

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİMDALI

ELİT TAEKWONDOCULARDA İNŞİRASYON
KASLARINA UYGULANAN EŞİK BASINÇ
DEĞERİNDE YÜKLENME EGZERSİZLERİNİN
LAKTAT KONSANTRASYON VE LAKTAT
ELİMİNASYON SÜRESİNE ETKİSİ

Hazırlayan

Murat KOÇ

Danışman

Prof. Dr. Nazmı SARITAŞ

Doktora Tezi

Aralık 2022

KAYSERİ

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİMDALI**

**ELİT TAEKWONDOCULARDA İNŞİRASYON
KASLARINA UYGULANAN EŞİK BASINÇ
DEĞERİNDE YÜKLENME EGZERSİZLERİNİN
LAKTAT KONSANTRASYON VE LAKTAT
ELİMİNASYON SÜRESİNE ETKİSİ**

Doktora Tezi

Hazırlayan

Murat KOÇ

Danışman

Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ

Bu çalışma Tubitak tarafından 221S177 proje no ile desteklenmiştir.

Aralık 2022

KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda akademik ve etik kuralların gerektirdiği gibi tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve kaynaklar listesinde gösterdiğimi belirtirim.

Adı Soyadı: Murat KOÇ

İmza:

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“Elit Taekwondocularıda İnpirasyon Kaslarına Uygulanan Eşik Basınç Değerinde Y¼klenme Egzersizlerinin Laktat Konsantrasyon ve Laktat Eliminasyon Süresine Etkisi” adlı Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisans Üstü Tez Önerisi ve Tez yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Murat KOÇ

Danışman

Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ

Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Erdoğan UNUR

Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ danışmanlığında **Murat KOÇ** tarafından hazırlanan “**Elit Taekwondocularda İspirasyon Kaslarına Uygulanan Eşik Basınç Değerinde Yüklenme Egzersizlerinin Laktat Konsantrasyon ve Laktat Eliminasyon Süresine Etkisi**” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında **Doktora tezi** olarak kabul edilmiştir.

...../...../2022

JÜRİ

İmza

Danışman : Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ

.....

Üye : Prof. Dr. Şükrü BALCI.

.....

Üye : Prof. Dr. Soner AKKURT

.....

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Kürşat ÖZCAN

.....

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Betül COŞKUN

.....

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun tarih ve.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

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

Prof. Dr. Bilal AKYÜZ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca görüş ve bilgileriyle desteklerini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ'a,

Araştırmalarda desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Soner AKKURT'a,

Hiçbir zaman desteklerini eksik etmeyen Dr. Öğretim Üyesi Betül COŞKUN ve Öğretim Görevlisi Özge MACİT'e

Ölçümler esnasında özverisini ve enerjisi hiç eksik etmeyen Özlem ÖZYÜREK'e,

Bu süreçte bilgilerini ve tecrübelerini paylaştan Prof. Dr. Alpaslan YILMAZ'a,

Bu çalışmada sporcuların katılımını sağlayan İbrahim ŞİMŞEK, Hasan KELEŞ, Murat ŞİMŞEK, Mehmet ALTUN ve Bayram UĞUR'a

Yardımlarını esirgemeyen ve her zaman yanımda olan kardeşim Mustafa KOÇ'a

Ayrıca bu projede araştırma bütçesini sağlayan TÜBİTAK'a

Ve en önemlisi;

Hayatım boyunca aldığım her kararda ve attığım her adımda yanımda olan kıymetli eşime ve hayat enerjimi aldığım canım kızıma

TEŞEKKÜR EDERİM.

Murat KOÇ

Kayseri, Aralık 2022

ELİT TAEKWONDOCULARDA İNŞİRASYON KASLARINA UYGULANAN EŞİK BASINÇ DEĞERİNDE YÜKLENME EGZERSİZLERİNİN LAKTAT KONSANTRASYON VE LAKTAT ELİMİNASYON SÜRESİNE ETKİSİ

Murat KOÇ

Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı,
Doktora Tezi Kasım, 2022
Danışmanlar: Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ

ÖZET

Çok sayıda araştırma, solunum kas egzersizlerinin solunum kaslarını güçlendirdiğini, dayanıklılığı artırdığını, solunum fonksiyonlarını geliştirerek aerobik performansı geliştirdiğini ortaya koymuştur. Ancak solunum kas egzersizlerinin laktat metabolizması üzerine etkisini araştıran çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, solunum kaslarına yönelik uygulanan farklı solunum-kas egzersizlerinin, yüksek şiddetli egzersizlerde ortaya çıkan laktat konsantrasyonu ve eliminasyonu üzerine etkisini araştırmaktır. Örneklem grubumuzu en az 1 yıllık lisanslı taekwondo sporcusu 56 erkek oluşturmuştur. Katılımcılar, kronik solunum egzersiz grubu (KYG)(Yaş:19.07±1.97), akut solunum egzersiz grubu (AYG)(Yaş:19.50±2.13) ve kontrol grubu (KG)(Yaş:18.71±0.99) olarak 3 gruba ayrılmıştır. KYG, solunum kas egzersizlerini maksimum inspirasyon basıncın (MIP) %60-90 egzersiz şiddetinde, 8 hafta, günde 2 kez 30 nefes olarak uygulamıştır. AYG, solunum kas egzersizlerini MIP'in %40-50 şiddetinde 8 hafta, haftada 3 kez antrenman öncesi ısınma evresinde yaklaşık 20 dakika uygulamıştır. Ön-test ve son-testlerde vücut kompozisyonu, maksimum oksijen tüketimi, Wingate anaerobik güç testi ve laktat ölçümleri alınmıştır. Yüksek şiddetli egzersizlerde laktat konsantrasyon ve eliminasyondaki değişimleri görmek için ardışık üç Wingate testi uygulanmıştır. Kan laktat ölçümleri her bir wingate testinin hemen bitiminde, 75 saniye dinlenme sonrasında ve ayrıca son wingate testinin ardından 2., 3., 4., 5., 10. ve 15. dakikalarda pasif dinlenme sırasında alınmıştır. Verilerin analizinde Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi (3 grup×2 zaman) kullanılmıştır. Kan laktat değerinde, ilk wingate testinin hemen ardından sadece KYG'de anlamlı düşüş bulunurken, üçüncü wingate testinin ardından AYG ve KG arasında anlamlı fark bulunmuştur. Son wingate testinin ardından 5.dk ölçümünde sadece KYG'de, 10. ve 15.dk ölçümlerinde her iki antrenman grubunda anlamlı düşüş bulunmuştur. Sonuç olarak, uygulanan solunum-kas antrenmanı, yoğun egzersizler sonrası kan laktat konsantrasyonunu düşürmüş ve toparlanmada laktat eliminasyonunu hızlandırmıştır. Kronik yöntem solunum antrenmanı özellikle laktat birikiminin başlamasını geciktirmede, akut yöntem solunum antrenmanı laktat eliminasyonunu geliştirerek egzersiz dayanıklılığını artırmada daha etkili bulunmuştur. Ayrıca solunum-kas antrenmanlarımız, solunum kas kuvvetini, maksimal oksijen tüketimini, wingate anaerobik güç testi ile elde edilen zirve ve ortalama güç değerlerini artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anaerobik Güç; Laktat Eliminasyonu; Laktat Konsantrasyonu; Solunum-Kas Egzersizleri; Taekwondo.

THE EFFECT OF THRESHOLD PRESSURE LOADING EXERCISES APPLIED TO INSPIRATORY MUSCLES IN ELITE TAEKWONDORS ON LACTATE CONCENTRATION AND LACTATE ELIMINATION TIME

Murat KOÇ

**Erciyes University Institute of Health Sciences,
Department of Physical Education and Sports Sciences,
Ph.D Thesis November, 2022
Supevisor: Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ**

ABSTRACT

Numerous studies have revealed that respiratory muscle exercises strengthen respiratory muscles, increase endurance and improve aerobic performance by improving respiratory functions. However, studies investigating the effect of respiratory muscle exercises on lactate metabolism are very limited. The aim of this study is to investigate the effect of different respiratory-muscle exercises for respiratory muscles on lactate concentration and elimination resulting from high-intensity exercises. Our sample group consisted of 56 men who were at least 1-year licensed taekwon-do athletes. Participants were divided into three groups, chronic respiratory exercise group (KYG)(Age:19.07±1.97), acute respiratory exercise group (AYG)(Age:19.50±2.13), and control group (KG)(Age:18.71±0.99). KYG performed respiratory-muscle exercises at an exercise intensity of 60-90% of the maximum inspiratory pressure (MIP), with 30 breaths twice a day, for eight weeks. AYG performed respiratory-muscle exercises at an intensity of 40-50% of MIP for approximately 20 minutes in the pre-training warm-up phase, three times a week for eight weeks. Body composition, maximum oxygen consumption, wingate anaerobic power test, and lactate measurements were taken in the pre-and post-tests. Three consecutive wingate tests were applied to see the changes in lactate concentration and elimination during high-intensity exercise. Blood lactate measurements were taken immediately at the end of each wingate test, after 75-second rest, and also during passive rest at 2., 3., 4., 5., 10., and 15. minutes after the last wingate test. Repeated-measures analyses of variance were used for data analyses. While there was a significant decrease in blood lactate only in KYG immediately after the first Wingate test, a significant difference was found between AYG and KG after the third Wingate test. After the last wingate test, a significant decrease was found only in KYG in the 5th-minute measurement and both training groups in the 10th and 15th-minute measurements. In conclusion, respiratory-muscle training performed in the study decreased blood lactate concentration after intense exercises and accelerated lactate elimination in recovery. It was found that chronic method respiratory training is more effective in delaying the onset of lactate accumulation, and acute method respiratory training in increasing exercise endurance by improving lactate elimination. In addition, our respiratory-muscle training increased respiratory muscle strength, maximal oxygen consumption, and peak and average power obtained by wingate anaerobic power test.

Keywords: Anaerobic Power; Lactate Elimination; Lactate Concentration; Respiratory-Muscle Exercises; Taekwon-do.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI.....	ii
ONAY	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR ve SİMGELER	ix
TABLolar VE RESİMLER LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Solunum Sisteminin Anatomisi ve Fizyolojisi	3
2.2. Solunum Kasları	7
2.2.1. İspiratuar Kaslar.....	8
2.2.2. Ekspiratuar Kaslar.....	8
2.3. Solunum Kaslarının Fizyolojik Özellikleri	9
2.4. Solunumun Kontrolü	10
2.5. Egzersiz Sırasında Solunumun Kontrolü	11
2.6. Yorgunluk.....	12
2.6.1. Periferik Yorgunluk	12
2.6.2. Santral Yorgunluk.....	13
2.7. Ventilasyon Yorgunluk İlişkisi	13
2.8. Solunum Kas Egzersizleri	14
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	18
3.1. Araştırmanın Hipotezleri	18
3.2. Katılımcı Sayısının Belirlenmesi.....	18
3.3. Gönüllülerin Seçimi	21
3.3.1. Grupların Oluşturulması	21
3.4. Antrenman Programı	21
3.4.1. Kronik Yöntem Solunum-Kas Egzersiz Programı.....	21

3.4.2. Akut Yöntem Solunum-Kas Egzersiz Programı.....	23
3.5. Ölçüm Yöntemleri.....	24
3.5.1. Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	24
3.5.2. Kalp Atım Hızının Belirlenmesi.....	25
3.5.3. Maksimum Oksijen Tüketiminin Belirlenmesi.....	25
3.5.4. İspirasyon Basıncının Ölçülmesi.....	26
3.5.5. Bisiklet Ergometresi Testi.....	27
3.5.6. Laktat Ölçümünün Yapılması.....	28
3.6. İstatistiksel Analiz.....	29
4. BULGULAR.....	31
5. TARTIŞMA.....	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
7. KAYNAKLAR.....	62
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMALAR ve SİMGELER

AYG	: Akut Solunum Egzersiz Grubu
BKİ	: Beden Kütle İndeksi
Ca ²⁺	: Kalsiyum
cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbondioksit
CNS	: Merkezi Sinir Sistemi
dk	: Dakika
FFM	: Yağsız Vücut Kütlesi
Hg	: Cıva
H ⁺	: Hidrojen
KAH	: Dakika Kalp Atım Hızı
KG	: Kontrol Grubu
kg	: Kilogram
KYG	: Kronik Solunum Egzersiz Grubu
K ⁺	: Potasyum
m	: Metre
MIP	: Maksimum İspirasyon Basıncı
Mg ²⁺	: Magnezyum
PO ₂	: Parsiyel Oksijen Basıncı
TB	: Trakeobronşiyal
VO ₂ max	: Maksimum Oksijen Tüketimi
µL	: Mikrolitre
W	: Watt
%	: Yüzde

TABLolar VE RESİMLER LİSTESİ

Tablo 3.1. Kronik Yöntem Solunum Egzersiz Programı.....	23
Tablo 3.2. Akut Yöntem Solunum Egzersiz Programı.....	24
Tablo 4.1. Katılımcıların Fiziksel Özellikleri.....	31
Tablo 4.2. Sporcuların Kan Laktat Değerlerinin Karşılaştırılması.....	32
Tablo 4.3. Sporcuların Maksimum İspirasyon Basınçlarının (MIP) Karşılaştırılması	38
Tablo 4.4. Sporcuların VO _{2max} Değerlerinin Karşılaştırılması.....	40
Tablo 4.5. Sporcuların Yorgunluk İndeks Değerlerinin Karşılaştırılması.....	42
Tablo 4.6. Sporcuların Anaerobik Zirve Güç Değerlerinin Karşılaştırılması	44
Tablo 4.7. Sporcuların Anaerobik Ortalama Güç Değerlerinin Karşılaştırılması	47
Tablo 4.8. Sporcuların Wingate Kalp Atım Hızı Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması	49
Şekil 2.1. Solunum Yolları	5
Şekil 2.2. Solunum Bölgeleri.....	6
Şekil 2.3. İspirasyon ve Ekspirasyon.....	7
Şekil 2.4. İspirasyon Kas Egzersizi	15
Şekil 3.1. Çalışmanın Genel Dizaynı	20
Şekil 3.2. İspirasyon Kas Egzersizi İçin Tasarlanmış Antrenman Cihazı.....	22
Şekil 3.3. HP Cosmos Koşu Bandı.....	26
Şekil 3.4. PowerBreathe K5	27
Şekil 3.5. Bisiklet Ergometresi	28
Şekil 3.6. Laktat Ölçüm Cihazı	29

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Fiziksel performans spor fizyolojisinin en önemli konularından biridir. Tarihsel olarak, yarışmacı sporcular rakipleri karşısında sürekli olarak avantaj kazanmak ve performanslarını artırmak için yeni yöntemler araştırmışlardır. Yarışmalarda yüksek performans için sporcular kısmi veya tam vücut egzersizleri kullanarak kas ve kardiyovasküler eğitime odaklanmışlardır. Araştırmacılar sporcuların performansını arttırmak için, solunum kas egzersizlerini ve özellikle inspirasyon kas egzersizlerini bir yöntem olarak incelemişlerdir. İspirasyon kas egzersizleri solunum kasları zayıf olan bireylerin inspirasyon kaslarının kuvvetini ve dayanıklılığını artırmak için uygulanan egzersizlerdendir (Gosselink et al., 2011; A. K. McConnell & L. M. Romer, 2004). Solunum kaslarının kuvvetini geliştirmek amacıyla bir ağızlık yardımı ile önceden belirlenen bir dirence karşı inspirasyon ve ekspirasyon egzersizleri uygulanır. Solunum kaslarının dayanıklılığını artırmak için izokapnik hiperpne, rezistif yüklenme, eşik basınç değerinde yükleme yöntemleri kullanılmaktadır (A. K. McConnell & L. M. Romer, 2004; T. D. Mickleborough, T. Nichols, M. R. Lindley, K. Chatham, & A. A. Ionescu, 2010).

İspirasyon kas egzersizlerinin inspirasyon kaslarının kuvvetini ve dayanıklılığını artırdığı, dispneye duyarlılığı belirgin ölçüde azalttığı belirlenmiştir (Lage et al., 2021; Lötters, Van Tol, Kwakkel, & Gosselink, 2002). Spor performansını açıklamak içinde öne sürülen algılanan nefes darlığı veya algılanan efor derecesindeki düşüşler ve lokomotor kaslardan kaslara kan akışının yeniden yönlendirilmesi metaboreflaksin zayıflamasına neden olmaktadır (HajGhanbari et al., 2013). Sporcularda antrenman ve müsabaka sırasında inspiratuar kas yorgunluğunun

meydana gelmesi, solunum kas egzersizlerinin potansiyel ergojenik etkisini araştırmak için daha fazla ivme sağlamıştır (HajGhanbari et al., 2013).

Birçok spor branşında solunum kas egzersizleriyle ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Genelde 6-12 hafta süren bu çalışmaların büyük bir kısmında solunum kas egzersizleri ile bireylerin solunum kasları güçlendirilmiş, dayanıklılıkları arttırılmıştır. Solunum kaslarının güçlenmesi ve dayanıklılığın artması bireylerin solunum fonksiyonlarını geliştirerek aerobik performansı arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Jakhotia et al., 2014; Kilding, Brown, & McConnell, 2010; Okrzymowska, Kurzaj, Seidel, & Rożek-Piechura, 2019). Solunum kas egzersizlerinin laktat metabolizması üzerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar ise sınırlılık göstermektedir. Yapılan çalışmalar farklı sonuçlara ulaşmaktadır (Espinosa-Mendez, Renero-Carrillo, San Martin-Rodriguez, & Flores-Chico, 2020; Gosselink et al., 2011; Michael A. Johnson et al., 2012; T. D. Mickleborough et al., 2010). Bu farklılığın nedeni farklı egzersiz yöntemlerinin kullanılmasından ya da istatistiksel hesaplamaların doğru sonuca ulaşabilmesi için çalışmaya katılan bireylerin yeterli sayıya ulaşılmamış olmasından kaynakladığı düşünölmektedir.

Bu çalışma solunum kaslarına yönelik uygulanan farklı solunum-kas egzersizlerinin yüksek şiddetli egzersizlerde ortaya çıkan laktatın konsantrasyon düzeyini ve eliminasyon süresini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Çalışmanın Sınırlılıkları

Çalışmada pandemi sürecine denk gelmesi nedeniyle katılımcıların pandemi öncesi performanslarına göre düşüş meydana gelmiş olabilir.

