

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI VÜCUT KÜTLE İNDEKSİNE SAHİP BİREYLERDE
AEROBİK EGZERSİZ KAPASİTESİ, İSTİRAHAT
METABOLİZMA HIZI, SOLUNUM FONKSİYONLARI VE
VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN ARAŞTIRILMASI

Emine UYGUR

TIP FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Kağan ÜÇOK

Bu tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından 10.TIP.12 proje numarası ile desteklenmiştir.

Tez No: 2010 - 017
2010 – AFYONKARAHİSAR

KABUL VE ONAY

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Tıp Fizyoloji Programı

çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

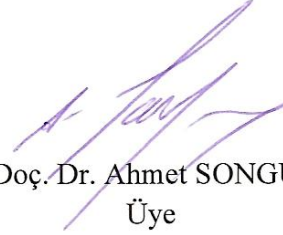
Tez Savunma Tarihi: 25/10/2010



Doç. Dr. Kağan ÜÇOK
Jüri Başkanı



Doç. Dr. Hakan MOLLAOĞLU
Üye



Doç. Dr. Ahmet SONGUR
Üye

Tıp Fizyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Emine UYGUR'un "Farklı Vücut Kitle İndeksine Sahip Bireylerde Aerobik Egzersiz Kapasitesi, İstirahat Metabolizma Hızı, Solunum Fonksiyonları ve Vücut Kompozisyonunun Araştırılması" başlıklı tezi .08/.11./2010 günü saat .10.:.00..'de Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Esmâ KOZAN
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim boyunca mesleki bilgi ve beceri edinmemde büyük emeği olan, ilgi ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, büyük bir sabırla yetişmemi sağlayan ve tez çalışmamda bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım çok değerli Anabilim Dalı Başkanım, Danışman Hocam Doç.Dr. Kağan ÜÇOK'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Her türlü desteğiyle eğitimim boyunca mesleki bilgi ve beceri edinmemde büyük emeği olan, çok değerli Fizyoloji Anabilim Dalı Hocalarım, Doç.Dr. Hakan MOLLAOĞLU ve Doç.Dr. Nuray ÖZTAŞAN'a teşekkür ederim.

Yardımlarından dolayı Fizyoloji Anabilim Dalı doktora öğrencisi Dr. Abdurrahman GENÇ, Dr. Muzaffer AKKAYA, Dr. Ümit ŞENER'e, yüksek lisans öğrencileri Aslı KAPLAN, Zuhale CAN'a ve Anatomi Anabilim Dalı doktora öğrencisi Ramazan UYGUR'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
Kabul ve Onay.....	ii
Önsöz.....	iii
İçindekiler.....	iv
Simgeler ve Kısaltmalar.....	viii
Şekiller.....	x
Tablolar.....	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Obezite	1
1.1.1. Obezitenin Sınıflandırılması.....	2
1.1.2. Obezitenin Tipleri.....	3
1.1.2.1. Android Tip Obezite (Abdominal/Santral).....	3
1.1.2.2. Jinoid Tip Obezite (Gluteal/Periferal).....	4
1.1.3. Obezitenin Etiyolojisi.....	4
1.1.3.1. Yaş	5
1.1.3.2. Beslenme Alışkanlıkları.....	5
1.1.3.3. Cinsiyet.....	6
1.1.3.4. Sosyokültürel ve Sosyoekonomik Etmenler.....	6
1.1.3.5. Fiziksel Aktivite.....	6
1.1.3.6. Genetik Faktörler.....	7
1.1.4. Obezitenin Prevalansı.....	8
1.1.5. Obezitenin Komplikasyonları.....	9
1.1.5.1. Metabolik Sendrom.....	9
1.1.5.2. Obezite ve Kalp-Damar Hastalıkları.....	10
1.1.5.3. Obezite ve Hipertansiyon.....	11
1.1.5.4. Hiperinsülinemi, İnsülin Direnci ve Diabetes Mellitus.....	12
1.1.5.5. Obezitenin Solunum Fonksiyonları Üzerine Etkisi.....	13
1.1.5.6. Obezite ve Psikolojik Sorunlar.....	14
1.1.5.7. Obezitenin Fiziksel Aktivitelere Etkisi.....	15

