



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YER ÇEKİMİNİN FARKLI OLDUĞU KOŞULLARDA EGZERSİZ TESTİNE
FİZYOLOJİK YANITLAR**

EDA ULUTAŞ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARDİYOPULMONER REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. S. Ufuk YURDALAN

İSTANBUL-2013

TEZ ONAYI

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Programın seviyesi : Yüksek Lisans
Anabilim Dalı : Kardiyopulmoner Rehabilitasyon
Tez Sahibi : Eda ULUTAŞ
Tez Başlığı : Yer Çekiminin Farklı Olduğu Koşullarda Egzersiz Testine Fizyolojik Yanıtlar
Sınav Yeri : Sağlık Bilimleri Fakültesi Toplantı Salonu
Sınav Tarihi : 14.08.2013

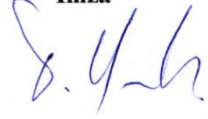
Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman (Unvan, Adı, Soyadı)

Prof.Dr.S.Ufuk YURDALAN
Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri
Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Bölümü

Kurumu

İmza



Sınav Jüri Üyeleri (Unvan, Adı, Soyadı)

Prof.Dr.M.Gülden POLAT
Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri
Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Bölümü



Yard.Doç.Dr.Hülya K. ŞİŞLİ
Bilgi Üniversitesi Sağlık Bilimleri YO
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü



Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 22../.08../.2013 tarih ve 83. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Feyza ARICIOĞLU
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

U. Prof. Dr. Bedra KAYMAKÇIOĞLU



BEYAN FORMU

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih

Ad

İmza

TEŞEKKÜR

Tezimi yapmam için bana yol gösteren, bilgi, tecrübe ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. S. Ufuk Yurdalan'a; çalışmalarımda bana yardımcı olan Uzm. Dr. Utku Zor ve Doç. Dr. S. Tolga Aydoğ'a; bu tür yenilikçi çalışmalara imkân tanıyan Acıbadem Fulya Hastanesi Sporcu Sağlığı Merkezi'ne ve tüm hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme saygılarımı sunar, teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR.....	x
ÖZET.....	1
SUMMARY.....	2
1.GİRİŞ.....	3
2. GENEL BİLGİLER.....	8
2.1. Motor İşlevler.....	8
2.2. Yürümede Motor Kontrol.....	10
2.3. İskelet-Kas Yapısı.....	10
2.4. Yürümenin Fazları.....	11
2.4.1. Basma Fazı.....	11
2.4.1.1. Topuk Vuruşu.....	11
2.4.1.2. Taban Vuruşu.....	11
2.4.1.3. Basma Ortası.....	11
2.4.1.4. Topuk Kalkışı.....	12

2.4.1.5. Parmak Kalkışı.....	12
2.4.2. Salınım Fazı.....	12
2.4.2.1. Erken Salınım.....	12
2.4.2.2. Salınım Ortası.....	13
2.4.2.3. Salınım Sonu.....	13
2.5. Maksimal Oksijen Tüketimi (MaxVO ₂).....	13
2.5.1. Egzersiz ve Maksimal Oksijen Tüketimi.....	15
2.5.2. Dereceli Egzersiz Testleri.....	16
2.5.2.1. MaxVO ₂ 'li Treadmill Testi	17
2.5.2.2. Astrand Treadmill Test.....	17
2.5.2.3. Cunningham and Faulkner Test.....	18
2.5.2.4. Balke Treadmill Test.....	18
2.5.2.5. Bruce Treadmill Test.....	19
2.6. Egzersiz.....	20
2.6.1. Egzersizin Kardiyovasküler Sisteme Fizyolojik Etkileri.....	21
2.6.2. Egzersiz ve Kaslar.....	23
2.6.3. Egzersiz ve Solunum.....	24
2.6.4. Egzersiz ve Enerji.....	25
2.7. Egzersizin Faydaları.....	25
2.7.1. Vücut Bütünlüğündeki Değişiklikler.....	25

2.7.2. Kas Kuvveti, Vücut Dengesi ve Kondisyon.....	26
2.7.3. Kronik Hastalıklar.....	27
2.7.4. Kas-İskelet Sistemi Hastalıkları.....	28
2.7.5. Yaşam Süresine Etkisi.....	28
2.8. AlterG Anti-Gravity Treadmill.....	29
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	31
3.1. Araştırmanın Amacı.....	31
3.2. Araştırma Evreni ve Özellikleri.....	31
3.3. Veri Toplama Araçları.....	32
3.4. Uygulama.....	34
3.5. Verilerin İstatistiksel Analizi.....	37
3.6. İstatistiksel Güç (Power) Analizi.....	38
4. BULGULAR.....	39
5. TARTIŞMA.....	62
6. SONUÇ.....	66
KAYNAKLAR.....	67
EKLER.....	75
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLER LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 1:	Modifiye Bruce Protokolü.....	33
Tablo 2:	Cinsiyete Göre Dağılım.....	39
Tablo 3:	Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığına Göre Dağılım.....	40
Tablo 4:	MaxVO ₂ ve Zaman.....	41
Tablo 5:	Kalp Hızı (HR).....	42
Tablo 6:	Algılanan Egzersiz Şiddeti (RPE).....	45
Tablo 7:	Solunum Değişim Oranı (RER).....	47
Tablo 8:	Cinsiyete Göre Kalp Hızı (HR).....	50
Tablo 9:	Cinsiyete Göre Algılanan Egzersiz Şiddeti (RPE)	54
Tablo 10:	Cinsiyete Göre Solunum Değişim Oranı (RER).....	58

ŞEKİLLER LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 1:	Test için gönüllü katılımcı.....	35
Şekil 2:	Test uygulaması sırasında gönüllü katılımcı....	36
Şekil 3:	Neopren şort (solda) ve ergospirometre ekipmanları (sağda).....	37
Şekil 4:	Kalp Hızı (HR).....	44
Şekil 5:	Algılanan Egzersiz Şiddeti (RPE)...	47
Şekil 6:	Solunum Değişim Oranı (RER)...	49

KISALTMALAR

MaxVO₂	<i>Maksimal Oksijen Tüketimi</i>
VO₂	<i>Oksijen Tüketimi</i>
dk	<i>Dakika</i>
sn	<i>Saniye</i>
km	<i>Kilometre</i>
ATP	<i>Adenozin trifosfat</i>
O₂	<i>Oksijen</i>
lt	<i>Litre</i>
Km/h	<i>Kilometre/saat</i>
Mil/h	<i>Mil/saat</i>
ml	<i>Mililitre</i>
cm	<i>Santimetre</i>
kg	<i>Kilogram</i>
MmHg	<i>Milimetre/civa</i>
Mph	<i>(miles per hour) Kara mili</i>
m²	<i>Metrekare</i>
RER	<i>Solunum Değişim Oranı</i>
HR	<i>Kalp Hızı</i>
VENT	<i>Ventilasyon, Solunum</i>

VYO	<i>Vücut Yağ Oranı</i>
VKI	<i>Vücut Kitle İndeksi</i>
RPE	<i>Algılanan Egzersiz Şiddeti</i>
RER	<i>Solunum Değişim Oranı</i>
GRF	<i>Yer Reaksiyon Kuvveti</i>
LBPP	<i>Düşük Vücut Pozitif Basınç</i>
DAP	<i>Diferansiyel Hava Basıncı</i>
V	<i>Volüm</i>
FDA	<i>Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi</i>
NASA	<i>Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi</i>
CO	<i>(cardiac output)Kalp Debisi</i>
a-vO₂	<i>Arterial-Venöz O₂ Farkı</i>
SV	<i>(stroke volume)Kalp Atım Hacmi</i>
DPG	<i>Difosfogliserat</i>
BIA	<i>Bioelektrik İmpedans Analizi</i>
EMG	<i>Elektromiyografi</i>
NHANES	<i>Ulusal Sağlık ve Beslenme Araştırma Çalışması</i>
ACSM	<i>Amerikan Spor Hekimliği Koleji</i>
KVS	<i>Kardiyovasküler Sistem</i>
BW	<i>Vücut Ağırlığı</i>

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı vücut ağırlığı oranlarında (% 100,% 70 ve % 60) değişen hava basıncı kullanarak azalan yer çekimi kuvvetine karşı oluşan metabolik farklılaşmayı ölçmektir. Çalışmamızda yer çekimi kuvvetini azaltmak amaçlı **AlterG Anti-Gravity Treadmill** (koşu bandı) kullanıldı. Araştırma verileri sosyodemografik veri formu ile toplandı. Rasgele seçilmiş, gönüllü 10 erkek; 10 kadın katılımcı ile yürütülen çalışma Modifiye Bruce Protokolü ile gerçekleştirildi. Erkek olguların yaş ortalaması $23,8 \pm 1,9$ yıl, vücut ağırlığı ortalamaları $70,9 \pm 7$ kg, boy ortalamaları $1,75 \pm 0,06$ m idi. Bu değerler kadın olgularda sırasıyla $23,1 \pm 2,6$ yıl, $57,01 \pm 8,3$ kg, $1,62 \pm 0,07$ m olup erkek olgularda boy ve vücut ağırlığı ortalamaları, kadın olgulara göre anlamlı olarak yüksekti ($p < 0,001$). Kadın olgulardaki vücut yağ oranı (VYO) ortalaması, erkek olgulardan anlamlı olarak yüksekti ($p < 0,001$). Kalp hızı 1, 2, 3, 4, 5. ölçüm değerleri açısından, %100, %70 ve %60 ölçümleri arasındaki fark; algılanan egzersiz şiddeti (RPE) 2, 3, 4, 5. ölçümler açısından, %100, %70 ve %60 ölçümleri arasındaki fark; solunum değişim oranı (RER) 2, 3, 4, 5. ölçümler açısından, %100, %70 ve %60 ölçümleri arasındaki fark Bonferroni düzeltmesi ile bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0,001$). Maksimum oksijen tüketim miktarı-zaman açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,001$). Yer çekiminin var olduğu fiziksel ortam düşünülerek hazırlanmış egzersiz reçeteleri; yer çekiminin olmadığı veya azaldığı ortamlarda bireyin kardiyovasküler (hemodinamik) sağlığını korumada yetersiz kalabilir. Bu bağlamda yerçekimsiz koşu bandında egzersize kardiyopulmoner cevapları araştırdığımız çalışmamız; kardiyak etkili egzersiz reçetesi hazırlamada rehber olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Kalp Hızı, Koşu Bandı, Oksijen Tüketimi, Vücut Ağırlığı, Yerçekimi

SUMMARY

Physiological Responses to Exercise Testing in Different Gravity Conditions

The aim of this study is to gauge the metabolic differentiation, forming against decreasing gravity force, by using air pressure which changes in different body weights (% 100, % 70 and % 60). AlterG Anti-Gravity Treadmill was used in our study in order to decrease the gravity force. Research data were collected by sociodemographic data form. This study was conducted with volunteers consisting of 10 men and 10 women randomly selected for this research which was carried out with Modified Bruce Protocol. The average age of male volunteers was $23,8 \pm 1,9$ year while their average body weight was $70,9 \pm 7$ kg and their average height was $1,75 \pm 0,06$ m. At female volunteers, these values were $23,1 \pm 2,6$ year, $57,01 \pm 8,3$ kg, $1,62 \pm 0,07$ m and thus average length and body weight of male volunteers was significantly high compared to female volunteers. Average body fat percentage (BFP) in female volunteers was significantly high compared to male volunteers ($p < 0,001$). In terms of heart rate 1, 2, 3, 4, 5th values, the difference between %100, %70 and %60 gauges; in terms of rating of perceived exertion (RPE) gauge 2, 3, 4, 5th, the difference between %100, %70 and %60 gauges; in terms of respiratory exchange ratio (RER) gauge 2, 3, 4, 5th, the difference between %100, %70 and %60 gauges were statistically significant when observed with Bonferroni correction ($p < 0,001$). In terms of maximum consumed oxygen amount time, the difference between %100, %70 and %60 gauges were found statistically significant ($p < 0,001$). Exercise prescriptions, issued by regarding the physical setting where gravity is present, can be inadequate in protecting cardiovascular health (hemodynamic) of the individual in settings where gravity is not present or where it decreases. In this context; our study, in which we searched for cardiovascular (hemodynamic) answers for exercise on a treadmill with no gravity, can be used as a guide in issuing a cardiac-effective exercise prescription.

Key Words: Body Weight, Gravity, Heart Rate, Oxygen Consumption, Treadmill

1. GİRİŞ

Yürüme en sık yapılan egzersiz türlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Yürüme fonksiyonu insanın gün içinde en sık ve kolay yerine getirdiği eylemlerden biri olduğundan, uzun zaman sıradan ve basit bir hareket olarak kabul edilmiştir. Daha sonra çeşitli teknolojik ve medikal cihazlar vasıtasıyla, bu basit gibi görünen fonksiyonun aslında farklı aşamaları ve karmaşık yapısı olduğu anlaşılmıştır.

Yürüme, birçok kişinin kardiyovasküler (hemodinamik) fonksiyonu geliştirme, vücut yağ oranı (VYO) ve ağırlığını azaltma hedefleriyle kalori harcamada tercih ettiği bir aerobik aktivitedir (Figuerola, Manning and Escamilla 2011a). Seri yürümede, her topuk vuruşu ile üç vücut ağırlığı kadar yer reaksiyon kuvveti (GRF - Ground Reaction Forces) uygulandığı bilinmektedir (Grabowski and Rodger 2008a). Bu, yaralı ve / veya aşırı kilolu biri için çok daha farklı olabilir. Teknolojik cihazlarla; orijinal vücut ağırlığının % 20'sine kadar ağırlık verme (unweighting) olanağı sağlanır. Bu uygulamanın rehabilitasyon bakış açısıyla avantajı; aşıl tendiniti, plantar fasiit veya benzeri diğer ağır yaralanmalarda hastaya uygun yaklaşım olması ve yer reaksiyon kuvvetini azaltmasıdır (Figuerola, Manning and Escamilla 2011b).

Düşük vücut pozitif basınçlı (LBPP – Low Body Positive Pressure) yürüme bantlarının rehabilitasyon amacıyla ortopedik yaralanmalar ve / veya ortopedik diğer durumlarda kullanılmasının son derece etkili olduğu belirtilmiştir (Nilsson and Thorstensson 1989). Grabowski (2010)'nin yapmış olduğu bu çalışma vücut ağırlığı desteğinin ortopedik ve nörolojik rehabilitasyonda alt ekstremitenin ağırlıklı olmadan kullanımına yönelik önemini göstermektedir. Ağırlıksız (unweighted) olma durumu, ortopedik koşullarda istenen iyileşmeyi sağladığı gibi, kas-iskelet sistemindeki biyomekanik stresin azaltılmasına da olanak verir. Böylelikle yürüme hareketlerinin güvenli tekrarlanması ve ağrının modifiye edilmesiyle de hareket kalitesinin artırılması mümkün olabilir.

AlterG anti-gravity treadmill (koşu bandı) kullanılarak, Colorado Üniversitesi'ndeki araştırmacılar tarafından yürütülen bir çalışmada, eşdeğeri olmayan LBPP koşu bandının etkileri incelenmiştir (Grabowski and Rodger 2008). Farklı ağırlıklar Diferansiyel Hava Basıncı (DAP) teknolojisi kullanılarak oluşturulur. Mevcut diğer

ağırlıksız yöntemler ile karşılaştırıldığında, LBPP koşu bandı tam boşaltma miktarını ölçme ve normal yürüme kinematiğinin sürdürülmesi avantajını sağlamakta ve yarattığı konforun uzun süre sürdürülmesine de imkân vermektedir. Bu çalışma, diferansiyel hava basıncı (DAP) ve kilo destek değişikliklerinin; yürüme esnasında metabolik ihtiyaçlar ve yer reaksiyon kuvvetine (GRF) etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Eylem esnasında bireyin yere güç aktarmasına karşı oluşan tepkiye “yer reaksiyon kuvveti” denilmektedir. Kavram detaylandırılacak olunursa *harekette her türlü etkiye karşı oluşan tepkinin karşılanması* olarak düşünülebilir. Bu tepki, kas ve iskelet yapısı tarafından oluşturulmaktadır (Kai-Nan, Chao and Kaufman 1991).

Grabowski ve Kram (2008) metabolik güç, yer reaksiyon kuvveti (GRF) ve adım kinematiği konularını, 10 sağlıklı katılımcıda 3 farklı hız (3.0, 4.0, 5.0 m / s) ve 4 farklı eğim (% 25,% 50,% 75 ve Tam Vücut Ağırlığı) ile yürümeleri sırasında ölçmüşlerdir. Sonuçlar; daha yüksek hızlarda, en yüksek yer reaksiyon kuvveti ve metabolik ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Daha düşük vücut ağırlığıyla yürüyüşte, yer reaksiyon kuvveti gibi metabolik talepler de azalmıştır. Çalışmada düşük yer reaksiyon kuvvetli kardiyovasküler (hemodinamik) taleplerin LBPP koşu bandı cihazları ile belirlenmesi ve gelecekte bu yaklaşımla alt ekstremitte tedavi programlarında optimal sonuçlar alınabileceği kanaatine varılmıştır.

Maksimal oksijen tüketimi ($MaxVO_2$), çalışmamız kapsamında oldukça önem taşıyan bir diğer konudur. $MaxVO_2$ testi vücudun egzersiz sırasında tükettiği oksijeni doğrudan ölçmektedir. Testin adı V (Volume) hacim - O_2 (Oxygen) oksijen - Max (maximum) maksimum ifadelerinden türetilmiştir. VO_2 (Vanadium Oxide) bireyin egzersiz sırasındaki oksijen tüketimi ve vücudun en yüksek fiziksel kapasitesini ölçmeye yarar. Yani bu, kişinin havadan maksimum oksijen alma ve kasa taşıyarak aktif kaslara bırakma yeteneğini belirler.

Maksimum VO_2 ; akciğer kapasitesi ve fonksiyonu, kalp debisi, oksijen solunumu ve kas hücrelerinin oksidatif kapasitesi de dâhil olmak üzere birçok faktöre bağlıdır. Teorik olarak, vücudun aerobik olarak tükettiği daha fazla oksijen daha sağlıklı bir organizmayı göstermektedir. Dolayısıyla $MaxVO_2$ değerleri, bireyin fiziksel uygunluk (fitness) seviyesinin bir ölçütü olarak kullanılabilir. Nitekim $MaxVO_2$ bir dakikadaki oksijen alım oranını ya da bir dakikada vücut ağırlığının kilogramı başına

alınan oksijen oranını gösterir. Özellikle dayanıklılık gerektiren sporlarda; sporcuların performansları bu testle değerlendirilir. Çalışmamız kapsamında da belirtilen nedenlerle önem kazanmaktadır.