Müسابaka ve antrenman durumu etkileyen birçok faktör bulunmaktadır (rakibin performansı, turnuvanın büyüklüğü, sistemsel sorunlar gibi). Bu faktörleri en az etkiye indirebilmek için anaerobik güç testi standardize edilerek uygulanmıştır. Bu yüzden sporcuların anaerobik testlerde çıkan kan laktat değerleri müsabakadaki kan laktat değerlerine göre yüksek çıkmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Solunum Sisteminin Anatomisi ve Fizyolojisi

Solunum sistemi havayı akciğerlere taşıyan burun, ağız ve hava yolları, akciğerler ve akciğerleri çevreleyen göğüs kafesi ve göğüs boşluğu da dahil olmak üzere yapılardan oluşmaktadır. Sağ akciğerde üç lob bulunurken, solda iki lob bulunur, bu da kalbin sola doğru eğimli olarak sol loblar arasında bulunmasından kaynaklanır. Her yetişkinin akciğerinin ağırlığı, otopside tartıldığında 0,7 ila 1,0 kg (1,5 ila 2,2 pound) arasındadır; bununla birlikte, yaşamda muhtemelen akciğerlerdeki kan damarları (pulmoner dolaşım) yaklaşık 0,9 litre kanla doldurulduğundan bu miktarın iki katı ağırlığındadırlar. Başka bir deyişle, yetişkin insan göğüs kafesinin içinde yaklaşık 2 kg (4,4 pound) akciğer dokusuna sahiptir (A. McConnell, 2013).

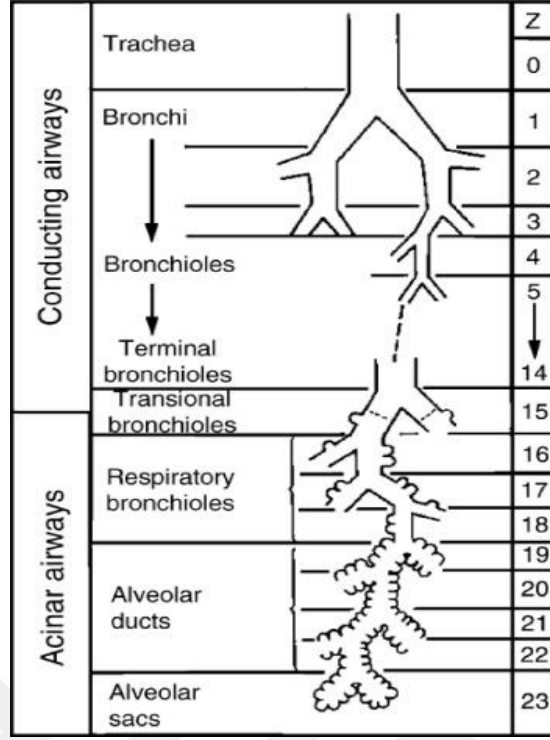
Hava yolları trakeadan gaz değişim bölgesinin başladığı yere kadar 16 kez toplamda ise 23 kez dallanır. Bu yapı oksijen (O₂) ve karbondioksit (CO₂) alışverişinin gerçekleştiği alveollerde biten ağaç benzeri bir yapı oluşturur (Weibel, 2009). Dallar, her bir hava yolunun iki hava yoluna yol açtığı düzensiz, iki yönlü bir model izler. Bu bağlar düzensiz olduğu için eşit büyüklükte olmayabilir (A. McConnell, 2013).

İnsan hava yollarının üç ana kategorize bölümü şunlardır (Tu, Inthavong, & Ahmadi, 2012):

- (1) Ağız ve burun boşluğunu içeren ekstratorasik bölge,
- (2) Trakeadan terminal bronşiyollere kadar uzanan trakeobronşiyal bölge (TB)
- (3) Asiner bölge

Solunum yollarının diğer bir sınıflandırması ise üst ve alt solunum yollarıdır. Üst solunum yolu, ekstratorasik bölge gibi, ağız boşluğu, burun boşluğu, farenks ve gırtlakı içerir. Alt solunum yolu, intratorasik bölge gibi, trakeadan başlar ve neredeyse akciğerlerin içinde yer alan alveolar keseleri kaplar (Ahookhosh et al., 2020).

Solunum yolunun ilk kısımları burun ve ağız boşluklarıdır. Bunu nazo-orofarenks takip eder. Farenks ortalama 12,5 cm uzunluğunda, solunum ve sindirim sistemleri için tüp benzeri bir yoldur (Tu et al., 2012). Farenks üç farklı segment içerir: nazofarenks, orofarenks ve laringofarenks. Nazofarenks, iç burun delikleri ile burun boşluğuna bağı yumuşak damak arasında yer alan farinksin üst segmentidir. Orofarenks, farenksin orta segmenti olup, ağızın arkasında ve yumuşak damağın altında bulunur. Nazofarenks, büyük partiküller için filtre görevi gören ve ayrıca solunan havayı nemlendiren solunum sisteminin önemli bir parçasıdır. Farinksin alt segmenti, gırtlakı yemek borusuna bağılayan laringofarenks (hipofarinks) olarak adlandırılır. Gırtlak ise sesin üretilmesinden, yiyecek ve içeceklerin soluk borusundan uzak tutulmasından sorumlu olan solunum yolunun kıkırdaklı bir parçasıdır. Larinks, tiroid kıkırdak (ön), epiglot (üst) ve krikoid kıkırdak (alt) dahil olmak üzere üç ana kıkırdak parçadan oluşur (Ahookhosh et al., 2020).



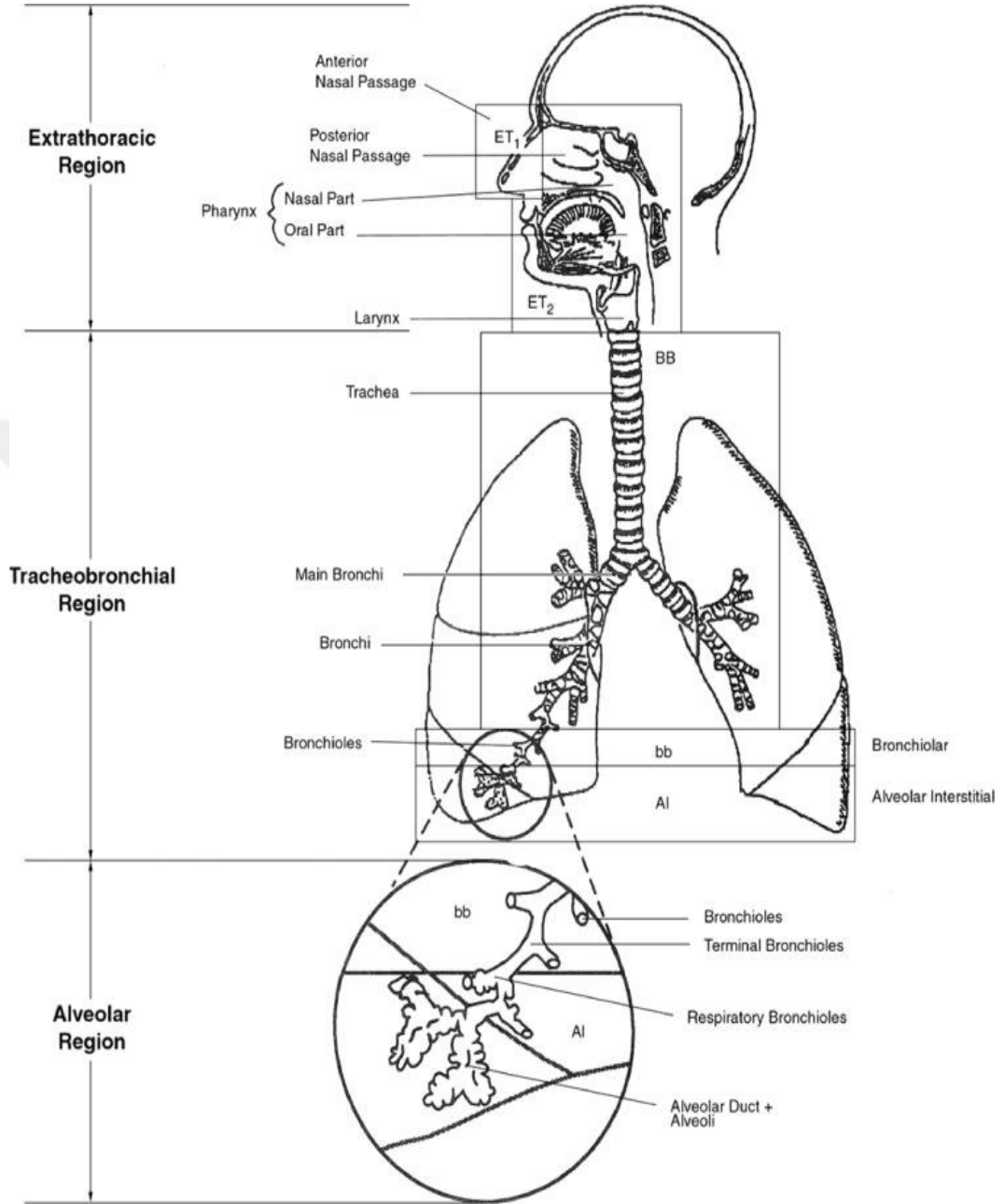
Şekil 2 1. Solunum Yolları

<https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0928098720300221-gr1.jpg>

Sağlıklı bir yetişkinin akciğeri, vücudun gerekli oksijenini sağlamak için günde 10-25 m³ havaya ihtiyaç duyar. Dinlenme durumunda her seferinde yaklaşık 0,5 litre hava olarak dakikada 12–20 solunum döngüsü gerçekleşir. Şiddet yoğunluğu yüksek seviyede yapılan bir iş için gereken hava miktarı bu miktarın üç katına, hatta daha fazlasına kadar çıkabilir (Yousefighalehroudkhani, 2017). Solunum sisteminin hacimlerini ve kapasitelerini tanımlayan çeşitli özellikler vardır.

Solunum sisteminde ventilasyon, perfüzyon ve difüzyon üç ana fizyolojik fonksiyondur (Person & Mintz, 2006). Alveol için gerekli havayı sağlamak için inspirasyon ve ekspirasyon (solunum döngüsü) sürecine ventilasyon denir. Ventilasyon işlemi sırasında atmosferik basınç, intraplevral basınç ve intraalveoler basınç olmak üzere üç ana basınç vardır. İntraplevral basınç, atmosferik basınç ve alveoler basınçlardan biraz daha düşüktür ve inspirasyon sırasında yaklaşık -4 mm Hg'de kalır (Sherwood, 2015). Bu intraplevral basınç, işlem sırasında iki karşıt kuvvetin sonucudur. Alveolar sıvının yüzey geriliminin yanı sıra akciğerlerin elastik dokusu akciğerleri içe doğru çeker; bu arada, plevral sıvı ve buna karşı çalışan göğüs duvarı tarafından oluşturulan biraz daha büyük (-4 mm Hg basınç) bir dışa doğru

kuvvet, ile sonuçlanır. İntraplevral ve intraalveoler alanlar arasındaki basınç farkına transpulmoner basınç denir (Ahookhosh et al., 2020).

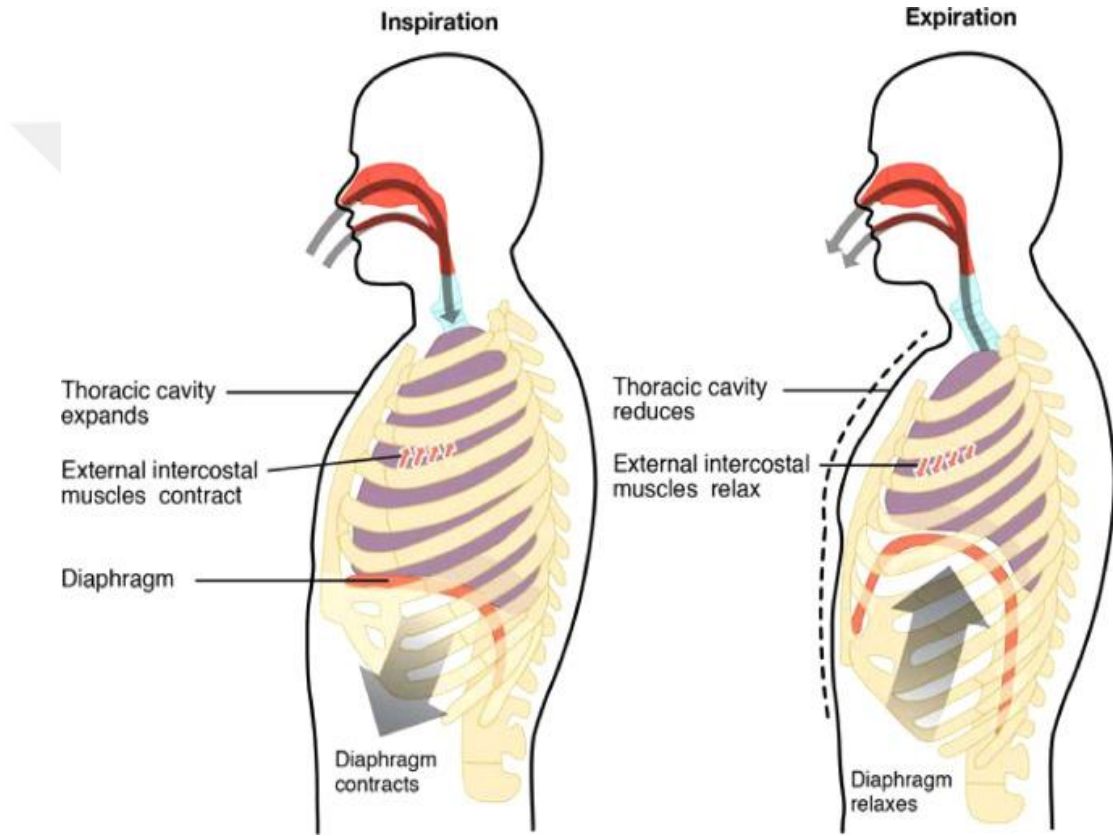


Şekil 2 2. Solunum Bölgeleri

<https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0928098720300221-gr2.jpg>

Solunum sürecinde, diyaframın ve kaburgaların ucunu yukarı çeken diğer solunum kaslarının kasılması göğüs boşluğu hacminin artmasına neden olur. Ayrıca göğüs boşluğunun artması, plevral boşluğun çekim kuvveti nedeniyle akciğerlerin genişlemesine neden olur. Akciğerlerin hacmindeki artışıyla intraplevral basınç,

atmosfer basıncından daha düşük olur ve bu da basınç farkına yol açar. Ortam havası yüksek basınçtan düşük basınca doğru hareket eder ve son olarak inspirasyon gerçekleşir. Buna karşılık, ekspirasyon sırasında solunum kasları normale dönmesiyle solunan havayı akciğerlerden dışarı iten pozitif bir basınç oluşturur (Tu et al., 2012). Solunum sürecinde akciğerler pasiftir, yani inspirasyon ve ekspirasyon üreten hareketlerden sorumlu değildirler. Hem diyafram hem de göğüs kas liflerinin kasılması ve gevşemesi ve plevral sıvının yapısı, ventilasyon sürecinin başlıca nedenleridir (Ahookhosh et al., 2020).



Şekil 2 3. İspirasyon ve Ekspirasyon

<https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0928098720300221-gr5.jpg>

2.2. Solunum Kasları

Akciğerlerin etrafında kompleks bir biçimde yerleşmiş olan kaslar solunum kaslarıdır. Aslında göğüs kafesine bağlanan tüm kaslar bir solunum hareketi üretme potansiyeline sahiptir. Göğüs boşluğu hacmini artıran inspiratuar kaslar inspirasyonu sağlarken, göğüs boşluğunun hacmini azaltan ekspiratuar kaslar ekspirasyonu sağlamaktadırlar. Solunum kasları diğer tüm iskelet kaslarıyla tamamen aynı temel

yapıya sahiptir ve göğüs boşluğunu hacmini artırmak veya azaltmak için birlikte çalışırlar (A. McConnell, 2013).

2.2.1. İspiratuar Kaslar

İspirasyonun ana kası, göğüs ve karın boşluklarını ayıran kubbeli bir yapıya sahip olan diyaframdır. Diyafram, alt kaburgalara ve ayrıca bel omurlarına bağlanır. Diyafram kasıldığında kubbe düzleşir ve bir piston gibi karın boşluğuna doğru aşağı doğru hareket eder. Bu hareket göğüs boşluğunun hacmini artırarak, hareketinin boyutuyla ve dolayısıyla kasılma kuvvetiyle orantılı bir negatif basınç yaratır. Diyafram kasılması ayrıca alt kaburgaların yukarı ve ileri hareket etmesine neden olur. Kaburgaların bu hareketi göğüs hacmini arttırır. Kaburgalar dışa doğru hareket eder çünkü diyaframın merkezi tendonu destek işlevi gören karaciğer ve mideyi aşağı doğru iter. Diyafram aşağı doğru karın bölmesine hareket ettiğinde, karın içi basıncı da yükseltir ve karın kaslarının omurgayı stabilize etmesine yardımcı olur (A. McConnell, 2013).

2.2.2. Ekspiratuar Kaslar

Ekspirasyonun ana kasları, karın duvarının oluşturan kaslardır. Bu kaslar rectus abdominis, transversus abdominis ve iç ve dış oblik kaslar. Bu kaslar kasıldığında alt kaburga kenarlarını aşağı doğru çekerler ve karın bölmesini sıkıştırarak iç basıncını yükseltirler. Basınç artışı, diyaframı yukarı doğru göğüs boşluğuna doğru iterek basınç ve ekspirasyonda bir artışa neden olur. Ancak bu kaslar sadece egzersiz veya zorunlu ventilasyon manevraları sırasında solunum kasları olarak devreye girerler. Solunumla ilgili dört karın kası da postür kasları olarak önemli işlevlere sahiptir. Karın kaslarının kasılması ile oluşturulan karın duvarının sıkışması ve sertleşmesi, inspirasyonun başlangıcında diyaframın pozisyonunu da optimize eder. Bu aynı zamanda spinal stabiliteyi ve postüral kontrolü de geliştirir (A. McConnell, 2013).

Göğüs kafesi ayrıca ekspiratuar etkisi olan kasları da içerir. Bunlar geriye doğru eğimli iç interkostal kaslardır; büzülme, bir kepçe sapının indirilmesine benzer şekilde, kaburgaların aşağı ve içe doğru hareket etmesine neden olur. Hem iç hem de dış interkostal kaslar ayrıca gövdenin bükülmesinde ve döndürülmesinde rol oynar (A. McConnell, 2013).

2.3. Solunum Kaslarının Fizyolojik Özellikleri

Herhangi bir kasın fonksiyonel özellikleri, içerdiği kas liflerinin tipine göre belirlenir.

