da erkeklerin ortalama değerlerinin kadınlardan yüksek olduğu belirlenmiştir.

Literatüre bakıldığında benzer yaşı gruplarındaki erkek sporcuların FVC (6,16-4,18), FEV<sub>1</sub> (5,58-3,50), FEV<sub>1</sub>/FVC (88,80-80,72) ve MVV (216,66-186,70) ortalamaları arasında, kadınlarda ise FVC (4,32-3,45), FEV<sub>1</sub> (3,70-3,16), FEV<sub>1</sub>/FVC (89,50-76,64), MVV (145,00-105,41) arasında değiştii tespit edilmiştir (Kroff ve Terblanche, 2010; Noriega-Sánchez ve ark., 2015; Chatterjee ve ark., 2014; Usman ve Shenoy, 2015; Bostanci ve ark., 2017).

Cinsiyet farklılığı, insan iskeletindeki morfolojik değişikliklerin altında yatan en önemli biyolojik faktördür. Statik göğüs kafesi incelemelerinde erkeklerin kadınlara göre daha yatay yönlü kaburgalara ve daha geniş göğüs kafesine sahip olduğu görülmüştür (Dominelli ve ark., 2018; García-Martínez ve ark., 2019). Araştırmacılar tarafından erkeklerin kadınlardan daha büyük akciğerlere sahip olduğu gerçeği spirometrik yöntemler (Wanger ve ark., 2005), göğüs radyografisi (Bellemare ve ark., 2003) ve bilgisayarlı tomografi taramalarıyla oluşturulan üç boyutlu yöntemler (Torres-Tamayo ve ark., 2018; García-Martínez ve ark., 2019) gibi farklı yaklaşımlar kullanılarak gösterilmiştir.

Pulmoner yapılar ve morfolojik farklılıklardan dolayı kadınlar benzer fiziksel özelliklere sahip erkeklerden daha az difüzyon alanına, daha küçük hava yolu çapına ve akciğer hacimlerine sahiptir (Santos ve ark., 2011; LoMauro ve Aliverti, 2018; Molgat-Seon ve ark., 2018). Bu kadınların neden erkeklerden daha düşük vital kapasite, maksimal ekspiratuar akım hızı ve diğer solunum parametrelerine sahip olduğunu açıklamaktadır (Harms, 2006; LoMauro ve Aliverti, 2018). Ayrıca kadınlar ve erkekler arasındaki hormonal farklılıklarda solunum parametrelerinin değişkenliğinde etkilidir (Gargaglioni ve ark., 2019). Dolayısıyla çalışma sonuçlarında erkekler lehine elde edilen anlamlı cinsiyetler arası farklılığı yukarıdaki literatür bilgisine bakarak açıklayabiliriz.

Tablo 3' te bireysel, takım ve sedanter grupların SKK ve SFT değerlerinin karşılaştırmaları yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre bireysel sporcuların MİP (118,73±17,11) ve MEP (143,84±24,23) değerlerinin takım ve sedanterlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bireysel sporcuların SVC hariç tüm solunum

ortalamaları diğer gruplara göre daha yüksektir. VKI değerlerine bakıldığında sedanter grubun (24,01±3,80) en yüksek, takım grubunun (22,21±2,43) ise en düşük ortalamaya sahip olduğu görülmüştür (p<0,05).

Egzersiz anında vücudun oksijen ihtiyacı artar bu durum solunum hacminde meydana gelen belirgin artışlara neden olur (Santos ve ark., 2011). Bu artış basınç farklarının oluşumuna neden olan ve akciğerleri çevreleyerek koordineli şekilde kasılan solunum kaslarıyla sağlanır (Troosters ve ark., 2005). Bu nedenle günümüzde birçok farklı spor disiplinlerinden seçkin sporcular solunum kas kuvvetlerini geliştirerek müsabaka performanslarını iyileştirmeyi hedeflemişlerdir. Literatür taramasında bireysel ve takım sporcularının SKK ortalamalarının karşılaştırıldığı çalışmalar bulunmamaktadır. Önceki çalışmalarda bireysel ve takım grubu sporcularının sedanterlere göre daha yüksek SKK değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sedanterler ile bireysel ve takım sporcularının karşılaştırılmasında sırasıyla judocularda MİP (81,38-103,47), MEP (95,06-135,70) (Ermiş ve ark., 2019), yüzücülerde MİP (107,20-126,10), MEP (127,90-142,80) (Carten, 2007), futbolcularda MİP (90,00-108,00), MEP (92,00-102,00) (Campoi ve ark., 2019), netball ve rugby oyuncularında MİP (107,20-121,90), MEP (127,90-137,70) (Carten, 2007) olduğu görülmüştür. Karışık grupların (bireysel-takım) karşılaştırmalarında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Kroff ve Terblanche, 2010; Klusiewicz ve ark., 2014).

Bireysel ve takım sporları farklı oranlarda güç ve dayanıklılık gerektirir. Araştırmacılar akciğer fonksiyonlarının bazı spor disiplinlerinde farklı düzeylerde gelişmeye neden olabileceğini göstermiştir (Bostancı, 2009; Lazovic-Popovic ve ark., 2016). Bireysel sporcuların solunum fonksiyonlarının takım ve sedanterlere göre daha yüksek ortalamalara sahip olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Mahotra ve Shrestha, 2013; Triki ve ark., 2013; Lazovic-Popovic ve ark., 2016; Akhade ve Muniyappanavar, 2017). Fakat Durmic ve ark. (2017), bireysel (halter, savunma ve vücut geliştirme sporları), takım (futbol) ve sedanter gruplar arasında takım sporcularının diğerlerine göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir (p<0,05). Bunların aksine Lazovic ve ark. (2018) yaptığı çalışmada ise gruplar arasında farklılığın olmadığını bildirmiştir (p>0,05). Bununla birlikte literatür bireysel (Shin ve ark., 2016; Campoi ve ark., 2019; Upadhyaya ve Joshi, 2019), takım (Das ve Chatterjee, 2014; Basu ve ark., 2018) ve karışık (bireysel-takım) (Imam ve ark., 2017; Erail, 2018; Degens ve ark., 2019)

gruplarda yer alan sporcuların sedanterlerden daha yüksek solunum fonksiyonlarına sahip olduğu göstermiştir.

Solunum fonksiyonlarının gelişimi yapılan aktivitenin tipine ve şiddetine bağlıdır (Yadav, 2019). Egzersiz fiziolojisi teorisine göre aerobik enerji sistemlerinin kullanıldığı koşullar altında tamamlanan düşük yoğunluklu-uzun süreli egzersizler, solunum sisteminin oksijen değişim fonksiyonlarını etkiler. Bu değişimin fonksiyonel olarak akciğer kapasite ve hacimlerinde bir değişikliğe yol açarak solunum fonksiyonlarını geliştirdiği düşünülmektedir (Zhou, 2019).

Bompa ve Buzzichelli (2018), atletizm (uzun-orta mesafe koşucuları) (%80-100), bisiklet (%95) ve kürek (%50) sporcularının ağırlıklı olarak glikolitik ve oksidatif sistemleri, basketbol (%10), futbol (%20) ve voleybol (%10) sporcularının ise daha az glikolitik ve oksidatif enerji sistemlerini kullandığını ifade etmiştir. Fakat özellikle profesyonel futbol oyuncularını 90 dk'lık bir müsabaka anında yaklaşık 8-10 km koşabilir (Di Salvo ve ark., 2007). Bu rakam bazı pozisyon oyuncularında (orta saha, kanat oyuncularını) 15 km kadar çıkmaktadır (Stølen ve ark., 2005). Dolayısıyla çalışma grubunu oluşturan takım sporcularını oksidatif sistemi baskın olarak kullanmasa da farklı mevkilerdeki sporcular yüksek ventilasyon gerektiren durumlarla karşılaşabilmektedir (Santos-Silva ve ark., 2019). Sonuç olarak çalışmadaki bireysel grupta yer alan sporcuların ağırlıklı olarak yüksek ventilasyon gerektiren durumlara sürekli olarak maruz kalmalarının, diğer grup sporcularından biraz daha yüksek pulmoner değerlere sahip olmalarında etkili bir faktör olduğunu söylenebilir. Ayrıca bu sporcular dayanıklılık egzersizlerinde inspiratuar ve ekspiratuar kasları uzun süreler boyunca aktif olarak kullandıkları için solunum kas kuvvetlerinde bir artış meydana gelir. Bu durum bireysel sporcuların neden diğerlerinden daha yüksek solunum kas kuvvetine sahip olduklarını göstermektedir. Ayrıca düzenli egzersizin pulmoner kapasiteye olumlu etkileleri (Garber ve ark., 2011; Vedala ve Mane, 2013) sporcu grupları ile sedanterler arasındaki SFT ve SKK ortalamalarının farkını da açıklamaktadır.

Vücut ağırlığı ve kompozisyonlarının solunum fonksiyonları üzerine önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Pulmoner fonksiyonların vücut kompozisyonları (yağ, kas oranları) ile arasındaki ilişki daha önce araştırılmıştır (Chen ve ark., 2007; Oke ve Agwubike, 2015). Yapılan literatür taramasında sınıflandırılmış farklı VKI gruplarında yer alan sporcuların SFT ve SKK parametrelerinin karşılaştırıldığı herhangi bir



çalışmaya rastlanmamıştır. Araştırmada denekler VKI ortalamalarına göre zayıf, normal, fazla kilolu ve obez olarak 4 farklı şekilde sınıflandırılarak incelenmiştir (WHO, 2020). Buna göre sınıflandırmalar arası karşılaştırmada solunum kas kuvveti (MİP, MEP) ve bazı solunum fonksiyonlarında (FVC, FEV<sub>1</sub>, SVC) farklılıklar tespit edilmiştir (p<0,05). Elde edilen bulgulara göre MİP ortalamasının fazla (118,92±20,58) ve normal kilolularda (115,05±19,74) en yüksek, zayıf (100,20±16,82) deneklerde ise en düşük olduğu hesaplanmıştır. Diğer taraftan MEP ortalamasının fazla kilolularda (148,65±25,08) en yüksek, zayıflarda (115,10±24,37) ise en düşük olduğu görülmüştür. Fazla kilolu deneklerin FVC (5,25±0,74) ve FEV<sub>1</sub> (4,63±0,64) ortalamaları diğerlerine göre yüksektir. En düşük SVC ortalaması ise zayıflarda (3,75±0,56) elde edilmiştir (Tablo 6).

Benzer yaş ortalamalarına sahip bir araştırmada farklı VKI' ya sahip vücut geliştirmecilerin (29,3±2,3) sırasıyla MİP-MEP (199,00-267,30) ortalamalarının, dayanıklılık (22,5±1,8) sporcularına göre (138,90-175,30) yüksek olduğu bulunmuştur (Hackett ve ark., 2013). Diğer taraftan VKI' sı 23,0±2,8 olan sedanterlerin, obezlere (38,6±6,2) göre daha yüksek MİP ortalamalarına sahip olduğu görülmüştür (Chlif ve ark., 2005). Neto (2010) sedanter kadın obezlerin normal VKI değerine sahip bireylere göre daha yüksek MİP ve MEP ortalamaları olduğunu tespit etmiştir. Optimal solunum fonksiyonları tüm sporcular için önemlidir. Mükemmel spor performansına ulaşmak için değişkenleri arama ve geliştirme arzusu hiç bitmez. Günümüzde bir çok araştırmacı VKI değişkeninin solunum fonksiyonlarını etkileyen en önemli faktörler arasında yer aldığını belirtmiştir (Jones ve Nzekwu, 2006; Croff, 2014; Melo ve ark., 2014). Lazovic ve ark. (2018), yaptığı çalışmada gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen VKI ortalamaları 25,1±1,9 olan sporcuların (karate, tekvando), 23,2±1,7 olanlara (futbol) göre daha yüksek VC, FVC, PEF, DLCO değerlerine sahip olduğunu tespit etmiştir.