1.1.5.8. Obezite ve Diğer Hastalıklar.....	15
1.2. Vücut Kompozisyonu.....	15
1.2.1. Vücut Yağı.....	16
1.2.2. Yağsız Vücut Kütlesi.....	17
1.2.3. Toplam Vücut Suyu.....	17
1.3. Vücut Kompozisyonun Ölçüm Yöntemleri.....	18
1.3.1. Su Altı Tartı Yöntemiyle Vücut Dansitesinin Hesaplanması (Hirodensiyometre).....	18
1.3.2. Toplam Vücut Suyunun İzotop Dilüsyon Yöntemiyle Hesaplanması....	19
1.3.3. Toplam Vücut Potasyumunun Ölçülmesi.....	19
1.3.4. Nötron Aktivasyon Analizi.....	19
1.3.5. Ultrasonografi.....	20
1.3.6. Bilgisayarlı Tomografi.....	20
1.3.7. Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	20
1.3.8. Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA).....	21
1.3.9. Dual Foton Absorpsiyometre (DPA) ve Dual Enerji X-Işını Absorpsiyometre (DEXA).....	22
1.3.10. Radyografi Tekniği.....	22
1.3.11. Antropometrik Ölçümler.....	22
1.3.11.1. Çevre Ölçümleri.....	22
1.3.11.2. Deri Kıvrım Kalınlıkları.....	24
1.3.12. Vücut Kütle İndeksi (VKİ).....	24
1.4. İstirahat Metabolizma Hızı (RMR).....	26
1.4.1. RMR'nin Direkt Kalorimetre Yöntemiyle Hesaplanması.....	28
1.4.2. RMR'nin İndirekt Kalorimetre Yöntemiyle Hesaplanması.....	28
1.4.2.1. Kapalı Devre Metodu.....	29
1.4.2.2. Açık Devre Metodu.....	30
1.4.3. Metabolik Hızı Etkileyen Faktörler.....	30
1.5. Akciğer Hacim ve Kapasiteleri.....	32
1.5.1. Yavaş Vital Kapasite Ölçümü.....	33
1.5.2. Zorlu Vital Kapasite Ölçümü.....	35

1.5.3. Maksimal İstemli Ventilasyon (MVV).....	36
1.6. Aerobik Egzersiz.....	36
1.6.1. Aerobik Egzersiz Kapasitesi.....	37
2. GEREÇ VE YÖNTEM.....	40
2.1. Vücut Kompozisyonu Ölçümü.....	40
2.2. İstirahat Metabolizma Hızının Ölçülmesi.....	41
2.3. Aerobik Egzersiz Kapasitesi.....	42
2.4. Solunum Fonksiyon Testleri.....	43
2.5. İstatistiksel Değerlendirme.....	44
3. BULGULAR.....	45
3.1. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı Değerleri.....	45
3.2. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı Değerleri.....	46
3.3. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının VKİ, Vücut Yağ Yüzdesi, Toplam Yağ Miktarı, Yağsız Vücut Ağırlığı, Vücut Su Yüzdesi, Toplam Su Miktarı ve Kuru Vücut Ağırlığı Değerleri.....	47
3.4. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının VKİ, Vücut Yağ Yüzdesi, Toplam Yağ Miktarı, Yağsız Vücut Ağırlığı, Vücut Su Yüzdesi, Toplam Su Miktarı ve Kuru Vücut Ağırlığı Değerleri.....	48
3.5. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının RMR, VO ₂ max (l/dk), VO ₂ max (ml/kg/dk) ve VO ₂ max (ml/lean kg/dk) Değerleri.....	49
3.6. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının RMR, VO ₂ max (l/dk), VO ₂ max (ml/kg/dk) ve VO ₂ max (ml/lean kg/dk) Değerleri.....	50
3.7. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının Solunum Fonksiyon Test Değerleri.....	51
3.8. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının Solunum Fonksiyon Test Değerleri.....	52
3.9. Erkeklerde RMR ve VO ₂ max'ın Korelasyonları.....	53
3.10. Kadınlarda RMR ve VO ₂ max'ın Korelasyonları.....	54
3.11. Erkeklerde Solunum Fonksiyon Testlerinin Korelasyonları.....	55
3.12. Kadınlarda Solunum Fonksiyon Testlerinin Korelasyonları.....	56