İnsan kaslarında üç ana tip lif bulunur ve çoğu kas bunların karışımını farklı oranlarda içerir. Bu üç lif tipinin nispi oranları, her bir kasın özelliklerini belirler

- Tip I: Yavaş kasılır ve nispeten zayıftır, ancak yorgunluğa karşı çok dirençlidir.
- Tip IIA: Yorulmaya karşı yüksek dirençli, kasılma hızı ise orta derecede ve kuvvetlidir.
- Tip IIB (IIX): Hızlı ve çok güçlü kasılır, ancak yorulmaya karşı sadece orta derecede dirençlidir (Widmaier, Raff, Strang, & Strang, 2019).

Tip I ve tip IIA lifleri yüksek bir oksidatif kapasiteye ve yüksek ila orta yoğunlukta kan kılcal damarlara sahiptir. Bu lifler ayrıca oksidatif lifler olarak da bilinirler ve yorulmadan uzun süre aktivitelerini sürdürebilirler.

Ana solunum kaslardan biri olan diyaframda lif tipi dağılımı yaklaşık %55 yavaş lif, %21 hızlı oksidatif ve %24 hızlı glikolitik özellik göstermektedir (Polla, D'antona, Bottinelli, & Reggiani, 2004). Yavaş ve hızlı kasılma belirleyen kas lif tipi diyafram kasında nerdeyse eşit oranda bulunurken diğer bir solunum kası olan interkostal kaslarda hızlı kas lif tipini daha yüksektir. Kas lif tiplerinin özelliklerinde dolayı diyafram kas yorgunluğu direnç gösterirken interkostal kasların yorgunluğa karşı direnci daha düşüktür (Polla et al., 2004). Solunum zorlandığında interkostal kaslar diğer inspiratuar kaslarla değişebilir; örneğin diyafram yorulduğunda, diyafram yorgunluğu azalana kadar interkostal kaslar ana inspiratuar kas olarak görev alabilir. Solunum kas rezervindeki azalma, yorgunluğu ve performans düşüklüğüne neden olabilir (Bromley, Brownlee, & Rose, 2006).

Kas yorgunluğunu belirleyen bir diğer önemli faktör de kan dolaşımıdır. Yetersiz kan akımı yalnızca dokuların oksijenlenmesini sınırlamakla kalmaz, aynı zamanda substratların dağıtımını ve metabolik yan ürünlerin uzaklaştırılmasını sınırlar ve bunların tümü yorgunluğu hızlandırabilir. Diyafram ve kostal kaslarına kan akımı çok sayıda arter tarafından sağlanır. Örneğin diyafram, üç arter tarafından perfüze edilir ve arterler arasında kan akışı sağlayan anastomozlardan yararlanır. Ayrıca

diyafram son derece yoğun bir kılcal ağa ve uzuv kaslarından daha fazla kan akımını artırma kapasitesine sahiptir (Polla et al., 2004). Diyafram, uzuv kaslarındaki kan akışını engelleyen kasılma kuvvetlerinde perfüzyonunu korur. Bunun nedeni ise kasılma sırasında negatif intratorasik basınç oluşturan ince bir kas tabakası olmasından kaynaklanmaktadır (A. McConnell, 2013).

2.4. Solunumun Kontrolü

Diyafram ve interkostal kaslar iskelet kasları olduğundan motor nöronlardan herhangi bir uyarı gelmedikçe kasılmazlar. Bu nedenle, solunum kaslarının döngüsel olarak uyarılmasına tamamen diyaframın ve interkostal kasların motor nöronlarına bağlıdır. Bu nöronların ortadan kaldırılması ya da beyin sapı ile solunum kasları arasındaki bağlantının kesilmesi, solunum kaslarının felce uğramasına ve ölüme neden olur. Spinal motor nöronlardaki aksiyon potansiyellerinin diyafram gibi inspiratuar kaslarını tetiklemeyle inspirasyon başlatılır, aksiyon potansiyelleri kesilince inspiratuar kaslar gevşer. İspiratuar kaslarının gevşemesiyle akciğerlerin yapısından dolayı göğüs hacmi azalmaya başlar ve bunun sonucunda ekspirasyon meydana gelir. Egzersiz gibi ekspiratuar kasların kasılmasının ekspirasyonu kolaylaştırdığı durumlarda inspirasyon sırasında aktif olmayan bu kaslara giden nöronlar ekspirasyon sırasında aktif hale gelir. Bu nöral aktivitenin kontrolü, beynin ana kardiyovasküler kontrol merkezlerini içeren medulla oblongatadaki nöronlarda bulunur (Widmaier et al., 2019).

Meddular solunum merkezinin iki ana anatomik bileşeni vardır. Dorsal solunum grubunun nöronları öncelikle inspirasyon sırasında aktif hale gelir ve inspirasyonda yer alan solunum kaslarını aktive eden spinal motor nöronlara, diyaframa ve interkostal kaslara girdi sağlar. Dinlenme halindeki birincil inspiratuar kas diyaframdır. Meddular solunum merkezindeki diğer ana nöron kompleksi ise ventral solunum merkezidir. Ventral solunum merkezi yorucu fiziksel aktiviteler gibi ventilasyonda büyük artışlar olduğundan ekspirasyonu hızlandıracak ekspiratuar nöronları içerir. Bu merkezden gelen uyarılar ekspiratuar kasların kasılmasına neden olarak, havanın akciğerlerden hızla dışarı çıkmasına yardımcı olur (Widmaier et al., 2019).

Meduller inspiratuar nöronlar, medullanın hemen üzerindeki kısmı olan ponsun çeşitli bölgelerinde bulunan nöronlardan bir sinaptik girdi alır. Bu girdi, meduller inspiratuar nöronların çıkışını inhibe ederek inspirasyonu sonlandırmaya yardımcı olabilir. Apnöstik merkez olarak adlandırılan alt ponsun bir alanının bu çıktının ana kaynağı olması muhtemeldir. Üst ponsun pnömotaksik merkez olarak adlandırılan bir alanı apnöstik merkezin aktivitesini modüle etmektedir. Pnömotaksik merkez ise, inspirasyon ve ekspirasyon arasındaki geçişi düzenlemeye yardımcı olur. Medulla ve ponsdaki solunum sinirleri ayrıca beynin daha yüksek merkezlerinden sinaptik girdiler almasıyla konuşma, dalış, duygular ve ağrı sırasında solunumun şeklini kontrol etmeyi sağlamaktadır (Widmaier et al., 2019).

2.5. Egzersiz Sırasında Solunumun Kontrolü

Egzersiz sırasında alveolar ventilasyon parsiyel oksijen basıncı (PO_2), parsiyel karbondioksit basıncı (PCO_2) ve hidrojen konsantrasyonu (H^+) değişkenlerinden dolayı solunum 20 kata kadar artabilir. Ancak orta düzeyde egzersiz sırasında ventilasyona yönelik ana uyaranlar belirsizliğini korumaktadır. Egzersizde kaslar daha fazla karbondioksit ürettiği için kan PCO_2 'sinin artması sistemik venöz kan üzerinde etkili olurken, sistemik arteriyel kan için bu durum geçerli değildir. Arteriyel PCO_2 'inin egzersiz sırasında artmamasının nedeni alveolar PCO_2 üretiminin alveolar ventilasyona oranı ile belirlenmesidir. Orta derecede egzersiz sırasında alveolar ventilasyon artar. Çok yorucu egzersizlerde alveolar ventilasyon, karbondioksit üretiminden nispeten daha fazla artar. Başka bir ifadeyle, yorucu egzersiz sırasında bireyin hiperventilasyon yapması, alveolar ve sistemik arteriyel PCO_2 düşürebilir. Egzersiz sırasında dokulardaki oksijen tüketimindeki artışı nedeniyle sistemik venöz PO_2 azalmasına rağmen, alveolar PO_2 ve arteriyel PO_2 genellikle değişmeden kalır. Bunun nedeni, hücresel oksijen tüketiminin ve alveolar ventilasyonun orta düzeyde egzersiz sırasında birbiriyle tam orantılı olarak artmasıdır. Sağlıklı bireylerde, yorucu egzersizde kalp debisi sınırlayıcı faktör iken ventilasyonda sınırlayıcı faktör değildir. Ventilasyon arteriyel PO_2 'yi devam ettirmek için yeterince artabilir. Arteriyel PCO_2 , yorucu egzersiz sırasında azaldığı ve orta dereceli egzersizde değişmediği için, karbondioksit birikiminden kaynaklanan aşırı H^+ birikimi olmaz. Fakat yoğun egzersiz sırasında laktik asit üretiminin artması ve

artan laktik asitin kana geçmesinden dolayı arteriyel H^+ konsantrasyonunda artış olur. H^+ konsantrasyonundaki bu değişiklik, yorucu egzersize eşlik eden hiperventilasyonu kısmen uyardıktan sorumludur (Widmaier et al., 2019).

2.6. Yorgunluk

Yorgunluk, fiziksel ve zihinsel çalışmayı tamamlama kapasitesinin azalmasıdır. Duygusal, davranışsal ve bilişsel bileşenlerle çok boyutludur (Ream & Richardson, 1996). Fiziksel aktivite açısından incelendiğinde, yorgunluk hissi yapılan fiziksel aktivite durumu, yetersiz dinlenme ve yaşam tarzı ile ilişkilidir. Yorgunluk periferik yorgunluk ve santral yorgunluk olarak ikiye ayrılabilir (Phillips, 2015).

2.6.1. Periferik Yorgunluk

Periferik yorgunluk, yorgunluk bölgelerinin merkezi sinir sisteminin (CNS) dışında olduğunu belirtir. Daha spesifik olarak, periferik yorgunluk, nöromusküler kavşağın distalindeki bir süreç veya süreçlerin neden olduğu kas kuvveti üretiminin zayıflaması ile ilişkilidir (Phillips, 2015).

Periferik yorgunluğun nedenleri;

- 1 Laktat ve H^+ birikimi: H^+ kısmen tamponlanmıştır, bu da bikarbonattan karbondioksit üretimini artırır.
- 2 Ter salgısının artmasına neden olan ısı birikimi: Su kaybının olması dehidrasyona neden olabilir.
- 3 Sarkoplazmada inorganik fosfat birikmesi: Çapraz köprü inhibisyonu nedeniyle kasılma kuvvetini azaltır.
- 4 Sarkoplazmada H^+ birikmesi: Çapraz köprü inhibisyonu nedeniyle kasılma kuvvetini azaltır. H^+ birikimi sarkoplazmik retikulumda Ca^{2+} geri alımını da baskılayabilir.
- 3 Sarkoplazmik magnezyum (Mg^{2+}) birikimi: Mg^{2+} sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum (Ca^{2+}) salınımını etkiler.

4 İnorganik fosfat birikimi ile sarkoplazmik retikulumdan Ca^{2+} salınımının inhibisyonu: Ca^{2+} salınımı sarkoplazmik retikulumda kalsiyum fosfatın düşmesi ve Ca^{2+} salınım kanallarının fosforilasyonu ile inhibe edilir.

5 Glikojen depolarında düşüş ve aşırı durumlarda kan glukozu seviyelerinde düşüş.

6 Muhtemelen kas liflerindeki ve çevresindeki biyokimyasal değişikliklerin bir sonucu olarak, sarkolemma boyunca aksiyon potansiyellerinin azalmış iletim hızı.

7 Kastan artan potasyum (K^+) çıkışı: T-tübüllerin lümeninde artan K^+ , tübüler aksiyon potansiyelini bloke edebilir ve uyarma-kasılma bağlantısının azalması nedeniyle kuvveti azaltabilir (Phillips, 2015).

2.6.2. Santral Yorgunluk

Santral yorgunluk, merkezi sinir sisteminde (beyin, omurilik ve motor nöronlar) bulunan faktörlerin neden olduğu yorgunluk terimidir. Santral yorgunluk sinir-kas kavşağının proksimalinde meydana gelen süreçlerden kaynaklanmaktadır. Bu süreçler kas kuvveti kaybıyla birlikte performans düşüşüne neden olabilir.

2.7. Ventilasyon Yorgunluk İlişkisi

Kaslar, aerobik ve anaerobik olarak iki tür metabolik yol kullanarak depolanmış substratlardan enerjiyi serbest bırakabilir. Aerobik yollar anaerobik enerji sistemiyle karşılaştırıldığında enerjiyi yavaşça serbest bıraktıklarından dolayı daha verimlidir. Ancak anaerobik yollar enerjiyi çok daha hızlı serbest bırakmasına rağmen daha az verimlidir. Aerobik yollardan sonra CO_2 ve su üretimi oluşurken, anaerobik yoldan sonra laktik asit üretilir. Laktik asit, normal kasılma sürecini engelleyen kas liflerinin asitleşmesine yol açtığı için kas yorgunluğunun başlangıcı ile bağlantılıdır.

Kaslar, düşük ile orta yoğunluktaki egzersiz için aerobik yolları kullanabilir. Yüksek yoğunluklu egzersizin gereksinimlerini karşılamak için anaerobik yollar kullanılmaktadır. Anaerobik metabolizmada oluşan laktik asit birikimi, yüksek yoğunluklu egzersizin birkaç dakikadan fazla sürdürülememesinin nedenidir. Bununla birlikte, vücudumuzda tampon sistemleri bulunmaktadır. Tamponlama işlemi kullanılarak kasların asidik ortamda çalışması engellenir. Tamponlama, laktik asidin asit bileşenini (hidrojen iyonu: H^+) bir alkali ile eşleştirerek nötralize eder, bu

işlem kasın asitlenmesini yavaşlatarak yorgunluğu geciktirir. Tamponlama, CO₂'nin hiperventilasyon yoluyla kandan uzaklaştırılmasıyla mümkün olur.

2.8. Solunum Kas Egzersizleri

Antrenman veya müsabaka şiddetinin artması solunum kaslarının yorgunluğuna neden olmaktadır. Solunum kaslarının yorgunluğu da metabolik refleks veya metabarorefleks nedeniyle periferik kaslardaki kan damarlarının vazokonstriksiyonunu artırmakta ve solunum performansında bir azalmaya yol açmaktadır (Lorca-Santiago, Jiménez, Pareja-Galeano, & Lorenzo, 2020). Solunum performansındaki bu azalma egzersiz sırasında ekstremitelere oksijen akışını azaltarak egzersiz toleransının azalmasına, nefes darlığının artmasına ve dolayısıyla performansta da düşüşe neden olmaktadır (Lorca-Santiago et al., 2020; Romer & Polkey, 2008; Wells & Norris, 2009). Ayrıca yüksek şiddette yapılan aktivitelerde egzersiz süresinin artması, kasların iş yükünü artırmaktadır. Artan bu iş yükünün enerjisini karşılayabilmek için anaerobik glikoliz sistemi devreye girer ve kaslar laktik asit üretmeye başlar. Bir süre sonra üretilen laktik asit kan laktat konsantrasyonu 2-4 mmol/L'ye ulaştırır. Egzersiz aynı şiddette devam ederse laktat nötralize edilemez ve laktat birikim eşik değerine ulaşılır. Laktat birikim eşik değerine ulaşılması glikolizi ve yağ asidi oksidasyonunu sınırlayarak erken yorgunluğa neden olur (Çeçen Aksu, Turgay, & Dalip, 2008). Yorgunluğu ve laktat birikim eşik değerini geciktirmek için çeşitli çalışmalarda inspirasyon kas egzersizleri uygulanmıştır. Bu egzersizlerin yöntemleri değişiklik göstermektedir. Egzersiz yöntemleri değişiklik göstermesine rağmen yapılan solunum kaslarının kuvvetini geliştirmek amacıyla bir ağızlık yardımı ile önceden belirlenen bir dirence karşı inspirasyon ve ekspirasyon egzersizleri uygulaması neredese tüm solunum kas egzersizlerinin ortak yönüdür. Solunum kaslarının dayanıklılığını artırmak için genel olarak izokapnik hiperpne, rezistif yüklenme, eşik basınç değerinde yükleme yöntemleri kullanılmaktadır (Gülden, 2015).

İzokapnik Hiperpne Yöntemi: Bireylerin 30 dakikaya kadar yüksek hedef ventilasyon seviyelerini korumasını gerektiren, haftada 3 ila 5 kez maksimum istemli ventilasyonun % 60 - 90'ında gerçekleştirilen bir solunum kas dayanıklılığı eğitimi yöntemidir (A. McConnell & L. Romer, 2004).

İnspirasyon Rezistif Yükleme Yöntemi: Bireyin çapı gittikçe daralan deliklerden nefes alıp vermesinin yapıldığı yöntemdir (Balbaloğlu, 2015).

İnspirasyon Eşik Basınç Değerinde Yükleme Yöntemi: Sadece ağız basıncı belli bir seviyeye ulaştıktan sonra inspirasyona izin veren eşik yüklenme cihazı ile yapılan egzersizdir. Eşik yüklenme egzersizleri inspirasyon kas kontraksiyon hızını artırır. Böylece inspirasyon zamanı kısalarak ekspirasyon ve dinlenme zamanını artırır (Balbaloğlu, 2015).



Şekil 2 4. İnspirasyon Kas Egzersizi

İnspirasyon kas egzersizlerinin yapıldığı çalışmalar solunum mekaniğini etkileyerek solunum frekansını ve kalp atım sayısını azaltmış, egzersiz toleransını ise artırmıştır. Yüksek yoğunlukta devam eden egzersizlerde ekstremite kaslarında kan dolaşımını artırarak bu kasların oksijen tedariklerini artırmıştır (Archiza et al., 2018). Bununla birlikte sporcuların antrenmanlarına ek olarak yapılan inspirasyon kas egzersizleri sporcuların erken yorulmasına neden olan kan laktat konsantrasyonunu da azaltarak sporcuların dayanıklılığını artırmıştır (Archiza et al., 2018; Guy, Edwards, & Deakin, 2014; T. Mickleborough, T. Nichols, M. Lindley, K. Chatham, & A. Ionescu, 2010; Romer, McConnell, & Jones, 2002; Romer & Polkey, 2008). Ayrıca inspirasyon kaslarının güçlendirilmesi inspirasyon kaslarının da laktat üretimini azaltarak kan laktat konsantrasyonunun azalmasına katkı sağladığı düşünülmüştür (Brown, Sharpe, & Johnson, 2008). Çünkü egzersiz sırasında solunum kaslarının

yorgunluğa maruz kalması optimal çalışma yeteneklerini sınırlandırır ve çalışan kaslara yetersiz oksijen tedarikine dönüşür (De Sousa et al., 2020).