Çalışmalar obezlerin yanı sıra zayıfların da normal VKI değerlerine sahip bireylerden daha düşük solunum fonksiyonlarına sahip olabileceğini göstermiştir (Chen ve ark., 2007; Ubilla ve ark., 2008; Thyagarajan ve ark., 2008).

Araştırmacılar aşırı kilonun göğüs duvarının fonksiyonel işlevinde bir azalmaya neden olmakla birlikte daha küçük akciğer hacimlerine, solunum kaslarının kasılması için gerekli daha büyük metabolik taleplere ve solunum için gerekli iş

yükündeki belirgin artışlara neden olduğunu belirtmişlerdir (Magnani ve Cataneo, 2007). Bununla birlikte aşırı kilonun toraksa ve diyaframa uyguladığı baskı nedeniyle tam torasik genişlemeyi engellediği ve akciğer fonksiyonlarında bir kısıtlamaya neden olduğu düşünülüyor (Chen ve ark., 2007; Hyatt ve ark., 2009; Melo ve ark., 2014). Nayak ve ark. (2013), çalışmasında aşırı vücut ağırlığının aerobik kapasite ve egzersiz toleranslarını azalttığını belirtmiştir. Dolayısıyla bu durum sporcuların atletik performanslarını olumsuz etkileyebilir. Çalışma sonuçları literatürdeki birçok bulguyla benzerlik göstermektedir. Bu durum göz önüne alındığında aşırı kilonun sporcuların solunum fonksiyonları üzerinde birincil etkiye sahip olumsuz bir değişken olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 9 kişilerin antropometrik özellikleriyle SKK ve SFT parametreleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Buna göre 271 denegın yaş ile MİP, MEP, FEV<sub>1</sub> ve FEV<sub>1</sub>/FVC arasında negatif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Boy uzunlukları ile FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV, SVC arasında, vücut ağırlıkları ve vücut kütle indeksleriyle ise tüm solunum parametreleri (MİP, MEP, FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, MVV, SVC) arasında pozitif yönlü ilişki olduğu görülmüştür.

Literatür taraması yapıldığında sporcuların yaşlarıyla MİP-MEP ortalamaları arasındaki ilişkiyi gösteren az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Elde edilen bulgular 35 yaşından büyük Dünya Master Atletler (2009) ve Avrupa Veteran Atletler (2010) şampiyonalarına katılan sporcuların yaşlarıyla MİP ve MEP ortalamaları arasında negatif yönlü ilişki olduğunu göstermiştir (Degens ve ark., 2012). Fakat farklı branşlarda yapılan araştırmalarda sporcuların yaşlarıyla MİP ve MEP arasında ilişki olmadığı görülmüştür (Klusiewicz, 2008; Kroff ve Terblanche, 2010).

Literatürde farklı yaş gruplarındaki (20 - >60) sedanterlerde yapılan çalışmalar yaş ile SKK arasında negatif yönlü ilişki olduğunu göstermiştir (Hautmann ve ark., 2000; Simões ve ark., 2010; Costa ve ark., 2010; Pessoa ve ark., 2014b). Fakat Mendes ve ark. (2013), adölesanlarda (12-18 yaş) herhangi bir anlamlı ilişkiye rastlamamıştır. Diğer taraftan erkek sporcuların MİP değeriyle vücut ağırlıkları (r=0,32) ve VKI değerleri (r=0,39) arasında ilişki olduğu, kadın sporcuların herhangi bir antropometrik değerlerinde ilişki olmadığı görülmüştür (Klusiewicz ve ark., 2014). Ohya ve ark. (2016), 30 farklı kategorideki 301 erkek sporcunun vücut ağırlıklarıyla MİP ortalamaları arasında (r=0,59) ilişki olduğunu bulmuştur. Fakat aynı çalışmada boy

uzunluklarıyla herhangi bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte erkek bisikletçiler ve koşucular üzerinde yapılan bir çalışmada da vücut ağırlığıyla MİP arasında ( $r=0,46$ ) benzer sonuçlar bulunmuştur (Oueslati ve ark., 2018). Çeşitli branşlardaki sporcuların (her iki cinsiyette) MİP-MEP ortalamalarının sırasıyla boy uzunluklarında ( $r=0,33$ ;  $0,37$ ) ve vücut ağırlıklarında ( $r=0,44$ ;  $0,39$ ) ilişki tespit edilmiştir (Kroff ve Terblanche, 2010). Literatürde sedanter ve adölesanlilar üzerinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmüştür (Mendes ve ark., 2013; Pessoa ve ark., 2014b). Fakat basketbolcularda yapılan bir araştırma sporcuların SKK ile boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve VKI arasında ilişki olmadığını göstermiştir (Hilal, 2019).

Solunum ve pulmoner bağışıklık sisteminde yaşa bağlı olarak birçok değişiklik meydana gelir. Bu değişiklikler toraksik boşluktaki ve akciğer hacimlerindeki azalmalarla solunuma yardımcı olan kaslardaki bir takım fonksiyonel değişimleri içermektedir (Lowery ve ark., 2013). Yaşın solunum kaslarında meydana getirdiği hücresel düzeydeki değişiklikler kas kuvvetini etkiler (Desler ve ark., 2012; Lowery ve ark., 2013). Özellikle solunum kas kuvvetinin yaşla negatif yönlü ilişkisi olduğunu ve 20 yaşından sonra her yıl ortalama %1 azaldığını gösteren çalışmalar vardır (Rochester ve Arora, 1983; Simões ve ark., 2010). Her ne kadar sporcular solunum kaslarını sportif yaşantıları boyunca aktif olarak kullansa da ilerleyen yaşla birlikte kas liflerinde meydana gelen atrofinin kuvvette bir azalmaya yol açtığı bilinmektedir. Dolayısıyla araştırma sonuçlarından da görüleceği üzere yaş ile SKK arasında meydana gelen negatif yönlü ilişki yaşın arttıkça solunum kas kuvvetinde bir azalmaya neden olabileceğini göstermektedir. Ayrıca çalışma vücut ağırlığı ve VKI ile MİP-MEP ortalamaları arasında pozitif yönde ilişki olduğunu göstermesine rağmen literatür bu çalışmalardaki SKK varyansını tamamen desteklememektedir. Fakat elde edilen sonuçlar sporcu popülasyonunda antropometrik özelliklerin MİP ve MEP için önemli bir belirleyici olabileceğini göstermektedir.

Solunum fonksiyonları açısından değerlendirildiğinde yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, cinsiyet, ırk ve çeşitli çevresel faktörlerden büyük ölçüde etkilenen solunum fonksiyonları sporcularda farklılık göstermektedir (Quanjer ve ark., 2012; Bamne, 2017; Neogi ve ark., 2018).

Elit sporcular üzerinde yapılan bir araştırma yaş ile FVC ( $r=0,809$ ), FEV<sub>1</sub> ( $r=0,791$ ) ve MVV ( $r=0,753$ ) arasında ilişki olduğunu göstermiştir (Kocahan ve

Akınoğlu, 2019). Yetenek, güç, karışık ve dayanıklılığın beraber kullanıldığı branşlarda yaş ile FVC ( $r=0,099$ ) ve MVV ( $r=0,138$ ) arasında da benzer ilişki saptanmıştır (Lazovic ve ark., 2015). Bununla birlikte futbol ve hokey sporcularının FVC ( $r=0,34$ ) parametresinde ilişki olduğu fakat FEV<sub>1</sub>' de olmadığı görülmüştür (Neogi ve ark., 2018). Diğer taraftan Oke ve Agwubike (2015) erkek boksörlerin FEV<sub>1</sub> parametresinde negatif yönlü bir ilişki ( $r=-0,362$ ) bulmuştur. Literatürde benzer sonuçların görüldüğü çalışmalarla birlikte (Degens ve ark., 2012; Oke ve ark., 2013; Durmic ve ark., 2015), FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC ve MVV ortalamaları arasında ilişkinin olmadığını gösteren çalışmalarda mevcuttur (Bilgin ve ark., 2010; George ve ark., 2014).

Triatletler üzerinde yapılan bir araştırmada erkeklerin boy uzunluğu ile FVC ( $r=0,79$ ) ve FEV<sub>1</sub> ( $r=0,886$ ), kadın sporcuların ise yalnızca boy ile FEV<sub>1</sub> ( $r=0,807$ ) arasında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir (Johari ve ark., 2017). Bununla birlikte farklı disiplinlerdeki (basketbol, hentbol, futbol, sutopu) erkek sporcuların boy uzunluğu ile FVC ( $r=0,652$ ), FEV<sub>1</sub> ( $r=0,619$ ), MVV ( $r=0,275$ ), vücut ağırlığı ve VKI' da sırasıyla FVC ( $r=0,741$ ;  $0,396$ ), FEV<sub>1</sub> ( $r=0,675$ ;  $0,307$ ), FEV<sub>1</sub>/FVC ( $r=-0,235$ ;  $-0,263$ ) ve MVV ( $r=0,496$ ;  $0,460$ ) arasında ilişki tespit edilmiştir (Durmic ve ark., 2015). Bunların aksine amatör boksörlerin boy ile FEV<sub>1</sub> ( $r=0,520$ ) ortalamaları arasında ilişki bulunmuşken vücut ağırlığında ilişki görülmemiştir (Oke ve ark., 2013).

Lazovic ve ark. (2015), 1630 sporcu üzerinde yaptığı araştırmada vücut ağırlığı ve boy uzunluklarında sırasıyla FVC ( $r=0,197$ ;  $r=0,552$ ), FEV<sub>1</sub> ( $r=0,119$ ;  $r=0,428$ ) ve MVV ( $r=0,332$ ;  $r=0,356$ ) ortalamaları arasında anlamlı ilişki bulmuştur. Ayrıca VKI ile FVC ( $r=-0,143$ ) ve FEV<sub>1</sub> ( $r=-0,128$ ) arasında negatif, MVV ( $r=0,132$ ) arasında ise pozitif yönlü ilişki tespit etmiştir. Literatürde benzer sonuçların görüldüğü çalışmalar mevcuttur (Carten, 2007; Bilgin ve ark., 2010; Triki ve ark., 2013; Neogi ve ark., 2018; Kocahan ve Akınoğlu, 2019).

Solunum fonksiyonları yaşa bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Genellikle yaşın daha yüksek statik akciğer hacim ve kapasiteleriyle doğru orantılı olduğu düşünülür (Bhatti ve ark., 2014; Chatterjee ve ark., 2019). Fakat insanlarda pulmoner fonksiyonlar yaklaşık 25 yaşından sonra azalmaya başlar. Solunum fonksiyonlarındaki negatif yönlü ilişki yaşa bağlı olarak akciğerlerin elastik geri çekilme özelliğindeki azalmadan kaynaklanır. Bu durum bazı pulmoner mekanik değişikliklere ve ventilasyon kısıtlamalarına neden olmaktadır (Lalley, 2013; Roman ve ark., 2016).