Egzersiz sırasında, en verimli şekilde enerji üretilmesi için kas hücreleri oksijene gerek duyar. İş yükü arttığında, kasların gereksinim duyduğu oksijeni karşılamada vücudun potansiyeli sınırlı kalabilir. Enerji; anaerobik metabolizma ve diğer farklı yollarla karşılanmalıdır. Öte yandan anaerobik metabolizma yorgunluk ve kas ağrıları ile ilişkili yan ürünleri üreten oldukça verimsiz bir süreçtir.

Bu nedenlerle MaxVO_2 ölçümü; bireylerin maksimum egzersiz sırasında sağlayabileceği maksimum oksijen ve anaerobik enerji üretimini saptadığından önemlidir.

Kişilerin performansını arttırmanın en iyi yollarından biri dayanıklılık süresi ve iş yükünü uzatmaktır. Maksimum VO_2 testi ile bireylerin fiziksel sınırlarının anlaşılması ve buna göre yapılacak çalışmalarla bu sınırların zorlanabileceği güvenli aralığın öğrenilmesi mümkün olmaktadır.

MaxVO_2 'nin ölçüldüğü testlerde, egzersiz süresi ya da egzersiz sonu standart submaksimal kalp hızı değerleri kullanılır. Bu uygulama; bisiklet, koşu bandı veya basamak testlerinin tümünde gerçekleştirilebilir. Sözü edilen submaksimal testlerde, orta ağır egzersizde, oksijen tüketimi ile kalp hızı arasındaki doğrusal ilişkidен yararlanılır. Bu çizginin eğimi (kalp hızı oranı) bireyin aerobik kapasitesini yansıtır. MaxVO_2 kalp hızı ve oksijen tüketimi ile ilişkili birkaç submaksimal nokta (veya egzersiz yoğunluğu) aracılığıyla düz bir çizgi çizerek; bir yaş grubu için maksimum kalp hızı öngörülebilmektedir (Wyndham 1967).

MaxVO_2 testlerinde; teste katılan insanların tüm güçlerini harcamaları gerekmemektedir. Özellikle de kronik bir hastalığı olan, obez ve yaşlı bireylerde submaksimal testler daha iyi sonuç vermektedir. Submaksimal testlerde MaxVO_2 ve testler arasında ileri korelasyon da gösterilmiştir (Kovacs, Senden and Brouns 1999).

Maksimal egzersiz testleriyle submaksimal egzersiz testleri karşılaştırıldığında maksimal egzersiz testlerinin; daha çok klinik ortamda kullanılırken submaksimal

testlerin ise sporcularda kullanıldığı görülmektedir (Noonan ve Dean 2000). Ayrıca klinik ortamlarda yapılan testlerde, submaksimal testin araştırmacıları kısıtladığı ortaya çıkmıştır. Bu kısıtlamalar özellikle bireylerin fiziksel ve klinik farklılıklarında gözlenmiştir. Klinik semptomların belirlenmesi hedeflenmekteyse, submaksimal testlerde semptomatik iş yüklerine erişilmediğinden test sonucu gerçek durumu yansıtmayabilir.

Bununla birlikte submaksimal egzersiz testi, MaxVO₂ değerlerini ölçmek için de kullanılabilir. Örneğin MaxVO₂ testinden elde edilen kalp hızlarıyla submaksimal testteki sonuçlar karşılaştırılabilir. Diğer bir katkı da, koşu hızlarının farkı ve süresi karşılaştırmasından alınabilir. Yani klinikte kullanılacak submaksimal testlerde, maksimal VO₂ test ile farklılaşan kalp hızı değerleri karşılaştırılabilir. Yine de tek başına submaksimal testin sınırlılıkları olduğu hatırlanmalıdır.

Çalışmamızda da kullanılan AlterG anti-gravity treadmill (koşu bandı), FDA tarafından onaylanmış ve NASA teknolojisine dayandırılarak üretilmiş bir donanımdır. İleri teknolojisiyle vücut ağırlığının bir kısmını hafiflettiğinden özellikle *hastalarda tam olarak ağrıyı geçirme /azaltma ve hareketi yapabilme duygusunu verme* niteliklerine sahiptir. Eklemler üzerindeki stresi en aza indirdiğinden; yaralanmalı sporcuların antrenmanında hareketi kolaylaştırmaktadır.

Hastalık söz konusu olduğunda; hastalar normal bir ortamda yaşamakta ama anormal bir fizyolojiye sahip olmaktadır. Buna karşılık, astronotlar anormal bir ortamda, normal fizyolojiye sahip insanlar olarak tanımlanabilir. Bu açıdan, genellikle, klinisyen ve bilim adamlarının dikkatini çeken, astronotların fizyolojisine yönelik değişikliklerin neden olduğu anormal tutumlardır. Bu düşünce AlterG'nin yapılandırılmasına dayanak oluşturmuştur. Uzun süreli uzay yolculuklarının; kemiklerde mineral eksikliği, bağışıklık sisteminde yetersizlikler, hareket kayıplarına neden olan nörovestibüler değişiklikler ve olumsuz kan basıncı değişikliklerine sebebiyet verdiği bilinmektedir (Yates 2004; Williams, Kuipers, Mukai and Thirsk 2009). Burada yer çekimi ön kabulü ve gerçeğiyle, fiziksel ortam düşünülerek hazırlanmış egzersiz reçetelerinin; yer çekiminin olmadığı veya azaldığı ortamlarda bireyin kardiyovasküler (hemodinamik) sağlığını korumada yetersiz kalabildiği görülmektedir. Dolayısıyla araştırma konumuzun, yerçekimsiz koşu bandında

egzersize kardiyovasküler (hemodinamik) yanıtların belirlenmesi itibariyle kardiyak etki oluşturabilecek egzersiz reçetesi hazırlanmasına da katkı sağlayabileceği düşünülmüştür.

Bu bilgilerin ışığında çalışmamızın amacı, katılımcılara, yerçekimi etki kuvvetinin değiştirilmesiyle sağlanan farklı vücut ağırlıklarında (%100, %70 ve %60); Modifiye Bruce Protokolünde egzersiz testi uygulayarak fizyolojik yanıtlarının belirlenmesidir. Çalışmamız rehabilitasyon anlamında önemli olmasına karşın genel literatürde oldukça kısıtlı, Türkiye’de ise üzerinde hiç durulmamış bir konu olma özelliğine sahiptir. Bu yönü ile de çalışmamızın ulusal anlamda öncül olabileceği öngörümüzdür.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Motor İşlevler

Motor sistemler refleks, ritmik ve istemli hareketlerden meydana gelmektedir. Bu bağlamda; refleksler, periferik uyaran ile oluşan, istem dışı meydana gelen kas kasılması ve gevşeme hareketleri olarak ifade edilmektedir. Reflekslerde, bir uyarana tepki niteliğinde kasılan belirli kaslar, uyarının bulunduğu yere göre farklılık taşımaktadır. Burada tepkinin şiddeti kadar reflekslerin belirtileri de önemlidir. Bu süreçler, davranışın içeriğine bağlı olarak, aferent lif bağlantılarının düzenli bir biçimde birbirini takip ederek gelişmesiyle spinal ara nöronlar ve motor nöronlara dönüştürülmesini içerir (Erdoğan 2011).

Motor becerilerin gelişiminde, belirli dizilerin birbirini takip ettiği kabul edilir. Yürümeyi öğrenmeden baş kontrolünün gelişmesine, kalem ile yazmaktan ele alınan objenin sıkı sıkıya tutulmasına kadar birçok birbiri ile ilişkili adımlar tanımlanır. Bu diziler, genellikle analiz veya birbirini izleyen ilerlemeler olarak düşünülmekte ve gelişimin daha genel modeli ile açıklanmaktadır (Gallahue 1982a). Bunlar; baştan ayağa, büyük kaslardan küçük kaslara, içten dışa (proksimodistal) biçiminde değerlendirilmektedir. Motor gelişim; kişiden kişiye farklılaşsa da genellikle benzer sıra ile giden ve kişinin yaşamı boyunca süren bir gelişimdir.

"Baştan ayağa" doğru gelişimde gövdenin kafa ile kontrol edilmesi, kas gelişimine başa en yakın kaslarla başlanması; bunu kollar ve bacakların takip etmesi esastır. Zaten bebekler gözlemlendiğinde önce göz kaslarının geliştiği, nesneleri ve hareketleri takip etmelerinin söz konusu olduğu, sonra zamanla başlarını kontrol edebildikleri ve son olarak yürüme eylemini gerçekleştirdikleri görülmektedir (Gallahue 1982b). "Büyük kaslardan küçük kaslara" doğru, geniş kasların kullanımından başlayan bir süreç söz konusudur. Emeklemek, ayakta durmak, yürümek, koşmak, dönmek, yuvarlanmak, dengede durmak eylemler üzerindeki kontrolü ifade etmede kullanılır. Belirtilen kas motor yeteneklerinin gelişiminden sonra küçük kas motor gelişimleri mümkün olmaktadır. Bunlar da el ve ayağı kullanmayı içeren ve beceri gerektiren aktivitelerdir. Örneğin bir nesneyi sıkıca

tutmak, makas kullanarak kesmek, çizim yapmak, kalemi tutarak yazmak bu kapsamda değerlendirilmektedir (Gallahue 1982a).

Son olarak; kişinin gelişiminde kaldırabileceği yükü belirleyebilmesinde “hiç yük olmamasından yük taşınabilmesine” kadar geçen bir süreç söz konusu olmaktadır. Öncelikle başını dahi taşıyamayan bebeğin zaman içerisinde ayakları üzerinde tüm vücudunu dengede tutabilmesi, daha sonra da belirli yükleri taşıyabilmesi mümkündür. Bu aşamada çocukların daha hızlı yeti kazanabilmelerinde kollarından desteklenmeleri önemlidir. Zaman içerisinde tek başına hareketleri ve gözle görülür şekilde gelişimleri dikkat çeker. İçten dışa (proksimodistal) şeklinde de ifade edilen vücudun merkezine yakın olandan uzağa gibi anlaşılsa da; yukarıda diğer örneklerde de açıklandığı gibi baş ve boyun kaslarının ayak kaslarından önce, karın ve omuz kaslarının kol ve el kaslarından önce gelişimini içermektedir (Gallahue 1982b).

Motor gelişim beceri dizileri üzerine yoğun çalışmalar yapılmıştır ki, günümüzde birçok bilim insanı ve araştırmacı bu dizilerin oldukça kuralcı olduğunu düşünmektedir. Tipik gelişimli çocuklarda, motor gelişim hızı ve sırasında farklılıklar (örneğin, hiç emeklemeden yürümeyi öğrenme gibi) normal olarak kabul edilir. Ayrıca, motor gelişimi her zaman söz konusu genel kalıpları takip etmek zorunda değildir (Horowitz and Sharby 1988). Horowitz ve Sharby (1988) da çocukların farklı dizilerde bu dizilere karşılık gelen motor becerileri elde ettiğini belirtmişlerdir. Genellikle oluşan diziler ve desenler birçok alanda hala yol gösterici olarak kabul edildiği gibi aynı zamanda gelişim düzeylerine odaklanmayı sağladığından, fiziksel anomalili çocuklar için de yararlı kılavuzlar sunmaktadır.

Motor gelişimde işlevlere odaklanıldığında, yürüme eyleminin oluşumunu aşağıdaki gibi listelemek mümkündür (Davis, O'Connor and Vaughan 1999; Erdoğan 2011)

1. Yürüme eylemi komutunun merkezi sinir sistemi tarafından başlatılıyor olması,
2. Yürüme sinyallerinin çevresel sinir sistemine iletilmesi,
3. Kasların kasılmaya başlaması,
4. Sinoviyal eklemlerde kuvvetin oluşmaya başlaması,

5. Antropometriye bağı olarak iskelet segmentlerinin, eklem kuvvetlerinin ve momentlerinin düzenlenmesi,

6. Fonksiyonel yürüme olarak tanımlanan segmentlerin yer değişimi (hareket),

7. Yer Reaksiyon Kuvveti oluşumu.

2.2. Yürümede Motor Kontrol

Vücut hareketleri, primer motor korteks ve bazı premotor alanlar aracılığı ile kontrol edilir. Bu noktalar, vücut hareketleri ile ilgili tüm motor işlemlerinin hazırlanması, sıralanması, organize edilmesi ve duyar ile eşlenmesini mümkün kılacak şekildedir (Hreljac 1995). Bu bilgilerin birlikteliği, gerçekleştirilecek yeni eylemle ilgili motor davranışın kol veya bacağın mevcut durumuyla uyumlu bir hale getirilmesini sağlar. Whittle (2006)'a göre yürüme, oldukça karmaşık süreçlerden oluşan, kaslara gönderilen sinir sinyalleri vasıtasıyla eklemler, kalça ve vücudun geri kalan bölümlerinin hareketine imkân veren, birbirini takip eden dizilerdir.

2.3. İskelet-Kas Yapısı

İskelet kasları bir ekstrasellüler yüzlerce binlerce, bazen milyonlarca matriks tarafından organize edilen çok çekirdekli liflerden oluşur. Kaslarda üç hücre dışı matriksin genel tabakaları ve bağ dokusu mevcuttur. En dış tabakası epimisyum, ara tabaka perimisyum ve en iç tabaka endomisyum olarak isimlendirilir. Bu üç katmandan her birinin yapı ve fonksiyonunu anlamak, hiyerarşik bir yaklaşım gerektirmektedir. Endomisyum yapısı ve fonksiyonu hücresel ve moleküler biyomekanik ile ele alınırken epimisyum ve perimisyumun yapıları ve işlevsellikleri, bütün bir vücut ve doku düzeyindeki biyomekanik ile ele alınmaktadır.

İnsan vücudu yaklaşık 639 iskelet kası içermektedir. Toplam vücut ağırlığının % 40-50 oranı iskelet dokusu kaynaklıdır. İskelet kası fonksiyonlarıyla; hareket ve solunum kuvvetleri, postüral destek, soğukla başa çıkma gibi işlevler yerine getirilebilir.

2.4. Yürümenin Fazları

Yürümenin fazları duruş ya da basma fazı ve salınım fazı olmak üzere 2 fazdan oluşmaktadır.

2.4.1. Basma Fazı

Basma fazını temel olarak beş unsurda inceleyebiliriz. Bunlar topuk vuruşu, taban vuruşu, basma ortası, topuk kalkışı ve erken salınım fazlarıdır.

2.4.1.1. Topuk Vuruşu

Yürüme eyleminin küçük bir parçası topuk vuruşu bölümünü kapsar. Bu fazın amacı topuğu, yere degecek şekilde yer ile temas ettirmektir. Topuğun yere değdiği ilk anda insan vücudunun şekli; gövde ayağın gerisinde, vücut en yüksek hızda ve kütle merkezi en düşük noktadadır. Yer tepkimesinin kuvvet vektörü kalçanın önünde olduğundan kalça stabilitesini korumak için gluteus maksimus ve hamstring kas grubu kasılır (Murray, Kory, Clarkson and Sepic 1966).

2.4.1.2. TabanVuruşu

Yürüme eyleminin yaklaşık %5-10'luk kısmını oluşturmasının yanı sıra birinci çift destek fazını da oluşturur. Diğer ayağın zeminden kalkmasıyla gövde ağırlığı bu ayağa aktarılır. Bu durumda da kalça kasları ekstansiyona, ayak bileğindeki kaslar plantar fleksiyona, diz kaslarıysa fleksiyona doğru pozisyon alır. Vücut kütle merkezi dikey olarak negatif yönün tersine artar. Dengeleme esnasında da kalça ekstensörü gluteus maksimus, hamstring, diz ekstensörü quadriceps ve ayak bileğinde dorsifleksörler kasılır (Whittle 2007).

2.4.1.3. Basma Ortası

Yürüme eyleminin %10 ile %35'luk kısmını oluşturmasıyla birlikte bu faz, basma fazının başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bu fazda diz ve kalça kasları ekstansiyona gelirken, ayak bileği, anatomik duruşundan bilek hareketiyle dorsifleksiyona gelmektedir. Salınım fazındaki bacak ise zeminle temas eden bacağın yanından salınır. Gövde ise sabit olan ayak üzerinden ileri doğru ilerler. Vücut kütle

merkezi öne doğru ilerlerken hızı en aza iner ve dikey hareket en üst ve en dış noktaya ulaşır. Bu fazda kalça kaslarının diz ve ayak bileği kasları kadar kasılmasına da gerek yoktur (Umberger 2008).

2.4.1.4. Topuk Kalkışı

Yürüme eyleminin %35 ile %50'si bu fazda oluşur. Bu fazın sonunda da ayağın tek başına basma fazı bitmektedir. Bu fazda kalça ekstansiyondadır. Diz kasları ekstansiyondan fleksiyona doğru yavaş yavaş gevşek hâle geçerken, ayak bileğindeki kaslar plantar fleksiyona geçmeye başlamıştır. Bu fazda bacak zeminden ayrılır ve vücut kütle merkezinin dikey yer değişikliğiyle yana kayması belirli düzeyde azalır. Kalça kaslarından iliopsoas, dizde gastroknemius aktif olarak çalışır. Diğer ayak zemine basana kadar da kalça abdüktör kaslarının kasılması devam eder (Bartlett 2007a).

2.4.1.5. Parmak Kalkışı

Yürüme eyleminin %50 ile % 60'lık kısmı bu bölümde gerçekleşir. Ayağın zeminden kaldırılmasıyla başlar ve diğer bacağın hizasına gelmesiyle biter. Bu fazda kalça ekstansiyona, diz fleksiyona ve ayak kasları plantar fleksiyona doğru kasılır. Bu fazda hedef, zemine temas etmeyen bacağın hızla ileri doğru hareket ettirilmesidir (Erdoğan 2011).

2.4.2. Salınım Fazı

Salınım fazını temel olarak üç unsurda inceleyebiliriz. Bunlar erken salınım, salınım ortası ve salınım sonudur.

2.4.2.1. Erken Salınım

Yürüme eyleminin %60 ile %75'lik bölümünü oluşturur. Ayağın zeminden ayrılmasıyla başlar ve diğer bacağın hizasına gelince biter. Bu fazda kalça ve dizdeki kaslarda fleksiyon yönünde kasılma artmaya başlar. Ayak bileğinde ise anatomik duruştan bilek hareketiyle yukarıya doğru bir kaldırılma söz konusudur. Bu fazda amaç, zemine temas etmeyen havadaki bacağı hızlı bir şekilde ileri doğru hareket ettirmektir (Bartlett 2007b).