Sporcular başarılı olmak için yüksek şiddette devam eden aktivitelerde ortaya çıkan yorgunluğa karşı direnç göstermek zorundadırlar. Müsabakaların yoğunluğuna göre sporcuların üzerine düşen iş yoğunluğu artmaktadır. Özellikle savunma sporlarında sporcuların kardiyovasküler iş yoğunlukları maksimum seviyeye ulaşmaktadır (Slimani, Znazen, Sellami, & Davis, 2018). Bu savunma sporlarından biri olan taekvando karmaşık motor beceriler, taktiksel mükemmellik ve yüksek düzeyde zindelik gerektiren olimpik bir spordur. Müsabakalar her raunt iki dakika, rauntlar arasındaki dinlenme süresi bir dakika olmak üzere üç raunt şeklinde yapılır (Ouergui et al., 2021). Bir sporcu ulusal veya uluslararası yarışmalarda aynı gün içerisinde altı, yedi müsabakaya çıkabilmektedir. Tekvando müsabakaları sırasında, sporcuların kalp atış hızı maksimum seviyelere ulaşabilir. Sporcuların cinsiyetine, yaşına, antrenman düzeyine bağlı olarak kan laktat seviyesi de 11,4 mmol/L'ye ya da daha fazla değerlere yükselebilir (Markovic, Vucetic, & Cardinale, 2008). Ayrıca müsabaka süresince her raunt bir önceki raunt ile karşılaştırıldığında sporcunun dakika kalp atım hızı ve kan laktat seviyesi de artmaktadır (Bürger-Mendonça, De Oliveira, Cardoso, Bielavsky, & Azevedo, 2015). Bu yüzden sporcuların müsabakanın şiddetine bağlı olarak artış eğiliminde olan laktatın artış hızını yavaşlatmaya ve yükselen laktat seviyesini istirahat seviyesine en kısa zamanda düşürmeye ihtiyacı vardır. Solunum-kas egzersizleriyle ilgili yapılan çalışmalar genel olarak basketbol, futbol gibi saha içerisinde aktif dinlenmenin olduğu aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin ortak kullanıldığı spor branşlarında uygulanmıştır (Archiza et al., 2018; Goosey-Tolfrey, Foden, Perret, & Degens, 2010). Oysa teakvando, boks, kickboks, wus-hu gibi birçok savunma sporlarında önceden belirlenmiş raunt süresi, rauntlar arası dinlenme süresi ve toplam müsabaka süresi bulunmaktadır. Savunma sporlarının birçoğu müsabaka süresi açısından anaerobik enerji sisteminin baskın olduğu ve müsabakanın başlangıcından bitişine kadar yüksek şiddette olan branşlardır. Bu sporlarda sporcu gün içinde birden çok müsabakaya çıkmaktadır ve genelde bir sonraki müsabakanın şiddeti bir önceki müsabakadan fazladır. Ayrıca gün içindeki müsabakaların arası final müsabakalarına yaklaştıkça sporcunun dinlenme ve toparlanma için verilen süre daha da kısalmaktadır.

Sporcuların üzerinde uygulanan solunum kas egzersizleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak iki şekilde gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birincisi belirli bir eşik cihazıyla önceden belirlenen maksimum inspirasyon temel alınarak ya belirli bir yüklenme şiddetinde gün içerisinde sabah ve akşam olmak üzere iki seans ve her seansta 30 nefes ile gerçekleştirilen kronik solunum kas egzersizleri ile gerçekleştirilmiştir. İkincisi; antrenmandan önce solunum kaslarını ısıtırmak amacıyla uygulanan ve çok az çalışmada yer alan akut solunum kas egzersizleri ile gerçekleştirilmiştir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Hipotezleri

Solunum kas egzersizlerinin bir yöntemi olan eşik basınç değerinde yüklenme yönteminin bireylerde uygulanması, bireylerin egzersiz sonrasında daha kısa sürede toparlanmasına yardımcı olabilir mi?

Hipotezler:

1. Bireylerde uygulanan 8 haftalık solunum kas egzersizleri sonrasında yüksek şiddetli egzersizlerde laktat konsantrasyon düzeyini azaltır.
2. Bireylerde uygulanan solunum kas egzersizleri orta ve yüksek şiddetli egzersizlerde oluşan laktatın eliminasyon süresini azaltır.
3. Bireylerde uygulanan solunum kas egzersizleri yüklenmeler arası kısa süreli dinlemede laktatın eliminasyon süresini etkiler.
4. Solunum kas egzersizleri için uygulanan kronik ve akut yöntemlerin, laktat konsantrasyon düzeyi ve laktat eliminasyon süresi üzerinde etkileri farklıdır.

3.2. Katılımcı Sayısının Belirlenmesi

Sporcular üzerinde uygulanan solunum kas egzersizleri incelendiğinde ortalama grup sayısında farklılıklar gösterilmektedir. Kürekçiler üzerinde yapılan araştırmada katılımcılar tek gruptur ve bu grup 14 sporcudan oluşmaktadır (Volianitis et al., 2001b). Yüzücüler üzerinde yapılan bir çalışmada 10 deney grubunda ve 10 kontrol grubunda olmak üzere toplam 20 sporcu üzerinde araştırma yapılmıştır (Okrzymowska et al., 2019). Sedanter bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada ise 25

deney grubu, 25 kontrol grubu olmak üzere 50 birey üzerinde araştırma yapılmıştır (Jakhotia et al., 2014). Fakat tıbbi araştırmalarda klinik olarak önemli bir etkiyi, belirli bir istatistiksel anlamlılık düzeyinde tespit etmek için gerekli yapılan araştırmalarda en küçük örneklem büyüklüğünün belirlenmesi için güç analizi kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu & Akhanlı, 2020). Bu çalışmanın istatistiksel olarak geçerli ve güvenilir olması için güç analizi (G-Power) kullanılmıştır.

G power Analizi

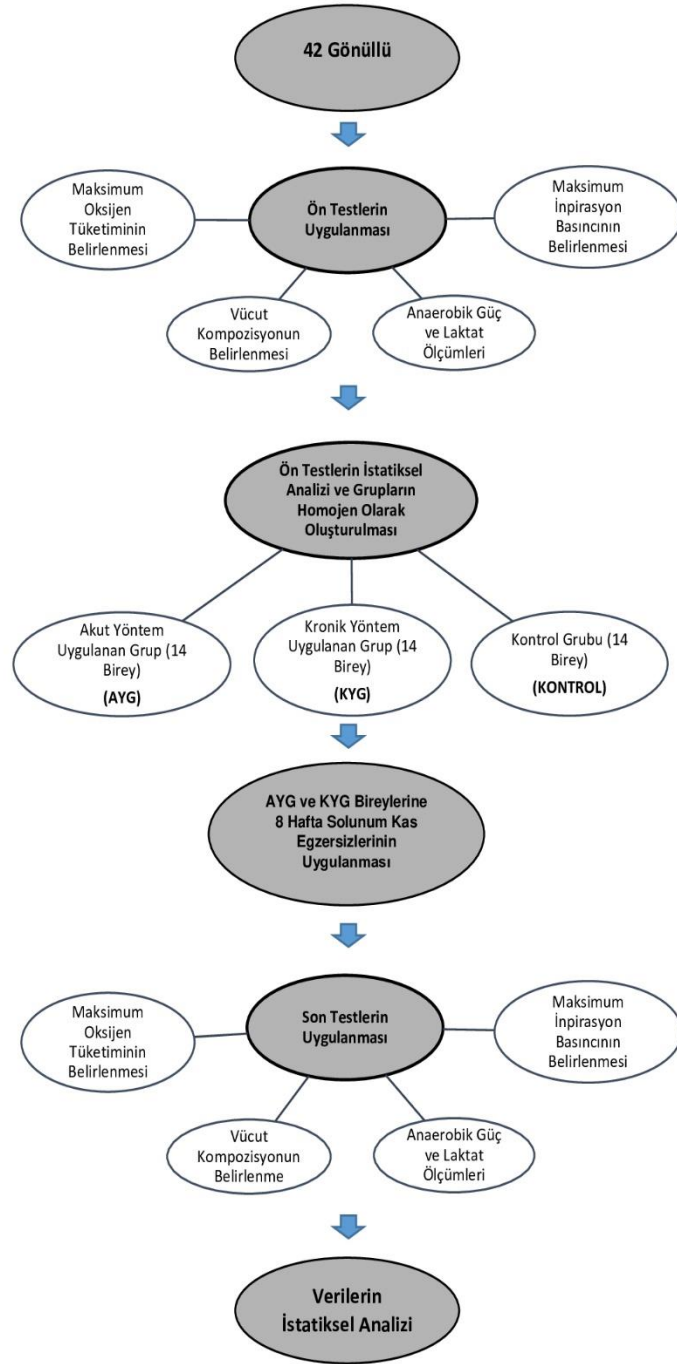
F tests - ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input:	Effect size f	= 0.25
	α err prob	= 0.05
	Power (1- β err prob)	= 0.80
	Number of groups	= 3
	Number of measurements	= 2
	Corr among rep measures	= 0.5
	Nonsphericity correction ϵ	= 1
Output:	Noncentrality parameter λ	= 10.5000000
	Critical F	= 3.2380961
	Numerator df	= 2.0000000
	Denominator df	= 39.0000000
	Total sample size	= 42
	Actual power	= 0.8034136

Çalışma ve kontrol gruplarında, iki yönlü hipoteze dayalı %80 güç ve 0.05 anlamlılık düzeyi ile hesaplanan güç analizinde gruplar arasındaki farkın ve etkileşimin tespit edilebilmesi için her grupta en az 14 birey olmak üzere toplam 42 birey ile çalışılması gerektiği görülmüştür. Bu nedenle bu çalışmaya alınan katılımcı sayımızın (14+14+14=42) amacımıza uygun olduğu görülmektedir.

Çalışmanın genel dizaynı Şekil 3.1’te verilmiştir.



Şekil 3 1. Çalışmanın Genel Dizaynı

3.3. Gönüllülerin Seçimi

En az 1 yıllık lisanslı olan sigara, alkol, uyuşturucu gibi bağımlılıkları olmayan, herhangi bir solunum rahatsızlığı bulunmayan, ulusal düzeyde en az 1 müsabakaya katılmış, 18-25 yaş arası erkek teakvandocular çalışmaya dâhil edilmiştir. Bazı sporcuların çalışmayı tamamlayamayacakları düşünülerek çalışmaya 56 gönüllü ile başlatılmıştır. 14 kişi çalışmayı (1 vefat, 10 sakatlık, 3 diğer nedenler) bırakmıştır. Çalışma 42 kişi ile tamamlanmıştır.

3.3.1. Grupların Oluşturulması

Çalışma öncesi projeye katılacak tüm bireyler protokolleri belirlenen ön teste katılmıştır. Yapılan ön testler sonucunda sporcular beden kütle indeksi, kan laktat konsantrasyonu değişkenlerine dikkat edilerek, ön ölçüm sonuçlarında gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmayacak şekilde kronik solunum egzersiz grubu (KYG), akut solunum egzersiz grubu (AYG), hiçbir solunum egzersizi yapmayan kontrol grubu (KG) kullanılarak 3 gruba ayrılmıştır. Solunum egzersiz grupları ve kontrol grubu rutin antrenmanlarına beraber devam etmiştir.

3.4. Antrenman Programı

Verilen egzersizlerin şiddeti ön testte belirlenen Maksimum İspirasyon Basıncı (MIP) temel alınarak belirlenmiştir. MIP ölçümleri temel alınarak solunum kas egzersizleri 8 hafta boyunca uygulanmıştır (<https://www.powerbreathe.com/>, 2016). Çalışmaya katılan sporcular belirlenen basınç seviyesine ulaşamamaları durumunda bir önceki seviye ile devam etmişlerdir.

3.4.1. Kronik Yöntem Solunum-Kas Egzersiz Programı

Bu grupta bulunan her bir sporcuya sporcunun sadece kendisinin kullanacağı ve sporcular için özel üretilmiş olan Powerbreathe Medic Plus Heavy solunum egzersiz cihazı verilmiştir (Şekil 3.2). Sporcular bu cihaz ile solunum yaparken burunlarını mandal ile kapatmışlardır. Kullanılan bu cihaz inspirasyonda belirli bir basınç seviyesinde inspirasyona izin veren basınç seviyesi manuel olarak ayarlanabilen basınç eşiği cihazıdır. Powerbreathe Medic Plus Heavy antrenman cihazı ekspirasyonda herhangi bir basınç seviyesine sahip değildir. Bu cihazda kullanılacak

yoğunluk derecesi her bireyin maksimum inspirasyon basıncını (MIP) ölçen Powerbreathe K5 cihazı ile önceden belirlenmiştir. Powerbreathe Medic Plus Heavy antrenman cihazının kademeli basınç seviyesi sporcunun belirlenmiş olan maksimum inspirasyon basıncının sonuçlarına göre aynı yoğunlukta olacak şekilde ayarlanmıştır. Solunum kas egzersizleri kronik solunum egzersiz grubuna 8 hafta boyunca günde 2 kez 30 nefes olarak uygulanmıştır (Hartz, Sindorf, Lopes, Batista, & Moreno, 2018).



Şekil 3 2. İspirasyon Kas Egzersizi İçin Tasarlanmış Antrenman Cihazı

Tablo 3.1. Kronik Yöntem Solunum Egzersiz Programı

Haftalar	Solunum kaslarına uygulanacak egzersizin şiddeti	Günler	Tekrar Sayısı
1. ve 2. Hafta	Belirlenen maksimum inspirasyon basıncının (MIP) %60'ı	Haftanın 7 günü	Sabah 30 Akşam 30
3. ve 4. Hafta	Belirlenen maksimum inspirasyon basıncının (MIP) %70'i	Haftanın 7 günü	Sabah 30 Akşam 30
5. ve 6. Hafta	Belirlenen maksimum inspirasyon basıncının (MIP) %80'i	Haftanın 7 günü	Sabah 30 Akşam 30
7. ve 8. Hafta	Belirlenen maksimum inspirasyon basıncının (MIP) %90'ı	Haftanın 7 günü	Sabah 30 Akşam 30

3.4.2. Akut Yöntem Solunum-Kas Egzersiz Programı

Akut solunum egzersiz grubunda bulunan her bir sporcuya sporcunun sadece kendisinin kullanacağı ve sporcular için özel üretilmiş olan Powerbreathe Medic Plus Heavy solunum egzersiz cihazı verilmiştir. Akut yöntem hem antrenmanların hem de maçların ısınmalarında kullanılan bir yöntemdir (Lorca-Santiago, Jiménez, Pareja-Galeano, & Lorenzo, 2020). Solunum kas egzersizleri akut solunum egzersiz grubuna 8 hafta boyunca haftada 3 kez antrenman öncesi rutin ısınma evresinde yaklaşık 20 dakika süresince uygulanmıştır. Bu yöntemin şiddetinin düşük olmasına rağmen antrenmanın ısınma evresinde yüklenme şiddeti ara ara artmaktadır. Yüklenmenin şiddeti arttıkça solunum derinliği, frekansı artış göstermektedir (Naranjo, J., Centeno, R. A., Galiano, D., & Beaus, M. A., 2005). Bu artışla beraber solunum kas egzersizleri düşük basınçta olmasına rağmen kapsam olarak artış göstermektedir. Yüklenmenin şiddeti arttığı zaman dilimlerinde sporcuların zorlanma / yorgunluk durumları, algılanan zorluk derecesi göstergesi olan Borg Skalası ile

ölçülmüştür (Wilson & Jones, 1991). Borg skalasına göre yüklenmelerin şiddeti zor ve çok zor olarak devam edilmiştir (Yaslı, Karayığit, Karabiyik, & Koz, 2020).

Tablo 3.2. Akut Yöntem Solunum Egzersiz Programı

Haftalar	Solunum kaslarına uygulanan egzersizinin şiddeti	Günler	Süre
1. ve 2. Hafta	Belirlenen maksimum inspirasyon basıncının (MIP) %40'ı	Pazartesi- Çarşamba-Cuma	20 dk.
3. ve 4. Hafta	Belirlenen maksimum inspirasyon basıncının (MIP) %40'ı	Pazartesi- Çarşamba-Cuma	20 dk.
5. ve 6. Hafta	Belirlenen maksimum inspirasyon basıncının (MIP) %50'si	Pazartesi- Çarşamba-Cuma	20 dk.
7. ve 8. Hafta	Belirlenen maksimum inspirasyon basıncının (MIP) %50'si	Pazartesi- Çarşamba-Cuma	20 dk.

Kontrol grubuna ise herhangi bir solunum kas egzersizi uygulanmamıştır. Deney grupları ile kontrol grubu rutin antrenmanlarına beraber devam etmiştir.

3.5. Ölçüm Yöntemleri

Çalışmaya dahil olan sporcuların tüm testleri Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Bölümü'nde hekim gözetiminde gerçekleştirilmiştir. Sporcular olası beslenme durumundan performanslarının etkilenmemesi için sporcuların günlük kalori alımı Beslenme Bilgi programı (BeBiS 7.2) ile test öncesi 48 saat takip edilmiştir. Ayrıca katılımcıların her denemeden 24 saat önce egzersizden kaçınmaları ve test seanslarından 3 saat önce herhangi bir yiyecek almamaları istenmiştir. Yapılan tüm ölçümler ön test-son test olmak üzere 2 kez gerçekleştirilmiştir.

3.5.1. Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi

Deneklerin boy uzunluğu (m) dijital boy ölçer cihazı kullanılarak, vücut dik pozisyonda ve ayak çıplak olacak şekilde 1 mm hassasiyetinde ölçülmüştür. Vücut

kompzisyonu ise biyoempedans yöntemi ile ölçüm yapan vücut analiz cihazı ile (Tanita BC418, Japonya) belirlenmiştir.

Beden kütle indeksi (BKİ), vücut ağırlığının (kg), boy uzunluğunun (m) karesine bölünmesiyle hesaplanmıştır (<https://www.euro.who.int/en/home>).

3.5.2. Kalp Atım Hızının Belirlenmesi

Kalp atım hızı, anlık ve en doğru ölçüm yapacak şekilde tasarlanmış sensörlü bir cihaz olan Polar H10 kullanılarak ölçülmüştür. Bu cihaz ile egzersiz ve bisiklet ergometresi süresince kalp atım hızı kayıt altına alınmıştır (Weaver, Wooden, & Grazer, 2019).