Bunlarla birlikte akciğer hacimlerinin vücut büyüklüğüyle de yüksek düzeyde ilişkili olduğu bilinmektedir (Bhatti ve ark., 2014; Neogi ve ark., 2018). Literatüre bakıldığında antropometrik özelliklerle solunum fonksiyonu parametreleri arasında farklı sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Bunun sebebi literatürde karşılaştırılan sporcuların farklı fiziksel özelliklere sahip olmalarından kaynaklanabilir. Çünkü bu gruplarda yer alan sporcuların antropometrik özellikleriyle SFT değerleri yaptıkları spor dalına göre değişkenlikler gösterebilmektedir. Bu araştırma sonuçlarına göre erkek, kadın ve toplam denek sayısındaki ilişki orantılı olarak boy uzunluğu ve vücut ağırlığı arttıkça solunum fonksiyonu değerlerinin de arttığını göstermiştir. Genel popülasyona bakarak bu araştırmada da boy uzunluğu ve vücut ağırlığının solunum fonksiyonlarını etkileyen en önemli antropometrik değişkenlerden olduklarını söyleyebiliriz.

Egzersiz anında inspirasyonla akciğerlerin hacmini artırmak ya da aynı şekil ekspirasyonla akciğerleri normal boyutuna döndürmek için kas kuvvetine ihtiyaç vardır (Troosters ve ark., 2005; Evans ve Whitelaw, 2009). Bu nedenle solunum kas kuvvetinin solunum fonksiyonlarını etkilediği bilinir (Bahat ve ark., 2014). Tablo 10' da farklı spor disiplinlerindeki sporcuların SKK' yla SFT ortalamaları arasındaki ilişki gösterilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bireysel grubun MİP ortalamalarıyla FEV<sub>1</sub>/FVC' de negatif, MVV' de ise pozitif ilişki tespit edilmiştir. Tüm deneklerin MEP ortalamalarıyla FVC, FEV<sub>1</sub> ve MVV arasında da pozitif ilişki görülmüştür. Takım sporcularının MİP-MEP' leriyle FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV ve SVC arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Sedanter deneklerin MİP ortalamalarıyla FEV<sub>1</sub>, MVV ve SVC arasında, MEP ortalamalarıyla ise yalnızca MVV' de ilişki tespit edilmiştir. Literatür taraması yapıldığında sporcuların solunum kas kuvveti parametreleriyle pulmoner fonksiyonları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmüştür.

Çeşitli branşlardaki (bisiklet, koşu, kürek, yüzme, ragbi, netball, çim ve sualtı hokeyi) sporcuların MİP-MEP ortalamaları ile sırasıyla FVC ( $r=0,46$ ; 0,41), FEV<sub>1</sub> ( $r=0,42$ ; 0,34) ve MVV ( $r=0,44$ ; 0,37) arasında ilişki tespit edilmiştir (Kroff ve Terblanche, 2010). Dünya şampiyonalarına katılan veteran atletlerin (>35 yaş) yalnızca MEP ortalamalarıyla FEV<sub>1</sub> parametresi arasında pozitif ilişki olduğu görülmüştür (Degens ve ark., 2012). Bunların aksine yüzücü, rugby ve netball oyuncularının MİP-MEP ortalamaları ile FVC, FEV<sub>1</sub> ve MVV arasında anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır (Carten, 2007).

Çalışma sonuçlarına göre takım ve bireysel sporcuların solunum kas kuvvetleriyle birçok solunum fonksiyonu parametreleri arasında ilişki tespit edildi. Solunum kas kuvveti ve dayanıklılığı özellikle aerobik sporcularının performanslarını etkileyen önemli faktörlerdendir (Pringle ve ark., 2005; Tiller ve ark., 2019). Fakat ilginç şekilde araştırma grubumuzu oluşturan ve oksidatif sistemi daha az kullanan takım sporcularının SKK-SFT ilişkisi bireysel sporculara göre daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Tablo 10).

Araştırma grubumuzu oluşturan tüm sporcular aktif olarak spor yaşantılarına devam ettiklerinden dolayı kısa ya da uzun yüksek yoğunluklu egzersize maruz kalırlar. Her ne kadar bu çalışmadaki takım sporcularının ağırlıklı olarak fosfojen sistemini kullandıkları bilinse de, müsabakalarda farklı bölgelerdeki oyuncular anlık yüksek ventilasyon talepleri gerektiren durumlarla karşılaşmaktadır. Bu nedenle takım sporcularının da oksidatif sistemi bazı durumlarda baskın olarak kullanabildiği bilinmektedir. Ventilasyon yoğunluğu arttıkça solunum kasları vücudun metabolizmasında ortaya çıkan artışlara ayak uydurmak için daha güçlü ve hızlı bir şekilde kasılır. Bununla birlikte solunum kasları egzersiz anında düzenli olarak güçlü inspirasyon ve ekspirasyonlara maruz kalarak zamanla güçlenir. Güçlü solunum kasları da akciğerlerin maksimum düzeyde genişlemesine ve daralmasına yardımcı olur (Mahotra ve Shrestha, 2013; Imam ve ark., 2017; Chatterjee ve ark., 2019). Bu araştırma sonuçlarına göre her iki grupta da yer alan sporcuların solunum kas kuvveti değerlerinin, zorlu (FVC, FEV<sub>1</sub>) ya da zamansal (MVV) manevralarla yapılan pulmoner parametreler üzerinde etkili bir değişken olduğu söylenebilir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada farklı spor dallarında yer alan aktif sporcuların solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarının belirlenmesi ve çeşitli değişkenlerle ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırma literatürde bireysel ve takım sporcularında SKK ortalamalarıyla SFT arasındaki ilişkiyi inceleyen ve bununla birlikte sınıflandırılmış VKI gruplarına göre solunum fonksiyonlarının karşılaştırıldığı ilk çalışma olması bakımından özgünlük taşımaktadır. Bu açıdan bakıldığında çalışma sonuçlarının alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre elde edilen bulgular ve öneriler aşağıda ifade edilmiştir.

- Erkeklerin kadınlardan daha yüksek solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamalarına sahip olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,001$ ).

- Bireysel sporcuların MİP, MEP, FVC ve FEV<sub>1</sub>' de, takım sporcularının ise yalnızca SVC değerinde en yüksek ortalamalara sahip olduğu görüldü ( $p<0,05$ ).

- Kadın bireysel, takım ve sedanter deneklerin SFT ve SKK ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlılık yoktur ( $p>0,05$ ).

- Erkek bireysel ve takım sporcularının FVC, FEV<sub>1</sub>' de, takım sporcularının SVC' de ( $p<0,001$ ), sedanterlerin ise VKI' da en yüksek ortalamalara sahip olduğu görüldü ( $p<0,05$ ).

- Elde edilen bulgulara göre MİP ortalamasının fazla ve normal kilolularda en yüksek, zayıf deneklerde ise en düşük olduğu hesaplandı. Diğer taraftan MEP ortalamasının fazla kilolularda en yüksek, zayıflarda ise en düşük olduğu görüldü. Fazla kilolu deneklerin FVC ve FEV<sub>1</sub> ortalamaları diğerlerine göre yüksektir. En düşük SVC ortalaması ise zayıflarda tespit edildi.

- Araştırmaya katılan kadın deneklerin FVC ortalaması normal ve obezlerde en yüksek, fazla kilolularda en düşüktür. Obezlerin FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC ve SVC ortalamalarının diğerlerine göre yüksek olduğu görüldü.

- VKI sınıflandırmasına göre zayıf, normal, fazla kilolu ve obez erkek deneklerin solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti ortalamaları arasında farklılık yoktur ( $p>0,05$ ).

-Araştırmaya katılan 271 deneğin yaşları ile tüm SFT ve SKK ortalamaları arasında negatif yönlü ilişki bulunmuştur. Bununla birlikte deneklerin antropometrik

değerleriyle birçok SFT ve SKK parametrelerinde ilişki tespit edilmiş olmasına rağmen özellikle boy uzunluğuyla FVC' de, vücut ağırlığıyla ise FVC, FEV<sub>1</sub> ve SVC arasında orta düzey ilişki saptandı.

- Bireysel, takım ve sedanter deneklerin SKK parametreleri ile birçok SFT parametreleri arasında anlamlı ilişki olmasına rağmen özellikle takım sporcularının MİP-MEP ortalamalarıyla MVV, sedanterlerin ise MİP ile MVV ortalamaları arasında orta düzey ilişki tespit edildi.

#### **Antrenörlere öneriler;**

- Solunum fonksiyonları atletik performansı etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle, maksimum performansa ulaşmak için solunum fonksiyonlarını etkileyen faktörleri belirlemek ve değişkenleri kontrol altında tutmak önemlidir. Araştırma sonuçları VKI' nın sporcuların solunum fonksiyonlarını önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir. Bu nedenle sporcuların vücut ağırlıklarının uygun diyet programlarıyla sürekli olarak kontrol altında tutulması ve düzenli olarak VKI ölçümlerinin yapılması önerilmektedir.

- Çalışma sonuçları SKK' nın SFT üzerinde etkili bir değişken olabileceğini göstermiştir. Bu bağlamda tüm sporcuların SKK değerlerini geliştirmeye yönelik ergojenik uygulamalar ya da antrenman modellerini yıllık planlamalarına dâhil etmeleri önerilebilir.

#### **Araştırmacılara öneriler;**

- Farklı disiplinlerdeki sporcu gruplarının karşılaştırıldığı çalışmalar literatürde oldukça sınırlıdır. Bu nedenle bu araştırmadan farklı olarak daha büyük denek sayıları üzerinde çalışmalar ve karşılaştırmalar yapılabilir.

- Farklı spor disiplinlerinden ziyade sporcuların kullandıkları enerji sistemlerine (fosfojen, glikolitik, oksidatif) göre belirlenen farklı branşlar üzerinde SKK ve SFT araştırmaları planlanabilir.