2.4.2.2. Salınım Ortası

Yürüme eyleminin %75 ile %85'lik kısmı bu fazda oluşturulur ve salınan bacak basma fazındaki bacağın önüne geçer. Bu yüzden ileri hareket etkisi sayesinde kalça ve dizdeki fleksiyon pasif olarak yapılırken, ayak bileğindeki kaslarda ise dorsifleksiyon yönünde kasılma meydana gelir (Umberger 2008).

2.4.2.3. Salınım Sonu

Yürüme eyleminin %85 ile %100'lük kısmı bu fazda oluşur. Salınan bacak yere temas eden ayağın önüne geçtiğinde başlar ve diğer ayak yere temas edene kadar devam eder. Bu fazda kalça kasları fleksiyon, diz kasları ekstansiyona gelmeye başlar. Ayak bileğindeki kaslarda ise herhangi bir değişiklik olmaz, nötral pozisyonda kalır. Bu fazın görevi ayağı yere basmaya hazırlamasıdır. Diz kaslarının tam ekstansiyona gelmesiyle adım uzunluğu artar (Özaras, Yalçın, Yavuzer ve Gök 2001).

2.5. Maksimal Oksijen Tüketimi (MaxVO_2)

VO_2 (oksijen tüketimi), galvanik hücre oksijen ölçümünün kullanıldığı taşınabilir bir metabolik ölçüm sistemi ile ölçülür ve analiz edilir (Olson et. al. 2008). Oda sıcaklığı, barometrik basınç ve bağıl nemin kayıt altına alındığı da görülmektedir.

Maksimum oksijen tüketimi (MaxVO_2); oksijen alımı, taşınımı ve kullanımının bireysel olarak değerlendirilmesi amaçlarıyla egzersiz fizyolojisi alanında kullanılmaktadır. MaxVO_2 ve VO_2 plato kavramları ilk olarak 1923 yılında Hill ve Lupton tarafından ifade edilmiştir (Hill and Lupton 1923). O zamana kadar VO_2 'de bir plato, maksimal testin elde edildiğini belirtmek için ifade edilen bir ölçüt olarak kullanılmaktaydı. Günümüzde de maksimal VO_2 'ye ulaşmada VO_2 'de bir plato varlığı birincil kriter olarak kabul edilmektedir.

Egzersiz yapan bir kişinin oksijen tüketim hızının (VO_2) ölçümünden enerji tüketimi de hesaplanabilmektedir. İndirekt kalorimetri adı verilen bu yöntemde, "V" oksijen miktarını tanımlamak için kullanılırken, V'nin üzerindeki nokta hızı ifade etmektedir. Burada hız ile anlatılmak istenen, birim zamandaki oksijen miktarıdır.

Taylor, Buskirk ve Henschel (1955) bir platoyu, koşu bandında 150 ml / dk veya % 2.5 artış ile 2.1 ml / kg / dk 'a eşit ya da az bir VO_2 değişikliği şeklinde ifade etmişlerdir (Buskirk, Henschel and Taylor 1955). Astorino ve ark. (2000) daha tutucu bir kriter göstererek artan egzersiz yoğunluğu ile artan VO_2 'nin 50 ml / dk'dan düşük ya da eşit olması gerekliliğini belirtmişlerdir (Astorino, Robergs, Ghiasvand, Marks and Burns 2000).

Ventilasyon oksijen tüketimine (VO_2 VENT) yönelik son bulgular, bütün vücut VO_2 'sinin bir maksimal egzersiz sırasında artışının devam edeceği, bacak kaslarının egzersiziyle VO_2 'deki azalma veya platoya rağmen solunum kaslarının oksijen gereksiniminin söz konusu olduğunu ifade etmektedir. Harms ve ark. (1997) tarafından yapılan bir seri çalışmada, maksimal egzersizde, kalp debisinin % 10-15 kısmının metabolik gereksinimleri desteklemek üzere solunum kasları tarafından yönlendirildiğini rapor etmektedir (Harms et al 1997). Bu araştırmacılar, solunum kaslarının maksimal egzersiz sırasında kalp debisinin önemli bir kısmına ihtiyaç duyduğunu ve böylece bacak lokomotor kaslarının mevcut kan akışını da sınırladığını belirtmişlerdir.

Oksijen tüketimi (VO_2) vücut tarafından dakika başına alınan ve kullanılan oksijen miktarıdır (Johnson, Harvey and Barnes 2012). Akciğer düzeyinde vücuda alınan oksijen, kalp-damar sistemi tarafından sistemik dokulara taşınır ve hücre mitokondrisi içinde ATP (Adenozin Trifosfat) üretimi için kullanılmaktadır. Aerobik şartlarda ATP sentezi mitokondrilerde, oksidatif fosforilasyon yoluyla gerçekleşmektedir. Vücut içindeki enerjinin çoğu aerobik koşullarda üretilmektedir, Bu açıdan, VO_2 "ne için, ne kadar enerji sarfedilmektedir" konusunu belirlemede gereklidir. VO_2 mutlak anlamda (L / dk) ifade edilebildiği gibi vücut kitlesi (ml / kg / dk) ile de rapor edilebilmektedir. Oksijen tüketimi, kalbin kan pompalama, dokuların kandaki oksijeni alma ve alveollerin havadaki oksijeni alabilmeleri kabiliyetlerine bağlıdır. Çalışmamız kapsamında maksimum oksijen tüketiminin seçilme nedeni de bu'dur.

Aaron ve ark. (1992) akciğerlere hava giriş çıkışı (ventilasyon), solunum kas VO_2 'si ve tüm vücut VO_2 'si arasındaki ilişkileri araştırmışlardır (Aaron, Seow, Johnson and Dempsey 1992). Araştırma sonuçlarına göre, maksimal egzersizde, solunum kasları

VO₂'si maksimal VO₂'nin ortalama % 10'luk bir kısmıdır ve solunum kaslarının oksijen tüketimi tüm vücut VO₂ maksimumunun önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

2.5.1. Egzersiz ve Maksimal Oksijen Tüketimi

VO₂ ölçümünün enerji tüketimini doğru bir şekilde yansıtmaları için egzersizin büyük bir bölümünün aerobik tarzda olması gerekmektedir, aksi takdirde anaerobik metabolizmanın olaya katılması enerji tüketiminin hesaplanmasında hatalara yol açar.

Kardiyovasküler (hemodinamik) ve respiratuar sistemlerin birlikte tüm kapasitesini gösteren maksimum oksijen tüketimi, fiziksel sağlığa yönelik en önemli göstergelerden biridir. Özgün bir egzersiz modeli için, kademeli artan egzersiz uygulaması sağlanmalıdır. Böylelikle ulaşılan ve ölçülen en yüksek oksijen alım değeri önem kazanacaktır (Cooper ve Storer 2003).

Kademeli artan egzersizde VO₂ eğrisi plato değerine ulaşmaktadır. Plato oluşma noktasından itibaren vücudun hareketi artış gösterse bile oksijen kullanımına yönelik daha fazla bir artıştan söz edilmez. Düzey, sabit olarak kendini koruyacaktır. Bu, artış göstermeyen nokta VO₂'dir. Ulaşılabilen değeri, beş ila on beş dakika içerisinde büyük kas gruplarına ait olması gereken oksijen miktarını tanımladığı için “aerobik egzersiz” şeklinde ifade edilmektedir. MaxVO₂; Kalp debisi (CO) ile arterial-venöz O₂ farkı (a-vO₂) çarpımına eşittir:

$$\text{MaxVO}_2 = \text{CO} (\text{SV} \times \text{HR}) \times (\text{a-vO}_2)$$

Dakikada litre cinsinden ifade edilmektedir. Kişinin beden ağırlığının her bir kilogramı başına düşen mililitre oksijen tüketim miktarı anlamına gelmektedir (Akgün 1996).

Kalp hızı (HR) kişilerin çeşitli nitelikleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu faktörler, kişinin yaşı, postürü, egzersize ayırdığı süre, egzersiz yoğunluğu ve kişinin kondüsyon düzeyi olarak ifade edilebilir. Kalp atım hacmi (SV) üzerinde de, kalbin diyastol sonu yani venöz dönüşten gelen kanla direk ilişkili sistol sonu hacmi etkindir (Yenigelen 2006). Bu hacim, sempatik sinir sistemi aktivasyonu ve kalbin intrinsik

düzenleme mekanizmaları ile bağlantılıdır ve ventrikül kasılıp da kanın yarısını pompaladığında, geriye kalan 80 ml'lik kan hacmini ifade etmektedir.

Rowland ve ark. (2000), egzersizin ilk aşamalarında kalp debisindeki artışta kalp atım hacminin, egzersiz yükü maksimuma ulaştığında ise kalp hızındaki artışın etkili olduğunu belirtmişlerdir (Rowland, Potts, Sandor, Goff and Ferrone 2000). Mahon ve Vaccapo (1989) 10-14 yaş arasındaki aktif erkek çocuklar üzerinde yürüttükleri araştırmalarında, 8 haftalık dayanıklılık antrenmanları ile MaxVO_2 'de %7.5 oranında artış sağlandığını bildirmişlerdir. Rowland ve Boyajian (1995) ise 11-13 yaş arasındaki hem kız hem de erkek çocuklar ile birlikte yürüttükleri çalışmalarında, 12 hafta boyunca haftada 3 gün ve günde 30 dakika süren çalışmalar sonucunda ortalama 166 kalp hızı şiddetindeki MaxVO_2 'de %6.5 lik bir artış saptamışlardır (Boyajian and Rowland 1995). Antrenmana yönelik reaksiyon açısından kız ve erkek çocuklarda antrenman sonucu MaxVO_2 gelişimi birbirine yakın olarak açıklanmıştır. Benzer şekilde Notting ve ark. (2002), kalp atım hacminin maksimal egzersizin % 40–60' ları seviyesinde maksimal düzeye ulaştığını, bunu izleyen kalp debisi artışının daha çok kalp hızı artışlarından kaynaklandığını açıklamışlardır (Nottin et al 2002).

Maksimum oksijen tüketimi (MaxVO_2), kısaca, dereceli egzersiz sırasında vücudun aldığı, taşıdığı ve kullandığı en yüksek oksijen miktarıdır. Maksimal VO_2 , egzersiz fizyolojisi açısından araştırmalarda üzerinde durulması gereken en önemli başlıklardandır. Oldukça karmaşık, bilimsel tartışmalı bir konu olsa da, solunum ve dolaşım sisteminin işlevselliğini yansıttığından çalışmamız kapsamında da değerlendirilmiştir.

2.5.2. Dereceli Egzersiz Testleri

Dereceli egzersiz testlerinde amaç, vücudun egzersiz sırasında iş yükündeki artışa verdiği fizyolojik tepkileri öğrenmektir. Egzersiz sırasında kalp hızı, kan basıncı, solunum gibi birbiri ile ilişkili birçok parametrede değişiklik meydana gelmektedir. Bu değişikliklerin ölçülmesi; egzersiz düzeyi ile kardiyovasküler sistemin işlevselliği ve kondüsyon hakkında fikir vermektedir.

2.5.2.1. MaxVO₂'li Treadmill Testi

MaxVO₂ saptanabilmesi amacıyla kullanılan bu testte, katılımcının genel dayanıklılığı ölçülmektedir (Saygı 2010a). Treadmill (koşu bandı) başlangıç hızı 11.3 km/h'tir ve her dakika eğimi % 2 yükseltilmektedir (Saygı 2010b). Kullanıcı yükselen hıza adapte *olamayana* kadar arttırılmaya devam edilir. MaxVO₂ şu formülle elde edilir. $MaxVO_2 = 42 + (Zaman \times 2)$ (Saygı 2010c).

Treadmil MaxVO₂ testinin koşu yüzeyi en az 157x55 cm, ulaşacağı hız en az 25 Km/h ve eğim aralığı en az 0-% 25 arasında olmalıdır (Saygı 2010d).

2.5.2.2. Astrand Treadmill Testi

Katılımcının genel dayanıklılığı ve MaxVO₂ saptayan bir protokoldür. Treadmill başlangıç hızı 8.05 km/h olarak ifade edilmektedir. 3 dakika sonra eğim % 2.5'a yükselirken, sonrasında her 2 dakikada eğim % 2.5 arttırılır. Bu durum katılımcı artan hıza ayak *uyduramayana* kadar devam etmektedir (Saygı 2010e).

Kullanıcının genel dayanıklılığını (MaxVO₂) izlerken gerekli olan kaynaklar, 5 mil (8.05 km / h) hız ve eğim derecesi ayarlanabilir treadmill, kronometre ve uygulamayı takip eden bir uzmandır. Test aşağıdaki gibi yapılmaktadır:

Başlangıçta 8.05 km/h hız (5 mil) ve %0 eğim derecesiyle kurulan treadmillde kullanıcının testi başlattıktan 3 dakika sonra derecesi % 2,5 'e ayarlanır ve daha sonra her 2 dakikada derece % 2,5 arttırılır. Yardımcı olan uzmanın, testin başında kronometreyi başlatması ve katılımcı *devam edemez* hale gelince zamanı durdurması gerekmektedir (Beashel and Taylor 1996).

Sonuçların analizi, önceki testlerin sonuçları ile karşılaştırarak yapılmaktadır. Eğer uygun bir eğitim programı düzenlenirse, her bir testle gelişim de beklenir.

Katılımcının toplam çalışma süresinden MaxVO₂ tahmini aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$MaxVO_2 = (Zaman \times 1.444) + 14.99$ "Zaman" test içindeki toplam sürede dakika ve dakikanın fraksiyonları toplamı olarak ifade edilmektedir (Beashel and Taylor 1996).

Güvenilirliğe dair, testin yürütülmesi ve bireyin test performansına yönelik motivasyonu önem kazanmaktadır.

2.5.2.3. Cunningham ve Faulkner Testi

Katılımcıların anaerobik kapasitelerindeki gelişimin düzenli olarak değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Koşu bandı, başlangıç hızı 12.9 km/h, eğim %20 olarak bilinmektedir. Katılımcı, koşmaya devam edemeyecek hale gelene kadar süre tutulmaktadır. Daha önceki testlerde kayıt altına alınmış analiz sonuçları karşılaştırılarak gelişmenin boyutu gözlenmektedir (Saygı 2010).

Katılımcı koşu bandı üzerinde bir ısınma süresi harcamaktadır. Birkaç kısa uygulama ile hıza alışana kadar katılımcının koşu bandı üzerinde performans sergilemesi beklenmektedir. Koşu hızı 8.0 km / h (12,9 km / h) eğimi % 20 olarak belirlenmiştir. Katılımcının koşuya başladığında destek gerekmeden koşumayı sürdürmesi mümkün olduğunda, uzmanın kronometreyi başlatması gerekmektedir. Test katılımcı koşuya *devam edemez* hale gelinceye, yani yoruluncaya kadar devam etmektedir. Uzman, 0,5 saniyeye yakın süreyi kaydetmektedir (McArdle, Katch and Katch 2000a).

Daha önceki test kayıtlarının karşılaştırmalı analizi ile sonuca varılmaktadır. Uygun eğitim programı düzenlenirse, kayıtlar arası gelişim olması beklenilmektedir. Bu test sürat ve dayanıklılığın ölçüldüğü sporcular için uygundur. Ayrıca dayanıklılık içeren sporların oyuncularını (örneğin futbol, basketbol) için de kullanılmaktadır, dolayısıyla testin kontrendike olabileceği bireylerde dikkatli olunmalıdır (McArdle, Katch and Katch 2000b).

2.5.2.4. Balke Treadmill Testi

Balke treadmill test, özellikle kalp hastalarında MaxVO₂'yi saptamak hedefiyle klinik bir yöntem olarak oluşturulmuştur. Test için gerekli ekipmanlar hız ve eğim derecesi ayarlanabilir treadmill ve kronometredir (Balke and Ware 1959).

Katılımcı koşu bandı üzerinde *yorgunluktan devam edemeyecek* hale gelene kadar yürümektedir. Test sırasında koşu bandının eğimi (%) aşağıdaki gibi arttırılmaktadır:

Aktif ve sedanter erkekte, koşu hızı 3.3 mph (5.3km/h) olarak ayarlanmaktadır. Başlangıç eğimi % 0'dır. 1 dakika sonra eğim % 2 şeklindedir. 2 dakika sonra her dakika % 1 derece arttırılmaktadır (Balke and Ware 1959a).

Aktif ve sedanter kadında, koşu hızı 3,0 mil (4,5 km / h) olarak belirlenmektedir. Başlangıç derecesi aktif ve sedanter erkekte olduğu gibi % 0'dır. Eğim 3 dakika sonra, her 3 dakikada % 2.5 arttırılmaktadır. Uzman, testin başında kronometresini başlatmakta ve katılımcı koşuya *devam edemez* hale gelinceye kadar sürdürülmektedir – bu süre ideal olarak 9 ila 15 dakika kabul edilmektedir (Balke and Ware 1959b).

Sonuçlar önceki test sonuçları ile karşılaştırılmaktadır. Uygun bir eğitim programı düzenlendiğinde, her iki test arasında sonuçların gelişmesi beklenmektedir.

Kadın ve erkek için farklı formülasyon söz konusudur (Pollock et al 1976). Katılımcının toplam çalışma süresinden MaxVO₂ tahmini hesaplanırken, aktif ve sedanter erkekler için MaxVO₂ = 1.444 x Zaman + 14.99 formülü kullanılmaktadır. “Zaman” dakika ve dakikanın kesirleriyle ifade edilen testin toplam süresidir. Örneğin, 5 dakika 34 saniye: 5.57 dakika olarak belirtilmektedir Aktif ve sedanter kadınlar için formül, MaxVO₂ = 1.38 x Zaman + 5.22'dir “Zaman” dakika ve dakikanın kesirleriyle ifade edilen testin toplam süresidir. Örneğin, 9 dakika 22 saniye: 9.37 dakika olarak belirtilmektedir.