3.5.3. Maksimum Oksijen Tüketiminin Belirlenmesi

Teste girecek sporcunun koşu bandında 10 dakika ısınması ve stretching egzersizleri yapması sağlanmıştır. Sonrasında her 3 dakikada bir hız ve eğimin arttığı koşu bandı (HP Cosmos İtalya), (Şekil 3.3.) üzerinde nasıl koşacağı tarif edilmiştir. Test sırasında koşamayacak duruma geldiğinde, göğüs ağrısı, baş dönmesi veya mide bulantısı olduğunda testi nasıl sonlandıracağı gösterilmiştir. Teste girecek sporcunun yüzüne uygun maske takılarak ve dışardan hava girişinin olmadığı tespit edilmiştir. Kalp atım hızı için kablosuz alıcı göğüs üzerine takılmıştır (Polar, Finlandiya). Sporcunun geride kalmasını engellemek ve düşme riskini önlemek için emniyet kemeri beline takılmıştır . Koşu bandı üzerine çıktıktan sonra monitörden test başlatılmıştır. Bruce protokolüne göre eğim ve hız her 3 dakikada bir arttırılmıştır (Şekil-3). Bu sırada sporcunun aldığı hava ve verdiği havanın analizi sistem tarafından otomatik olarak alınan veriler ekrandan takip edilmiştir (CPET, Cosmed, İtalya). Sporcu koşamayacak duruma geldiğinde test sonlandırılmıştır. Test sonrası bilgisayar tarafından hesaplanan VO_{2max} çıktı olarak alınmıştır (Kotte, De Groot, Bongers, Winkler, & Takken, 2015).



Şekil 3 3. HP Cosmos Koşu Bandı

3.5.4. İspirasyon Basıncının Ölçülmesi

PowerbreatheK5 cihazı (Şekil 3.4.) ile sporcuların S-Index'leri ölçülmüştür. Bu cihaz solunum kas gücünü değerlendirmek için daha spesifik sonuç vermektedir (Areias, Santiago, Teixeira, & Reis, 2020). Bu cihaz inspirasyon basıncının sürekli olarak uygulanmasını gerektiren bir basınç eşiği cihazıdır. Bunun için inspirasyon ayar vanasının açık kalması sağlanmıştır (Volianitis et al., 2001a). Ölçüm öncesi sporcuların kalp atım sayılarının dinlenim KAH seviyesinde olmasına dikkat edilmiştir. Ölçüm sırasında ise sporcu bir sandalyeye dik ve rahat bir şekilde oturmuş, inspirasyon ölçüm cihazını dudak çevresinden boşluk olmayacak şekilde ağızına almıştır, burnu ise mandal ile kapatılmıştır. Birey cihaz ile 30 tekrar solunum yapılmıştır. Bilgisayara bağlı Powerbreathe K5 cihazı sonuçları otomatik olarak ekranda göstermiştir.



Şekil 3 4. PowerBreathe K5
<https://www.powerbreathe.com/wp-content/uploads/2020/05/K5-Three-Quarter-for-Web.jpg>

3.5.5. Bisiklet Ergometresi Testi

Wingate Anaerobik Güç Testi için bilgisayara bağlı ve uyumlu bir yazılımla çalışan kefeli bisiklet ergometresi kullanılmıştır (Monark 894 E, İsveç), (Şekil 3.5.). Teste başlamadan önce bisikletin oturma yüksekliği sporcu için ayarlanmıştır. Test öncesinde direnç olarak uygulanacak ağırlık, yazılım tarafından sporcunun vücut ağırlığına göre otomatik olarak hesaplanarak (kilogram başına 0.075 kg) kefeye yerleştirilmiştir. Kefenin boşluğu alındıktan sonra sporcunun en yüksek pedal hızında bisikleti çevirmesi istenmiştir. Pedal hızı 60 devir/dakikaya ulaşıncaya kefenin ağırlığı otomatik olarak yüklenmiştir. Sporcunun maksimum çevirme hızında 30 saniye boyunca pedala çevirmesi istenmiştir. Bu sırada sporcu sözel olarak motive edilmiştir. 30 saniye sonunda test sonlandırılmıştır. Maksimum güç, ortalama güç ve minimum güç değerleri bilgisayar yazılımı tarafından kilogram başına olacak şekilde otomatik olarak hesaplanıp çıktıları alınmıştır (Boraczyński & Urniaż, 2008). Yorgunluk indeksi ise ((maksimum güç – minimum güç)* 100/ maksimum güç)

formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Dotan, 2006). Bu test 30 saniye test, 75 saniye dinlenme olacak şekilde 3 kez uygulanmıştır.



Şekil 3.5. Bisiklet Ergometresi

3.5.6. Laktat Ölçümünün Yapılması

Sporcuların laktat eşik değerleri kan laktatı ölçen bir el cihazı olan Lactate SCOUT cihazı (Şekil 3.6.) ile belirlenmiştir. Lactate Scout 0,5 μ L kapiler kandan enzimatik-amperometrik yöntemle 10 saniyede laktik asit analizi yapan bir el analizörüdür. Laktik asit analizi için her kutusu tek bir özel koda sahip stripler kullanılmıştır. Sporcuların işaret parmağından 0,5 μ L (1 damladan çok daha az miktarda) kan alınarak analizöre yerleştirilmiştir. Sonuç 10 saniye içinde cihazın ekranında görülmüştür. Sporcunun laktat konsantrasyon seviyesi için laktat ölçümü 30 saniyelik bisiklet ergometresinden hemen sonra birinci ölçüm (test bitiminin ilk 10

saniyesi içerisinde), laktat eliminasyonu belirlemek için 75 saniye süren dinleme süresinden hemen sonra ikinci ölçüm gerçekleştirilmiştir. Bu ölçüm döngüsü 30 saniye bisiklet ergometresi ve 75 saniye dinleme olacak şekilde 3 kez yapılmıştır (Hazır, Alper, Cinemre, & Açıkada, 2010). Ayrıca bisiklet ergometresi tamamlamasının ardından 2., 3., 4., 5., 10. ve 15. dakikalarda da kan laktat testi pasif dinlenme sırasında alınmıştır.



Şekil 3.6. Laktat Ölçüm Cihazı

<https://healthcare-in-europe.com/media/story/20854/rect-01-1805ekf-lactate-scout-4.jpg>

3.6. İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler IBM-SPSS 25 for Windows paket programında analiz edilmiştir. Yapılan analizde veriler normal dağılım göstermiştir. Tanımlayıcı istatistik ise aritmetik ortalama ve standart sapma ile gösterilmiştir. İstatistiksel karşılaştırma testi olarak ana etkiler ve etkileşimi anlamlı çıkan verilerin zaman içindeki değişimleri görebilmek için de varyans analizi (Split plot anova 3 grup×2 zaman) uygulanmıştır. Grup zaman etkileşimi anlamlı çıkan değişkenlerde grupların zaman içerisindeki değişimini ayrı ayrı ortaya çıkarmak için Bonferroni testi uygulanarak grup ve

zaman değişiklikleri karşılaştırılmıştır. Grup zaman etkileşimi anlamlı çıkmayan fakat sadece grup ana etkisinin anlamlı çıktığı değişkenlerde gruplar arasında istatistiksel anlamlı farkı ortaya çıkarmak için One-way ANOVA kullanılmıştır. One-way ANOVA sonuçlarında anlamlı çıkan sonuçlardan gruplar arası farkı belirlemek için posthoc testlerinden (grup sayıları eşitliğinden ve varyansların homojenliğinden dolayı) Tukey yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca etki büyüklüğü için kısmi eta kareleri (η^2) hesaplanmıştır. Grup içi ön test-son testleri karşılaştırmak için Paired Samples T testi kullanılmıştır. Anlamlılık seviyesi olarak $p < 0.05$ alınmıştır.



4. BULGULAR

Tablo 4.1. Katılımcıların Fiziksel Özellikleri

Grup	Yaş (yıl)	Boy Uzunluğu (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)	BKİ (kg/m ²)	Vücut Yağ (%)	Yağsız Vücut Kütlesi (kg)	
Kronik	Ön test	19.07±1.97	174.85±7.45	68.80±7.96	21.95±2.36	10.44±5.69	61.45±6.59
	Son test			69.66±8.95	21.95±2.16	10.44±5.12	62.20±6.56
Akut	Ön test	19.50±2.13	173.42±8.95	67.07±7.61	21.82±1.62	9.90±4.09	59.50±8.78
	Son test			67.17±7.82	21.82±1.70	9.90±3.84	56.66±6.80
Kontrol	Ön test	18.71±0.99	175.35±7.30	67.56±10.14	22.10±3.51	11.13±5.15	59.77±7.04
	Son test			67.22±9.77	22.10±3.29	10.48±4.11	59.58±7.14

BKİ: Beden Kütle İndeksi, **FFM:** Yağsız Vücut Kütlesi, **%:** Yüzde, **cm:** Santimetre, **kg:** Kilogram

Katılımcıların yaş, boy, beden kütle indeksi, vücut yağ yüzdesi ve yağsız vücut kütlesinde ön test ve son testlerde grup içi ve gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Çalışmaya katılan grupların fiziksel özellikleri benzerlik göstermektedir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.2. Sporcuların Kan Laktat Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişken	Kronik Grup (n=14)		Akut Grup (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		Anova p								
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Zaman			Grup			Zaman*Grup		
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Başlangıç laktat (mmol/L)	1.35±0.30	1.10±0.41	1.21±0.44	1.15±0.34	1.40±0.33	1.20±0.25	10.515	0.002	0.212	0.556	0.578	0.028	1.131	0.333	0.055
	p=0.020		p=0.586		p=0.006										
1. Wingate sonrasında laktat (mmol/L)	8.64±5.28	5.47±3.45	7.17±4.78	5.96±2.79	7.76±1.86	7.37±2.36	8.285	0.006	0.175	0.345	0.710	0.017	2.218	0.122	0.102
	p=0.011		p=0.298		p=0.529										
Wingate 1 dinlenim laktat (mmol/L)	12.57±3.66	12.05±3.80	12.37±4.87	11.65±4.97	12.82±4.19	13.26±3.31	0.171	0.682	0.004	0.297	0.745	0.015	0.313	0.733	0.016
	p=0.692		p=0.611		p=0.271										
Wingate 2 laktat mmol/L	14.62±4.99	13.82±3.45	13.37±5.51	14.38±3.33	15.29±4.16	16.65±4.12	0.489	0.488	0.012	1.362	0.268	0.065	0.791	0.461	0.039
	p=0.540		p=0.538		p=0.180										
Wingate 2 dinlenim laktat (mmol/L)	16.38±3.18	15.37±2.66	15.18±3.78	15.47±3.56	17.35±2.97	17.02±1.77	0.500	0.484	0.013	1.854	0.170	0.087	0.584	0.563	0.029
	p=0.310		p=0.780		p=0.483										
Wingate 3 laktat (mmol/L)	17.17±5.05	15.09±2.95 ab	15.50±3.79	14.32±3.22 a	18.00±2.42	17.61±2.92 b	3.771	0.059	0.088	3.651	0.035	0.158	0.610	0.549	0.030
	p=0.156		p=0.347		p=0.370										

Alfabetik üst simgeleri aynı satırda bulunan aynı harfi taşıyan ölçümler arasında fark yoktur.

Tablo 4.2. Devam. Sporcuların Kan Laktat Değerlerinin Karşılaştırılması

Alfabetik üst simgeleri aynı satırda bulunan aynı harfi taşıyan ölçümler arasında fark yoktur.

2. dk. sonra laktat (mmol/L)	19.36±3.75	16.69±2.42	17.37±2.76	15.78±2.26	18.22±3.42	17.15±3.15	10.184	0.003	0.207	1.375	0.265	0.066	0.722	0.492	0.036
	p=0.057		p=0.093		p=0.105										
3. dk. sonra laktat (mmol/L)	17.53±3.09	16.55±1.14	16.22±1.98	16.32±2.37	18.24±2.49	16.97±3.09	2.981	0.092	0.071	1.471	0.242	0.070	1.027	0.368	0.050
	p=0.193		p=0.901		p=0.042										
4. dk. sonra laktat (mmol/L)	17.58±3.37	16.25±2.07	16.66±4.37	16.60±2.41	17.37±2.88	15.98±2.13	3.060	0.088	0.073	0.055	0.947	0.003	0.675	0.515	0.033
	p=0.086		p=0.965		p=0.048										
5. dk sonra laktat (mmol/L)	17.89±3.41	15.62±2.79	15.90±2.26	14.94±2.10	16.71±3.03	17.66±3.71	3.079	0.087	0.073	1.764	0.185	0.083	4.699	0.015	0.194
	p=0.004		p=0.209		p=0.210										
10. dk. laktat (mmol/L)	18.05±3.36	15.68±2.84	16.66±2.14	15.06±2.29	17.49±2.38	17.29±2.59	28.704	<0.001	0.424	1.350	0.271	0.065	5.982	0.005	0.235
	p<0.001		p=0.001		p=0.658										
15. dk. sonra laktat (mmol/L)	17.10±3.27	13.76±2.46	15.71±2.10	12.42±1.35	16.29±2.79	15.70±3.05	35.450	<0.001	0.476	2.761	0.076	0.124	5.036	0.011	0.205
	p<0.001		p<0.001		p=0.402										

Sporcuların dinlenme laktat değerlerinde tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde istatistiksel olarak anlamlı etki görülmüştür ($F=10.515$; $p=0.002$; $\eta^2=0.212$). Grup ana etkisi ($F=0.556$; $p=0.578$) ve grup zaman etkileşiminde ($F=1.131$; $p=0.333$) anlamlı farklılar ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test son test arasındaki istatistiksel farkı belirlemek için uygulanan Paired Samples T testi sonuçlarına göre kronik ve kontrol gruplarının dinlenme laktat zaman içerisinde istatistiksel olarak kronik ($p=0.020$) ve kontrol ($p=0.006$) grubunda istatistiksel olarak azalma meydana gelmiştir. Paired Samples T testi sonuçlarına göre akut grupta ise zaman içerisinde herhangi bir farklılık meydana gelmemiştir ($p>0.05$). Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.2).

Sporcuların 1. wingate testinden hemen sonra (15 sn içerisinde) alınan laktat değerlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde istatistiksel olarak anlamlı etki görülmüştür ($F=8.285$; $p=0.006$; $\eta^2=0.175$). Grup ana etkisi ($F=0.345$; $p=0.710$) ve grup zaman etkileşiminde ($F=2.218$; $p=0.122$) anlamlı farklar ortaya çıkmamıştır. Paired Samples T testi sonuçlarına göre kronik grupta 1. Wingate testi sonrası laktat değerleri ($p=0.011$) zaman içerisinde istatistiksel olarak azalma meydana gelmiştir. Akut grup ve kontrol grubunda ise Paired Samples T testi sonuçlarına göre zaman içerisinde herhangi bir farklılık meydana gelmemiştir ($p>0.05$), (Tablo 4.2).

Sporcuların 1.wingate testini tamamladıktan 75 saniye sonrası alınan laktat ölçümlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisi ($F=0.171$; $p=0.682$), grup ana etkisi ($F=0.297$; $p=0.745$) ve grup zaman ana etkileşiminde ($F=0.313$; $p=0.733$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Ayrıca grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.2).

Sporcuların 2.wingate testinden hemen sonra (15 sn içerisinde) alınan laktat değerlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ($F: 0.489$; $p=0.488$) grup

(F: 1.362; p=0.268) ve grup zaman etkileşiminde (F: 0.791; p=0.461) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır (p>0.05), (Tablo 4.2).

Sporcuların 2.wingate testini tamamladıktan 75 saniye sonrası alınan laktat ölçümlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman (F=0.500; p=0.484), grup (F=1.854; p=0.170) ve grup zaman ana etkileşiminde (F=0.584; p=0.563) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Sporcuların 2.wingate testini tamamladıktan 75 saniye sonrası alınan laktat ölçümlerinde grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır (p>0.05), (Tablo 4.2).

Sporcuların 3. wingate testinden hemen sonra (15 sn içerisinde) alınan laktat değerlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre grup ana etkisinde (F=3.651; p=0.035 $\eta^2=0.158$) istatistiksel olarak anlamlı etki ortaya çıkmıştır. Zaman ana etkisi (F=3.771; p=0.059) ve grup zaman etkileşiminde (F=0.610; p=0.549) anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Gruplar arası farklılığı tespit etmek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre akut grup ve kontrol grubunun son testleri arasında akut grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmıştır (F=4.494; p=0.018). Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır (p>0.05). (Tablo 4.2).

Sporcular 3. wingate testini tamamladıktan 2. dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde (F=10.184; p=0.003 $\eta^2=0.207$) istatistiksel olarak anlamlı etki ortaya çıkmıştır. Grup ana etkisi (F=1.375; p=0.265) ve grup zaman etkileşiminde (F=0.722; p=0.492) anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Sporcuların 3. wingate testini tamamladıktan 2 dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testine, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek

için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.2).

Sporcular wingate testlerini tamamladıktan 3. dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=2.981$; $p=0.092$), grup ana etkisinde ($F=1.471$; $p=0.242$) ve grup zaman etkileşiminde ($F=1.027$; $p=0.368$) anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Sporcular wingate testini tamamladıktan 3 dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testine sonuçlarına göre kontrol grubunun testlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ($p=0.042$), kronik ve kontrol grupları arasında istatistiksel fark görülmemiştir ($p>0.05$). Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.2).

Sporcular wingate testlerini tamamladıktan 4. dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=3.060$; $p=0.088$), grup ana etkisi ($F: 0.055$; $p=0.947$) ve grup zaman etkileşiminde ($F=0.675$; $p=0.15$) anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Sporcular wingate testini tamamladıktan 4 dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testine sonuçlarına göre kontrol grubunun testlerine istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ($p=0.048$), Kronik ve kontrol grupları arasında istatistiksel fark görülmemiştir ($p>0.05$). Sporcular wingate testini tamamladıktan 4. dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.2).

Sporcular wingate testlerini tamamladıktan 5. dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre grup zaman etkileşiminde ise ($F=4.699$; $p=0.015$; $\eta^2=0.194$) anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Grupların zaman içerisindeki değişimini ayrı ayrı ortaya çıkarmak için Bonfferroni testi uygulanarak grup ve zaman değişiklikleri karşılaştırılmıştır. Kronik grubun ön test ve son test laktat değerlerindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0.004$). Kontrol ve akut

gruplarının ön test ve son test laktat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.2).

Sporcuların wingate testini tamamladıktan 10. dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre grup zaman etkileşiminde ($F=5.982$; $p=0.005$; $\eta^2=0.235$) anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Grupların zaman içerisindeki değişimini ayrı ayrı ortaya çıkarmak için Bonfferroni testi uygulanarak grup ve zaman değişiklikleri karşılaştırılmıştır. Kronik ($p<0.001$) ve akut ($p=0.001$) gruplarının ön test ve son test laktat değerlerindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır. Kontrol grubunun ön test ve son test laktat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.2).