## KAYNAKLAR

- Aguilar AJ, DiStefano LJ, Brown CN, Herman DC, Guskiewicz KM, Padua DA. A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2012; 26(4): 1130-1141.
- Ağaoğlu, S. A. Analysis of various physiological characteristics of Physical Education and Sport Department Students at METU. Middle East Technical University Graduate School Of Social Sciences, Ankara, 1989, Master's thesis.
- Akhade VV, Muniyappanavar NS. Evaluation of pulmonary function in sportsmen playing different games. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology* 2017; 7(10): 1091-1094.
- Aliverti A. Lung and chest wall mechanics during exercise: effects of expiratory flow limitation. *Respiratory physiology & neurobiology* 2008; 163(1-3): 90-99.
- Aliverti A. Physiology masterclass: The respiratory muscles during exercise. *Breathe* 2016; 12: 165-168.
- Aliverti A, Iandelli I, Duranti R, Cala SJ, Kayser B, Kelly S, Misuri G, Pedotti A, Scano G, Sliwinski P, Yan, S. Peter TM. Respiratory muscle dynamics and control during exercise with externally imposed expiratory flow limitation. *Journal of Applied Physiology* 2002; 92(5): 1953-1963.
- American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 518-624.
- Arend M, Mäestu J, Kivastik J, Rämson R, Jürimäe J. Effect of inspiratory muscle warm-up on submaximal rowing performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2015; 29(1): 213-218.
- Archiza B, Andaku DK, Caruso FCR, Bonjorno Jr JC, Oliveira CRD, Ricci PA, Amaral ACD, Mattiello SD, Libardi CA, Phillips SA, Arena R, Borghi-Silva A. Effects of inspiratory muscle training in professional women football players: a randomized sham-controlled trial. *Journal of sports sciences* 2018; 36(7): 771-780.
- Babb TG. Exercise ventilatory limitation: the role of expiratory flow limitation. *Exercise and sport sciences reviews* 2013; 41(1): 11-18
- Babb TG, Rodarte JR. Estimation of ventilatory capacity during submaximal exercise. *Journal of Applied Physiology* 1993; 74(4): 2016-2022.
- Babcock MA, Pegelow DF, Harms CA, Dempsey JA. Effects of respiratory muscle unloading on exercise-induced diaphragm fatigue. *Journal of Applied Physiology* 2002; 93(1): 201-206.

- Bahat G, Tufan A, Ozkaya H, Tufan F, Akpınar TS, Akin S, Karan MA. Relation between hand grip strength, respiratory muscle strength and spirometric measures in male nursing home residents. *The Aging Male* 2014; 17(3), 136-140.
- Bailey SJ, Romer LM, Kelly J, Wilkerson DP, DiMenna FJ, Jones AM. Inspiratory muscle training enhances pulmonary O<sub>2</sub> uptake kinetics and high-intensity exercise tolerance in humans. *Journal of Applied Physiology* 2010; 109(2): 457-468.
- Bamne SN. Comparative study of pulmonary functions in swimmers and badminton players of Indore city. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology* 2017; 7(9): 999-1002.
- Barnes KR, Hopkins WG, McGuigan MR, Kilding AE. Warm-up with a weighted vest improves running performance via leg stiffness and running economy. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2015; 18(1): 103-108.
- Barnes KR, Ludge AR. Inspiratory Muscle Warm-up Improves 3,200-m Running Performance in Distance Runners. *Journal of strength and conditioning research*. 2019: 1–9
- Basu S, Dalui R, Roy AS, Bandyopadhyay A. Pulmonary Functions in Volleyball and Basketball Players of Kolkata, India. *Int J Respir Pulm Med* 2018; 5:091: 1-7.
- Bell GJ, Game A, Jones R, Webster T, Forbes SC, Syrotuik D. Inspiratory and expiratory respiratory muscle training as an adjunct to concurrent strength and endurance training provides no additional 2000 m performance benefits to rowers. *Research in Sports Medicine* 2013; 21(3): 264-279.
- Bellemare F, Jeanneret A, Couture J. Sex differences in thoracic dimensions and configuration. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2003; 168(3): 305-312.
- Betts JG, DeSaix P, Johnson E, Johnson JE, Korol O, Kruse DH, Poe B, Wise JA, Womble M, Young KA. *Anatomy and physiology*. 1st Ed., California State University, Long Beach. Kindle Edt. 2014: 1665-1660
- Bhatti U, Rani K, Memon M Q. Variation in lung volumes and capacities among young males in relation to height. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad* 2014; 26(2): 200-202.
- Bilgin U, Çetin E, Pular A. Relation between fat distribution and pulmonary function in triathletes. *Science, movement and health* 2010; 10: 429-432.
- Bishop D, Bonetti D, Dawson B. The effect of three different warm-up intensities on kayak ergometer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2001; 33(6): 1026-1032.
- Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to

- age and sex. American review of respiratory disease 1969; 99(5): 696-702.
- Bostancı Ö, Özdal M, Mayda H, Kabadayi M. The effect of preparation period trainings on respiratory muscle strength of hearing impaired judokas. Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports 2017; 13: 97-102.
- Bostancı Ö, Mayda H, Yılmaz C, Kabadayı M, Yılmaz AK, Özdal M. Inspiratory muscle training improves pulmonary functions and respiratory muscle strength in healthy male smokers. Respiratory Physiology & Neurobiology 2019; 264: 28-32.
- Bostancı, Ö. Elit yüzücülerde ve futbolcularda akciğer hacim oranının streolojik yöntemle belirlenip solunum parametreleri ile karşılaştırılması. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, Doktora Tezi, 2009.
- Bougault V, Turmel J, St-Laurent J, Bertrand M, Boulet LP. Asthma, airway inflammation and epithelial damage in swimmers and cold-air athletes. European respiratory journal 2009; 33(4): 740-746.
- Boulet LP, O'Byrne PM. Asthma and exercise-induced bronchoconstriction in athletes. New England Journal of Medicine 2015; 372(7): 641-648.
- Bompa TO, Buzzichelli C. Periodization-: theory and methodology of training. 6th Ed., USA, Human kinetics 2018: 25-27
- Boyle R. New experiments physico-mechanical, touching the air: Whereunto is added a defence of the authors explication of the experiments, against the objections of franciscus linus, and, thomas hobbes.: H. Hall for T. Robinson, Oxford. 1660.
- Burnley M, Doust JH, Jones AM. Effects of prior warm-up regime on severe-intensity cycling performance. Medicine & Science in Sports & Exercise 2005; 37(5): 838-845.
- Bussotti M, Di Marco S, Marchese G. Respiratory disorders in endurance athletes—how much do they really have to endure?. Open access journal of sports medicine 2014; 5: 47-63.
- Campoi HG, Campoi EG, Lopes RF, Alves SA, Regueiro EMG, Regalo SCH, TauBe OLS, Silva GPD, Verri ED, FABRIN SCV. Effects of physical activity on aerobic capacity, pulmonary function and respiratory muscle strength of football athletes and sedentary individuals. Is there a correlation between these variables?. Journal of Physical Education and Sport 2019; 19(4): 2466-2471.
- Carlsen KH, Anderson SD, Bjermer L, Bonini S, Brusasco V, Canonica W, Cumiskey J, Delgado L, Giacco SRD, Drobic F, Haahtela T, Larsson K, Palange P, Popov T, Cauwenberge PV. Exercise-induced asthma, respiratory and allergic disorders in elite athletes: epidemiology, mechanisms and diagnosis: Part I of the report from the Joint Task Force of the European Respiratory Society (ERS) and the European Academy of Allergy and Clinical Immunology (EAACI) in cooperation with GA2LEN. Allergy 2008; 63(4): 387-403.

- Carten C. The relationship between anthropometry and respiratory muscle function in land-and water-based athletes. Stellenbosch University. Stellenbosch, Doctoral dissertation, 2007.
- Callegaro CC, Ribeiro JP, Tan CO, Taylor JA. Attenuated inspiratory muscle metaboreflex in endurance-trained individuals. *Respiratory physiology & neurobiology* 2011; 177(1): 24-29.
- Chatterjee P, Bandyopadhyay A, Chatterjee P, Nandy P. Assessment and Comparative Analysis of Different Lung Capacities in Trained Athletes According to Somatotype. *American Journal of Sports Science* 2019; 7(2): 72-77.
- Chatterjee S, Borman AS, Konar A, Mondal SA comparative study of lung function test between physically trained and untrained adults. *American Journal of Sports Science* 2014; 2(5): 127-130.
- Chen Y, Rennie D, Cormier YF, Dosman J. Waist circumference is associated with pulmonary functions in normal-weight, overweight, and obese subjects. *The American journal of clinical nutrition* 2007; 85(1): 35-39.
- Cheng CF, Tong TK, Kuo YC, Chen PH, Huang HW, Lee CL. Inspiratory muscle warm-up attenuates muscle deoxygenation during cycling exercise in women athletes. *Respiratory physiology & neurobiology* 2013; 186(3): 296-302.
- Cheng YJ, Macera CA, Addy CL, Sy FS, Wieland D, Blair SN. Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. *British journal of sports medicine* 2003; 37(6): 521-528.
- Chlif M, Keochkerian D, Mourlhon C, Choquet D, Ahmaidi S. Noninvasive assessment of the tension-time index of inspiratory muscles at rest in obese male subjects. *International journal of obesity* 2005; 29(12): 1478-1483.
- Christensen PM, Thomsen SF, Rasmussen N, Backer V. Exercise-induced laryngeal obstructions: prevalence and symptoms in the general public. *European Archives of Oto-rhino-laryngology* 2011; 268(9): 1313-1319
- Christensen PM, Heimdal JH, Christopher KL, Bucca C, Cantarella G, Friedrich G, Halvorsen T, Herth F, Jung H, Morris MJ, Remale M, Rasmussen N, Wilson JA, ERS/ELS/ACCP 2013 international consensus conference nomenclature on inducible laryngeal obstructions. *European Respiratory Review* 2015; 24(137): 445-450.
- Christopher KL, Morris MJ. Vocal cord dysfunction, paradoxical vocal fold motion, or laryngomalacia? Our understanding requires an interdisciplinary approach. *Otolaryngologic Clinics of North America* 2010; 43(1): 43-66.
- Croff JJ. The difference in pulmonary function, lung volume, and diffusion capacity and the effects of body composition in asthmatic and healthy endurance athletes and controls. The Norwegian School of Sport Sciences, Oslo. Master's thesis, 2014.

- Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd Ed., Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates 1988; 474.
- Comba D. Kadın basketbolcularda dört haftalık solunum kas antrenmanının performansa etkisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Yüksek Lisans Tezi, 2018.
- Cooper CB. Airflow obstruction and exercise. *Respiratory medicine* 2009; 103(3): 325-334.
- Costa D, Gonçalves HA, De Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, De Lima Montebelo MI. New Reference Values For Maximal Respiratory Pressures. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2010; 36(3): 306-312.
- Covantev S, Corlateanu A, Botnaru V. Exercise-Induced Bronchoconstriction in Athletes. *Austin J. Pulm. Respir. Med* 2016; (3): 1-4.
- Çevik A. Erkek basketbolcularda dört haftalık solunum kas antrenmanının performansa etkisi, Hitit Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çorum, Yüksek Lisans Tezi, 2018.
- Damon H. Mechanics of airflow in health and disease. *J Clin Invest* 1951; 30: 1175-1190.
- Das P, Chatterjee P. Association of ambient air quality with pulmonary function of youngster footballers. *Asian journal of sports medicine* 2014; 5(1): 39-46.
- Davies A, Moores C, The respiratory system. 2nd Ed., London, Churchill Livingstone, ebook, 2010: 55-60.
- Daviskas E, Gonda I, Anderson SD. Local airway heat and water vapour losses. *Respir Physiol*. 1991; 84: 115-132.
- De Troyer A, Moxham J. Chest Wall and Respiratory Muscles. In: Maynard RL, Pearce SJ, Nemery B, Wagner PD, Cooper BG, editors. *Cotes' Lung Function*. 7th ed., New Jersey, Wiley-Blackwell, ebook. 2020; 149-176.
- Degens H, Stasiulis A, Skurvydas A, Statkeviciene B, Venckunas T. Physiological comparison between non-athletes, endurance, power and team athletes. *European journal of applied physiology* 2019; 119(6): 1377-1386.
- Degens H, Maden-Wilkinson TM., Ireland A, Korhonen MT, Suominen H, Heinonen A, Radak Z, McPhee JS, Rittweger J. Relationship between ventilatory function and age in master athletes and a sedentary reference population. *Age* 2012; 35(3): 1007-1015.
- Dempsey JA, Miller JD, Romer LM. The respiratory system. In: ACSM. *Advanced Exercise Physiology*. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Williams; 2006a: 259-260