2.5.2.5. Bruce Treadmill Testi

Robert A. Bruce tarafından geliştirilen ve kalp fonksiyonlarının incelenmesi sırasında yararlanılan test “Bruce Protokolü” olarak tanımlanmaktadır. Treadmill testi için kullanılan en bilinen ve tercih edilen Bruce Protokolü'dür (Bruce, Kusumi and Hosmer 1973). Bu kavram birden fazla basamaklı bir protokolü ifade etmektedir; her bir basamak, üzerindeki yükü arttırılmadan önce “steady state” konumuna erişilmesine olanak sağlayan üçer dakikalık periyotlardan oluşur. Bruce Protokolü'nün olumsuz olarak değerlendirilebilecek yönü, her bir basamakta büyük yük artışı oluşturulması ve MaxVO₂ hesaplanma güvenilirliğini azaltmasıdır. Bazı hastalara yük artışı fazla gelebilir, kas ağrılarından dolayı testi erken bitirebilirler

(Fletcher, Froelicher, Hartley, Haskell and Pollock 1990). Bu nedenle, daha düşük yüklü egzersiz programı hazırlanacak ise, diğer bir kavram olan “Modifiye Bruce Protokolü”nden yararlanılabilir. Modifiye Bruce Protokolü’ne, bilinen Bruce Protokolü’ne ek olarak, hızı 1.7 mil/h, eğimi ise % 0 ve % 10 olacak şekilde iki periyot daha eklenmiştir. Diğer egzersiz protokolleri Bruce Protokolü ile karşılaştırıldığında, yük miktarında daha dereceli artış vardır ve bireylere göre değiştirilebilirler.

2.6. Egzersiz

İskelet yapısında bulunan kasların kasılmasıyla üretilen, bazal seviyenin üstünde enerji tüketmeyi gerekli kılan fiziksel hareketlere *fiziksel aktivite* denilmektedir. Fiziksel aktivitenin alt sınıfı olarak tanımlanan hareketler ise *egzersiz* olarak tanımlanır. Egzersiz bedensel uygunluğun bazı unsurlarını geliştirmeyi amaçlayarak bir plan doğrultusunda oluşturulan, istek duyularak yapılan, sürekliliği olan aktivitelere denilmektedir (Doğan 2010a).

Yapılan egzersizlerde amaç, vücudun dolaşım ve solunum sistemleri arasındaki uyumun gelişimini sağlamaktır. Bununla beraber doğru nefes alma yöntemleri ile oksijenin vücuda dağılımı ve metabolik süreçleri düzenlemek, sayısı arttırılan hareketlerle güç ve dayanıklılığı arttırmak, vücutta oluşan yağı azaltmak, kas ve eklem hareketlerini daha iyi bir seviyeye getirmek de egzersiz amaçları içerisinde yer almaktadır. Sağlıklı bir bedene sahip olabilmek için gerekli olan egzersizler rutin olarak günlük aktivitelere dâhil edilmelidir. Farklı yaşlara göre farklı egzersiz yoktur; ancak yorucu şekilde yapılan egzersizlerin riskleri unutulmamalıdır. Bir haftada üç ayrı günde yapılacak 20 dakika ya da üzeri egzersizin yeterli olduğu düşünülmektedir. Eğer egzersiz beş gün yapılacaksa günlük 15 dk ile 25 dk arası yapılması yarar sağlamaktadır (Doğan 2010b).

Egzersizin bölümlerinden olan ısınma, vücudun dinlenmeden aktif hale geçişine; diğer bölümü olan soğuma ise, aktif halin yerini sağlıklı şekilde dinlenmeye bırakmasına yardımcı olmaktadır. Isınma bölümü yaşlılarda gençlere oranla daha uzun bir süreç olmalıdır. Esneme, tempolu yürüyüş gibi hafif aerobik egzersizler ısınma aşaması için uygundur. Soğuma bölümünde nabız değerinin dinlenme

değerine yaklaşması gerekir; yani 10-15 atım/dakikanın üstünde bir değer olmalıdır. Bunun için ısınma aşamasında olduğu gibi, düşük tempolu aktiviteler yapılmaktadır. Temposu yoğun olan bir egzersiz sonrasında soğuma hareketleri yapmak yerine aniden durulursa, kan basıncının ani azalmasıyla beraber baş dönmesi ya da bayılma gerçekleşebilir. Ortaya çıkabilecek bu tehlikeler yaşlılarda risk oluşturmaktadır (Doğan 2010).

2.6.1 Egzersizin Kardiyovasküler Sisteme Fizyolojik Etkileri

Egzersizin yapılma sıklığı, şiddeti ve süresi bireyde egzersiz etkisinin oluşmasında son derece etkilidir. Etkisi düşük olan uyarılar, düşük etki oluştururken büyük uyarılarla etki de büyötmektedir. Haftada 2 gün ve MaxVO₂'in % 40–50' sinden daha az düzeyde gerçekleştirilen aerobik endurans egzersizlerinin, aerobik kapasiteyi koruması ve var olan aerobik kapasiteyi devam ettirmesi açısından yeterli olmadığı bildirilmektedir. Buna karşılık orta seviyede yapılan bedensel aktivitelerin şiddeti kişideki aerobik endurans seviyesini geliştirmektedir. Orta seviyedeki aktiviteler aynı zamanda kardiyovasküler sistemi olumlu etkilemektedir (Özer 2001).

Egzersiz yapıldığında, vücutta aktif halde olan kaslar daha fazla oksijene ihtiyaç duymaktadır. Bununla beraber gıda maddelerinin tüketimi, metabolizma sisteminin hızlanması ve vücut ısısının artış göstermesi de kalbin dolaşım sistemini önemli derecede değiştirmektedir. Bu değişimlerle kardiyovasküler sistemde; kalp atışının hızlanması, kalbin tek seferde pompaladığı kan miktarının değişmesi (kalp atım hacmi), kalbin bir dakika içerisinde pompaladığı kan miktarının değişmesi(kalp debisi), kanın akış hızının değişmesi, kan basıncının değişimi, kanın biyokimyasında değişimler oluşmaktadır (Doğan 2010).

Egzersizde en önemli değişimlerin görüldüğü organ, vücutta kan dolaşımını sağlayan kalptir. Kalbin her kontraksiyonunda vücut için gerekli olan oksijeni içeren temiz kan vücuda, oksijeni azalan kirli kan da akciğere pompalanmaktadır. Oksijensiz kalan kan ve akciğere giden oksijenli kan, kalp gevşediği zaman kalbe geri döner. Dinlenme durumunda olan vücudun gereksinimleri için kalp ortalama olarak bir dakikada 70 defa kasılmalıdır (Şenel 2012a). Oluşan bu kasılmalar damar duvarlarının genişlemesine sebep olur ve böylece nabız hissedilir. Egzersiz esnasında

kalbin normalden daha hızlı atmasının sebebi, kaslara ihtiyacı olan enerji ve oksijeni sağlamaktır. Böylece nabız artar. Egzersizin süresi ve şiddeti ile nabız sayısı doğru orantılıdır. 220-yaş formülü 220 sayısından bireyin yaşı çıkarılarak maksimum nabız sayısı bulunmaktadır. Örneğin 30 yaşında olan bir bireyin nabızı dakikada maksimum 190'dır. 190/dk hızdan sonra egzersiz yapmayı sürdürürse, nabızı bu rakamın üstüne çıkmaz (Şenel 2012b).

Her kasılmada kalbin bedene yolladığı kan miktarı *atım hacmi* olarak adlandırılmaktadır. Egzersiz esnasında kalbin vücuda yolladığı kan miktarı artış göstermektedir. Dinlenme esnasında kalbin atım hacmi yaklaşık olarak 75ml'dir. Bu hacim egzersiz esnasında 120 ml'ye kadar artabilmektedir. Sporcu bireylerde ise dinlenme esnasındaki atım hacmi 100 ml iken, egzersizle beraber 200 ml'ye kadar yükselir. Atım hacmiyle beraber vücuda yollanan kan miktarının değişmesi kalbe geri yollanan kirli kanın miktarı, damarlarda bulunan kan basıncı ve vücudun esneme kuvvetine bağlıdır. Bir dakika içerisinde kalbin vücuda pompaladığı kan miktarı *kalp debisi* olarak tanımlanır ve debiyi belirleyen faktörler kalbin atım hacmi ile hızıdır (Şenel 2012c).

Egzersiz yapıldığında kan basıncında değişimler meydana gelmektedir. Vücuttaki kan, damarlarda yol alırken damar duvarlarına belli bir basınç uygulamaktadır. Sistolik basınç, kalbin kasıldığı esnada damar duvarlarında oluşan basınçtır (Çakır 2009a). Diyastolik basınç ise kalbin gevşediği esnada damar duvarlarında oluşan basınçtır. Kan basıncı kanın damarlara uyguladığı kuvveti ölçen aletin cıva kolunu çıkardığı yüksekliğe bakarak belirlenmektedir. 120 mm/Hg sağlıklı bir bireyin dinlenme esnasındaki sistolik basınç değeridir. 80 mm/Hg ise sağlıklı bireyde dinlenme sırasında sahip olduğu diastolik basınç değeridir. Kanın uyguladığı kuvveti ölçen aletteki cıva kolu kalbin her atımında 12 cm, her gevşemesinde ise 8 cm yukarı çıkmaktadır. Egzersiz esnasında kalp debisinde meydana gelen yükseliş nedeniyle büyük tansiyon da yükseliş eğilimindedir (Çakır 2009b). Bu esnada küçük tansiyon ya değişmemekte ya da normal seviyesinin biraz altına düşmektedir. Eğer büyük tansiyonda yükseliş yerine düşüş görülüyorsa, bu durum kalbin kan pompalama fonksiyonunda bir problem olduğunu göstermektedir. Bireyde damar sertliği, kalp ve damar rahatsızlığı gibi sağlık problemleri var olduğu zaman da diyastolik basınç

belirli düzeyin üzerine çıkmamaktadır. Bu sebeple bu basıncın yükseliş göstermemesi halinde egzersizin sonlandırılması gerekmektedir (Şenel 2012).

2.6.2. Egzersiz ve Kaslar

Vücudumuzda bulunan kaslar, görevleri ve şekillerine göre sınıflandırılmaktadır. Sinir sisteminin istemli kontrolünde olan ve vücudun hareket etmesini sağlayan kasların görüntüsü çizgilidir. Düz kaslar iç organlarda bulunur ve istemsiz olarak hareket ederler. İç organlardaki kaslar gibi kalp kası da istemsiz olarak hareket eder. İstemsiz olarak hareket eden bu kaslar bilincimizin kontrolünde bulunmamaktadır (Çakır 2009).

Kaslar kasılma hızları göz önüne alınarak tip I ve tip II olarak gruplandırılmaktadır. Tip I grubunda bulunan kaslar yavaş kasılmakta ve geç yorulmaktadırlar. Bu kaslara örnek olarak omurgayı destekleyen kaslar verilebilir. Tip II grubunda bulunan kaslar ise hızlı kasılmaktadır. Bu gruptaki kaslar var olan enerjiyi hızlıca kullanır ve bu sebeple ani hareketleri yapabilirler; ancak çabuk yorulan kas olduklarından hareketlerini uzun süre devam ettiremezler. Bu kaslara örnek olarak da göz kapağında bulunan kaslar verilebilir (Ünal 2007a). Uzunlamasına yerleşerek birçok kas lifinin bir araya gelmesi kasları oluşturmaktadır. Kastaki kasılmalar bu liflerde bulunan aktin ve miyozin şeritleri sayesinde gerçekleşmektedir. Bu şeritler düzenli spor ve egzersiz yapıldığında artış göstermektedir ve buna bağlı olarak da lifler genişlemektedir. Liflerin genişlemesiyle beraber de kas kitlesi artmaktadır; yani hipertrofi gerçekleşmektedir (Ünal 2007b). Kas kitlesi büyüme gösterirken vücuttaki kılcal damar miktarı artış göstermekte ve hücreler moleküler seviyede değişiklikler meydana gelmektedir. Egzersiz esnasında vücuttaki protein ve mitokondri miktarının artma sebebi, hareketle kas hücrelerinin enerji ve oksijen ihtiyacının artmasıdır. Miyogloblin kas hücrelerinde bulunur ve görevi oksijen taşımaktır. Vücuda alınan oksijenlerin düzenli olarak dağılmasını sağlayan ise difosfogliserat (DPG)'tır. Egzersiz esnasında da miyogloblin ve difosfogliserat miktarı artmaktadır. Kaslar ağır işleri çok fazla yorulmadan yerine getirebilir. Bunun sebebi egzersiz sayesinde enerji ve oksijeni verimli bir şekilde kullanabilmelerinden kaynaklanmaktadır (Şenel 2012).

2.6.3. Egzersiz ve Solunum

Akciğerin havadaki oksijeni alıp kana, kandaki karbondioksiti de havaya vermesine *solunum* adı verilmektedir. Bu olayın gerçekleşmesi bazı kimyasal ve sinirsel sinyallerin gerçekleşmesine bağlıdır. Nefes alıp verilmesi diyaframın yaptığı hareketler ve göğüs kafesinde bulunan interkostal kasların kasılmasıyla gerçekleşir. Akciğerlerde oksijen ve karbondioksit gaz değişimi, akciğerin en küçük birimi alveollerde gerçekleşmektedir. Yaklaşık olarak 70 m² yüzey alanına sahip olan alveollere giren hava ince bir zardan geçtikten sonra kana karışmaktadır. Oksijenin kana karışmasından sonra eritrosit adı verilen kırmızı renkli hücrelerdeki hemoglobinin denilen proteinler sayesinde vücutta taşınmaktadır. Bu proteinlerin yapısındaki demir atomlarına oksijen bağlanmaktadır. Daha sonra demir atomlarından ayrılan oksijen hücrelerde kullanılmaya başlanmaktadır (Satta 2000).

Normal solunum sırasında yaklaşık olarak 500 ml havanın akciğerde giriş ve çıkış yapmasına *soluk hacmi ya da tidal hacim* ismi verilmektedir. Birey dinlenme halindeyken dakikada yaklaşık 15 kez nefes alıp vermektedir. Buna bağlı olarak dakikada akciğere girip çıkan hava miktarı 7,5 litredir. Nefesin derin olarak alındığı zaman, akciğere alınan hava miktarı 3600 ml seviyesine kadar çıkabilmekte ve derin bir nefes vermeyle de 1200 ml'den fazla miktarda hava dışarıya atılabilmektedir. Bunun sonucunda derin bir nefes alıp verildiğinde akciğere alınan hava 4800 ml'ye ulaşabilmektedir ve en yüksek kapasite olan bu seviyeye *vital kapasite* adı verilmektedir. Solunum olayında akciğere alınan havanın yaklaşık olarak 1200 ml'si içeride kalmaktadır ve bu duruma *rezidüel kapasite* denmektedir. Bu kapasite de göz önüne alındığında akciğerin alabileceği hava miktarı 6 litreyi bulmaktadır (Şenel 2012).

Bireyin egzersiz yaptığı esnada öncelikle nefes alış verişindeki miktar artar. Dinlenme esnasında dakikada 10-15 kez nefes alıp veren birey egzersizle beraber 60 kez alıp verebilmektedir. Bununla beraber tidal volüm 500 ml'den 3 litreye çıkar. Solunumu gerçekleştiren kasların gelişimi, kılcal damar ve mitokondri miktarının artışı düzenli egzersiz sayesinde sağlanmaktadır. Sporcuların egzersiz anında dakikada soludukları havanın hacmi dinlenmedekinin 20 katına kadar çıkabilmektedir. Bu artış solunumu sağlayan kasların daha yoğun çalışmasıyla

gerçekleşmektedir. Bunun yanı sıra sporcu bireylerde aynı işi yapmak için gerek duyulan solunum miktarı azalma göstermektedir (Şenel 2012).

2.6.4. Egzersiz ve Enerji

Aerobik yolda, besin maddelerinden elde edilen asetil koenzim A mitokondrilerde okside edilir ve ATP üretilir (Guyton 1989). Oksijen kullanılarak karbonhidrat, yağ, su ve karbondioksitlerin parçalanması sonucunda enerjinin ortaya çıkması aerobik yol ile gerçekleşir ve bu yol submaksimal düzeyde süresi uzun egzersizlerde kullanılmaktadır. Böylece aerobik yol sayesinde egzersiz anında gereksinim duyulan ATP'nin büyük bir kısmı sağlanmaktadır (Fox and Mathews 1988a). Glikoz, oksijen ile birleşerek CO₂ ve H₂O moleküllerine ayrışmaktadır. Bu ayrışma neticesinde üretilen 38 mol ATP'nin yaklaşık olarak 2 molünün üretimi anaerobik yollarla sağlanmaktadır (Fox and Mathews 1988b). Aerobik enerji yolunda ilk basamaklar (10 kimyasal reaksiyon dizisi) anaerobik glikoz ile aynıdır ve bir mol glikojen iki mol pirüvik asite çevrilir. Bu basamak (anaerobik glikoliz) sarkoplazmada gerçekleşir ve burada 2 mol ATP üretilir (Günay, Sevim, Savaş ve Erol 1994). Anaerobik yol ile bu sistem arasındaki temel fark ise laktik asitin oksijenli ortamda birikmemesidir.

2.7. Egzersizin Faydaları

Egzersizin faydaları; vücut bütünlüğündeki değişiklikler, kas kuvveti, vücut dengesi ve kondisyonu, kronik hastalıklar, kas-iskelet sistemi hastalıkları ve yaşam süresine yöneliktir.

2.7.1. Vücut Bütünlüğündeki Değişiklikler

Yaşın ilerlemesiyle beraber kas kitlesi ve gücünde azalma, rölatif bağlamda yağ miktarında çoğalma, konnektif doku elastikiyetinde kayıp ve kemiklerdeki mineral yoğunluğunda azalma meydana gelmektedir (Colberg 2000; Anderson and Christmas 2000).

Fiziksel ve kognitif fonksiyonel bozulmalar ve yaşam kalitesindeki düşüşler vücutta meydana gelen kompozisyonel değişimlerin sonucunda olmaktadır. Kas atrofisinin

yaşa bağılı olarak artmasının yanında kişiye ve kaslara göre farklılıklar da oluşabilmektedir (Thompson 1994a). Alt ekstremitelerde kas atrofisinin daha yoğun olduğu görülmektedir.

Fiber miktarının azalma göstermesi yaşı ilerlemesiyle ilişkili bir durumdur (Thompson 1994b). Yaşlı bireylerdeki lif sayısı ve çapında artmanın nedeni ise kuvvetlendirme egzersizlerinin yapılmasıdır (Fiatarone et al 1990).

Bireylerde ortaya çıkan obezite sorununun sedanter yaşam ile bağlantılı olduğu saptanmaktadır (Christmas and Anderson 2000a). Bu yaşam ile beraber bireyin kalori gereksinimi düşüş göstereceğinden, alınan kaloriye bir değişim olmazsa vücuttaki yağ miktarı artış göstermektedir (Evans 1999).