Sporcuların wingate testini tamamladıktan 15. dakika sonrasında alınan laktat değerlerinde çift yönlü varyans analizi sonucuna göre grup zaman etkileşiminde ($F=5.036$; $p=0.011$; $\eta^2=0.205$) anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Grupların zaman içerisindeki değişimini ayrı ayrı ortaya çıkarmak için Bonfferroni testi uygulanarak grup ve zaman değişiklikleri karşılaştırılmıştır. Kronik ($p<0.001$) ve akut ($p<0.001$) gruplarının ön test ve son test laktat değerlerindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır. Kontrol grubunun ön test ve son test laktat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>.05$), (Tablo 4.2).

Tablo 4.3. Sporcuların Maksimum İspirasyon Basınçlarının (MIP) Karşılaştırılması

Değişken	Kronik Grup (n=14)		Akut Grup (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		Anova p								
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Zaman			Grup			Zaman*Grup		
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Maksimum İspirasyon Basıncı (cmH ₂ O)	137.16±15.25	152.25±14.65	141.83±23.06	164.26±23.30	137.30±21.60	142.52±24.87	75.843	<0.001	0.660	1.520	0.231	0.072	9.286	0.001	0.323
	p<0.001		p<0.001		p=0.073										

Çalışmaya katılan bireylerin maksimum inspirasyon basınç değerlerini karşılaştırmak için uygulanan tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman grup etkileşiminde ($F=9.826$; $p=0.001$; $\eta^2=0.323$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Grupların zaman içerisindeki değişimini ayrı ayrı ortaya çıkarmak için Bonferroni testi uygulanarak grup ve zaman değişiklikleri karşılaştırılmıştır. Kronik ($p<0.001$) ve akut ($p<0.001$) gruplarının ön test ve son test maksimum inspirasyon basıncı değerlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlıdır. Kontrol grubunun ön test ve son test maksimum inspirasyon basınç değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.3).



Tablo 4.4. Sporcuların VO_{2max} Değerlerinin Karşılaştırılması

	Kronik Grup (n=14)		Akut Grup (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		Anova p								
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Zaman			Grup			Zaman*Grup		
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
VO _{2max} (ml/kg/dk)	47.38±3.18	50.57±3.66	47.11±3.00	51.1±3.17	47.61±2.92	47.73±2.74	38.050	<0.001	0.494	1,341	0.273	0.064	9.318	<0.001	0.323
	p<0.001		p<0.001		p=0.865										

VO_{2max}.:Maksimum Oksijen Tüketimi (ml/kg/dk)

Sporcuların VO_{2max} karşılaştırmak için uygulanan tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman grup etkileşiminde ($F=9.318$; $p<0.001$; $\eta^2:0.323$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Çalışmaya katılan grupların zaman içerisindeki değişimini ayrı ayrı ortaya çıkarmak için Bonfferroni testi uygulanarak grup ve zaman değişiklikleri karşılaştırılmıştır. Kronik ($p<0.001$) ve akut ($p<0.001$) gruplarının ön test ve son test VO_{2max} değerlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlıdır. Kontrol grubunun ön test ve son test VO_{2max} değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$). Çift yönlü varyans analizinin sonuçları göre son testlerde grupların ikili karşılaştırma sonuçlarına göre akut grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıkarken ($p=0.010$), kronik grup ile akut ve kontrol grubu arasında istatistiksel fark bulunamamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.4).

Tablo 4.5. Sporcuların Yorgunluk İndeks Değerlerinin Karşılaştırılması

	Kronik Grup (n=14)		Akut Grup (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		Anova p								
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Zaman			Grup			Zaman*Grup		
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Yorgunluk İndeksi 1 (%)	55.96±6.26	60.62±12.15	55.34±12.40	59.14±8.53	60.84±10.34	62.12±10.38	3.415	0.072	0.081	0.941	0.399	0.046	0.333	0.719	0.017
	p=0.241		p=0.310		p=0.076										
Yorgunluk İndeksi 2 (%)	61.72±9.65	60.32±7.97	62.32±8.53	65.25±11.67	57.08±13.37	58.12±13.14	0.431	0.515	0.011	1.309	0.282	0.063	0.917	0.408	0.045
	p=0.558		p=0.195		p=0.662										
Yorgunluk İndeksi 3 (%)	60.58±11.46	61.83±10.81	63.32±11.80	65.45±12.27	53.54±12.73	58.91±12.62	4.180	0.048	0.097	1.941	0.157	0.091	0.773	0.468	0.038
	p=0.651		p=0.308		p=0.064										

Sporcuların 1.wingate testinde elde edilen yorgunluk indeks yüzdelere uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisi ($F=3.415$; $p=0.072$), grup ana etkisi ($F=0.941$; $p=0.399$) ve grup zaman ana etkileşiminde ($F=0.333$; $p=0.719$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.5).

Sporcuların 2.wingate testinde elde edilen yorgunluk indeks yüzdelere uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisi ($F=0.431$; $p=0.515$), grup ana etkisi ($F=1.309$; $p=0.282$) ve grup zaman ana etkileşiminde ($F=0.917$; $p=0.408$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.5).

Sporcuların 3.wingate testinde elde edilen yorgunluk indeks yüzdelere uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=4.180$; $p=0.048$; $\eta^2=0.097$) istatistiksel olarak anlamlılık bulunurken, grup ana etkisi ($F=1.941$; $p=0.157$) ve grup zaman ana etkileşiminde ($F=0.773$; $p=0.468$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. 3.wingate testinde elde edilen yorgunluk indeks yüzdelere grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.5).

Tablo 4.6. Sporcuların Anaerobik Zirve Güç Değerlerinin Karşılaştırılması

	Kronik Grup (n=14)		Akut Grup (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		Anova p								
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Zaman			Grup			Zaman*Grup		
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Wingate Zirve Güç 1 (Watt)	757.27±80.43	820.74±94.09	748.62±123.08	819.21±110.70	745.53±131.72	764.96±132.74	23.646	<0.001	0.377	0.394	0.677	0.020	2.313	0.112	0.106
	p=0.003		p=0.015		p=0.018										
Wingate Zirve Güç 2 (Watt)	653.56±94.43	682.23±111.44	676.51±107.13	710.32±93.50	633.78±141.41	652.81±165.20	5.834	0.021	0.130	0.652	0.526	0.032	0.148	0.863	0.008
	p=0.165		p=0.184		p=0.178										
Wingate Zirve Güç 3 (Watt)	532.72±136.95	565.85±79.92 ab	573.92±101.75	630.84±78.60 a	486.34±90.99	510.17±102.12 b	9.629	0.004	0.198	4.483	0.018	0.187	0.655	0.525	0.032
	p=0.142		p=0.040		p=0.173										

Alfabetik üst simgeleri aynı satırda bulunan aynı harfi taşıyan ölçümler arasında fark yoktur.

Çalışmaya katılan bireylerin 1. wingate ölçümlerinden elde edilen zirve güç değerlerini karşılaştırmak için uygulanan tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=23.646$; $p<0.001$; $\eta^2=0.377$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, grup ana etkisi ($F=0.394$; $p=0.677$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.313$; $p=0.112$) istatistiksel fark bulunamamıştır. Çalışmaya katılan sporcuların 1. wingate ölçümlerinde elde edilen zirve güç değerlerini grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testine sonuçlarına göre kronik grupta ($p=0.003$), akut grupta ($p=0.015$) ve kontrol grubunda ($p=0.018$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre grupların ön ve son testlerinde anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.6).

Çalışmaya katılan bireylerin 2. wingate ölçümlerinden elde edilen zirve güç değerlerini karşılaştırmak için uygulanan tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=5.834$; $p=0.021$; $\eta^2=0.130$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, grup ana etkisi ($F=0.652$; $p=0.526$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=0.148$; $p=0.863$) istatistiksel fark bulunamamıştır. Çalışmaya katılan sporcuların 2. wingate ölçümlerinde elde edilen zirve güç değerlerini grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.6).

Çalışmaya katılan bireylerin 3. wingate ölçümlerinde elde edilen zirve güç değerlerini karşılaştırmak için uygulanan tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=9.629$; $p=0.004$; $\eta^2=0.195$) ve grup ana etkisinde ($F=4.483$; $p=0.018$; $\eta^2=0.187$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, zaman grup etkileşiminde ($F=0.655$; $p=0.525$) istatistiksel fark bulunamamıştır. Çalışmaya katılan sporcuların 3. wingate ölçümlerinde elde edilen zirve güç değerlerini grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi sonuçlarına göre akut grubunun ön ve son testleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur ($p=0.040$). Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre akut grubu ile kontrol

grubunun son testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmıştır (F=6.663; p=0.003), (Tablo 4.6).



Tablo 4.7. Sporcuların Anaerobik Ortalama Güç Değerlerinin Karşılaştırılması

	Kronik Grup (n=14)		Akut Grup (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		Anova p								
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Zaman			Grup			Zaman*Grup		
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Wingate Ortalama Güç 1 (Watt)	526.85±68.82	564.30±66.53	429.17±64.05	457.63±79.22	364.02±89.56	395.55±69.11	28.351	<0.001	0.421	0.416	0.663	0.021	2.944	0.064	0.131
	p=0.001		p=0.014		p=0.088										
Wingate Ortalama Güç 2 (Watt)	516.01±73.94	546.82±62.38	429.17±64.05	450.57±50.70	388.50±61.35	408.57±44.00	4.758	0.035	0.109	1.286	0.288	0.062	0.825	0.446	0.041
	p=0.165		p=0.013		p=0.402										
Wingate Ortalama Güç 3 (Watt)	512.67±106.76	522.36±106.49	430.46±77.88	430.83±83.52	357.49±64.95	364.27±65.91	6.109	0.018	0.135	0.203	0.817	0.010	2.005	0.148	0.093
	p=0.060		p=0.224		p=0.455										

Çalışmaya katılan bireylerin 1. wingate ölçümlerin elde edilen ortalama güç değerlerini karşılaştırmak için uygulanan tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=28.351$; $p<0.001$; $\eta^2=0.421$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, grup ana etkisi ($F=0.416$; $p=0.663$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.944$; $p=0.064$) istatistiksel fark bulunamamıştır. Çalışmaya katılan sporcuların 1. wingate ölçümlerin elde edilen ortalama güç değerlerini grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testine sonuçlarına göre kronik grupta ($p=0.001$), akut grupta ($p=0.014$) istatistiksel olarak anlamlı fark çıkarken, kontrol grubunda ($p=0.088$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre grupların ön ve son testlerinde anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.7).

Çalışmaya katılan bireylerin 2. wingate ölçümlerin elde edilen ortalama güç değerlerini karşılaştırmak için uygulanan tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisi ($F=4.758$; $p=0.035$; $\eta^2=0.109$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, grup ana etkisi ($F=1.268$; $p=0.288$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=0.825$; $p=0.446$) istatistiksel fark bulunamamıştır. Çalışmaya katılan sporcuların 2. wingate ölçümlerin elde edilen ortalama güç değerlerini grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testinde sadece akut grupta istatistiksel olarak anlamlılık bulunurken ($p=0.013$), gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.7).

Çalışmaya katılan bireylerin 3. wingate ölçümlerinden elde edilen ortalama güç değerlerini karşılaştırmak için uygulanan tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=6.109$; $p=0.018$; $\eta^2=0.135$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, grup ana etkisi ($F=0.203$; $p=0.817$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.005$; $p=0.148$) istatistiksel fark bulunamamıştır. Çalışmaya katılan sporcuların 2. wingate ölçümlerin elde edilen ortalama güç değerlerini grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.7).

Tablo 4.8. Sporcuların Wingate Kalp Atım Hızı Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişken	Kronik Grup (n=14)		Akut Grup (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		Anova p								
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Zaman			Grup			Zaman*Grup		
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Dinlenim Kalp Atım Hızı (atım/dk)	77.43±7.94	70.57±7.06	75.36±7.32	69.43±5.63	74.93±9.68	73.21±8.53	25.417	<0.001	0.395	0.247	0.782	0.012	2.724	0.078	0.123
	p=0.006		p=0.007		p=0.028										
1. Test (atım/dk)	180.14±9.06	182.79±5.45	175.57±9.99	174.93±12.03	177.21±15.79	177.14±15.47	0.371	0.546	0.009	1.097	0.344	0.053	0.923	0.406	0.045
	p=0.174		p=0.192		p=0.943										
75 sn dinlenim (atım/dk)	156.57±14.18	152.71±15.07	150.57±15.21	148.86±16.97	147.43±13.36	147.50±13.06	1.070	0.307	0.027	1.031	0.366	0.050	0.411	0.666	0.021
	p=0.281		p=0.652		p=0.966										
2. Test (atım/dk)	176.14±8.46	179.93±5.82	178.14±9.46	178.21±8.84	175.86±10.56	175.64±9.92	2.034	0.162	0.050	0.357	0.702	0.018	2.289	0.115	0.105
	p=0.063		p=0.963		p=0.806										
75 sn dinlenim (atım/dk)	161.14±10.78	159.57±13.24	157.29±19.42	147.64±15.61	153.57±16.08	153.07±14.46	4.961	0.032	0.113	1.328	0.277	0.064	2.709	0.079	0.122
	p=0.695		p=0.013		p=0.655										
	p=0.154		p=0.458		p=0.367										

Tablo 4.8. Devam. Sporcuların Wingate Kalp Atım Hızı Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması

3. Test (atım/dk)	174.57±13.17	179.43±6.93	178.86±7.60	177.43±9.02	170.71±14.59	171.79±12.53	1.342	0.254	0.033	1.834	0.173	0.086	1.991	0.150	0.093
	p=0.154		p=0.458		p=0.367										
2.dk (atım/dk)	141.21±10.62	134.64±12.95	140.50±10.82	126.36±13.54	137.21±14.24	130.35±12.86	39.770	<0.001	0.524	0.644	0.530	0.032	2.890	0.068	0.129
	p=0.034		p<0.001		p=0.001										
3. dk (atım/dk)	129.14±12.75	123.57±11.70	128.86±13.19	118.14±13.49	120.50±14.92	118.64±12.11	16.027	<0.001	0.291	1.107	0.341	0.054	2.890	0.068	0.129
	p=0.034		p=0.002		p=0.513										
4.dk (atım/dk)	123.29±13.32	119.00±11.59	124.64±13.73	113.43±13.71	115.71±13.95	114.29±12.84	18.056	<0.001	0.316	0.874	0.425	0.043	4.786	0.014	0.197
	p=0.106		p<0.001		p=0.532										
5.dk (atım/dk)	119.79±13.19	107.79±27.86	119.29±16.37	111.79±14.42	111.86±15.04	109.50±13.08	7.814	0.008	0.167	0.364	0.697	0.018	1.142	0.329	0.055
	p=0.117		p=0.007		p=0.288										
10.dk (atım/dk)	109.50±13.08	108.00±10.51	114.79±15.47	106.36±12.47	108.57±14.55	106.64±13.28	22.577	<0.001	0.367	0.291	0.749	0.015	2.777	0.075	0.125
	p=0.012		p=0.005		p=0.147										
15.dk (atım/dk)	107.93±9.41	102.86±9.25	107.93±12.38	100.50±8.05	103.36±11.97	101.86±11.49	20.911	<0.001	0.349	0.273	0.763	0.014	2.852	0.070	0.128
	p=0.045		p=0.002		p=0.041										

Araştırmaya katılan bireylerin dakika dinlenme kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisi ($F=25.418$; $p<0.001$; $\eta^2=0.395$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, grup ana etkisi ($F=0.247$; $p=0.782$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.724$; $p=0.078$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Araştırmaya katılan bireylerin dinlenme kalp atım değerlerini grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testine sonuçlarına göre kronik grup ($p=0.006$), akut grup ($p=0.007$) ve kontrol grubunda ($p=0.028$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre grupların ön ve son testlerinde anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin 1.wingate testinden hemen sonra alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisi ($F=0.371$; $p=0.545$), grup ana etkisi ($F=1.097$; $p=0.344$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=0.923$; $p=0.406$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin 1.wingate testinden 75 saniye dinlenme sonrasında alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=1.070$; $p=0.307$), grup ana etkisi ($F=1.031$; $p=0.366$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=0.411$; $p=0.666$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin 2.wingate testinden hemen sonra alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisi ($F=2.034$; $p=0.162$), grup ana etkisi ($F=0.357$; $p=0.702$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.289$; $p=0.105$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya

çıkamamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin 2.wingate testinden 75 saniye dinlenim sonrasında alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=4.961$; $p=0.032$; $\eta^2=0.113$) istatistiksel fark bulunurken, grup ana etkisi ($F=1.328$; $p=0.064$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.709$; $p=0.122$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testinde sadece akut grupta istatistiksel olarak anlamlılık bulunurken ($p=0.013$), gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin 3.wingate testinden hemen sonra alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisi ($F=1.342$; $p=0.254$), grup ana etkisi ($F=1.834$; $p=0.173$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=1.991$; $p=0.093$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testi, gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin wingate testlerini tamamladıktan 2. dakika alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=39.770$; $p<0.001$; $\eta^2=0.524$) istatistiksel fark bulunurken, grup ana etkisinde ($F=0.644$; $p=0.530$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.890$; $p=0.0688$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testinde kronik grup ($p=0.034$), akut grup ($p<0.001$) ve kontrol grubunda ($p=0.001$) istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur. Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin wingate testlerini tamamladıktan 3. dakika alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=16.027$; $p<0.001$; $\eta^2=0.291$) istatistiksel fark bulunurken, grup ana etkisinde ($F=1.107$; $p=0.341$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.890$; $p=0.068$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testinde Kronik grup ($p=0.034$) ve akut grupta ($p=0.002$) istatistiksel olarak anlamlılık bulunurken, kontrol grubunda istatistiksel fark bulunamamıştır. Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin wingate testlerini tamamladıktan sonra 4. dakikada alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=18.056$; $p<0.001$; $\eta^2=0.316$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=4.786$; $p=0.014$; $\eta^2=0.197$) istatistiksel fark bulunurken, grup ana etkisinde ($F=0.874$; $p=0.425$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testinde akut grupta ($p<0.001$) istatistiksel olarak anlamlılık bulunurken, Kronik grup ve kontrol grubunda istatistiksel fark bulunamamıştır. Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin wingate testlerini tamamladıktan 5. dakika alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=7.814$; $p=0.008$; $\eta^2=0.167$) istatistiksel fark bulunurken, grup ana etkisinde ($F=0.364$; $p=0.697$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=1.142$; $p=0.329$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testinde akut grupta ($p=0.007$) istatistiksel olarak anlamlılık bulunurken, Kronik grup ve kontrol grubunda istatistiksel fark bulunamamıştır. Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin wingate testlerini tamamladıktan 10. dakika alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=22.577$; $p<0.001$; $\eta^2=0.367$) istatistiksel fark bulunurken, grup ana etkisinde ($F=0.291$; $p=0.749$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.777$; $p=0.075$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testinde kronik grup ($p=0.012$) ve akut grupta ($p=0.007$) istatistiksel olarak anlamlılık bulunurken, kronik grupta istatistiksel fark bulunamamıştır. Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Araştırmaya katılan bireylerin wingate testlerini tamamladıktan 15 dakika sonra alınan kalp atım değerlerini karşılaştırmak için uygulanan çift yönlü varyans analiz sonucuna göre zaman ana etkisinde ($F=20.911$; $p<0.001$; $\eta^2=0.349$) istatistiksel fark bulunurken, grup ana etkisinde ($F=0.273$; $p=0.763$) ve zaman grup etkileşiminde ($F=2.852$; $p=0.128$) istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Grup içi ön test ve son testi karşılaştırmak için uygulanan Paired Samples T testinde Kronik grup ($p=0.045$) ve akut grupta ($p=0.002$) istatistiksel olarak anlamlılık bulunurken, Kronik grupta istatistiksel fark bulunamamıştır. Gruplar arası ön test ve son test arasında farkı belirlemek için uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