- Dempsey JA, Romer L, Rodman J, Miller J, Smith C. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. *Respiratory physiology & neurobiology* 2006b; 151(2-3): 242-250.
- Dempsey, J. A., McKenzie, D. C., Haverkamp, H. C., & Eldridge, M. W. Update in the understanding of respiratory limitations to exercise performance in fit, active adults. *Chest* 2008; 134(3): 613-622.
- Desler C, Hansen TL, Frederiksen JB, Marcker ML, Singh KK, Juel Rasmussen L. Is there a link between mitochondrial reserve respiratory capacity and aging? *Journal of aging research*, 2012; 9: doi:10.1155/2012/192503
- Dickinson J, McConnell A, Whyte G. Diagnosis of exercise-induced bronchoconstriction: eucapnic voluntary hyperpnoea challenges identify previously undiagnosed elite athletes with exercise-induced bronchoconstriction. *British journal of sports medicine* 2011; 45(14): 1126-1131.
- Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Montero FC, Bachl N, Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International journal of sports medicine* 2007; 28(03): 222-227.
- Dominelli PB, Render JN, Molgat-Seon Y, Foster GE, Romer LM, Sheel AW. Oxygen cost of exercise hyperpnoea is greater in women compared with men. *The Journal of physiology* 2015; 593(8): 1965-1979.
- Dominelli PB, Sheel AW. Experimental approaches to the study of the mechanics of breathing during exercise. *Respiratory physiology & neurobiology* 2012; 180(2-3): 147-161.
- Dominelli PB, Ripoll JG, Cross TJ, Baker SE, Wiggins CC, Welch BT, Joyner MJ. Sex differences in large conducting airway anatomy. *Journal of Applied Physiology* 2018; 125(3): 960-965.
- Doijad VP, Surdi AD. Effect of short term yoga practice on pulmonary function tests. *Indian Journal of Basic & Applied Medical Research* 2012; 1(3): 226-230.
- Downey AE, Chenoweth LM, Townsend DK, Ranum JD, Ferguson CS, Harms CA. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respiratory physiology & neurobiology* 2007; 156(2): 137-146.
- Dunnink MA, Doeleman WR, Trappenburg JCA, De Vries, WR. Respiratory muscle strength in stable adolescent and adult patients with cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis* 2009; 8(1): 31-36.
- Durmic T, Popovic BL, Svenda MZ, Djelic M, Zugic V, Gavrilovic T, Mihailovic Z, Zdravkovic M, Leischik, R. The training type influence on male elite athletes' ventilatory function. *BMJ open sport & exercise medicine* 2017; 3(1): e000240.

- Durmic T, Lazovic B, Djelic M, Lazic JS, Zikic D, Zugic V, Dekleva M, Mazic S. Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 2015; 41(6): 516-522.
- Edwards AM, Wells C, Butterly R. Concurrent inspiratory muscle and cardiovascular training differentially improves both perceptions of effort and 5000 m running performance compared with cardiovascular training alone. *British journal of sports medicine* 2008; 42(10): 823-827.
- Eraıl S. Sporcularda diyafram kas kalınlığının aerobik ve anaerobik performansla ilişkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
- Ermış E, Yılmaz AK, Mayda H, Ermis A. Analysis of respiratory function and muscle strength of elite judo athletes and sedentary females. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2019; 14(3), 705-710.
- Evans JA, Whitelaw WA. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respiratory care* 2009; 54(10): 1348-1359.
- Farrell PA, Joyner MJ, Caiozzo V. ACSM's advanced exercise physiology: 2nd Ed., Wolters Kluwer Health Adis (ESP) 2011; 256-260.
- Fitzgerald NM, Kennedy B, Fitzgerald DA, Selvadurai H. Diffusion capacity of carbon monoxide (DLCO) pre-and post-exercise in children in health and disease. *Pediatric pulmonology* 2014; 49(8): 782-789.
- Flouris AD. Modelling atmospheric pollution during the games of the XXVIII Olympiad: effects on elite competitors. *International journal of sports medicine* 2006; 27(02): 137-142.
- Frisancho AR. Anthropometric Standards. An Interactive Nutritional Reference of Body Size and Body Composition for Children and Adults. 2nd Ed University of Michigan Press, ebook 2008; 7(1) 2-7.
- Forster HV, Haouzi P, Dempsey JA. Control of breathing during exercise. *Comprehensive Physiology* 2012; 2(1): 743-777.
- Fradkin AJ, Zazryn TR, Smoliga JM. Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2010; 24(1), 140-148.
- Franco CB, Ribeiro AF, Morcillo AM, Zambon MP, Almeida MB, Rozov T. Effects of Pilates mat exercises on muscle strength and on pulmonary function in patients with cystic fibrosis. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 2014; 40(5): 521-527.
- Froelicher VF, Myers J. Exercise and the Heart. 5th Ed., Elsevier Health Sciences. Ebook, 2006; 48-50.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman

- DC, Swain DP. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2011; 43(7): 1334-1359.
- Gargaglioni LH, Marques DA, Patrone LGA. Sex differences in breathing. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 2019; 110543.
- García-Martínez D, Bastir M, Torres-Tamayo N, O'Higgins P, Torres-Sánchez I, García-Río F, Heuzé, Y. Three-dimensional analysis of sexual dimorphism in ribcage kinematics of modern humans. *American journal of physical anthropology* 2019; 169(2): 348-355.
- Gawlik R, Kurowski M, Kowalski M, Ziętkowski Z, Pokrywka A, Krysztofiak H, Krzywański J, Bugajski A, Bartuzi Z.. Asthma and exercise-induced respiratory disorders in athletes. The position paper of the Polish Society of Allergology and Polish Society of Sports Medicine. *Advances in Dermatology and Allergology/Postępy Dermatologii i Alergologii* 2019; 36(1): 1.
- George JM, Sen K, Raveendran C. Evaluation of the effect of exercise on pulmonary function in young healthy adults. *International Journal of Biomedical and Advance Research* 2014; 5(6): 308-312.
- Goosey-Tolfrey V, Foden E, Perret C, Degens H. Effects of inspiratory muscle training on respiratory function and repetitive sprint performance in wheelchair basketball players. *British journal of sports medicine* 2010; 44(9): 665-668.
- Gotshall RW. Exercise-induced bronchoconstriction. *Drugs* 2002; 62(12): 1725-1739.
- Guenette JA, Witt JD, McKenzie DC, Road JD, Sheel AW. Respiratory mechanics during exercise in endurance-trained men and women. *The Journal of physiology* 2007; 581(3): 1309-1322.
- Griffin SA, Walsted ES, Hull JH. Breathless athlete: exercise-induced laryngeal obstruction. *British journal of sports medicine* 2018; 52(18): 1211-1212.
- Hackett DA, Johnson N, Chow C. Respiratory muscle adaptations: a comparison between bodybuilders and endurance athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 2013; 53(2): 139-145.
- HajGhanbari B, Yamabayashi C, Buna TR, Coelho JD, Freedman KD, Morton TA, Palmer SA, Toy MA, Walsh C, Sheel AW, Reid WD. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2013; 27(6): 1643-1663.
- Hall JE. Pulmonary ventilation. In: Guyton AC, Hall JE editors. *Textbook of Medical Physiology*. 13th ed., Philadelphia: Elsevier, 2016:497-507



- Hall A, Thomas M, Sandhu G, Hull JH. Exercise-induced laryngeal obstruction: a common and overlooked cause of exertional breathlessness. *Br J Gen Pract* 2016; 66(650): 683-685.
- Hallstrand TS, Moody MW, Wurfel MM, Schwartz LB., Henderson Jr WR, Aitken ML. Inflammatory basis of exercise-induced bronchoconstriction. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2005; 172(6): 679-686.
- Halvorsen T, Walsted ES, Bucca C, Bush A, Cantarella G, Friedrich G, Herth FJF, Hull JH, Jung H, Maat R, Nordang L, Remacle M, Rasmussen N, Wilson JA, Heimdahl J, Nordang, L. Inducible laryngeal obstruction: an official joint European Respiratory Society and European Laryngological Society statement. *European Respiratory Journal* 2017; 50(3): 1602221.
- Harms CA, Wetter TJ, St. Croix, CM, Pegelow DF, Dempsey JA. Effects of respiratory muscle work on exercise performance. *Journal of applied physiology* 2000; 89(1): 131-138.
- Harms CA. Does gender affect pulmonary function and exercise capacity? *Respiratory physiology & neurobiology* 2006; 151(2-3): 124-131.
- Hartz CS, Sindorf MA, Lopes CR, Batista J, Moreno MA. Effect of inspiratory muscle training on performance of handball athletes. *Journal of human kinetics* 2018; 63(1): 43-51.
- Hautmann H, Hefele S, Schotten K, Huber RM. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects—what is the lower limit of normal?. *Respiratory medicine* 2000; 94(7): 689-693.
- Haverkamp HC, Dempsey JA, Miller JD, Romer LM, Eldridge MW. Physiologic responses to exercise. *Physiologic basis of respiratory disease*, 2005; 525-540.
- Haverkamp HC, Metelits M, Hartnett J, Olsson K, Coast JR. Pulmonary function subsequent to expiratory muscle fatigue in healthy humans. *International journal of sports medicine* 2001; 22(07): 498-503.
- Helenius I, Haahtela T. Allergy and asthma in elite summer sport athletes. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2000; 106(3): 444-452.
- Helenius I, Ryttilä P, Sarna S, Lumme A, Helenius M, Remes V, Haahtela T. Effect of continuing or finishing high-level sports on airway inflammation, bronchial hyperresponsiveness, and asthma: a 5-year prospective follow-up study of 42 highly trained swimmers. *Journal of allergy and clinical immunology* 2002; 109(6): 962-968.
- Hellyer NJ, Folsom IA, Gaz DV, Kakuk AC, Mack JL, Ver Mulm JA. Respiratory muscle activity during simultaneous stationary cycling and inspiratory muscle training. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2015; 29(12): 3517-3522.