Ulusal Sağlık ve Beslenme Araştırma Çalışması'nın 60 ile 69 yaş arasındaki bireylerle yaptığı III Analiz (NHANES-III)'de Amerikalı erkeklerin %42,2 oranlık kısmının, kadınların ise %42,5 oranlık kısmının aşırı kilolara sahip olduğu saptanmıştır (Kuczmarski, Flegal, Campbell and Johnson 1994). Daha ileri yaşlarda bu oranlar azalış gösterse de oranlar yine de yüksek bulunmaktadır. İleri yaşlarda bireylerin vücut yağ kitle ve dağılımlarını düzenlemek için egzersizin gerekli olduğu düşünülmektedir (Kaya ve Özçelik 2005). Vücuttaki yağla beraber kas kitlesi ve kuvvetinde meydana gelen azalmanın sebebi, kilo kaybının sadece kalori azaltarak sağlanmaya çalışılmasıdır (Christmas and Anderson 2000b). Kilo azalışı ve yağın vücutta dağılımını olumlu bir şekilde sağlayabilmek için diyetin yanı sıra egzersiz de yapılmalıdır.

Maksimal oksijen harcanması kardiyopulmoner fonksiyonun göstergelerinden biridir ve bu harcama yaş ile düşüş göstermektedir (Thompson 1994c). Dayanıklılık eğitimi ile MaxVO₂, kapilarizasyon, mitokondrial solunum enzim düzeyleri, lif büyüklüğü ve TipII B'den TipII A'ya dönüşte artış saptanmıştır (Thompson 1994d).

2.7.2. Kas Kuvveti, Vücut Dengesi ve Kondisyon

Egzersiz yapan bireyin, farklı kas gruplarının ortak çalıştığı ve koordine olduğu bilinmektedir. Birey her türlü hareketi enerji sağlayarak gerçekleştirebilir. Bu enerji kan sayesinde taşınan oksijen ile besinlerden elde edilir (Guyton 2001).

50 ile 70 yaş arasında kas kuvvetinin %30 ile %50 oranında azalmasıyla farklı kas grupları farklı sonuçlar göstermektedir (Thompson 1994). Aktif bir hayat yaşamayan bireylerin kas kuvvetindeki kayıpları, aktif olanlara oranla daha yüksektir. Dirençli egzersizler yaşın çok ilerlediği dönemlerde bile kas gücü ve hızında yükseliş, günlük aktivitelerde kolaylık, denge, merdiven çıkabilme becerisinde gelişme sağlayabilmektedir (Fiatarone et al 1990).

Egzersiz şiddeti ve süresinin kademeli olarak arttırıldığı durumlarda, vücudun artan enerji ihtiyacı aerobik metabolizma tarafından kısa zamanda yeterli bir şekilde karşılanamayabilir. Bu durumda kişinin egzersize devam etmesi, daha hızlı enerji oluşumuna katkı sağlayacaktır. Yaş ilerlemesiyle birlikte düşmeler sık yaralanmalara sebebiyet verir ve kişilerin hayatını kaybetmesine yol açan en önemli nedenler arasında yer alır. Tek başına uygulanacak postür koruyucu egzersizlerin yanında, bu egzersizlerle beraber alt ekstremitte kuvvetlendirme egzersizleri, yürümeye katkı sağlayacak egzersizlerin de yapılması dengeyi geliştirmede yararlıdır (Evans et al 1990).

2.7.3. Kronik Hastalıklar

Son 50 yılda, özellikle kronik hastalıklarda, hastalığın seyri ve hastalıkların önlenmesinde egzersiz oldukça önem kazanmaktadır. Konuyla ilgili olarak, özellikle Tip II diyabet, tansiyon, kalp damar hastalıkları, osteoartrit, hiperlipidemi (kan yağlarının artması) ve osteoporoz gibi sorunlarda sadece ilaçların değil aynı zamanda egzersiz programlarının da faydalı olacağı kabul edilmektedir. Hastalığın kontrol altına alınmasının yanı sıra bu hastalıklar ile beraber çeşitli kanser türleri ve depresyonun da önlenmesi faydayı arttırmaktadır¹.

Christmas and Anderson (2000) kronik problemlerde fiziksel olarak hareket halinde olmanın önemini vurgulayarak, tedavinin bir parçası olması gerektiğini ifade etmiştir (Christmas and Anderson 2000a). Maksimal kardiyak outputu ve dokulardaki oksijen dağılımını artırarak lipid profilini düzenleyen egzersizlerin aerobik egzersizler olduğu söylenmektedir (Christmas and Anderson 2000b; Fletcher et al 1996; Kaplan

¹ <http://www.haberturk.com/saglik/haber/605369-kronik-hastalıklarda-egzersiz-cok-onemli>, Erişim tarihi: 27 Şubat 2011.

2007a). Bireyin egzersiz yapması vücuttaki kan basıncının düzene girmesini de sağlamaktadır (Kaplan 2007b).

Egzersiz yapılması karbonhidrat metabolizmasını ve insülin sensitivitesini olumlu yönde etkilemektedir. Böylece egzersiz diyabet durumuna karşı yarar sağlamaktadır. Bununla beraber egzersiz diyabetin ilerlemesindeki tehlikeyi azaltır. Bunun sebebi egzersizle beraber glikoz toleransının sağlanmasıdır. Yapılan egzersizlere ek olarak kuvvetlendirme egzersizlerinin de yapılması bu yararın artmasına katkı sağlamaktadır (Kaplan 2007c).

2.7.4. Kas-İskelet Sistemi Hastalıkları

Kas-iskelet sistemi, bireyin hareketine imkân tanıyan ve iskelet etrafında bulunmasıyla bu adı alan bir sistemdir. Bireyin hareketlerinin oluşması iskelet kaslarının kasılması ile meydana geldiğinden, iskelet kasları egzersiz fizyolojisi içerisinde büyük önem taşımaktadır (Kaplan 2007d). İlerleyen zaman içerisinde vücut konnektif doku elastikliğinde kayıplar meydana gelmekte ve eklemlerdeki hareket açıklığı miktarı azalmaktadır. ACSM yaptığı çalışmada eklem hareket açıklığında artış sağlayan egzersizlerin statik vücut germe hareketleri olduğunu saptamıştır. İlerleyen yaşlarda bireylerde görülen romatoid artrit, osteoartrit gibi romatizmal rahatsızlıklardaki eklem ağrılarının olumlu yönde etkilenmesi, eklem fonksiyonları ve hareket açıklığının sağlıklı bir biçimde korunması açısından egzersiz yapılmasının büyük etkisi bulunmaktadır. Osteoporoz tehlikesi bulunan kadınlarda, kemik mineral seviyesi ve kas kitlesinin korunabilmesi açısından da egzersizler önemli bir etki sağlamaktadır (Christmas and Anderson 2000).

Yürüyüş, aerobik ve omurga kuvvetlendirme egzersizlerinin bir arada yapılması, omurga ve kalça kemik mineral dansitesini arttırmaktadır (Kaplan 2007e).

2.7.5. Yaşam Süresine Etkisi

Son yıllarda, yapılan çalışmalarda belirtildiği üzere, özellikle kalp sağlığına faydası olan egzersizin, yaşam süresini uzattığı belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre bedensel hareketliliğin az oluşu kardiyovasküler sistem (KVS) rahatsızlıkları ve diğer mortalite sebeplerine olumsuz etkimektedir (Christmas and

Anderson 2000a). Ölüm sebeplerinin azalması ve bedensel hareketliliğin artması arasında önemli bir bağ bulunmaktadır (Barry and Eathorne 1994; Christmas and Andersonb; Kaplan 2007a). Kondüsyonu artan ancak önceden sedanter olan bireylerde mortalite %44 oranında azalış ve KVS kaynaklı ölüm tehlikesi ise %42 oranında azalmaktadır (Kaplan 2007b).

Yapılan egzersizlerin düzenli ve kişiye özel programlanmış olması, nabız ve solunum sayısının olumlu bir şekilde yapılanmasını sağlayacaktır. Böylelikle kalbin oksijen ihtiyacı sağlanacağı gibi, nabız sayısı ve kandaki adrenalin-noradrenalin düzeyi ile damarlar gevşediğinden kan basıncı düşer. Bireyin belli bir süre içinde kullanabildiği maksimum oksijen miktarı doğrudan yaşam süresi ve hastalık olasılığı ile ilişkilendirilmektedir. Örneğin, kolon kanseri gibi bazı kanser türlerinin oluşma riskini azaltan faktörler arasında aktif şekilde bir yaşam sürmenin de yer aldığı saptanmıştır. Amerikalı yetişkinlerin hepsinin aktif bir hayat yaşamaları sağlanırsa %35 oranında koroner arter hastalığı, %32 oranında kolon kanseri, %35 oranında diyabet kaynaklı ölümlerin azalacağı düşünülmektedir (Powell and Blair 1994).

Amerika ve İsveç'i kapsayan 40 yaş üstü toplam 650.000 birey ile yapılan bir meta analizde bulgular; haftalık 75 dk tempolu yürüyüş yapanların, daha az hareket edenlere göre daha yüksek düzeyde yaşam süreleri olduğunu göstermiştir (Moore, Patel, Matthews, Gonzalez and Park 2012).

2.8. AlterG Anti-Gravity Treadmill

AlterG NASA tarafından astronotların yürüme eğitimleri için geliştirilmiş bir teknoloji olmasının yanında, kaldırma kuvveti uygulayarak, vücut ağırlığını azaltmakta ve yerçekimini yok etmektedir (Figuerola et. al. 2011). Diğer düşük etkili kardiyak ekipmanların aksine, doğal yürüyüş ve ritim ile eğitim imkânı sağladığı bilinmektedir. Birçok yaralanma veya ameliyat durumuna rağmen, özellikle hasta ve yaşlı yetişkinler için yürümeye yönelik gereken zamanı azaltmak için tedavi edici bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

% 80'e yakın yer çekimsiz ortam sağlamasından ötürü, hastaların yürüme işlevlerini daha rahat ve sağlıklı bir şekilde gerçekleştirmelerine imkân tanımaktadır. Bunun

yanı sıra, felç sonrasında, hastalarda yürümenin tekrar doğru bir şekilde öğrenilmesi ve düzenli bir şekilde yapılabilmesini sağlamaktadır.

Obez bireylerde kiloyu olduğundan daha az hissettirmesi sebebiyle kilo problemi olan bu bireylerin de faydalanmalarına fırsat tanımaktadır.

AlterG ile yerçekimi olmaksızın yürüme imkânı yaratılmış olması birçok faktör yönünden önem taşımaktadır. Ekipmanın resmi sitesinde, hastaların oldukça hızlı ve rahat bir ortamda tedavi olmaları ve sakatlanan sporcuların aktif spor yaşamlarına bir an önce sağlıklı bir şekilde dönüp kondüsyonlarını geliştirmeleri amaçlarıyla uyumlu olduğu belirtilmektedir.

Anti-Gravite yürüme sistemlerinin aşağıdaki durumlarda kullanılabileceği kabul edilmektedir;

1. Nörolojik problemlere sahip hastalarda yürüme,
2. Kalça, diz, bilek ve ayak olmak üzere alt ekstremitede var olan ameliyat veya sakatlanma sonrası rehabilitasyon,
3. Bireylerde zayıflama ve kilo kontrolleri,
4. Total eklem replasmanı sonrası rehabilitasyon,
5. Yaşlanmaya bağlı problemlerde kuvvetlendirme ve kondüsyon sağlama,
6. Sporculara yönelik kondüsyon kazandırma.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Amacı

Çalışmamızda, gönüllülere yerçekiminin etki kuvvetinin değiştirilmesiyle sağlanan farklı vücut ağırlıklarında (%100, %70 ve %60) Modifiye Bruce Protokolüyle egzersiz testi uygulanarak; egzersize fizyolojik yanıtlarının belirlenmesi amaçlandı.

3.2. Araştırma Evreni ve Özellikleri

Araştırmanın evrenini, Özel Acıbadem Fulya Hastanesi Mayıs 2012- Nisan 2013 tarihleri arasında çalışan kişiler oluşturdu. Araştırmada tüm evren örnekleme dâhil edildi. Parametre tahminlerimizin başarılı olabilmesi adına yapılan istatistiksel güç (power) analizi sonucu da dikkate alınarak hastane çalışanlarından kriterlere uygun araştırmaya gönüllü olarak katılanlarla yürütüldü.

Bu araştırmada veriler, birebir görüşme yöntemi ve uygulama yöntemi ile araştırmaya katılmayı kabul eden Özel Fulya Acıbadem Hastanesi çalışanlarından yazılı ve sözlü izinler alınarak oluşturuldu.

Gönüllüler rastgele seçilmiş, çalışma katılmaya istekli 10 erkek; 10 kadın olmak üzere 20 hastane çalışanı ile gerçekleştirildi.

Araştırmaya alınma ölçütleri şunlardı:

- Araştırmaya katılmaya gönüllü olmak,
- 20-30 yaş arasında sedanter yaşayan birey olmak,
- Kalp/akciğer hastalığı tanı ve tedavisi almamış olmak,
- Herhangi bir kronik hastalığa sahip olmamak,
- Akut bir sağlık problemine sahip olmamak,
- Akut veya kronik ilaç kullanmamak,
- Egzersize engel kas/iskelet/sinir sistemi problemine sahip olmamak,

- Sigara kullanmamak.

3.3. Veri Toplama Araçları

Veriler toplanırken, etik kuruldan yazılı izin ve hastane direktörlüğünden sözlü izin alındı. Katılımcılardan ise bilgilendirilmiş gönüllü onam formu okutulduktan sonra gönüllü onam formuna imza alındı (Bkz Ek 2-Ek 3).

Verilerin toplanması iki bölümden oluşmaktadır; ilk bölüm sosyodemografik bilgilerin sorulduğu '*Değerlendirme Formu*' (Bkz Ek-1) , ikinci bölüm ise egzersize fizyolojik yanıtların belirlendiği '*Uygulama*' bölümünden oluştu.

Her katılımcının; değerlendirme formuyla çalışma öncesi sosyodemografik bilgileri kaydedildi. Sosyodemografik özellikler soru formunda gönüllülerin kişisel ve fiziksel özelliklerine ait verilerin toplanması amaçlandı. Formda katılımcıların kişisel özelliklerine yönelik olarak; gönüllünün adı-soyadı, yaşı, cinsiyeti, boyu, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, vücut yağ oranı olmak üzere toplam 7 soru soruldu.

Uygulama bölümü, Özel Acıbadem Fulya Hastanesi'nde Woodway AlterG Anti-Gravity Treadmill P200 marka koşu bandı ve Oxycon Mobile marka ergospirometre ile aşağıda yer alan Modifiye Bruce Protokolünde gerçekleştirildi.

Modifiye Bruce Protokolü		
Treadmill Protokolü		
Evre	Hız (mph)	% Eğim
1	1.7	10
2	2.5	12
3	3.4	14
4	4.2	15
5	5.0	15
6	5.5	15
7	5.8	15
8	6.2	15
9	6.5	15

Tablo 1. *Modifiye Bruce Protokolü*

Katılımcılar çalışmaya randomize edilerek alındı ve vücut ağırlıklarının %100, %70 ve %60'ında Modifiye Bruce Protokolü uygulanarak test yapıldı. Standart Bruce Protokolü yerine Modifiye Bruce Protokolünün uygulanma sebebi, kullanılan AlterG anti-gravity treadmillin (koşu bandı) maksimum %15'e kadar eğime izin vermesi ve bunun da Standart Bruce Protokolünde 4. evreden itibaren kullanılan eğim

değerlerine uymamasıdır (Ehrman et al 2010). Treadmill testi için kullanılan en bilinen ve tercih edilen test Bruce Protokolü olduğundan dolayı tercih edildi (Bruce, Hosmer and Kusumi 1973). AlterG koşu bandında her aşamada artan hız ve eğim süresi 3 dakika olarak planlandı.

3.4. Uygulama

Çalışmamızda, katılımcılardan cihaza yerleşmeden önce üretici firma tarafından sağlanan neopren şortu giymeleri istendi. Hava basıncı değişiklerini sağlamak ve hava geçirmez bir ortam oluşturmak için şort bir fermuar ile odanın açıklığına (koşu bandının içi) bağlandı. Bu açılış yüksekliği üst ve alt gövdenin tam hareket aralığına izin verecek şekilde katılımcıların bel hizasında olacak şekilde belirlendi. Koşu bandının oda içi üreticinin talimatlarına uygun olarak her katılımcı için kalibre edilmiş ve basınçlandırıldı. Veriler katılımcıların vücut ağırlığının farklı yüzdelerinde üç ayrı günde toplandı.



Şekil 1. Test öncesi gönüllü katılımcı.

Vücut ağırlığının yüzdesini seçme, test gününde randomize olarak belirlendi. Başlangıç ölçümleri vücut ağırlığı ve boy ölçümlerinden oluşturuldu. Metabolik ölçümler, her birey için iki hafta ayrılarak üç ayrı günde toplandı. İki test arasında en az 3, en fazla 7 gün olacak şekilde planlama yapıldı. Katılımcılardan test öncesinde en az 2 saatlik açlık ve test gününden bir gün önce alkol ve kafein içeren madde tüketimini bırakmaları istendi.



Şekil 2. Test uygulaması sırasında gönüllü katılımcı.

Metabolik ölçüm cihazı her katılımcıdan önce üretici firmanın talimatlarına göre kalibre edildi. Katılımcıların kullandığı O_2 miktarı ve ürettiği CO_2 miktarını ölçmek ve toplamak için ağzını kaplayacak şekilde maske yerleştirildi. Katılımcı AlterG koşu bandına yerleştikten sonra egzersiz öncesi kalp hızı ve kan basıncı kaydedildi. Egzersiz protokollerinde; başlangıç ve egzersiz sonu kan basıncı, kalp hızı değerleri otomatik olarak WelchAllyn marka tam otomatik tansiyon ölçer (WelchAllyn Spot Vital Signs LXI) ile ölçüldü.



Şekil 3. Neopren şort (solda) ve ergospirometre ekipmanları (sağda).

Test sonunda algılanan egzersiz şiddeti Modifiye BORG skalası ile değerlendirildi (Kraemer, Fleck, Deschene 2012) (Bkz Ek 4). Oksijen tüketimi bir platoya ulaştığında ya da O_2 yoğunluğunda 100 ml'den daha fazla artış olmadığında, solunum değişim oranı (RER) 1.15'e ulaştığında, katılımcılarda **iradeli yorgunluk** olduğunda test sonlandırıldı.