5. TARTIŞMA

Solunum kaslarına yönelik uygulanan iki farklı solunum-kas antrenmanının, yüksek şiddetli egzersizde ortaya çıkan laktat konsantrasyon düzeyi ve eliminasyon süresi üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, maksimum inspirasyon basıncı (MIP) ve VO_{2max} değeri her iki antrenman grubunda 8 haftalık antrenman periyodu sonucunda anlamlı gelişim göstermiştir. Her iki antrenman grubundaki ortak gelişmelere karşılık, iki antrenman yönteminin farkını ortaya koyan önemli bir parametre, farklı sürelerde ölçülen kan laktat düzeyidir. Laktat düzeyi üç wingate testinin ardından 10. dk ve 15. dk sonra alınan ölçümlerde yine her iki antrenman grubunda anlamlı düşüş göstermiştir ancak 30 saniyelik ilk wingate testinin hemen sonrasında alınan ölçümde sadece kronik grupta anlamlı azalma göstermiştir. Üçüncü wingate testinin hemen sonrasında sadece akut ve kontrol grupları arasında akut grup lehine anlamlı fark bulunmuş, 5 dk sonrasında ise sadece kronik grupta anlamlı düşüş görülmüştür. Sporcuların antrenmanlarına ek olarak inspirasyon kas egzersizlerinin eklenmesi tekrar eden yoğun egzersizlerden sonra pasif toparlanmanın 5. ,10. ve 15. dakikasında kan laktat eliminasyonunu hızlandırmıştır.

Najafi ve arkadaşları (Najafi et al., 2019) 16-19 yaş aralığında her bir grupta 10 sporcunun olduğu deney grubu-1, deney grubu-2 ve plasebo grubu olmak üzere üç grubun olduğu bir araştırma planlamışlardır. Günde iki kez daha önce belirlenmiş olan maksimum inspirasyon basıncının deney grubu-1 %55'ile 25-35 nefes, deney grubu-2 %40'ı ile 45-55 nefes, plasebo grubu ise %15'i ile 30 nefes olmak üzere 6 haftalık solunum kas egzersizleri uygulamışlardır. Solunum kas egzersizlerinin tekrarlı yüksek yoğunluklu egzersiz testlerinde kan laktat konsantrasyonunun deney gruplarında daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Guy ve arkadaşları (Guy et al., 2014) deney, plasebo ve kontrol grubu içeren bir çalışmada deney grubuna

maksimum inspirasyon basıncının %55'i ile plasebo grubuna ise %15'i ile günde 2 kez 30 nefes olmak üzere 6 haftalık solunum kas egzersizleri uygulamışlardır. Futbola özgü fitness test protokolünde ortaya çıkan kan laktat konsantrasyonunun çalışma grubunda plasebo ve kontrol grubuna göre daha düşük seviyede olduğu görülmüştür. Chiappa ve arkadaşlarının (Chiappa et al., 2008) yapmış olduğu çalışmada denek gruplarına her dakika 20 watt artan aralıklı egzersiz testini sporcu yorgunluğa ulaşmaya kadar uygulamıştır. Test sonlandıktan sonra deney grubuna 15 cmH₂O basıncında inspirasyon direnç egzersizi yaptırmıştır. Toparlanma sürecinde deney grubunun kontrol grubuna göre 5., 7., 9. ve 15. dakikalarda kan laktatının daha düşük olduğunu ortaya çıkarmıştır. Chiappa ve arkadaşlarının (Chiappa et al., 2009) yapmış olduğu başka bir çalışmada toparlanma sırasında inspirasyon direnç egzersizleri uygulanan grupta kan laktatının pasif toparlanan gruba göre 4. dakikadan itibaren daha hızlı eliminasyonu olduğunu ortaya çıkarmıştır. McConnel ve arkadaşları (A. K. McConnell & Sharpe, 2005) belirlenen inspirasyon basıncının %50'si ile günde 2 kez 30 nefes olmak üzere 6 haftalık inspirasyon kas egzersizleri uygulamışlardır. Kas egzersizleri tamamladıktan sonra şiddeti kademeli olarak artan egzersizde laktat konsantrasyon artışını incelemişlerdir. Son testlerde çalışma grubunun plasebo grubuna göre laktat seviyesinin daha düşük olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Brown ve arkadaşlarının (Brown, Sharpe, & Johnson, 2012) yapmış olduğu araştırmada çalışma grubuna günde iki kez belirlenen maksimum inspirasyon basıncının yaklaşık olarak %50'si ile 6 hafta solunum kas egzersizleri uygulanmıştır. Çalışma sonrasında uygulanan maksimal laktat steady-state test sonrasında solunum egzersiz grubuna ayrıca inspirasyon direnç egzersizleri eklenmiştir. Test sonrası yapılan laktat ölçümlerde solunum kas egzersizleri yapan grubun kontrol grubuna göre laktat seviyesinin daha düşük olduğu görülmüştür. Johnson ve arkadaşları (Michael A. Johnson et al., 2012) ise herhangi bir solunum kas egzersizi yaptırmadan artan aralıklı egzersiz test sonrası toparlanma sürecinde belirli basınçlarda inspirasyon direnç egzersizlerinin laktat seviyesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Farklı şiddette uygulanan inspirasyon direnç egzersiz grupları (15 cmH₂O, 20 cmH₂O, 25 cmH₂O) herhangi bir inspirasyon direnç egzersizi kullanmayan grup ile karşılaştırıldığında laktat eliminasyonu arasında fark bulunamamıştır. Solunum kas egzersizlerinin laktat konsantrasyon ve eliminasyona etkisi üzerine yapılan sınırlı

çalışmalar incelendiğinde yüklenmenin şiddetine, türüne ve kullanılan solunum kas egzersiz yöntemine bağlı olarak kan laktat konsantrasyonunu düşürdüğü, yüklenme sonrası kan laktat eliminasyonunu hızlandırdığı sonucuna ulaşılabilir.

Bu çalışmanın sonuçlarında, ilk wingate testinin hemen ardından alınan laktat düzeyinde sadece kronik grupta görülen anlamlı azalma, kronik grupta uygulanan antrenmanın yüksek şiddetli egzersizde ortaya çıkacak olan laktat birikimini geciktirdiğini göstermektedir. Ortaya çıkan bu gecikme iskelet kaslarının anaerobik kapasitesinin geliştiğinin göstergesidir. Literatürdeki, solunum kas antrenmanlarının solunum yorgunluğunu, solunum kaslarının metabolik refleks mekanizmasını ve kan laktat konsantrasyonunu azaltarak ya da geciktirerek atletik performans gelişimi için potansiyel bir ergojenik etkiye sahip olduğu bilgisi (Fernández-Lázaro et al., 2021) bu sonucumuzu desteklemektedir. Üçüncü wingate testinin hemen sonrasında sadece akut ve kontrol grupları arasında akut grup lehine bulunan anlamlı fark ise, art arda uygulanan yüksek şiddetli egzersize karşılık oluşması beklenen yorgunluğun geciktiğinin ve sergilenen anaerobik performansın sürdürülebilirliğinin göstergesidir. Bu da ancak laktat eliminasyon sisteminin gelişmesi ile mümkündür. Yani çalışmamızda kronik grup antrenmanı laktat birikiminin başlamasını geciktirirken, akut grup antrenmanı laktat eliminasyonunu geliştirerek yüksek şiddete rağmen egzersizin sürdürülebilirliğini sağlamıştır. Literatürde solunum kaslarının dayanıklılık antrenmanının sabit şiddetli egzersiz süresini uzatmadaki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, solunum antrenmanından sonra egzersiz sırasında kan laktat birikiminde bir azalma olması ihtimallerden birisidir. Solunum antrenmanı sonrası azalan kan laktat konsantrasyonlarını açıklamak için iki olası mekanizma önerilmiştir. Çalışan kasların daha az solunumsal faaliyet nedeniyle daha az genel enerji talebinden kaynaklı daha düşük düzeyde laktat üretmesi olası mekanizmalardan bir tanesi olarak görülmektedir. Bir diğeri ise antrenmanlı solunum kaslarının kendi faaliyetleri için yakıt olarak daha fazla laktat kullanması varsayımdır (Spengler, Roos, Laube, & Boutellier, 1999). Çalışmamızda, egzersiz anındaki kalp atım hızında düşüş görülmemesi ve wingate testlerinin hemen ardından gözlemlediğimiz oksijen saturasyonundaki düşüşler nedeniyle, azalan bir solunumsal faaliyetten bahsedilemeyeceğini ve yukarıda bahsedilen ikinci olasılığın sonuçlarımızı daha iyi desteklediğini düşünmekteyiz. Spengler ve ark. (1999) da solunum

dayanıklılık antrenmanının egzersizde oksijen tüketimi ve kan laktat konsantrasyonu üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, solunum kas antrenmanının sabit şiddetli egzersiz süresini uzattığını ve egzersiz sırasında kan laktat konsantrasyonunu azalttığını bulmuşlardır. Azalan laktat konsantrasyonunun büyük olasılıkla antrenmanlı solunum kasları tarafından geliştirilmiş laktat alımından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Spengler et al., 1999).

Bu sonucumuzu destekleyen bir diğer değişkenimiz de wingate testlerinden elde edilen zirve güç ve ortalama güç değerleridir. Üçüncü wingate testinden elde edilen zirve güç değerinde sadece akut grup anlamlı artış sergileyerek, kontrol grubuna kıyasla anlamlı fark ortaya koymuştur. Ortalama güç değerinde ise birinci wingate testinde her iki müdahale grubumuz da anlamlı artış gösterirken, ikinci wingate testinde yine sadece akut grup anlamlı artış göstermiştir. Yine art arda uygulanan anaerobik performansta güç üretiminin korunduğu hatta artırıldığı grup olarak akut grup karşımıza çıkmaktadır. Solunum kas egzersizlerinin anaerobik güç üzerine etkisini araştıran diğer çalışmalar incelendiğinde ise solunum kas egzersizlerinin wingate anaerobik güç testinin sonuçlarını etkilemediği görülmüştür (Michael A Johnson, Sharpe, & Brown, 2007; McFadden, 2011). Anaerobik güç üzerine solunum kas egzersiz aracılı bir artışı destekleyen mekanizmalar bilinmemektedir. Son testlerde akut solunum grubu ile kontrol grubu arasında fark çıkmasının nedeni akut solunum kas egzersizlerinin kronik kas egzersizlerine göre kısmen yorgunluğun gecikmesine neden olan metabolit birikimindeki bir gecikmeyle ilişkili olabilir (Michael A Johnson et al., 2007).

Üç wingate testinin tamamlanmasından 5 dakika sonra alınan laktat ölçümünde sadece Kronik grubun anlamlı azalış göstermesi, egzersiz sonrası toparlanmayı da kronik grup antrenmanının hızlandığı göstermektedir. 10. ve 15. dakikalarda her iki antrenman grubu da anlamlı azalma göstererek uyguladığımız antrenman yöntemlerinin toparlanmada etkili olduğunu yansıtmaktadır. Antrenmanlarımızın toparlanmadaki etkisini gösteren bir diğer parametre de wingate sonrası ölçülen kalp atım hızlarıdır. Wingate testleri sonrası 2. dakikada üç grup da anlamlı düşüş göstererek branş antrenmanlarının etkisini yansıtırken; 3., 10. ve 15. dakikada yalnızca müdahale gruplarımızın anlamlı düşüş göstermesi solunum kas antrenmanlarımızın toparlanma üzerindeki etkisini desteklemektedir. Üç wingate

testi ardından 5. dakikada laktat düzeyi üzerinden kronik grubun toparlanması daha hızlı bulunmuşken; toparlanma, kalp atım hızı bakımından değerlendirildiğinde 4. ve 5. dk'da sadece akut grup kalp atım hızını anlamlı derecede düşürmüştür.

Solunum kas egzersizlerinin solunum fonksiyonlarını iyileştirmesi ile kaslara giden kan akış arasındaki ters korelasyon, iskelet kaslarının perfüzyonunu ve VO_{2max} artırmak için egzersiz sırasında solunum fonksiyonunu tetikler (Harms et al., 1997). Yüksek yoğunluklu fiziksel aktivitede, kas glikojeninin kullanım hızı yüksek olduğundan ve krebs döngüsünde oksidasyonu mitokondriyal ritmi aştığından laktik asit üretimi hızla artar. Bununla birlikte, solunum kas egzersizlerinden sonra sergilenen aerobik kapasitedeki iyileşmeyle beraber kaslara getirilen daha fazla oksijen miktarı artar ve laktat eşliğinin görünümünü geciktirir. Bu nedenle, laktattaki önemli azalma, VO_{2max} iyileştirmeleri ile ilişkilidir (Fernández-Lázaro et al., 2021).

Şiddetli egzersizde solunum kaslarının kardiyak çıktının %16'sını kullanabileceği ve hareketlilikten sorumlu olan iskelet kasları için oksijen mevcudiyetini azalttığı bildirilmektedir. Bu durum solunum sistemini fiziksel aktivite performansı ve VO_{2max} için sınırlayıcı bir faktör olarak göstermektedir. Ancak yeterli bir inspirasyon kas antrenmanı solunum kaslarının yorgunluk toleransını geliştirebilir, solunum verimliliğini artırabilir ve solunum kaslarının metabolik refleks mekanizmasını geciktirebilir. Yani solunum kas antrenmanı ile laktat düşüşün yanı sıra VO_{2max} 'ta iyileşmeler ve aerobik metabolizmada gelişmeler gözlemlenmek mümkündür (Fernández-Lázaro et al., 2021). Çalışmamızda her iki solunum antrenman grubu da VO_{2max} değerini anlamlı derecede yükseltmiştir. Öyle ki akut grubun VO_{2max} 'daki artışı kontrol grubuna kıyasla anlamlı fark ortaya koyacak düzeydedir.

Powerbreathe cihazı ile yapılan solunum kas antrenmanının diyaframın oksidatif kapasitesinde gelişmelere ve yorgunluğa daha fazla direnç sağlayabilecek kuvvet artışına yol açabilen MIP üzerinde anlamlı gelişmeler sağladığı da raporlanmaktadır. Dayanıklılıktaki gelişmeyi, solunum kas antrenmanı sonrası MIP'de ortaya çıkan %25'in üzerindeki değişikliğin belirlediğini söyleyen çalışmalar olduğu gibi, %6,8 ile 21,5 oranında oluşan bir dizi gelişmenin de atletik dayanıklılığı sağladığını söyleyen çalışmalar mevcuttur (Fernández-Lázaro et al., 2021). Çalışmamızda

yalnızca deney gruplarımız MIP’de anlamlı gelişim göstermiş ve bu gelişim akut grupta yaklaşık %15,8 iken kronik grupta %11 civarındadır. MIP’de daha büyük kazanımların 12 hafta gibi daha uzun süreli programlar sonrası ortaya çıktığı ileri sürülmektedir (Fernández-Lázaro et al., 2021). Ancak çalışmamızda 2 antrenman grubumuz da 8 haftalık program uygulamış ve yüzde gelişim olarak akut antrenman yöntemi daha yüksek MIP gelişimi sağlamıştır.

Solunum kas egzersizinin yöntemine bağlı olarak PowerBreathe® (PowerBreathe International Ltd. Southam, Warwickshire; England UK) ile yapılan çalışmaların VO_{2max} ve MIP üzerine etkileri araştıran çalışmalar incelendiğinde (Archiza et al., 2018; Edwards, Wells, & Butterly, 2008; Griffiths & McConnell, 2007; Hartz et al., 2018; Koç & Saritas, 2019) solunum kas egzersizleri uygulamalarının VO_{2max} ve MIP değerlerinde artış bulunmuştur. Solunum kas egzersizlerinin VO_{2max} ’ı etkilemediğini gösteren çalışmalarda mevcuttur (Amonette & Dupler, 2002; Riganas, Vrabas, Christoulas, & Mandroukas, 2008). Bu çalışmalarda solunum kas egzersizlerinin VO_{2max} ’ı etkilememesinin kullanılan solunum kas egzersiz cihazının farklı olmasından ya da solunum kas egzersiz yönteminin farklılığından olabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, solunum kaslarına yönelik sporculara uygulanan iki farklı solunum-kas antrenmanının, yüksek şiddetli egzersizde ortaya çıkan laktat konsantrasyonu ve eliminasyonu üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, sporcuların kendi antrenmanlarına ek olarak inspirasyon kas egzersizlerinin eklenmesi, sporcuların solunum kas kuvvetini ve maksimal oksijen tüketimlerini artırmıştır. Solunum kas egzersizleri sonucu wingate anaerobik güç testi sonuçlarında etki bulamayan pek çok çalışmaya karşılık, uyguladığımız bu iki solunum-kas antrenmanı, wingate anaerobik güç testi ile elde edilen zirve ve ortalama güç değerlerinde pozitif etki etmiştir. Ayrıca yoğun egzersizlerde ortaya çıkan kan laktat konsantrasyonunu düşürmüş, toparlanmada ise laktat eliminasyonunu hızlandırmıştır. Kronik grupta uyguladığımız antrenman laktat birikiminin başlamasını geciktirmede, akut gruptaki antrenman ise laktat eliminasyonunu geliştirerek yüksek şiddete karşılık egzersiz dayanıklılığını artırmada daha etkili bulunmuştur.