- Heimdal JH, Roksund OD, Halvorsen T, Skadberg BT, Olofsson J. Continuous laryngoscopy exercise test: a method for visualizing laryngeal dysfunction during exercise. *The Laryngoscope* 2006; 116(1): 52-57.
- Hilland M, Røksund OD, Sandvik L, Haaland Ø, Aarstad HJ, Halvorsen T, Heimdal JH. Congenital laryngomalacia is related to exercise-induced laryngeal obstruction in adolescence. *Archives of disease in childhood* 2016; 101(5): 443-448.
- Hilal G. Profesyonel Basketbol Oyuncularının Solunum Fonksiyonları Ve Fiziksel Uygunluk Parametrelerinin Sedanter Kontrollerle Karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
- Hopkins SR, Harms CA. Gender and pulmonary gas exchange during exercise. *Exercise and sport sciences reviews* 2004; 32(2): 50-56.
- Hue O, Boussana A, Le Gallais D, Prefaut C. Pulmonary function during cycling and running in triathletes. *Journal of sports medicine and physical fitness* 2003; 43(1): 44-50.
- Hull JH, Ansley L, Robson-Ansley P, Parsons JP. Managing respiratory problems in athletes. *Clinical medicine* 2012; 12(4): 351-356.
- Hull JH, Dickinson JW, Jackson AR. Cough in exercise and athletes. *Pulmonary pharmacology & therapeutics* 2017; 47: 49-55.
- Hursh DG, Baranauskas MN, Wiggins CC, Bielko S, Mickleborough TD, Chapman RF. Inspiratory Muscle Training: Improvement of Exercise Performance With Acute Hypoxic Exposure. *International journal of sports physiology and performance* 2019; 14(8): 1124-1131.
- Hyatt RE, Cowl CT, Bjoraker JA, Scanlon PD. Conditions associated with an abnormal nonspecific pattern of pulmonary function tests. *Chest* 2009; 135(2): 419-424.
- Imam MI, James JN, Akor-Dewu MB. A cross sectional study on lung functions in athletes, singers, and individuals with sedentary lifestyles in Ahmadu Bello University, Bello. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences* 2017; 10(2): 83-87.
- Inbar O, Weiner P, Azgad YAIR, Rotstein A, Weinstein Y. Specific inspiratory muscle training in well-trained endurance athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2000; 32(7): 1233-1237.
- Johnson BD, Weisman IM, Zeballos RJ, Beck KC. Emerging concepts in the evaluation of ventilatory limitation during exercise: the exercise tidal flow-volume loop. *Chest* 1999; 116(2): 488-503.
- Johari HM, Zainudin HA, Knight VF, Lumley SA, Subramaniam AS, Caszo BA, Gnanou JV. Effect of gender specific anthropometric characteristics on lung function in young competitive triathletes from Malaysia. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 2017; 57(4): 396-401.

- Johansson H, Norlander K, Hedenström H, Janson C, Nordang L, Nordvall L, Emtner M. Exercise-induced dyspnea is a problem among the general adolescent population. *Respiratory medicine* 2014; 108(6): 852-858.
- Johansson H, Ersson K, Malinovschi A, Mallmin E, Norlander K, Nordang L. Prevalence of exercise-induced bronchoconstriction and exercise-induced laryngeal obstruction in adolescents attending national sports high school, ERS congress, Published online 2018.
- Johansson H, Norlander K, Berglund L, Janson C, Malinovschi A, Nordvall L, Nordang L, Emtner M. Prevalence of exercise-induced bronchoconstriction and exercise-induced laryngeal obstruction in a general adolescent population. *Thorax* 2015; 70(1): 57-63.
- Johnson MA, Sharpe GR, Brown PI. Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *European journal of applied physiology* 2007; 101(6): 761-770.
- Jones RL, Nzekwu MMU. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest* 2006; 130(3): 827-833.
- Kaminsky DA, Irvin CG. *Pulmonary Function Testing: Principles and Practice*. Springer. ebook, 2018: 8-10; 43-44
- Kantarson J, Jalayondeja W, Chaunchaiyakul R, Pongurgsorn C. Effect of respiratory muscles warm-up on exercise performance in sedentary subjects. *J. Med. Technol. Phys. Ther* 2010; 22: 71–81.
- Kapus J. Effects of inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength and sprint swimming performance in young female and male swimmers. *Kinesiology Slovenica* 2013; 19(1): 53.
- Katayama K, Iwamoto E, Ishida K, Koike T, Saito M. Inspiratory muscle fatigue increases sympathetic vasomotor outflow and blood pressure during submaximal exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2012; 302(10): 1167-1175.
- Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of sport and exercise*. 6th Ed., Human kinetics, 2015; 457-458, 554-564, 688-689.
- Kippelen P, Fitch KD, Anderson SD, Bougault V, Boulet LP, Rundell KW, Seu-Chu M, McKenzie DC. Respiratory health of elite athletes—preventing airway injury: a critical review. *Br J Sports Med* 2012; 46(7): 471-476.
- Kippelen P, Anderson SD. Airway injury during high-level exercise. *Br J Sports Med* 2012; 46(6): 385-390.
- Kolnes LJ, Stensrud T. Exercise-induced laryngeal obstruction in athletes: contributory factors and treatment implications. *Physiotherapy theory and practice* 2019 35(12), 1170-1181.

- Kocahan T, Akinoğlu B. The effect of body composition on pulmonary function in elite athletes. *Progress in nutrition* 2019; 21(3): 542-551.
- Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR. *Exercise physiology: integrating theory and application*. 1st Ed., Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, ebook, 2011; 48-50, 183-184; 420-421.
- Krafczyk MA, Asplund CA. Exercise-induced bronchoconstriction: diagnosis and management. *American family physician* 2011; 84(4): 427-434.
- Krauspenhar MP, Andrade ZW, Carvalho FC, Cortozi BD, Verges S, Franchini E. High load inspiratory muscle warm-up has no impact on Special Judo Fitness Test performance. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology* 2019; 19(1), 66-74.
- Kroff J, Terblanche E. The kinanthropometric and pulmonary determinants of global respiratory muscle strength and endurance indices in an athletic population. *European journal of applied physiology* 2010; 110(1): 49-55.
- Klusiewicz A. Characteristics of the inspiratory muscle strength in the well-trained male and female athletes. *Biology of Sport* 2008; 25(1): 13-22.
- Klusiewicz A, Długołęcka B, Charnas M. Characteristics of the respiratory muscle strength of women and men at different training levels. *Polish Journal of Sport and Tourism* 2014; 21(2): 82-86.
- Kwok TM, Jones AY. Target-flow inspiratory muscle training improves running performance in recreational runners: a randomized controlled trial. *Hong Kong Physiotherapy Journal* 2009; 27(1): 48-54.
- Lalley PM. The aging respiratory system—pulmonary structure, function and neural control. *Respiratory physiology & neurobiology* 2013; 187(3): 199-210.
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics* 1977;33(1): 159-174.
- Langdeau JB, Turcotte H, Bowie DM, Jobin J, Desgagne P, Boulet LP. Airway hyperresponsiveness in elite athletes. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2000; 161(5): 1479-1484.
- Lazovic B, Mazic S, Suzic-Lazic J, Djelic M, Djordjevic-Saranovic S, Durmic T, Zikic D, Zugic V. Respiratory adaptations in different types of sport. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2015; 19(12): 2269-2274.
- Lazovic B, Zlatkovic-Svenda M, Grbovic J, Milenković B, Sipetic-Grujicic S, Kopitovic I, Zugic V. Comparison of lung diffusing capacity in young elite athletes and their counterparts. *Pulmonology* 2018; 24(4): 219-223.
- Lazovic-Popovic B, Zlatkovic-Svenda M, Durmic T, Djelic M, Saranovic SD, Zugic V. Superior lung capacity in swimmers: Some questions, more answers! *Revista*

- Portuguesa de Pneumologia (English Edition) 2016; 22(3): 151-156.
- Lin H, Tong TK, Huang C, Nie J, Lu K, Quach B. Specific inspiratory muscle warm-up enhances badminton footwork performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 2007; 32(6): 1082-1088.
- Lomax M, Grant I, Corbett J. Inspiratory muscle warm-up and inspiratory muscle training: separate and combined effects on intermittent running to exhaustion. *Journal of sports sciences* 2011; 29(6): 563-569.
- Lomax M, McConnell AK. Influence of prior activity (warm-up) and inspiratory muscle training upon between-and within-day reliability of maximal inspiratory pressure measurement. *Respiration* 2009; 78(2): 197-202.
- LoMauro A, Aliverti A. Sex differences in respiratory function. *Breathe* 2018; 14(2): 131-140.
- Lowery EM, Brubaker AL, Kuhlmann E, Kovacs EJ. The aging lung. *Clinical interventions in aging* 2013; 8: 1489.
- Maat RC, Røksund OD, Halvorsen T, Skadberg BT, Olofsson J, Ellingsen TA, Aarstad HJ, Heimdal JH. Audiovisual assessment of exercise-induced laryngeal obstruction: reliability and validity of observations. *European archives of oto-rhino-laryngology* 2009; 266(12): 1929-1936.
- Maat RC, Hilland M, Røksund OD, Halvorsen T, Olofsson J, Aarstad HJ, Heimdal JH. Exercise-induced laryngeal obstruction: natural history and effect of surgical treatment. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 2011; 268(10): 1485.
- Mahotra NB, Shrestha L. Effects of type sports on pulmonary function tests: a comparative study in Nepalese settings. *Journal of Nobel Medical College* 2013; 2(1): 18-21.
- Magnani KL, Cataneo AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *Sao Paulo Medical Journal* 2007; 125(4): 215-219.
- Marieb EN. *Essentials of anatomy and physiology*. 4th Ed., ebook, 2008: 400-406; 422-423.
- Martins de AR, Porta A, Rehder-Santos P, Cairo B, Donisete da SC, De Favari SÉ, Akemi CS, Catai, AM. Effects of inspiratory muscle-training intensity on cardiovascular control in amateur cyclists. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2019; 317(6): 891-902.
- Mazic S, Lazovic B, Djelic M, Suzic-Lazic J, Djordjevic-Saranovic S, Durmic T, Zikic D, Zugic V. Respiratory parameters in elite athletes—does sport have an influence? *Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition)* 2015; 21(4): 192-197.

- Mendes RE, Campos TF, Macêdo TM, Borja RO, Parreira VF, Mendonça KM. Prediction equations for maximal respiratory pressures of Brazilian adolescents. *Brazilian journal of physical therapy* 2013; 17(3): 218-226.
- Melo LC, Silva MAMD, Calles ACDN. Obesity and lung function: a systematic review. *Einstein (Sao Paulo)* 2014; 12(1), 120-125.
- McConnell AK. Respiratory muscle training as an ergogenic aid. *Journal of Exercise Science & Fitness* 2009; 7(2): 18-27.
- McConnell AK, Romer LM. Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *International journal of sports medicine* 2004; 25(04): 284-293.
- McConnell AK, Sharpe GR. The effect of inspiratory muscle training upon maximum lactate steady-state and blood lactate concentration. *European journal of applied physiology* 2005; 94(3): 277-284.
- McConnell AK, Lomax M. The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. *The Journal of physiology* 2006; 577(1): 445-457.
- McConnell AK. *Respiratory Muscle Training: Theory and Practice*. 1st Ed., Elsevier Health Sciences, London: Uk. 2013; 16-21; 47-49; 469-471.
- McEntire SJ, Smith JR, Ferguson CS, Brown KR, Kurti SP, Harms CA. The effect of exercise training with an additional inspiratory load on inspiratory muscle fatigue and time-trial performance. *Respiratory physiology & neurobiology* 2016; 230: 54-59.
- McKenzie DC. Respiratory physiology: adaptations to high-level exercise. *Br J Sports Med* 2012; 46(6): 381-384.
- Mickleborough TD, Nichols T, Lindley MR, Chatham K, Lonescu AA. Inspiratory flow resistive loading improves respiratory muscle function and endurance capacity in recreational runners. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2010; 20(3): 458-468.
- Minic PB, Sovtic AD. Exercise intolerance and exercise-induced bronchoconstriction in children. *Front Biosci (Elite Ed)* 2017; 9: 21-32.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A., R. Crapo, Enright PCPM, van der Grinten CPM, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J. Standardisation of spirometry. *European respiratory journal* 2005; 26(2): 319-338.
- Moreno MA, Zamunér AR, Paris JV, Teodori RM, Barros RM. Effects of wheelchair sports on respiratory muscle strength and thoracic mobility of individuals with spinal cord injury. *American journal of physical medicine & rehabilitation*

2012; 91(6): 470-477.