3.5. Verilerin İstatistiksel Analizi

Çalışmadan elde edilen bulgular İstatistik paket programı SPSS 16.0 ile değerlendirildi. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Frekans, Yüzde, Ortalama, Standart sapma) yanı sıra normal dağılımın incelenmesi için Kolmogorov - Smirnov dağılım testi kullanıldı. Gözlem sayısı 30'un altında olduğundan ve bazı parametreler normal dağılım göstermediğinden, parametrik olmayan istatistiksel yöntemler ile analiz yapıldı.

Niceliksel verilerin karşılaştırılmasında ikiden fazla grup durumunda, normal dağılım göstermeyen parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi ve farklılığa neden olan grubun tespitinde Bonferroni düzeltmesi ile Mann Whitney U test kullanıldı. Parametrelerin grup içi karşılaştırmaları ise Wilcoxon işaret testi ile yapıldı.

Sonuçlar % 95 güven aralığında, $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde ve $p < 0,01$ $p < 0,001$ ileri anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

3.6. İstatistiksel Güç (Power) Analizi

F tests - ANOVA: Repeated measures, between factors

Analysis: A priori: Compute required sample size

<i>Input:</i>	Effect size f	= 0.98
	α err prob	= 0.05
	Power ($1 - \beta$ err prob)	= 0.80
	Number of groups	= 2
	Repetitions	= 3
	Corr among rep measures	= 0.5
<i>Output:</i>	Noncentrality parameter λ	= 11.5248000
	Critical F	= 5.9873776
	Numerator df	= 1.0000000
	Denominator df	= 6.0000000
	Total sample size	= 8
	Actual power	= 0.8062664

Çalışmanın gücü, GPower 3.1 programında hesaplandı. %5 anlamlılık düzeyinde effect size = 0,98 etki büyüklüğünde, çalışmanın gücü ($1 - \beta$) 0,8062664 (%80,6) olarak bulundu. Bu çerçevede toplam alınması gereken kişi sayısı en az 8 olarak önerildi, çalışmamızda ise verilerin sağlıklı olması açısından 10 kadın – 10 erkek katılımcı tercih edildi.

4. BULGULAR

	Erkek (n=10)		Kadın (n=10)		p
	Ort	Ss	Ort	Ss	
Yaş (yıl)	23,800	1,989	23,100	2,644	0,233
Boy (m)	1,757	0,061	1,621	0,074	0,001**
Vücut Ağırlığı (kg)	70,930	7,010	57,010	8,358	0,002**
VYO	14,880	6,142	25,190	6,536	0,008**
VKİ (kg/m²)	23,010	2,530	21,610	1,793	0,173

*p<0,05

**p<0,01

***p<0,001

Tablo 2. Cinsiyete Göre Dağılım

Erkek olgularda boy ve vücut ağırlığı ortalamaları, kadın olgulara göre anlamlı olarak yüksekti ($p<0,001$). Kadın olgularda VYO ortalaması, erkek olgulara göre anlamlı olarak yüksekti ($p<0,001$). Yaş ve VKİ indeksi açısından kadın ve erkek olgular arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$).

	Yaş		Boy		Vücut Ağırlığı	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
Ortalama	23,80	23,10	1,76	1,62	70,93	57,01
Ortanca	25,00	22,50	1,75	1,63	70,20	58,10
Standart Sapma	1,99	2,64	0,06	0,07	7,01	8,36
Çeyrekler						
1	22,50	21,50	1,90	1,55	64,55	49,78
3	25,00	22,50	1,69	1,63	76,00	58,10
En büyük	26,00	29,00	1,90	1,73	83,20	68,30
En küçük	20,00	20,00	1,69	1,52	60,50	44,00
Mann-Whitney U testi sonucu	34,50		4,50		9,00	
z	-1,19		-3,44		-3,10	
p	0,233		0,001		0,002	

Tablo 3. Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığına Göre Dağılım

	100%BW		70%BW		60%BW		p
	Ort.	S.s	Ort.	S.s	Ort.	S.s	
MaxVO₂	37,55	2,98	37,95	3,38	38,1	3,81	0,912
Zaman (dk)	16,45	1,02	21,47	1,23	23,0	1,21	0,000***

***p<0,001 BW:Vücut ağırlığı

Tablo 4. MaxVO₂ ve Zaman

MaxVO₂ (Tüketilen oksijen miktarı) açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,912>0,05).

Tüketilen oksijen miktarı zamanı açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi (p=0,000<0,05). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde tüketilen oksijen miktarı zamanı, vücut ağırlığının %70'inde tüketilen oksijen miktarı zamanından anlamlı olarak düşüktü (p=0,000<0,001). Vücut ağırlığının %100'ünde tüketilen oksijen miktarı zamanı, vücut ağırlığının %60'ında tüketilen oksijen miktarı zamanından anlamlı olarak düşüktü (p=0,000<0,001). Vücut ağırlığının %70'inde tüketilen oksijen miktarı zamanı, vücut ağırlığının %60'ında tüketilen oksijen miktarı zamanından anlamlı olarak düşüktü (p=0,000<0,001).

KH (atım/dk)	N	100%BW		70%BW		60%BW		p
		Ort.	S.s	Ort.	S.s	Ort.	S.s	
Başlangıç Ölçümü	20	84,6	8,1	83,5	6,7	82,7	5,5	0,692
Ölçüm 1	20	107,1	5,9	98,6	5,7	95,8	5,0	0,000***
Ölçüm 2	20	124,5	4,1	113,8	4,8	110,0	5,6	0,000***
Ölçüm 3	20	145,8	3,8	127,0	3,7	122,3	6,4	0,000***
Ölçüm 4	20	163,7	5,7	144,1	6,1	139,1	6,6	0,000***
Ölçüm 5	20	176,7	2,8	159,4	6,8	155,5	6,9	0,000***

***p<0,001 BW:Vücut ağırlığı

Tablo 5. Kalp Hızı

KH Başlangıç ölçümü açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,692>0,05).

KH Ölçüm 1 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p=0,000<0,05). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 1 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 1 değerinden anlamlı olarak yüksekti (p=0,000<0,001). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 1 değeri, vücut ağırlığının %60'ında HR Ölçüm 1 değerinden anlamlı olarak yüksekti (p=0,000<0,001). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 1 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 1 değerinden anlamlı olarak yüksekti (p=0,001<0,01).

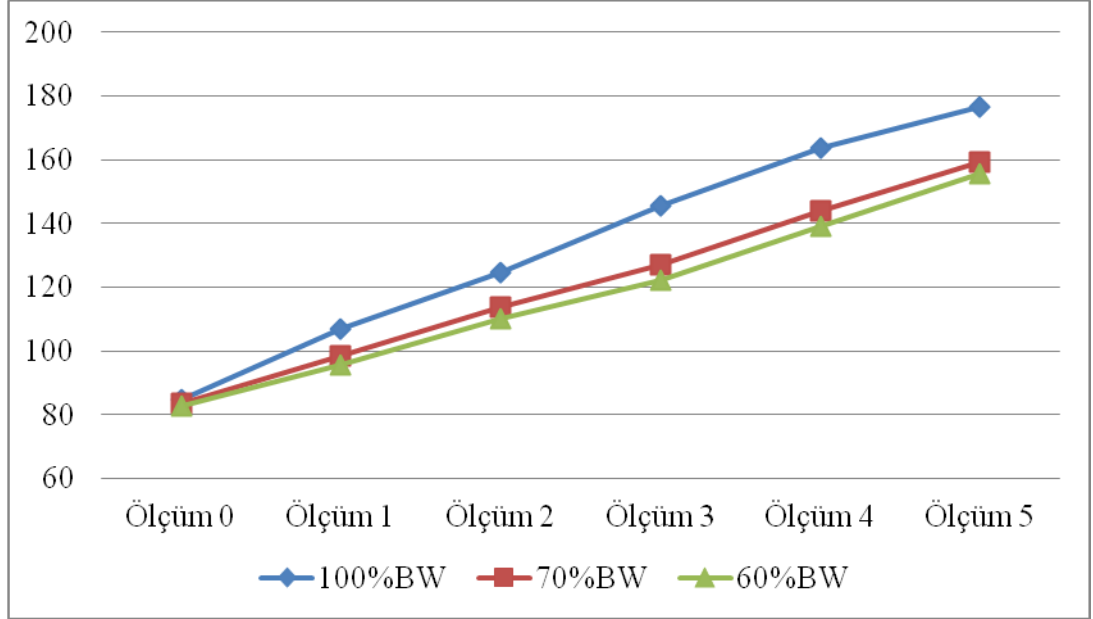
KH Ölçüm 2 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$).

KH Ölçüm 3 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$).

KH Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$).

KH Ölçüm 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 5

değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$).



Şekil 4. Kalp Hızı

RPE	N	100%BW		70%BW		60%BW		p
		Ort.	S.s	Ort.	S.s	Ort.	S.s	
Ölçüm 1	20	6,1	0,2	6,0	0,0	6,0	0,0	0,368
Ölçüm 2	20	8,5	0,5	7,8	0,4	7,7	0,6	0,000***
Ölçüm 3	20	11,2	0,4	9,4	0,5	8,9	0,6	0,000***
Ölçüm 4	20	12,9	0,6	11,0	0,5	10,5	0,7	0,000***
Ölçüm 5	20	14,6	0,5	12,4	0,7	11,6	0,5	0,000***

***p<0,001 BW:Vücut ağırlığı

Tablo 6. Algılanan Egzersiz Şiddeti (RPE)

RPE Ölçüm 1 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,368>0,05$).

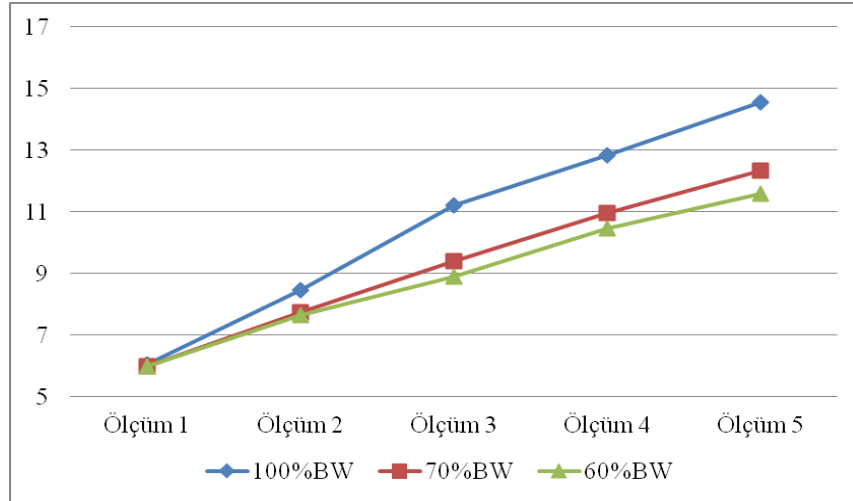
RPE Ölçüm 2 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 2 değeri ile 60'ında RPE Ölçüm 2 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,480>0,05$).

RPE Ölçüm 3 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde;

vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,004<0,01$).

RPE Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,004<0,01$).

RPE Ölçüm 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,001<0,001$).



Şekil 5. Algılanan Egzersiz Şiddeti (RPE)

RER	N	100%BW		70%BW		60%BW		p
		Ort.	S.s	Ort.	S.s	Ort.	S.s	
Başlangıç Ölçümü	20	0,855	0,022	0,865	0,024	0,866	0,025	0,026
Ölçüm 1	20	0,877	0,031	0,877	0,031	0,877	0,025	0,905
Ölçüm 2	20	0,921	0,025	0,911	0,028	0,909	0,018	0,026*
Ölçüm 3	20	0,974	0,024	0,947	0,021	0,942	0,017	0,000***
Ölçüm 4	20	1,046	0,026	1,001	0,028	0,994	0,030	0,000***
Ölçüm 5	20	1,091	0,019	1,044	0,027	1,030	0,026	0,000***

*p<0,05 ***p<0,001 BW:Vücut ağırlığı

Tablo 7. Solunum Değişim Oranı (RER)

RER Başlangıç ölçümü açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark Bonferroni düzeltmesi ile bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,026>0,0167$).

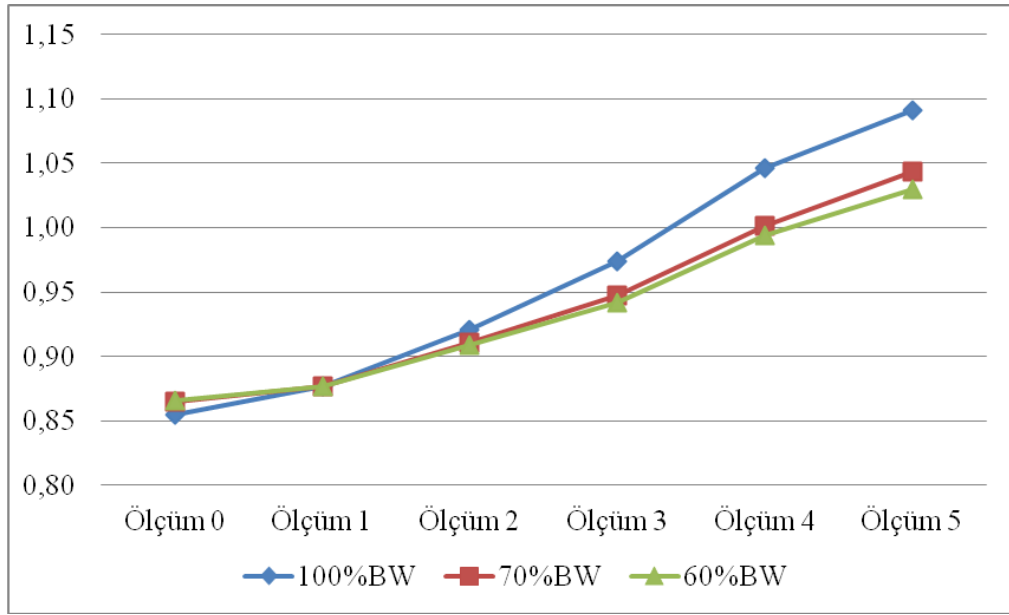
RER Ölçüm 1 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. ($p=0,905>0,05$).

RER Ölçüm 2 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,026<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 2 değeri ile %70'inde RER Ölçüm 2 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,078>0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,016<0,05$). Vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 2 değeri ile 60'ında RER Ölçüm 2 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,613>0,05$).

RER Ölçüm 3 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,026<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,05$). Vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 3 değeri ile 60'ında RER Ölçüm 3 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,072>0,05$).

RER Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,026<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,05$). Vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 4 değeri ile 60'ında RER Ölçüm 4 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,074>0,05$).

RER Ölçüm 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,026<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,05$). Vücut ağırlığının %70'ünde RER Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,000<0,05$).



Şekil 6. Solunum Değişim Oranı (RER)

KH (atım/dk)		N	100%BW		70%BW		60%BW		p
			Ort.	S.s	Ort.	S.s	Ort.	S.s	
Erkek	Başlangıç Ölçümü	10	87,7	7,243	84,2	5,77	84	5,497	0,729
	Ölçüm 1	10	108,3	6,343	96,6	4,858	95,1	4,408	0,000***
	Ölçüm 2	10	123,4	4,061	112,5	5,701	108,2	6,613	0,000***
	Ölçüm 3	10	145,4	3,688	125,4	3,565	118,5	6,737	0,000***
	Ölçüm 4	10	160,1	5,174	139,8	4,315	134,6	6,186	0,000***
	Ölçüm 5	10	176,7	3,093	155,5	6,932	151,1	6,919	0,000***
Kadın	Başlangıç Ölçümü	10	81,5	8,073	82,7	7,718	81,3	5,498	0,479
	Ölçüm 1	10	105,9	5,507	100,5	5,986	96,4	5,739	0,000***
	Ölçüm 2	10	125,6	4,088	115	3,559	111,8	3,938	0,000***
	Ölçüm 3	10	146,1	4,067	128,6	3,169	126,1	2,998	0,000***
	Ölçüm 4	10	167,3	3,592	148,3	4,322	143,6	2,989	0,000***
	Ölçüm 5	10	176,7	2,669	163,3	3,917	159,8	3,393	0,000***

***p<0,001 BW:Vücut ağırlığı

Tablo 8. Cinsiyete Göre Kalp Hızı

Erkek olgularda; KH Başlangıç ölçümü açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,729>0,05$).

KH Ölçüm 1 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 1 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 1 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 1 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 1 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 1 değeri ile vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 1 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,073>0,05$).

KH Ölçüm 2 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,016<0,05$).

KH Ölçüm 3 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$).

KH Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde

KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında HR Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,007<0,01$).

KH Ölçüm 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$).

Kadın olgularda; KH Başlangıç ölçümü açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,729>0,05$).

KH Ölçüm 1 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 1 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 1 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 1 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 1 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 1 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 1 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,008<0,01$).

KH Ölçüm 2 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı. ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,010<0,01$).

KH Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti. ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti. ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti. ($p=0,021<0,05$).

KH Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,0005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,012<0,05$).

KH Ölçüm 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,007<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde KH Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde KH Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında KH Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,006<0,01$).

RPE		N	100%BW		70%BW		60%BW		P
			Ort.	S.s	Ort.	S.s	Ort.	S.s	
Erkek	Ölçüm 1	10	6,0	0,0	6,0	0,0	6,0	0,0	-
	Ölçüm 2	10	8,6	0,5	7,5	0,5	7,7	0,5	0,000***
	Ölçüm 3	10	11,4	0,5	9,7	0,5	8,9	0,6	0,000***
	Ölçüm 4	10	12,7	0,5	10,7	0,5	10,4	0,8	0,000***
	Ölçüm 5	10	14,7	0,5	12,3	0,7	11,6	0,5	0,000***
Kadın	Ölçüm 1	10	6,1	0,3	6,0	0,0	6,0	0,0	0,368
	Ölçüm 2	10	8,3	0,5	8,0	0,0	7,6	0,7	0,010*
	Ölçüm 3	10	11,0	0,0	9,1	0,3	8,9	0,7	0,000***
	Ölçüm 4	10	13,0	0,7	11,2	0,4	10,5	0,5	0,000***
	Ölçüm 5	10	14,4	0,5	12,4	0,7	11,6	0,5	0,000***

*p<0,05 ***p<0,001 BW:Vücut ağırlığı

Tablo 9. Cinsiyete Göre Algılanan Egzersiz Şiddeti (RPE)

Erkek olgularda; RPE Ölçüm 2 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p=0,000<0,05). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının

%70'inde RPE Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,002<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,007<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 2 değeri ile 60'ında RPE Ölçüm 2 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,157>0,05$).