Kullanımı ve ulaşımı kolay, portatif ve laboratuvar cihazlarına nispeten maliyeti daha düşük olan solunum kas antrenman cihazı (Powerbreathe) ile martial sporcularının rutin antrenmanlarına eklenecek solunum kas antrenman programı, sporcuların atletik performanslarında etki gösterme potansiyeli taşımaktadır. Aerobik ve anaerobik güç gelişimi hedefleyen antrenör ve sporculara önerilmektedir. Ayrıca antrenmanlarımız, müsabaka performansı için oldukça önemli olan laktat üzerinde etkili bulunmuştur. Özellikle erken yorulan sporcular için kronik yöntem solunum antrenmanı, yorgunluğa dayanıklılık süresini artırmak isteyenler için akut yöntem solunum antrenmanı önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Ahookhosh K, Pourmehran O, Aminfar H, Mohammadpourfard M, Sarafraz MM, Hamishehkar H. Development of human respiratory airway models: A review. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2020;145:105233
- Amonette WE, Dupler TL. The effects of respiratory muscle training on VO₂max, the ventilatory threshold and pulmonary function. *Journal of Exercise Physiology*, 2002;5(2):29-35
- Archiza B, Andaku DK, Caruso FCR, et al. Effects of inspiratory muscle training in professional women football players: a randomized sham-controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 2018;36(7):771-780
- Areias GdS, Santiago LR, Teixeira DS, Reis MS. Concurrent Validity of the Static and Dynamic Measures of Inspiratory Muscle Strength: Comparison between Maximal Inspiratory Pressure and S-Index. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 2020;35:459-464
- Balbaloglu Ö. Training Exercise on Pulmonary Rehabilitation. *Bozok Tıp Dergisi* 2015;6(1):55-59
- Boraczyński T, Urniaż J. Changes in aerobic and anaerobic power indices in elite handball players following a 4-week general fitness mesocycle. *Journal of human Kinetics*, 2008;19:131-140
- Bromley I, Brownlee S, Rose L. CHAPTER 5 - Respiratory therapy. In: Bromley I, ed. *Tetraplegia and Paraplegia (Sixth Edition)*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2006:53-72.
- Brown PI, Sharpe GR, Johnson MA. Inspiratory muscle training abolishes the blood lactate increase associated with volitional hyperpnoea superimposed on exercise and accelerates lactate and oxygen uptake kinetics at the onset of exercise. *European journal of applied physiology*, 2012;112(6):2117-2129.

- Brown PI, Sharpe GR, Johnson MA. Inspiratory muscle training reduces blood lactate concentration during volitional hyperpnoea. *European journal of applied physiology*, 2008;104(1):111-115.
- Bürger-Mendonça M, De Oliveira JC, Cardoso JR, Bielavsky M, Azevedo P. Changes in blood lactate concentrations during taekwondo combat simulation. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 2015;11(5):255-259.
- Chiappa GR, Ribeiro JP, Alves CN, et al. Inspiratory resistive loading after all-out exercise improves subsequent performance. *European journal of applied physiology*, 2009;106(2):297-303
- Chiappa GR, Roseguini BT, Alves CN, Ferlin EL, Neder JA, Ribeiro JP. Blood lactate during recovery from intense exercise: impact of inspiratory loading. *Medicine and science in sports and exercise*, 2008;40(1):111-115.
- Çeçen Aksu A, Turgay F, Dalip M. Futbol antrenmanlarının laktat eşikleri ile laktat eliminasyonu üzerine etkileri. *Spor Hekimliği Dergisi*, 2008;43(4):141-149
- De Sousa MM, dos Santos Pimentel M, de Andrade Sobreira I, de Jesus Barros R, Borghi-Silva A, Mazzoli-Rocha. Inspiratory Muscle Training Improves Aerobic Capacity in Amateur Indoor Football Players. *International Journal of Sports Medicine* 2020.
- Dotan R. The Wingate anaerobic test's past and future and the compatibility of mechanically versus electro-magnetically braked cycle-ergometers. *European Journal of Applied Physiology*, 2006;98(1):113-116.
- 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.
- Espinosa-Mendez CM, Renero-Carrillo FJ, San Martin-Rodriguez SL, Flores-Chico B. The Effect of Respiratory Muscle Training on the Maximum Oxygen Consumption and the Anaerobic Threshold. *Sport Mont*, 2020;18(3):57-60
- Fernández-Lázaro D, Gallego-Gallego D, Corchete LA, et al. Inspiratory Muscle Training Program Using the PowerBreath®: Does It Have Ergogenic Potential for Respiratory and/or Athletic Performance? A Systematic Review with Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*, 2021;18(13):11-15.

- 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
- Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J*, 2011;37(2):416-425
- Griffiths LA, McConnell AK. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *European journal of applied physiology*, 2007;99(5):457-466
- Guy JH, Edwards AM, Deakin GB. Inspiratory muscle training improves exercise tolerance in recreational soccer players without concomitant gain in soccer-specific fitness. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 2014;28(2):483-491.
- Gülden PM. the pulmonary rehabilitation concept and application models. *Bulletin of Thoracic Surgery*, 2015;6(1):52-57.
- HajGhanbari B, Yamabayashi C, Buna TR, et al. 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.
- Harms CA, Babcock MA, McClaran SR, et al. Respiratory muscle work compromises leg blood flow during maximal exercise. *Journal of applied physiology*, 1997;82(5):1573-1583
- 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
- Hazır T, Alper A, Cinemre A, Açıkada C. Laktik asitin ölçümünde kullanılan bir el analizörünün değerlendirilmesi Lactate scout (+)'in güvenilirliği ve geçerliği. *Spor Bilimleri Dergisi*, 2010;21(3):79-89
- <https://www.euro.who.int/en/home>. Body mass index - BMI. Secondary Body mass index - BMI. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>.(E.T. 10.10.2022).

- <https://www.powerbreathe.com/>. Secondary 2016.
<https://www.powerbreathe.com/2016/02/29/how-powerbreathe-works/>..(E.T. 10.10.2022).
- Jakhotia K, Jain N, Retharekar S, Shimpi A, Rairikar S, Sancheti P. Effect of Inspiratory Muscle Training (IMT) on Aerobic Performance in Young Healthy Sedentary Individuals. *Journal of Medical Thesis*, 2014;2(3):21-25
- Johnson MA, Mills DE, Brown DM, Bayfield KJ, Gonzalez JT, Sharpe GR. Inspiratory Loading Intensity Does Not Influence Lactate Clearance during Recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2012;44(5):863-871
- 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.
- Kalaycıoğlu O, Akhanlı SE. Sağlık araştırmalarında güç analizinin önemi ve temel prensipleri: Tıbbi çalışmalar üzerinde uygulamalı örnekler. *Türkiye Halk Sağlığı Dergisi*, 2020;18(1):103-112.
- Kilding AE, Brown S, McConnell AK. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *European journal of applied physiology*, 2010;108(3):505-511
- Koç M, Saritas N. The Effect of Respiratory Muscle Training on Aerobic and Anaerobic Strength in Adolescent Taekwondo Athletes. *Journal of Education and Training Studies*, 2019;7(2):103-110.
- Kotte EM, De Groot JF, Bongers BC, Winkler AM, Takken T. Validity and reproducibility of a new treadmill protocol: the Fitkids Treadmill Test. *Med Sci Sports Exercise*, 2015;47(10):2241-2247
- Lage SM, Pereira DAG, Corradi Magalhães Nepomuceno AL, et al. Efficacy of inspiratory muscle training on inspiratory muscle function, functional capacity, and quality of life in patients with asthma: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 2021;2: 51-57.
- Lorca-Santiago J, Jiménez SL, Pareja-Galeano H, Lorenzo A. Inspiratory Muscle Training in Intermittent Sports Modalities: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 2020;17(12):44-48.

- Lötters F, Van Tol B, Kwakkel G, Gosselink RJ. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *European Respiratory Journal*, 2002;20(3):570-577.
- Markovic G, Vucetic V, Cardinale M. Heart rate and lactate responses to taekwondo fight in elite women performers. *Biology of Sport* 2008;25(2):135-141.
- McConnell A, Romer L. Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *International Journal of Sports Medicine*, 2004;25:4:284-423.
- McConnell A. *Respiratory muscle training: theory and practice*: Elsevier Health Sciences, 2013.
- 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.
- McFadden C. *The effects of inspiratory muscle training on anaerobic power in trained cyclists*. WWU Graduate School Collection, 2011.
- Mickleborough T, Nichols T, Lindley M, Chatham K, Ionescu A. 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
- Mickleborough TD, Nichols T, Lindley MR, Chatham K, Ionescu AA. Inspiratory flow resistive loading improves respiratory muscle function and endurance capacity in recreational runners. *Scand J Med Sci Sports*, 2010;20(3):458-468
- Naranjo, J., Centeno, R. A., Galiano, D., & Beaus, M. A nomogram for assessment of breathing patterns during treadmill exercise. *British journal of sports medicine*, 2005; 39(2): 80-83.
- Najafi A, Ebrahim K, Ahmadizad S, GR JGG, Javidi M, Hackett D. Improvements in soccer-specific fitness and exercise tolerance following 8 weeks of inspiratory muscle training in adolescent males. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2019;59(12):1975-1984.
- Okrzymowska P, Kurzaj M, Seidel W, Rożek-Piechura K. Eight Weeks of Inspiratory Muscle Training Improves Pulmonary Function in Disabled

- Swimmers—A Randomized Trial. *International journal of environmental research public health*, 2019;16(10):1747-1451.
- Ouergui I, Ardigò L, Selmi O, et al. Psycho-physiological aspects of small combats in taekwondo: impact of area size and within-round sparring partners. *Biology of Sport*, 2021;38(2):157-164.
- Person A, Mintz ML. Anatomy and physiology of the respiratory tract. *Disorders of the Respiratory Tract: Springer*, 2006; 3:11-15.
- Phillips S. *Fatigue in Sport and Exercise*. 711 Third Avenue, New York, NY 10017: Routledge, 2015.
- Polla B, D'antona G, Bottinelli R, Reggiani C. Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax*, 2004;59(9):808-817
- Ream E, Richardson A. Fatigue: a concept analysis. *International journal of nursing studies*, 1996;33(5):519-529.
- Riganas C, Vrabas I, Christoulas K, Mandroukas K. Specific inspiratory muscle training does not improve performance or $\dot{V}O_2$ levels in well trained rowers. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 2008;48(3):285-291.
- Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *Journal of sports sciences*, 2002;20(7):547-590.
- Romer LM, Polkey MI. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *Journal of Applied Physiology*, 2008;104(3):879-888.
- Sherwood L. *Human physiology: from cells to systems: Cengage learning*, 2015.
- Slimani M, Znazen H, Sellami M, Davis P. Heart rate monitoring during combat sports matches: a brief review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2018;18(2):273-292
- Spengler CM, Roos M, Laube SM, Boutellier U. Decreased exercise blood lactate concentrations after respiratory endurance training in humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1999;79(4):299-305.
- Tu J, Inthavong K, Ahmadi G. *Computational fluid and particle dynamics in the human respiratory system: Springer Science & Business Media*, 2012.

- Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, McNaughton LR, Backx K, Jones DA. Inspiratory muscle training improves rowing performance, 2001.
- Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, McNaughton LR, Backx K, Jones DA. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2001;33(5):803-809.
- Weaver L, Wooden T, Grazer J. Validity of apple watch heart rate sensor compared to Polar H10 heart rate monitor [Georgia College and State University]. *Journal of Student Research*, 2019; 3:21-27.
- Weibel ER. What makes a good lung? *Swiss medical weekly*, 2009;139(2728): 52-57.
- Wells GD, Norris SR. Assessment of physiological capacities of elite athletes & respiratory limitations to exercise performance. *Paediatric respiratory reviews* 2009;10(3):91-98
- Widmaier EP, Raff H, Strang KT, Strang KT. *Vander's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function*, Fifteenth Edition. 2 Penn Plaza, New York, NY 10121: McGraw-Hill Education, 2019.
- Wilson RC, Jones P. Long-term reproducibility of Borg scale estimates of breathlessness during exercise. *Clinical Science*, 1991;80(4):309-312.
- Yaslı BÇ, Karayığit R, Karabiyik H, Koz M. Antrenman Yüğü Ölçüm Yöntemleri: Bilimsel Yaklaşım. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri*, 2020;12(3): 96-105.
- Yousefighalehroudkhani M. Cfd analysis of spacer and metered dose inhaler functionality and efficiency. RMIT University, 2017.

EKLER

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU (2011 - KAEK-80)										
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU										
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Eliit taekwondocularda inspirasyon kaslarına uygulanan eşik basınç değerinde yüklenme egzersizlerinin laktat konsantrasyon ve laktat elimasyon süresine etkisi								
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU										
DEĞERLEN DİRLEN BELGELER	BELGE ADI	Tarihi	Versiyon Numarası		Dili					
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ				Türkçe	İngilizce	Diğer			
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU				Türkçe	İngilizce	Diğer			
	OLGU RAPOR FORMU				Türkçe	İngilizce	Diğer			
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ				Türkçe	İngilizce	Diğer			
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	BELGE ADI	Açıklama								
	SIGORTA									
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ									
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU									
	ILAN									
	YILLIK BİLDİRİM									
	SONUÇ RAPORU									
	GÜVENLİK BİLDİRİMLERİ									
DİĞER										
KARAR BİLGİLERİ	Karar No : 2021/33	Tarih : 06.01.2021		ETİK KURULU SERBEST						
	Yukarıda bilgileri verilen prospektif başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.									
KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU										
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu								
ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADISOYADI		Prof. Dr. Sema Kader KÖSE								
Unvanı / Adı Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti		Araştırma ile İlişki		Katılım (*)			
Prof. Dr. Sema Kader KÖSE	Tıbbi Biyokimya	E.Ü. Tıp Fak.	E	K	x	E	H	x	H	
Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK	Halk Sağlığı	E.Ü. Tıp Fak.	E	x	K		E	H	x	H
Doç. Dr. Yusuf SEVİM	Genel Cerrahi	Kayseri Eğitim Hast.	E	x	K		E	H	x	H
Doç. Dr. Emin Murat CANGER	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	E.Ü. Diş Hek.Fak.	E	x	K		E	H	x	H
Doç. Dr. Mehmet DOLANBAY	Kadın Hast. ve Doğum	E.Ü. Tıp Fak.	E	x	K		E	H	x	H
Doç. Dr. Fatih KARDAS	Çocuk Sağ. ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E	x	K		E	H	x	H
Doç. Dr. Serpil TAHERİ	Tıbbi Biyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E		K	x	E	H	x	H
Doç. Dr. Zafer SEZER	Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	x	K		E	H	x	H
Doç. Dr. Adnan BAYRAM	Anest ve Rean.	E.Ü. Tıp Fak.	E	x	K		E	H	x	H
Doç. Dr. Hakan İMAMOĞLU	Radyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	x	K		E	H	x	H
Dr. Öğr. Üyesi Oktay BOZKURT	İç Hastalıkları	E.Ü. Tıp Fak.	E	x	K		E	H	x	H
Dr. Öğr. Üyesi Kemal Erdem BAŞARAN	Fizyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	x	K		E	H	x	H
Av. Tuğba TANRIVERDİ	Avukat	E.Ü. Tıp Fak.	E		K	x	E	H	x	H
Ecz. Şükran TERZİ	Eczacı	Serbest Eczacı	E		K	x	E	H	x	H
Sevtap KOÇER	Sivil Üye	Serbest	E		K	x	E	H	x	H

*: Toplantıda Bulunma

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU (2011 - KA EK-80)

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Elit taekwondocularda inspirasyon kaslarına uygulanan eşik basınç değerinde yüklenme egzersizlerinin laktat konsantrasyon ve laktat eliminasyon süresine etkisi		
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU				
ETİK KURULU BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	ERCIYES ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU		
	AÇIK ADRES	Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Melikgazi/KAYSERİ		
	TELEFON	0 352 437 49 10 - 11		
	FAKS	0 352 437 52 85		
	E-POSTA	serifeserim@erciyes.edu.tr		
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI / ADI / SOYADI	Prof. Dr. Nazmi Sartaş		
	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Egzersiz Biyokimyası, Sporcu Beslenmesi		
	KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Kayseri		
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ ADI SOYADI			
	DESTEKLEYİCİ			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMCİLCİSİ			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>	
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>	
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>	
FAZ 4		<input type="checkbox"/>		
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>		
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>		
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>		
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>		
DİĞER İSE BELİRTİNİZ	Doktora Tezi			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEKMERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOKMERKEZ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/> ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

Elit Taekwondocularda İspirasyon Kaslarına Uygulanan Eşik Basınç Değerinde Yüklene Egzersizlerinin Laktat Konsantrasyon ve Laktat Eliminasyon Süresine Etkisi

ORIJİNALLIK RAPORU

% 18	% 16	% 7	% 7
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 3
2	Submitted to Erciyes Üniversitesi Öğrenci Ödevi	% 2
3	www.yumpu.com İnternet Kaynağı	% 2
4	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	% 1
5	dapsis.erciyes.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
6	DEMİRALP, Meral and OFLAZ, Fahriye. "Gevşeme eğitiminin meme kanserli hastalarda anksiyete ve depresyon belirtileri üzerine etkisi", TUBİTAK, 2011. Yayın	% 1
7	www.isfaw2019.isfaw.org İnternet Kaynağı	% 1

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı : Murat KOÇ

Uyruğu : T.C

EĞİTİM

DERECE

KURUM

MEZUNİYET

Doktora (Yatay Geçiş)	ERÜ Beden Eğitimi ve Spor ABD	2020-
Doktora	Çukurova Üni. Beden Eğitimi ve Spor ABD	2018-2020
Yüksek Lisans	ERÜ Beden Eğitimi ve Spor ABD	2015-2017

İŞ DENEYİMLERİ

MEB Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği	2009-2020
ERÜ Spor Bilimleri Fak. Ar.Gör.	2020-2022
ERÜ Rektörlük Öğr. Gör.	2022-

SERTİFİKA ve BELGELER

Taekwondo 2. Kademe Antrenörlük

Aletizm 2. Kademe Antrenörlük

Oryantiring Eğitici Eğitim Belgesi (MEB)

Satranç Eğitimlik Belgesi (MEB)