- Morris MJ, Christopher KL. Diagnostic criteria for the classification of vocal cord dysfunction. *Chest* 2010; 138(5): 1213-1223.
- Mortola JP. How to breathe? Respiratory mechanics and breathing pattern. *Respiratory physiology & neurobiology* 2019; 261: 48-54.
- Molgat-Seon Y, Peters CM, Sheel AW. Sex-differences in the human respiratory system and their impact on resting pulmonary function and the integrative response to exercise. *Current Opinion in Physiology* 2018; 6: 21-27.
- Mottram CD. *Ruppel's Manual of Pulmonary Function Testing*, Elsevier. 11th Edition. St. Louis, Missouri. 2017: 647-649.
- Nayak BS, Venkatesh D, Yogesh MK. Influence of Body Mass Index on Pulmonary Functions. *International Journal of Physiology* 2013; 1(2): 144-147.
- Neiva HP, Marques MC, Barbosa TM, Izquierdo M, Marinho DA. Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports Medicine* 2014; 44(3): 319-330.
- Neto FC. Correlation of respiratory muscle strength with anthropometric variables of normal-weight and obese women. *Rev Assoc Med Bras* 2010; 56(4): 403-408.
- Neogi A, Chakraborty C, Chatterjee S, Dey SK. Anthropometric profiles and pulmonary function parameters of male Football & Hockey players according to their specific playing position: A Comparative Study. *International Journal of Applied Exercise Physiology* 2018; 7(3): 10-23.
- Nielsen EW, Hull JH, Backer V. High prevalence of exercise-induced laryngeal obstruction in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2013; 45(11): 2030-2035.
- Nielsen HB. Arterial desaturation during exercise in man: implication for O<sub>2</sub> uptake and work capacity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2003;13(6): 339-358.
- Noble DD, McCafferty JB, Greening AP, Innes JA. Respiratory heat and moisture loss is associated with eosinophilic inflammation in asthma. *European Respiratory Journal* 2007; 29(4): 676-681.
- Norlander K. Exercise-induced laryngeal obstruction: Prevalence, laryngeal findings and evaluation of treatment, Uppsala University, Disciplinary Domain of Medicine and Pharmacy, Faculty of Medicine, Sweden, Doctoral dissertation, 2017.
- Noriega-Sánchez SA, Legaz-Arrese A, Suarez-Arrones L, Santalla A, Floría P, Munguía-Izquierdo D. Forced inspiratory volume in the first second as predictor of front-crawl performance in young sprint swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2015; 29(1): 188-194.

- Nourry C, Deruelle F, Fabre C, Baquet G, Bart F, Grosbois J, Berthoin S, Mucci P. Exercise flow-volume loops in prepubescent aerobically trained children. *J Appl Physiol* 2005; 99: 1912-1921.
- Ohya T, Aramaki Y, Kitagawa K. Effect of duration of active or passive recovery on performance and muscle oxygenation during intermittent sprint cycling exercise. *International journal of sports medicine* 2013; 34(07): 616-622.
- Ohya T, Hagiwara M, Chino K, Suzuki Y. Maximal inspiratory mouth pressure in Japanese elite male athletes. *Respiratory physiology & neurobiology* 2016; 230: 68-72.
- Oke KI, Agwubike EO. Body composition and pulmonary functional correlates in Nigerian male amateur boxers. *Sports Medicine Journal/Medicina Sportivâ*, 2015; 11(2): 2563-2568.
- Oke KI, Agwubike EO, Odunuga OA. Relationships between upper and lower extremity muscle strength and pulmonary function in Nigerian male amateur boxers. *Serbian Journal of Sports Sciences* 2013; 7(2): 79-84.
- Olin JT. Exercise-induced Laryngeal Obstruction: What to consider when pediatric exertional dyspnea does not respond to bronchodilators. *Frontiers in Pediatrics* 2019; 7: 52.
- Olin JT, Clary MS, Fan EM, Johnston KL, Strand M, Christopher KL. Continuous laryngoscopy quantitates laryngeal behaviour in exercise and recovery. *European Respiratory Journal* 2016; 48(4): 1192-1200.
- 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* 2018; 248: 25-30.
- Özdal M, Bostanci Ö. Influence of inspiratory muscle warm-up on aerobic performance during incremental exercise. *Isokinetics and Exercise Science* 2018; 26(3): 167-173.
- Parsons JP, Mastronarde JG. Exercise-induced bronchoconstriction in athletes. *Chest* 2005; 128(6): 3966-3974.
- Parsons JP, Kaeding C, Phillips G, Jarjoura D, Wadley G, Mastronarde JG. Prevalence of exercise-induced bronchospasm in a cohort of varsity college athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2007; 39(9): 1487-1492.
- Pasnick SD, Carlos III WG, Arunachalam A, Celestin FM, Parsons JP, Hallstrand TS, Anderson SD, Wilson KC, Thomson CC. Exercise-induced bronchoconstriction. *Annals of the American Thoracic Society* 2014; 11(10), 1651-1652.
- Pearce N, Ait-Khaled N, Beasley R, Mallol J, Keil U, Mitchell E, Robertson C. Worldwide trends in the prevalence of asthma symptoms: phase III of the



- International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Thorax* 2007; 62(9): 758-766.
- Pellegrino R, Brusasco V, Rodarte JR, Babb TG. Expiratory flow limitation and regulation of end-expiratory lung volume during exercise. *Journal of Applied Physiology* 1993; 74(5): 2552-2558.
- Pereira RN, Abreu MFR, Gonçalves CB, Corrêa WFS, Mizuhira DR, Moreno MA. Respiratory muscle strength and aerobic performance of wheelchair basketball players. *Motriz: Revista de Educação Física* 2016; 22(3): 124-132.
- Pessoa I, Sclauser MB, Parreira VF, Fregonezi GA, Sheel AW, Chung F, Reid WD. Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Canadian respiratory journal* 2014a; 21(1): 43-50.
- Pessoa IM, Houri Neto M, Montemezzo D, Silva LA, Andrade ADD, Parreira VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Brazilian journal of physical therapy* 2014b; 18(5): 410-418.
- Peter CM, Sheel AW. Pulmonary Physiology and Response to Exercise. In Cogo A, Bonini M, Onorati P. Editors. *Exercise and Sports Pulmonology: Pathophysiological Adaptations and Rehabilitation*. 1st Ed., ebook. Springer, 2019: 1-17.
- Pelkonen M, Notkola IL, Lakka T, Tukiainen HO, Kivinen P, Nissinen A. Delaying decline in pulmonary function with physical activity: a 25-year follow-up. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2003; 168(4): 494-499.
- Price OJ, Ansley L, Menzies-Gow A, Cullinan P, Hull JH. Airway dysfunction in elite athletes—an occupational lung disease?. *Allergy* 2013; 68(11): 1343-1352.
- Pringle EM, Latin RW, Berg K. The relationship between 10km running performance and pulmonary function. *Journal of Exercise Physiology* 2005; 8(5): 22–28.
- Ratnovsky A, Elad D, Halpern P. Mechanics of respiratory muscles. *Respiratory physiology & neurobiology* 2008; 163(1-3): 82-89.
- Ranu H, Wilde M, Madden B. Pulmonary function tests. *The Ulster medical journal* 2011; 80(2): 84.
- Rochester DF, Arora NS. Respiratory muscle failure. *Medical Clinics of North America* 1983; 67(3), 573-597.
- Roman MA, Rossiter HB, Casaburi R. Exercise, ageing and the lung. *European Respiratory Journal* 2016; 48(5): 1471-1486.
- Røksund OD, Olin JT, Halvorsen T. Working towards a common transatlantic approach for evaluation of exercise-induced laryngeal obstruction. *Immunology and*

- Allergy Clinics 2018; 38(2): 281-292.
- Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002a; 34(5): 785-792.
- Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *Journal of sports sciences* 2002b; 20(7): 547-590.
- Romer LM, Lovering AT, Haverkamp HC, Pegelow DF, Dempsey JA. Effect of inspiratory muscle work on peripheral fatigue of locomotor muscles in healthy humans. *The Journal of physiology* 2006; 571(2): 425-439.
- Romer L, Dempsey J. Legs pay out for the cost of breathing! *Physiology News* 2006; 65: 25-7.
- Ross EZ, Nowicky AV, McConnell AK. Influence of acute inspiratory loading upon diaphragm motor-evoked potentials in healthy humans. *Journal of Applied Physiology* 2007; 102(5): 1883-1890.
- Rose C, Edwards KM, Siegler J, Graham K, Caillaud C. Whole-body cryotherapy as a recovery technique after exercise: A review of the literature. *Int J Sports Med* 2017; 38, 1049-1060.
- Røksund OD, Heimdal JH, Olofsson J, Maat RC, Halvorsen T. Larynx during exercise: the unexplored bottleneck of the airways. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 2015; 272(9): 2101-2109.
- Røksund OD, Maat RC, Heimdal JH, Olofsson J, Skadberg BT, Halvorsen T. Exercise induced dyspnea in the young. Larynx as the bottleneck of the airways. *Respiratory medicine* 2009; 103(12): 1911-1918.
- Røksund OD, Heimdal JH, Clemm H, Vollsæter M, Halvorsen T. Exercise inducible laryngeal obstruction: diagnostics and management. *Paediatric respiratory reviews* 2017; 21: 86-94
- Rundell KW, Spiering BA, Baumann JM, Evans TM. Bronchoconstriction provoked by exercise in a high-particulate-matter environment is attenuated by montelukast. *Inhalation toxicology* 2005; 17(2): 99-105.
- Rundell KW, Spiering BA, Evans TM, Baumann JM. Baseline lung function, exercise-induced bronchoconstriction, and asthma-like symptoms in elite women ice hockey players. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2004; 36(3): 405-410.
- Ruppel GL, Enright PL. Pulmonary function testing. *Respiratory care* 2012; 57(1), 165-175.
- Santos MRC, Pinto ML, Sant'Anna CC, Bernhoeft M. Maximal respiratory pressures among adolescent swimmers. *Revista Portuguesa de Pneumologia (English*

Edition) 2011; 17(2): 66-70.