RPE Ölçüm 3 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,004<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti. ($p=0,004<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,01$).

RPE Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,003<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,004<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 4 değeri ile 60'ında RPE Ölçüm 4 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,083>0,05$).

RPE Ölçüm 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,004<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,004<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,008<0,01$).

Kadın olgularda; RPE Ölçüm 1 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,368>0,05$).

RPE Ölçüm 2 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 2 değeri ile %70'inde RPE Ölçüm 2 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,083>0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 2 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 2 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,008<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 2 değeri ile 60'ında RPE Ölçüm 2 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,102>0,05$).

RPE Ölçüm 3 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,002<0,01$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti. ($p=0,004<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 3 değeri ile 60'ında RPE Ölçüm 3 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,317>0,05$).

RPE Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,004<0,001$). Vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,001$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,020<0,05$).

RPE Ölçüm 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RPE Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,007<0,01$). Vücut ağırlığının

%100'ünde RPE Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,004<0,01$). Vücut ağırlığının %70'inde RPE Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RPE Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,023<0,05$).

RER		N	100%BW		70%BW		60%BW		P
			Ort.	S.s	Ort.	S.s	Ort.	S.s	
Erkek	Başlangıç Ölçümü	10	0,853	0,026	0,872	0,027	0,871	0,029	0,022
	Ölçüm 1	10	0,876	0,037	0,893	0,024	0,891	0,022	0,085
	Ölçüm 2	10	0,930	0,026	0,926	0,022	0,916	0,022	0,091
	Ölçüm 3	10	0,986	0,022	0,961	0,017	0,950	0,014	0,000***
	Ölçüm 4	10	1,048	0,019	1,022	0,021	1,016	0,018	0,010**
	Ölçüm 5	10	1,092	0,017	1,057	0,023	1,044	0,023	0,000***
Kadın	Başlangıç Ölçümü	10	0,856	0,020	0,858	0,021	0,860	0,022	0,519
	Ölçüm 1	10	0,877	0,024	0,860	0,029	0,863	0,020	0,020
	Ölçüm 2	10	0,912	0,022	0,895	0,025	0,901	0,010	0,184
	Ölçüm 3	10	0,962	0,020	0,932	0,012	0,933	0,016	0,001**
	Ölçüm 4	10	1,044	0,033	0,980	0,016	0,971	0,021	0,000***
	Ölçüm 5	10	1,089	0,022	1,031	0,026	1,015	0,020	0,000***

p<0,01, *p<0,001, BW:Vücut ağırlığı

Tablo 10. Cinsiyete Göre Solunum Değişim Oranı (RER)

Erkek olgularda; RER Başlangıç ölçümü açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark Bonferroni düzeltmesi ile bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,022>0,0167$).

RER Ölçüm 1 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,085>0,05$).

RER Ölçüm 2 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,091>0,05$).

RER Ölçüm 3 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,011<0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,05$). Vücut ağırlığının %70'ünde RER Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,013<0,05$).

RER Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,010<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,011<0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,010<0,05$). Vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 4 değeri ile 60'ında RER Ölçüm 4 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,438>0,05$).

RER Ölçüm 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti. ($p=0,009<0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,007<0,05$). Vücut ağırlığının %70'ünde

RER Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,010<0,05$).

Kadın olgularda; RER Ölçüm 0 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,519>0,05$).

RER Ölçüm 1 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark Bonferroni düzeltmesi ile bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,020>0,0167$).

RER Ölçüm 2 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,184>0,05$).

RER Ölçüm 3 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,001<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 3 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 3 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,011<0,05$). Vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 3 değeri ile 60'ında RER Ölçüm 3 değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,942>0,05$).

RER Ölçüm 4 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,05$). Vücut ağırlığının %70'ünde RER Ölçüm 4 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 4 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,047<0,05$).

RER Ölçüm 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,000<0,05$). Ölçümler arası fark Wilcoxon ile incelendiğinde; vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %70'inde RER Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,05$). Vücut ağırlığının %100'ünde RER Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 5

değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,005<0,05$). Vücut ağırlığının %70'ünde RER Ölçüm 5 değeri, vücut ağırlığının %60'ında RER Ölçüm 5 değerinden anlamlı olarak yüksekti ($p=0,011<0,05$).

5. TARTIŞMA

Özel bir hastane bünyesinde 10 erkek; 10 kadın olmak üzere 20 katılımcı ile yürütülmüş bu çalışma, herhangi kronik bir rahatsızlığı ve benzer tanısı, sigara alışkanlığı olmayan 20-30 yaş arası gönüllü ile yapılandırılmıştır. Katılımcılar, vücut ağırlıklarının %100, %70 ve %60'ında Modifiye Bruce Protokolü uygulanarak test edilmiştir. AlterG koşu bandında test aşamaları 3 dk'lık artan hız ve eğim olarak uygulanmıştır.

Kadınlar ile yürütülmüş benzer bir çalışmada, Roohi ve meslektaşlarının (2008) yaş ortalamaları 32.0 ± 5.8 yıl ve VYO 28.68 ± 5.33 kg olan bir grup ile çalıştıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra yine sadece kadınlar ile çalışmış olan Egana ve Done (2004) da yaş ortalamaları 28.6 ± 5.3 yıl ve boy ölçümü ortalamaları 1.65 ± 0.05 cm olan 22 katılımcı belirlemişlerdir (Egaña and Donne 2004). Bu çalışmada kadınların yaş ortalaması, 23.1 ± 2.64 yıl iken, boy ölçümü ortalamaları 1.62 ± 0.074 olarak belirlenmiştir, ayrıca vücut yağ oranları ortalaması $25,19 \pm 6.53$ olarak saptanmıştır.

Erkek katılımcılara yönelik oranlar değerlendirildiğinde yaş ortalamaları, 23.8 ± 1.98 yıl iken, boy ölçümü ortalamaları 1.75 ± 0.061 olarak belirlenmiştir, ayrıca vücut yağ oranları ortalamasının $14,88 \pm 6.14$ olduğu görülmüştür. Literatürdeki benzer çalışmalar incelendiğinde; Zorba ve arkadaşlarının (2004) çalışmalarında 12 kişilik deney grubu 72.40 ± 5.19 yıl ve 15 kişilik kontrol grubu 74.26 ± 7.84 yıl olmak üzere toplamda 27 sedanter erkek ile katılım sağlandığı anlaşılmaktadır (Zorba, Babayiğit, Saygın, İrez ve Karacabey 2004). Ayrıca, bioelektrik impedans analizi (BIA) yöntemini kullanarak düzenli egzersiz yapan ve yapmayan katılımcılar karşılaştırıldığında vücut yağ oranının egzersiz yapanlarda $\% 12,95 \pm 2,80$ (n=28) , egzersiz yapmayanlarda $\% 15,40 \pm 2,08$ (n=8) olduğu ortaya çıkmıştır.

Malbut-Shennan ve Young'un (1999) belirttikleri üzere erkeklerin çalışma kapasitelerinin kadınlardan daha yüksek olması ve erkeklerin kas kütlesinin daha fazla olduğunun bilinmesi sebebiyle, sonuç olarak erkeklerde boy ve vücut ağırlığı ortalamalarının anlamlı düzeyde yüksek olması beklenmektedir (Malbut and Young 1999). Toraman ve arkadaşlarının (2002) yapmış oldukları çalışmada, MaxVO₂ ve beden kütle indeksi arasında 55 yaşından sonra anlamlı düzeyde fark gözlemlendiği ve

özellikle kadınlarda MaxVO₂ değerinin daha düşük düzeyde saptandığı ifade edilmiştir (Toraman, Yaman, Şahin, Ayçem ve Muratlı 2002). Bu çalışmada, tüketilen oksijen miktarı açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasındaki anlamlı bir istatistiksel fark saptanmamıştır.

AlterG Anti-Gravity Treadmillin kullanıldığı ve 100%, 90% ve 80% vücut ağırlığı yüzdeleri ile çalışılmış bir başka çalışmada, Figueroa ve ark. (2011) mutlak Max VO₂ değerleri (L/dk) arasında saptadıkları anlamlı düzeyde değişimi vücut ağırlığının her bir yüzdesinin aksine cinsiyetler arasında gözlememişlerdir (Figueroa et al 2011). Bu açıdan, yüzdelere bağlı olarak tüketilen oksijen miktarının anlamlı düzeyde değişmemiş olması literatür ile uyumlu değildir. Bir başka çalışmada da, kadın ve erkek katılımcılar arasında boy uzunluğu, vücut ağırlığı, beden kitle indeksi ve MaxVO₂ ile anlamlı düzeyde bir fark saptanmıştır (Alana, Doğanera ve Kösea 2012).

Vücut ağırlığı ile tüketilen oksijen miktarı zamanı arasında gözlenen negatif ilişki literatür ile uyumludur (Meksis, Bogdanis and Maridaki; Pietrobelli et al 1998). Sınırkavak ve ark (2004) da cinsiyet ile değerlendirerek, erkek katılımcılarda kilogram başına düşen maksimal oksijen tüketimi ile yağ yüzdesi arasında negatif yönlü bir ilişki ifade etmişlerdir. Kadın katılımcılarda da kilogram başına düşen maksimal oksijen tüketimi ile yağ yüzdesi arasında negatif yönlü ilişki belirtmişlerdir (Sınırkavak, Dal ve Çetinkaya). Benzer şekilde oksijen tüketimi ile submaksimal yürüme esnasında kalp hızının doğru orantılı olarak artacağı bilindiğinden sonuçların tutarlı olduğunu söylemek mümkündür (Akgün 1996). Kalp hızı değerlendirildiğinde, ölçüm 0 dışında tüm ölçümlerde vücut ağırlığı yüzdesi düştükçe düşen ortalama bir kalp hızı söz konusudur ve bu düşüş istatistiksel açıdan anlamlıdır.

Foster ve arkadaşlarının (1995), egzersizin kabaca yoğunluğunu saptamak üzere kalp hızı ölçümü yerine egzersiz sonrası Algılanan Egzersiz Şiddeti (RPE) kullanmayı önerdikleri bilinmektedir (Foster et al 1995). Bu açıdan, Algılanan Egzersiz Şiddeti (RPE) değerlendirildiğinde, Figueroa ve arkadaşlarının (2011) çalışmalarının aksine ilk faz hariç diğer tüm uygulamalarda istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde fark görülmüştür (Figueroa et al 2011). Anlamlı düzeyde olmasa da yüzdelere azaldıkça

azalan bir Algılanan Egzersiz Şiddeti (RPE) oranı dikkat çekmiştir. Bu da mantık çerçevesinde sorunsuzdur. Figueroa ve arkadaşlarının (2011) çalışmasından farklı sonuç elde edilme gerekçesi, yüzdelerin farklılığına bağlanabilir (Figueroa et al 2011).

AlterG tarafından sağlanan destek koşu bandı üzerinde belirli bir hızı korumak için bacaklar tarafından gerekli efora yönelik sonuçlar bulunmaktadır. Klarner ve arkadaşlarının (2010), çalışmaları sırasında vücut ağırlığının % 40'a kadar desteklendiğinde kalça ve diz, adım hızı veya frekans EMG aktivitesinin anlamlı düzeyde değişmediğini göstermektedirler (Klarner, Chan, Wakeling and Lam 2010). Yine Aaslund ve Moe-Nilssen (2008) tarafından yapılan çalışmada da eforun vücut ağırlığı arttıkça yükseldiği belirtilmiştir. Bu açıdan tutarlı sonuçlar alındığını ifade etmek mümkündür (Aaslund ve Moe 2008).

Figueroa ve arkadaşlarının (2011) cinsiyet ayrımı gözetildiğinde, RER değerleri için 5. fazda erkekler için %100 ve %80 arasında anlamlı bir fark saptadıkları görülmektedir (Figueroa et al 2011). Bu çalışmada da %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında sadece 0-1 fazlarında herhangi bir istatistiksel etki görülmemiştir. Cinsiyetler arasında anlamlı farklılıklar oluşması sebebiyle, veriler ayrılarak değerlendirildiğinde ayrı ayrı analiz imkânı doğmuştur.

Kadınlarda kalp atışı hem mutlak hem nispi anlamda erkeklerden daha düşük olarak belirtilmiştir (Akgün 1992). Bu çalışmada, erkek katılımcılarda, kalp atışı ölçüm 0 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında farkın, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Diğer tüm ölçümlerde fark anlamlı düzeyde gözlemlenmiştir. Bu durum da literatüre ile uyumludur (Koç ve Yüksel 1997).

AlterG'nin bireyin kilosunun ekstremitelerde hissetmemesi sebebiyle, kilo yüzdeleri ile ilişkili değerlendirilen kalp hızı ve efor gibi faktörlerin literatür ile uyumlu sonuç verdiği söylenebilir.

Bu araştırmada bireyler, vücut ağırlığının %100, %70 ve %60'ın da test edilmiştir. Farklı vücut ağırlığında yapılacak olan testler sonuçların değişmesine neden olabilir.

Bu konunun üzerine odaklanacak, belirli başka bir çalışma ile araştırılması gerekmektedir.

Sonuç olarak; bu araştırmada düzenli egzersiz yapmayan ve herhangi bir sağlık problemi olmayan erkek ve kadınların tüketilen oksijen miktarı açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında anlamlı bir istatistiksel fark saptanmamıştır. Bu durum, bireylerin düzenli egzersiz yapmaması ve sağlıklı olmasından kaynaklanabilir. Bu konunun başka bir çalışma ile düzenli egzersize devam eden ya da herhangi bir hastalığı olan bireylerde araştırılması gerekmektedir.

6. SONUÇ

Tüm bulgular ışığında, erkek olgularda boy ve kilo ortalamalarının, kadın olgulara göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kadın olgularda ise vyo ortalaması, gözle görülür bir biçimde, erkek olgulara göre anlamlı olarak daha yüksektir. Araştırma sürecinde, tüketilen oksijen miktarı zamanı açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna karşılık, kalp atışları, ölçüm 1, 2, 3, 4, 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

RPE Ölçüm 2, 3, 4, 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıdır; RER Ölçüm 2, 3, 4, 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark Bonferroni düzeltmesi ile bakıldığında istatistiksel olarak anlamlıdır. Erkek olgularda, HR Ölçüm 1, 2, 3, 4, 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Aynı zamanda, yine erkek olgularda; RER Ölçüm 3, 4, 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark Bonferroni düzeltmesi ile bakıldığında istatistiksel olarak anlamlıdır. Kadın olgularda ise HR Ölçüm 1, 2, 3, 4, 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Yine kadın olgularda; RER Ölçüm 3, 4, 5 açısından %100, %70 ve %60 ölçümleri arasında fark Bonferroni düzeltmesi ile bakıldığında istatistiksel olarak anlamlıdır.

Sonuç olarak; yer çekimi ön kabulü ve gerçeğiyle, fiziksel ortam düşünülerek hazırlanmış egzersiz reçetelerinin; yer çekiminin olmadığı veya azaldığı ortamlarda bireyin kardiyovasküler sağlığını korumada yetersiz kalabildiği görülmektedir. Dolayısıyla araştırma sonucumuz, yerçekimsiz koşu bandında egzersize kardiyovasküler (hemodinamik) yanıtların belirlenmesi itibarıyla kardiyak etki oluşturabilecek egzersiz reçetelerinin hazırlanmasına katkı sağlayabileceği düşünülmüştür. DAP teknolojisi kullanılarak yapılacak başka çalışmalar da, yeni egzersiz protokollerinin oluşturulmasına yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

1. Aaron EA, Seow KC, Johnson BD, Dempsey JA. (1992). Oxygen cost of hyperpnea: Implications for performance. *J. Appl. Physiol.*, 72: 1818–1825.
2. Aaslund MK, Moe-Nilssen R. (2008). Treadmill walking with body weight support effect on treadmill, harness and body weight support systems. *Gait and Posture*, 28: 303-308.
3. Akgün N. (1992). Egzersiz Fizyolojisi. 4. baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
4. Akgün N. (1996). Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. 6. Baskı, Ege Üniversitesi, Basımevi, İzmir.
5. Alana D, Doğanera F, Kösea F. (2012). Üniversite öğrencilerine ait beden kompozisyonu ve kardiyovasküler risk düzeylerinin belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Spor Bilimleri Yayını*, 17: 19-32.
6. Astorino TA, Robergs RA, Ghiasvand F, Marks D, Burns S. (2000). Incidence of the oxygen plateau at VO₂ max during exercise testing to volitional fatigue. *J. Exerc. Physiol.*, 3: 1–12.
7. Balke B, Ware RW. (1959). An experimental study of physical fitness of air force personnel. *US Armed Forces Med.*, Jun; 10: 675-688.
8. Barry HC, Eathorne SW. (1994). Exercise and aging: Issues for the practitioner. *Med Clin North Am.*, 78(2): 357-376.
9. Bartlett R. (2007). Introduction to Sports Biomechanics Analysing Human Movement Patterns. 2nd ed, Abingdon.
10. Beashel P., Taylor J. (1996). Advanced Studies in Physical Education and Sport, UK.

11. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assesment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am. Heart Journal*, April; 85: 546-562, 1973.
12. Christmas C, Anderson RA. (2000). Exercise and older Patients: Guidelines for the clinician. *J Am Geriatr Soc.*, 48(3): 318-324.
13. Colberg SR. (2000). American diabetes association: Stand position, diabetes and exercise. *Diabetes Care*, 23(1): 50-54.
14. Cooper CB, Storer TW. (2003). Egzersiz Testleri ve Yorumu. Yüce Yayım, İstanbul.
15. Çakır ÖK. (2009). Spor fizyolojisi ve klinik açılımları. *Klinik Gelişim*, 22(3): 1-4.
16. Doğan P. (2010). Aerobik Egzersizin Kadınlarda ve Erkeklerde Anksiyeteye Olan Etkisinin Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
17. Egaña M, Donne B. (2004). Physiological changes following a 12 week gym based stair-climbing, elliptical trainer and treadmill running program in females. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 44(2): 141-146.
18. Ehrman JK, deJong A, Sanderson B, Swain D, Swank A, Womack C. (2010). ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6th ed, Baltimore.
19. Erdoğan AT. (2011). Üst Ekstremitte Salınımının Kısıtlanmasının Sporcu ve Sedanterlerde Yürüme Enerji Tüketimine ve Yürümeden Koşuya Geçişe Etkisinin Araştırılması, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Mersin, (Danışman: Prof. Dr. Hüseyin Beydağı).
20. Evans WJ. (1999), Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc.*, 31(1):12-17.