4. TARTIŞMA	58
4.1. Obez ve Kontrollerde Vücut Kompozisyonu.....	58
4.2. Obez ve Kontrollerde RMR ve VO ₂ max.....	59
4.3. Obez ve Kontrollerde Solunum Fonksiyon Testleri.....	59
4.4. RMR ile Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkiler.....	60
4.5. VO ₂ max ile Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkiler.....	60
4.6. VO ₂ max ile RMR Arasındaki İlişki.....	61
4.7. Solunum Fonksiyon Testleri ile Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkiler.....	62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
ÖZET	64
SUMMARY	65
KAYNAKLAR	66
EKLER	73

SİMGELER ve KISALTMALAR

- ABD:** Amerika Birleşik Devletleri
ACSM: American Collage of Sport Medicine
BİA: Biyoelektrik impedans analizi
β: Beta
cal: Kalori
cm: Santimetre
CO₂: Karbondioksit
°C: Santigrad derece
DM: Diyabetes mellitus
DPA: Dual foton absorpsiyometre
DEXA: Dual enerji X-ışını absorpsiyometre
FEF₂₅₋₇₅: Maksimal Ekspirasyon Ortası Akım Hızı
FEV₁: Zorlu Ekspirasyon Hacmi 1. saniye
FFM: Fat free mass (yağsız vücut ağırlığı)
FVC: Zorlu vital kapasite
kg: Kilogram
kHz: Kiloherz
l: Litre
mmHg: Milimetre civa
MVV: Maksimal istemli ventilasyon
m²: Metrekare
μA: Miliamper
PEF: Ekspirasyonun zirve noktasındaki akım hızı
RMR: İstirahat metabolizma hızı
O₂: Oksjen
VKİ: Vücut kitle indeksi

VO₂: 1 dakikada kullanılan O₂ miktarı

VO₂max: Maksimal aerobik kapasite, maksimal aerobik güç

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Akciğer Hacim ve Kapasiteleri

Sayfa
34

TABLOLAR

	Sayfa
Tablo 1.1. WHO'ya Göre Yetişkinlerde VKİ Sınıflaması	3
Tablo 1.2. Metabolik Sendrom Tanı Kriterleri	10
Tablo 1.3. Koroner Kalp Hastalığı Nedenli Ölüm Verilerine Dayalı Obezitenin Göreceli Risk Oranları	11
Tablo 1.4. Bel Çevresi Uzunluğuna Göre Yapılan Sınıflandırma	23
Tablo 1.5. VKİ Değerlerine Göre Fazla Kilolu ve Obezite Sınıflandırması	26
Tablo 3.1. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı Değerleri	45
Tablo 3.2. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı Değerleri	46
Tablo 3.3. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının VKİ, Vücut Yağ Yüzdesi, Toplam Yağ Miktarı, Yağsız Vücut Ağırlığı, Vücut Su Yüzdesi, Toplam Su Miktarı ve Kuru Vücut Ağırlığı Değerleri	47
Tablo 3.4. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının VKİ, Vücut Yağ Yüzdesi, Toplam Yağ Miktarı, Yağsız Vücut Ağırlığı, Vücut Su Yüzdesi, Toplam Su Miktarı ve Kuru Vücut Ağırlığı Değerleri	48
Tablo 3.5. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının RMR, VO ₂ max (l/dk), VO ₂ max (ml/kg/dk), VO ₂ max (ml/lean kg/dk) Değerleri	49
Tablo 3.6. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının RMR, VO ₂ max (l/dk), VO ₂ max (ml/kg/dk), VO ₂ max (ml/lean kg/dk) Değerleri	50
Tablo 3.7. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının Solunum Fonksiyon Test Değerleri	51
Tablo 3.8. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının Solunum Fonksiyon Test Değerleri	52
Tablo 3.9. Erkeklerde RMR ve VO ₂ max'ın Korelasyonları	53
Tablo 3.10. Kadınlarda RMR ve VO ₂ max'ın Korelasyonları	54