- Santos-Silva PR, Greve JMA, Pedrinelli A, Almeida AM, Osorio BB, Ferreira M, Ferreira C. Comparing the Aerobic Fitness of Professional Male Soccer Players and Soccer Referees. *Current Sports Medicine Reports* 2019; 18(12): 497-501.
- Saladin KS, McFarland R. *Essentials of anatomy & physiology*. 2nd Ed., McGraw-Hill Education. 2018: 500-507.
- Salinero JJ, Soriano ML, Ruiz-Vicente D, Gonzalez-Millan C, Areces F, Gallo-Salazar C, Abian-Vicen J, Del JC. Respiratory function is associated to marathon race time. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 2016; 56(12): 1433-1438.
- Saputri NKD, Mayangsari ASM, Subanada IB. Lung function in athletes and non-athletes aged 13-15 years. *Paediatrica Indonesiana* 2018; 58(4): 170-174.
- Segizbaeva MO, Timofeev NN, Donina Zh A, Kur'yanovich EN, Aleksandrova NP. Effects of inspiratory muscle training on resistance to fatigue of respiratory muscles during exhaustive exercise. *Advances in Experimental Medicine & Biology* 2015; 840, 35-43.
- Sheel AW, Dominelli PB, Molgat-Seon Y. Revisiting dysanapsis: sex-based differences in airways and the mechanics of breathing during exercise. *Experimental physiology* 2016; 101(2): 213-218.
- Sheel AW, Romer LM. Ventilation and respiratory mechanics. *Comprehensive Physiology* 2012; 2(2): 1093-1142.
- Sheel AW, Guenette JA. Mechanics of breathing during exercise in men and women: sex versus body size differences?. *Exercise and sport sciences reviews* 2008; 36(3): 128-134.
- Shin YS, Yang SM, Kim JH, Lee JU, Kim MY, Lee LK, Kwak TY. Respiratory function of the Korean elite judo athletes and non-athletes. *Arch Budo*, 2017; 13: 297-307.
- Shin YS, Yang SM, Kim MY, Lee LK, Park BS, Lee WD, Noh JW, Kim JH, Lee JU, Kwak TY, Lee TH, Kim JY, Park J, Kim J. Analysis of the respirogram phase of Korean wrestling athletes compared with nonathletes for sports physiotherapy research. *Journal of physical therapy science* 2016; 28(2): 392-398.
- Simões RP, Deus AP, Auad MA, Dionísio J, Mazzonetto M, Borghi-Silva A. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo State. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2010; 14(1): 60-67.
- Singh DV, Vinayak A, Sethi PK. Comparison of physically active and inactive males on breathing variables. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical*

- Education 2019; 4(2): 546-550.
- Singh A. Comparison of respiratory functions of university level male ball game players. *Malaysian Journal of Sport Science and Recreation* 2015; 11(1):20-26.
- Strohl KP, Butler JP, Malhotra A. Mechanical properties of the upper airway. *Comprehensive Physiology* 2012; 2(3): 1853-1872.
- Sue-Chu M. Winter sports athletes: long-term effects of cold air exposure. *Br J Sports Med* 2012; 46(6): 397-401.
- Silapabanleng S, Buranapuntalug S. The Effect of Inspiratory and Expiratory Muscle Warm-Up on Rowing Performance in Youth Rowers. *Science & Technology Asia* 2018: 37-45.
- Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer. *Sports medicine* 2005; 35(6): 501-536.
- Tantucci C. Expiratory flow limitation definition, mechanisms, methods, and significance. *Pulmonary medicine*. Hindawi Publishing Corporation *Pulmonary Medicine* 2013. Special Issue: 1-6.
- Tate P. Seeley's principles of anatomy and physiology. 1st Ed., McGraw-Hill Higher Education, ebook, 2011: 607-614.
- Tedjasaputra V, Bouwsema MM, Stickland MK. Effect of aerobic fitness on capillary blood volume and diffusing membrane capacity responses to exercise. *The Journal of physiology* 2016; 594(15): 4359-4370.
- Thyagarajan B, Jacobs DR, Apostol GG, Smith LJ, Jensen RL, Crapo RO, Barr RG, Lewis CE, Williams OD. Longitudinal association of body mass index with lung function: the CARDIA study. *Respiratory research* 2008; 9(1): 31.
- Tiller NB, Turner LA, Taylor BJ. Pulmonary and respiratory muscle function in response to 10 marathons in 10 days. *European journal of applied physiology* 2019; 119(2): 509-518.
- Troosters T, Langer D, Vrijsen B, Segers J, Wouters K, Janssens W, Gosselink R, Decramer M, Dupont L. Skeletal muscle weakness, exercise tolerance and physical activity in adults with cystic fibrosis. *European Respiratory Journal* 2009; 33(1): 99-106.
- Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Respiratory muscle assessment. In: Gosselink R, Stam H. Editors. *Lung Function Testing: European Respiratory Monograph*. 31st Ed., European Respiratory Society. 2005; 57-67.
- Triki M, Rebai H, Shamssain M, Masmoudi K, Fellmann N, Zouari H, Nouri Z, Tabka, Z. Comparative study of aerobic performance between football and judo groups in prepubertal boys. *Asian journal of sports medicine* 2013; 4(3): 165-174.

- Tong TK, Fu FH. Effect of specific inspiratory muscle warm-up on intense intermittent run to exhaustion. *European journal of applied physiology* 2006; 97(6): 673-680.
- Torres-Tamayo N, García-Martínez D, Lois Zloliniski S, Torres-Sánchez I, García-Río F, Bastir M. 3D analysis of sexual dimorphism in size, shape and breathing kinematics of human lungs. *Journal of anatomy* 2018; 232(2): 227-237.
- Ubilla C, Bustos P, Amigo H, Oyarzun M, Rona R J. Nutritional status, especially body mass index, from birth to adulthood and lung function in young adulthood. *Annals of human biology* 2008; 35(3): 322-333.
- Usman T, Shenoy KB. Effects of lower body plyometric training on vertical jump performance and pulmonary function in male and female collegiate volleyball players. *International Journal of Applied Exercise Physiology* 2015; 4(2): 9-19.
- Upadhyaya D, Joshi R. A comparative study of pulmonary function tests in swimmers and sedentary control persons of Ahmedabad. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology* 2019; 9(6): 527-529.
- Vašíčková J, Neumannová K, Svozil Z. The effect of respiratory muscle training on fin-swimmers' performance. *Journal of sports science & medicine* 2017; 16(4): 521-526.
- Verges S, Schulz C, Perret C, Spengler CM. Impaired abdominal muscle contractility after high-intensity exhaustive exercise assessed by magnetic stimulation. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine* 2006; 34(4): 423-430.
- Verges S, Sager Y, Erni C, Spengler CM. Expiratory muscle fatigue impairs exercise performance. *European journal of applied physiology* 2007a; 101(2): 225-232.
- Verges S, Lenherr O, Haner AC, Schulz C, Spengler CM. Increased fatigue resistance of respiratory muscles during exercise after respiratory muscle endurance training. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2007b; 292(3): 1246-1253.
- Verges S. Respiratory Muscle Training. In: Cogo A, Bonini M, Onorati P. Editors. *Exercise and Sports Pulmonology: Pathophysiological Adaptations and Rehabilitation*. 1st Ed., ebook. Springer, 2019: 143-151.
- Vedala SNP, Mane AB. Difference in pulmonary function test among the athletic and sedentary population. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology* 2013; 3(2), 118-123.
- Vignesh P, Preetha S, Devi RG. Assessment of pulmonary function test in athletes. *Drug Invention Today* 2018; 10(12): 18-97.
- Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, Jones DA. Specific respiratory warm-up improves rowing performance and exertional dyspnea. *Medicine & Science in*

- Sports & Exercise 2001a; 33(7): 1189-1193.
- Volianitis S, McConnell AK, Jones DA. Assessment of maximum inspiratory pressure prior submaximal respiratory muscle activity ('warm-up') enhances maximum inspiratory activity and attenuates the learning effect of repeated measurement. *Respiration* 2001c; 68: 22–27.
- Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, McNaughton L, Backx K, Jones DA. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med Sci Sports Exerc* 2001b; 33: 803–809.
- Yadav N. Sports specific effect on vital capacity in sportsmen and non sportsmen. *Paripex-Indian Journal of Research* 2019; 8(5):6-7.
- Wagner PD. Why doesn't exercise grow the lungs when other factors do? *Exerc Sport Sci Rev.* 2005; 33: 3–8.
- Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Crapo R, Enright P, van der Grinten CPM, Gustafsson P, Hankinson J, Jensen R, Johnson D, MacIntyre N, McKay R, Miller MR, Navajas D, Pellegrino R, Viegi G. Standardisation of the measurement of lung volumes. *European respiratory journal* 2005; 26(3): 511-522.
- Walker A, Surda P, Rossiter M, Little S. Nasal function and dysfunction in exercise. *The Journal of Laryngology & Otology* 2016; 130(5): 431-434.
- Walsh J, Heazlewood IT, Climstein M. Body mass index in master athletes: review of the literature. *Journal of lifestyle medicine* 2018; 8(2), 79-98.
- Weiler JM, Anderson SD, Randolph C, Bonini S, Craig TJ, Pearlman DS, ... & Blessing-Moore J. Pathogenesis, prevalence, diagnosis, and management of exercise-induced bronchoconstriction: a practice parameter. *Annals of allergy, asthma & immunology* 2010; 105(6): 1-47.
- Weiler JM, Bonini S, Coifman R, Craig T, Delgado L, Capaño-Filipe M, Passali D, Randolph C, Storms W. American Academy of Allergy, Asthma and Immunology Work Group report: exercise-induced asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2007; 119(6):1349-1358.
- Weiss P, Rundell KW. Exercise-induced lung disease: too much of a good thing? *Pediatric Allergy, Immunology, and Pulmonology* 2011; 24(3): 149-157.
- Wilson TA. *Respiratory mechanics*. 1st Ed., Cham: Springer International Publishing. 2016: 19-42, 48-53.
- 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.

- Wilson MG, Ellison GM, Cable NT. Basic science behind the cardiovascular benefits of exercise. *British journal of sports medicine* 2016; 50(2): 93-99.
- Winter EM, Jones AM, Davison RR, Bromley PD, Mercer T. *Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: Volume II—Exercise and Clinical Testing: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide*. Routledge, ebook, 2006: 64-65.
- Winkler JV, Bunker AK. Differential Effects of Inspiratory Muscle Training Between Athletes and Performing Artists. *The FASEB Journal* 2018; 32(1\_supplement): 855-13.
- Witt JD, Guenette JA, Rupert JL, McKenzie DC, Sheel AW. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *The Journal of physiology* 2007; 584(3): 1019-1028.
- World Health Organization (WHO) 2020. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>  
Erişim tarihi: 02.06.2020
- Zakynthinos S, Roussos C. Respiratory muscle fatigue. *Physiologic Basis Of Respiratory Disease*. Hamilton: BC Decker, 2005, 289-307.
- Zhou X. Research on the Influence of Aerobic Exercise on Athletes' Body Shape and Function Based on Multiple Linear Regression. 2nd International Workshop on Advances in Social Sciences, China (IWASS 2019) 2019.
- Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver BH, Enright PL, Hankinson JL, Ip MSM, Zheng J, Stocks J. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J* 2012; 40: 1324–1343.

## EKLER

### Ek 1: Etik kurul onayı



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/215-286

13.05.2020

Sayın Doç Dr Özgür Bostancı

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Farklı Branşlardaki Sporcuların Solunum Fonksiyonları İle Solunum Kas Kuvvetleri Arasındaki İlişki** başlıklı OMÜ KAİK 2020/158 Karar nolu Egzersiz fiziyojisi 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 22.04.2020 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

  
Prof. Dr. Ramis ÇOLAK  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı



## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Emre KARADUMAN

**Doğum Yeri:** Samsun

**Doğum Tarihi:** 19.02.1991

**Medeni Hali:** Bekâr

**Bildiği Yabancı Diller:** İngilizce

**Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):**

Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2013-2017

Yüksek Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2017-2020

**Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2020-

**E-posta:** karaduman.emre@hotmail.com