21. Fiatorene MA, Marks CC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. (1990), High intensity strength training in nonagenarians: Effects on skeletal muscle, *JAMA*, 263(22): 3029-3034, 1990.
22. Figueroa MA, Manning J, Escamilla P. (2011). Physiological responses to the AlterG Anti-Gravity Treadmill. *International Journal of Applied Science and Technology*, 1(6): 92-97.
23. Fletcher G.F., Froelicher V.F., Hartley L.H., Haskell W.L., Pollock M.L. (1990). Exercise standards: A statement for health professional from the American Heart Association. *Circulation*, 82: 2286-2322.
24. Fletcher GF, Balady G, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, Epstein S, Sivarajan Froelicher ES, Froelicher VF, Pina IL, Pollock ML. (1996). Statement on exercise: Benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans (A statement for health professionals by the committee on exercise and cardiac rehabilitation of the council on clinical cardiology, American Heart Association). *Circulation*, 94: 857-862.
25. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P, Dodge C. (1995). A new approach to monitoring exercise training. *J. Strength Cond. Res.*, Feb; 15(1): 109-15.
26. Fox, EL, Mathews, DK. (1988). The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. 4th ed, Saunders College Publishing, Philadelphia.
27. Gallahue LD. (1982). Understanding Motor Development in Children, John Wiley And Sons, 435, New York.
28. Grabowski AM, Rodger K. (2008). Effects of velocity and weight support on ground reaction forces and metabolic power during running. *Journal of Applied Biomechanics*, 24: 288-297.
29. Grabowski AM. (2010). Metabolic and biomechanical effects of velocity and weight support using a lower-body positive pressure device during walking. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 91: 951–957.

30. Guyton AC. (1989). Textbook of Medical Physiology. 3. baskı, İstanbul.
31. Guyton AC., Hall JE. (2001). Tıbbi Fizyoloji. Nobel Kitapevi, Ankara.
32. Günay M, Sevim Y, Savaş S, Erol AE. (1994). Pliometrik çalışmaların sporcularda vücut yapısı ve sıçrama özelliklerine etkisi. *Hacettepe Üniv. Spor Bil. Der*, 6(3): 39-44.
33. Harms CA, Babcock MA, McClaran SR, Pegelow DF, Nickle GA, Nelson WB, Dempsey J.A. (1997). Respiratory muscle work compromises leg blood flow during maximal exercise. *J. Appl. Physiol.*, 82: 1573–1583.
34. Hill, DK, Lupton H. (1923). Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilisation of oxygen. *Quarterly Journal of Medicine*, 16: 135-171.
35. Horowitz L, Sharby N (1988), Development of prone extension postures in healthy infants. *Phys. Ther.*, 68: 32-36.
36. Hreljac A. (1995). Determinants of the gait transition speed during human locomotion: Kinematic factors. *J Biomech*, 28: 669-677.
37. Johnson BD, Harvey RE, Barnes JN. (2012). Exercise: Where the body leads and the heart must follow. *The Journal of Physiology*, 590(17): 4127–4128.
38. Kai-Nan A, Chao EYS, Kaufman KR. (1991). Analysis of Muscle and Joint Loads, In. Basic Orthopaedic Biomechanics, Eds. Van C. Mow, Wilson C. Hayes, Raven Press, New York.
39. Kaplan H. (2007). Üniversite Öğretim Üyelerinin Egzersiz Önerileri Hakkında Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi, Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, (Danışman: Prof. Dr. Mitat Koz).
40. Kaya H, Özçelik O. (2005), Tıp öğrencilerinde bir yılda vücut kompozisyonlarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi. *Fırat Tıp Dergisi*, 10(4): 164-168.

41. Klarner T, Chan HK, Wakeling JM, Lam T. (2010) Patterns of muscle coordination vary with stride frequency during weight assisted treadmill walking. *Gait and Posture*, 31: 360-365.
42. Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR. (2012). Exercise Physiology: Integrated Theory and Application. 1st ed, Baltimore.
43. Koç H, Yüksel O. (2007). Kadınlarda fiziksel ve fizyolojik performansın değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Dergisi*, 11: 1-12.
44. Kovacs EM, Senden JM, Brouns F. (1999). Urine color, osmolality and specific electrical conductance are not accurate measures of hydration status during postexercise rehydration. *J Sports Med Phys Fitness*, 39(1): 47-53.
45. Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL. (1994), Increasing prevalence of overweight among US adults: The national health and nutrition examination surveys, 1960 to 1991. *JAMA*, 272(3): 205-211.
46. Malbut-Shennan K, Young A. (1999). The physiology of physical performance and training in old age. *Coron Artery Dis.*, 10(1): 37-42.
47. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. (2000). Essentials of Exercise Physiology. 2nd ed, Philadelphia: Lippincott Williams.
48. Meksis E, Bogdanis GC, Maridaki M. (2004). Relationship between body mass index, body composition and aerobic fitness in Greek primary school students. *Pre-olympic Pub*, 17: 24-28.
49. Murray MP, Kory RC, Clarkson BH, Sepic SB. (1966). Comparison of free and fast speed walking patterns of normal men. *American Journal of Phys. Med.*, 45(1): 8-23.
50. Nakhostin-Roohi B, Niknam Z. (2008). BMI, fat percentage and VO2max in college female staff. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 48(2): 211-216.

51. Nilsson. J, Thorstensson A. (1989). Ground reaction forces at different speeds of human walking and running. *Acta Physiol Scand.*, 136(2): 217-227.
52. Noonan V, Dean E. (2000). Submaximal exercise testing: Clinical application and interpretation. *Physical Therapy*, 80: 782– 807.
53. Nottin S, Vinet A, Stecken F, Nguyen LD, Ounissi F, Lecoq AM, Obert P. (2002). Central and peripheral cardiovascular adaptations during a maximal cycle exercise in boys and men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(3): 456-463.
54. Olson TP, Tracy JE, Dengel DR. (2008). Validity of a low-flow pneumotach and portable metabolic measurement system. *The Open Sports Medicine Journal*, 2: 23-27.
55. Özaras N, Yalçın S, Yavuzer G, Gök H. (2001). Yürüme Analizi, 1. baskı, Avrupa Tıp Kitapçılık Ltd. Şti., İstanbul.
56. Özer K. (2001). Fiziksel Uygunluk. 1. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
57. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. (1998). Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: A validation study. *J. Pediatr*, 132(2): 204–210.
58. Pollock ML, Bohannon RL, Cooper KH, Ayres JJ, Ward A, White SR, Linnerud AC. (1976). A comparative analysis of four protocols for maximal treadmill stress testing. *American Heart Journal*, Jul; 92(1): 39-46.
59. Powell KE, Blair SN. (1994). The public health burdens of sedantary living habits: Theoretical but realistic estimates. *Medicine Science Sports Exercise*, 26(7): 851 -856.
60. Rowland TW, Boyajian A. (1995). Aerobic response to endurance exercise training in children. *Pediatrics*, Oct; 96(1): 654-658.

61. Rowland T, Potts T, Sandor G, Goff D, Ferrone L. (2000). Cardiac responses to progressive exercise in normal children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32: 253-259.
62. Satta A. (2000). Exercise training in asthma. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40: 277-283.
63. Saygı S. (2010). Orta Yaş Erişkin Bayanlarda Aerobik Antrenmana Eklenen Kuvvet Antrenmanlarının Maksimal Oksijen Tüketimi Gelişimine Etkisi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ufuk Alpkaya).
64. Sınırkavak G, Dal U, Çetinkaya Ö. (2004) Elit sporcularda vücut kompozisyonu ile maksimal oksijen kapasitesi arasındaki ilişki. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 26(4): 171–176.
65. Steven CM, Alpa VP, Charles EM, Amy BG, Yikyung P, Hormuzd A, Martha SL, Elisabete W, Kala V, Kathy JH, Michael T, Susan MG, Patricia H, I-Min L. (2012). Leisure time physical activity of moderate to vigorous intensity and mortality: A large pooled cohort analysis. *PLoS Medicine*, 9(11): 100-135.
66. Şahin G, Toraman NF, Muratlı S. (2002). 50-65 yaşlar arasındaki bireylerin MaxVO₂ ve antropometrik özelliklerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Geriatrics*, 5(2): 54-58.
67. Şenel F., (2012). Egzersiz ve vücudumuz. *Bilim ve Teknik Dergisi*, Şubat; 6: 84-87 [Elektronik kaynak].
- http://vizyon21yy.com/documan/genel_konular/guncel/Saglik/Egzersiz_ve_Vucudumuz.pdf
68. Taylor HL, Buskirk E, Henschel A. (1955). Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol.*, Jul; 8(1): 73–80.

69. Thompson LV. (1994). Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. *Physical Therapy*, 74(1): 71-81.
70. Umberger BR. (2008). Effects of suppressing arm swing on kinematics, kinetics, and energetics of human walking. *Journal of Biomechanics*, 41: 2575–2580.
71. Ünal M. (2007). Kardiyovasküler sistemin egzersize akut adaptasyonu. *Genel Tıp Dergisi*, 17: 17.
72. Vaughan CL, Davis BL, O' Connor JC. (1999). Dynamics of Human Gait. 2nd ed, Kiboho Publishers Cape Town, South Africa.
73. Whittle MW. (2007). Gait Analysis An Introduction. 4th ed, Butterworth-Heinemann.
74. Williams D, Kuipers A, Mukai C, Thirsk R. (2009). Acclimation during space flight: Effects on human physiology. *Canadian Medical Association Journal*, 180(13): 1317-1323.
75. Wyndham CH. (1967). Submaximal tests for estimating maximum oxygen intake. *Canad. Med. Ass*, 96(12): 736–745.
76. Yates BJ. (2003). The vestibular system and cardiovascular responses to altered gravity, American journal of physiology regulatory. *Integrative and Comparative Physiology*, 286(1): 25-30.
77. Yenigelen D. (2006). Dansa Yeni Başlayan ve Uzun Süredir Dansla Uğraşan 18-25 Yaş Arası Bay ve Bayanlarda 3 aylık Latin Amerikan Dansı Cha Cha Eğitiminin Kardiyo-Respiratuvar Parametrelere Etkisi, Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, (Danışman: Prof. Dr. Kubilay Uzuner).
78. Zorba E, Babayiğit Gİ, Saygın Ö, İrez G, Karacabey K. (2004). 65–85 yaş arasındaki yaşlılarda 10 haftalık antrenman programının bazı fiziksel uygunluk parametrelerine etkisinin araştırılması. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 18(2): 229-234.

Ek-1

DEĞERLENDİRME FORMU

Tarih:

Adı-Soyadı:

Yaş:

Cinsiyet: K ☐ E ☐

Boy (cm) :

Vücut Ağırlığı (kg) :

Vücut Kitle İndeksi (kg/m^2) :

Vücut Yağ Oranı :

Ek-2

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı “Yer Çekiminin Farklı Olduğu Koşullarda Egzersiz Testine Fizyolojik Yanıtlar”dır.

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce sizi araştırma hakkında bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Çalışmamızda kullanılacak AlterG anti-gravity treadmill (koşu bandı) Diferansiyel Hava Basıncı mekanizmasıyla çalışan, yer reaksiyon kuvvetleri ve vücut ağırlığını elimine ederek kas-iskelet fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarında klinik etkinlik sağlayan yeni bir rehabilitasyon teknolojisidir. Bu çalışmanın amacı çalışmaya katılan bireylerin farklı vücut ağırlıkları ile Modifiye Bruce Protokolünde test edilirken verdikleri fizyolojik yanıtları karşılaştırmaktır. Çalışmaya katıldığınızda vücut ağırlığınızın %100, %70 ve %60’ın da test edilirken kalp atım hızınızın, algıladığınız egzersiz şiddetinizin, kalori harcamanızın, maksimal oksijen tüketim kapasitesinizin (MaxVO₂) değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada size vücut ağırlığınızın %100, %70 ve %60’ın da test edilirken Modifiye Bruce testi uygulanacaktır. Bu testin her bir evresinde hız ve eğim her 3 dakikada bir artmaktadır. Sizden, teste önce yürüyüşle başlamanız, artan hız ve eğimle birlikte koşmanız istenecektir. Maksimal oksijen kapasitenize ulaşmaya kadar test devam edecektir. Test sırasında ağızınızda bir maske olacağından parmak işaretleriyle anlaşmanız gerekecektir. Kas yorgunluğu sebebi ile teste devam edemeyecek duruma gelme, baş dönmesi, bayılma, göğüs ağrısı, çarpıntı, nefes almada zorlanma, tansiyonda düşme ya da yükselme, kanda oksijen değerinde düşme, solunum yetersizliği gibi durumların yaşanması halinde test sonlandırılacaktır. Test öncesi, sonrası ve test sırasında kalp hızı ve kan basıncınız ölçülecektir. Yukarıda belirtilen durumlarla karşılaşma olasılığınız minimal

düzydedir. Test sonrasında algılanan egzersiz şiddetiniz (Modifiye BORG Skalası) kaydedilecektir.

Bu kayıtlar kimliğiniz belirtilmeden bilimsel nitelikli yayınlarda kullanılabilir. Bu amaçların dışında bu kayıtlar kullanılmayacak ve başkalarına verilmeyecektir.

Bu araştırmada, sizin için tehlike oluşturacak herhangi bir risk veya rahatsızlık söz konusu değildir. Araştırma sonucuna göre bu araştırmanın sonuçları ileride yapılacak başka araştırmalara katkıda bulunabilecek ve toplum yararına kullanılabilir. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma sırasında oluşabilecek bir problem nedeni ile Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nden Prof. Dr. S. Ufuk YURDALAN' a (216) 399 9371 / 1138 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır. Ayrıca, bu araştırma kapsamındaki testler için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme hakkına da sahipsiniz. Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Fzt. Eda ULUTAŞ

Ek-3

GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Çalışmanın Adı: Yer Çekiminin Farklı Olduğu Koşullarda Egzersiz Testine Fizyolojik Yanıtlar

Katılımcı Beyanı

Sayın Fzt. Eda ULUTAŞ tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (denek) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulaması sırasında meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında oluşabilecek bir problem nedeni ile Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi’nden Prof. Dr. S. Ufuk YURDALAN’ ı (216) 399 93 71/1138 numaralı telefondan arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti gönüllü olarak kabul ediyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verildi.

Yukarıda, gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün:

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel:

İmzası:

Gönüllü ile görüşen Fizyoterapist:

Adı-Soyadı:

İmzası:

Tarih:

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin:

Adı-soyadı:

İmzası:

Görevi:

Tarih:

Ek-4

MODİFİYE BORG SKALASI

Kişinin egzersiz sırasında algıladığı şiddeti belirleyen geçerli bir skaladır.

Şiddet

Algılanan Egzersiz Şiddeti

Hiç	6
Oldukça hafif	7
	8
Çok hafif	9
	10
Hafif	11
	12
Biraz ağır	13
	14
Ağır	15
	16
Çok ağır	17
	18
Oldukça ağır	19
Çok çok ağır	20

**ALGILANAN EGZERSİZ ŞİDDETİNE KARŞILIK GELEN KALP
HIZI DEĞERLERİ**

Algılanan egzersiz şiddeti	En düşük kalp hızı	Ortalama kalp hızı	En yüksek kalp hızı
6	69	77	91
7	76	85	101
8	83	93	111
9	89	101	122
10	96	110	132
11	103	118	142
12	110	126	153
13	116	135	163
14	123	143	173
15	130	151	184
16	137	159	194
17	143	168	204
18	150	176	215
19	157	184	225
20	164	193	235

Ek-5

ETİK KURUL ONAYI



T.C.

ACIBADEM ÜNİVERSİTESİ

TIBBİ ARAŞTIRMALARI DEĞERLENDİRME KOMİSYONU

SAYI:B.30.2.ACÜ.0.00.00.050-06/765
KONU: ATADEK 2012/308

09 Nisan 2012

Sayın Fizyoterapist Eda Ulutaş
Acibadem Fulya Hastanesi

ATADEK 2012-308 kodlu, Fizyoterapist Eda ULUTAŞ, Prof.Dr. S. Ufuk YURDALAN, Doç.Dr. S. Tolga AYDOĞ, Dr. Utku ZOR tarafından yürütülecek olan **"Yer Çekiminin Farklı Olduğu Koşullarda Egzersiz Testine Fizyolojik Yanıtlar"** başlıklı düzelti projesi Komisyonumuzun 3 Nisan 2012 tarihli 53. toplantısında incelenmiş; tıp etiği açısından uygun olduğuna karar verilmiştir.

Saygılarımızla,

Prof. Dr. İsmail Hakkı Ulus
Başkan

Doç. Dr. Yeşim Işıl Ülman
Başkan Yardımcısı



T.C.

ACIBADEM ÜNİVERSİTESİ

TIBBİ ARAŞTIRMALARI DEĞERLENDİRME KOMİSYONU

Prof. Dr. İsmail Hakkı Ulus (Başkan)

Doç.Dr. Yeşim Işıl Ülman (Başkan Yardımcısı)

Prof.Dr. Ahmet Şahin

Prof. Dr. Güldal Süyen

Prof.Dr. Aydın Sav

Prof. Dr. Murat Saruç

Prof. Dr. Mert Ülgen

Doç. Dr. Fevzi Toraman

Doç.Dr. Nadi Bakırcı

Prof.Dr. İbrahim Ünsal

Doç. Dr. Yasemin Alanay

Dr. Emre Dorman

Av. Ferda Kaya Öztürk

Gülsuyu Mah. Fevzi Çakmak Cad. Divan Sok. No: 1 34848 Maltepe/İstanbul
Tel: 216 458 08 08 Faks: 216 589 84 85
www.acibadem.edu.tr

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Eda	Soyadı	ULUTAŞ
Doğum Yeri	ADAPAZARI	Doğum Tarihi	31.07.1987
Uyruğu	T.C.	TC Kimlik No	32342375874
E-mail	eda_marmara@windowslive.com	Tel	05325995966

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans	Marmara Üniversitesi	-
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	2010
Lise	Malatya Cumhuriyet Lisesi	2004

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	1.1.1. Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Fizyoterapist	Acıbadem Fulya Hastanesi	2010-.....
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İngilizce	Orta	Orta	Orta

Yabancı Dil Sınav Notu

KPDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
	51.250							

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	78.281	76.108	61.080
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Office programları	iyi
SPSS	orta