Tablo 3.11. Erkeklerde Solunum Fonksiyon Testlerinin Korelasyonları	55
Tablo 3.12. Kadınlarda Solunum Fonksiyon Testlerinin Korelasyonları	57

1. GİRİŞ

Günümüzde hareketsiz yaşam tarzı ve kilo alma kalp damar hastalıkları, metabolik sendrom gibi birçok hastalığa zemin hazırladığı için obezite tüm dünyayı ilgilendiren önemli bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Obezitenin sağlık problemleri arasında öne çıkması nedeniyle vücut kompozisyon bilgilerinin hayat standardı ve kalitesi açısından önemli ipuçları içerdiği düşünülmektedir (Kaya ve Özçelik, 2005).

Kişiden kişiye değişen bazal metabolik hız, vücut yağ oranı, solunum işlevleri ve insanın günlük yaşantısında egzersize yer vermesi ya da fiziksel olarak çalışmayı gerektiren bir işinin olmaması birbirini etkileyebilen durumlardır.

1.1. Obezite

Obezite, vücuda besinler ile alınan enerjinin, harcanan enerjiden fazla olmasından kaynaklanan ve vücut yağ kütlelerinin, yağsız vücut kütlelerine oranla artması ile karakterize olan kronik bir hastalıktır (Bulucu Altunkaynak ve Özbek, 2007).

Aşırı kilo ve obezite, ülkelerin artan miktardaki nüfusunun sağlığı için hızla gelişen bir tehlikeyi ifade eder (WHO Consultation, 2000).

Obezite Latince’de “obesiteus” sözcüğünden türemiş olup, “yemekten dolayı” anlamındadır (Çağlayan, 2008). İngilizce’de ise obezite; şişmanlık, fazla yüklenme anlamına gelmektedir (Öncü, 2009).

Obezite, 2500 yıldan daha uzun süredir bilinmektedir. Yaklaşık 2000 yıl önce Hipokrat, obezitenin çeşitli sağlık riskleri taşımasının dışında, karmaşık bir sorun olduğunu belirten yazılar yazmıştır (Ağralı, 2005).

Obezitenin koroner arter hastalığı, hipertansiyon, tip II diyabetes mellitus (DM) ve çeşitli kanserler gibi bir takım kronik hastalıklarla ilgili olduğu kanıtlanmış ve aynı zamanda batı ülkelerinde önlenemez ölüm sebeplerinden ikincisi olduğu ileri sürülmüştür (Tsai ve ark., 2004).

Obezite tanısı için çeşitli ölçümler geliştirilmiştir. Obeziteyi tanımlamanın iyi bir yolu, toplam vücut yağının yüzdesini gerçek olarak ölçmektir. Obezite çoğu kez erkeklerde toplam vücut yağının % 25 veya daha üzeri, kadınlarda % 35 veya daha üzeri olması şeklinde tanımlanır (Sevimli, 2008).

1.1.1. Obezitenin Sınıflandırılması

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), aşırı kilo ve obezitenin sınıflandırmasında vücut kütle indeksinin (VKİ) kullanılmasını temel alır. VKİ'si 25,00-29,99 kg/m² arasında olanlar aşırı kilolu (preobez), 30,00-34,99 kg/m² arasında olanlar obez (I. derece obez), 35,00-39,99 kg/m² arasında olanlar ciddi obez (II. derece obez), 40,00 kg/m² ve üzerinde olanlar morbid obez (III. derece obez), olarak tanımlanır (WHO Consultation, 2000).

Farklı ırklar için obeziteyi belirlemede, farklı VKİ ayırım noktaları kullanılır. Kafkaslar için WHO'nun sınıflamasına göre onaylanan obezite tanımı; VKİ'si 25,00-29,9 kg/m² arasında olanlar fazla kilolu, 30,00-34,9 kg/m² arasında olanlar I. sınıf obez, 35,00-39,9 kg/m² arasında olanlar II. sınıf obez, 40,00 kg/m² ve üzerinde olanlar III. sınıf obez şeklindedir. Asya Pasifik bölgesindeki insanlar için tanım farklılık gösterir; 23,00-24,9 kg/m² olanlar fazla kilolu, 25,00- 29,9 kg/m² arasında olanlar I. sınıf obez, 30,00 kg/m² olanlar II. sınıf obez'dir (Tsai ve ark., 2004).

Tablo 1.1. WHO'ya Göre Yetişkinlerde VKİ Sınıflaması (World Health Organization. The Asia-Pacific perspective, 2000).

Sınıflandırma	VKİ kg/m ²	Hastalık Riski
Düşük kilo	< 18,5	Düşük
Normal	18,5 – 24,9	-
Aşırı kilo	25 >	Orta
Pre-obez	25 – 29,9	Yüksek
I. derece obez	30 – 34,9	Orta derecede
II. derece obez	35 – 39,9	Aşırı yüksek
III. derece obez	40 >	Çok aşırı yüksek

1.1.2. Obezitenin Tipleri

Obezitenin birçok tipi bulunmaktadır. Sınıflandırma genellikle yağ dağılımına göre aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

1.1.2.1. Android Tip Obezite (Abdominal/Santral)

Vücutta abdominal bölgede yağ dokusu artışı ile karakterize obezite tipine abdominal obezite denilmektedir. Abdominal obezitede yağ hücreleri hacimce büyümüştür. Yani hipertrofik bir obezite tipidir. Karın bölgesindeki yağ doku fazlalığı erkeklerde ve androjen düzeyi yüksek kadınlarda (polikistik over sendromunda olduğu gibi) daha sık görülmektedir. Bu görünüm bu yüzden erkek tipi yağ dağılımı olarak da adlandırılır (Gülcan ve Özkan, 2006). Santral obezitenin belirlenmesinde bel çevresi ölçümleri kullanılır. Birçok yayında obezite için VKİ 30 kg/m² ve bel çevresi için erkeklerde 102 cm, kadınlarda 88 cm değerleri sınır kabul edilmektedir. Yağın abdominal bölgede toplanması kardiyometabolik hastalıklar için risk oluşturmaktadır. Yağın iç organlarda toplanması bu organlarda metabolik fonksiyon

bozukluğuna yol açar. Özellikle intrahepatik yağ artışının olması dislipidemi ve insülin direnciyle bağlantılıdır (Klein ve ark., 2007).

1.1.2.2. Jinoid Tip Obezite (Gluteal/Periferal)

Yağ dokusunun kalça ve uylukta toplanmasıyla oluşan obezite tipidir. Kalça ve uyluk üzerinde yağ toplanmasına jinoid tip, kadın tipi, periferik tip, armut tipi veya femoral obezite denilmektedir. Bu obezite tipi hiperplastik yani yağ hücre sayısı artışı ile birlikte olan obezitedir. Jinoid tip obezite ile venöz dolaşım bozuklukları arasında anlamlı bir ilişki olmasına karşın, obeziteden kaynaklanan diğer komplikasyonlar ile obezite arasında herhangi anlamlı bir ilişki olmadığı bildirilmiştir (Yorgancı Koyuer, 2005).

Diğer bir sınıflama ise řu şekilde yapılabilir (Ergüven ve ark., 2008);

Hipersellüler obezite: Çocukluk ağında adipoz hücre sayısının artması ile karakterizedir.

Hiperplastik obezite: Erişkinlerde adipoz hücre hacminin artması ile karakterizedir.

1.1.3. Obezitenin Etyolojisi

Obezitenin etyolojisi kesin olmamakla birlikte, obezitenin oluşumunda genetik, çevresel, biyolojik, sosyokültürel ve davranışsal faktörler gibi birçok faktörün etkili olduğu düşünülmektedir. Bazı olgularda başka bir hastalığa bağlı olarak ortaya çıkmakla birlikte, çoğunlukla tanımlanabilen başka bir hastalık yoktur (Güney ve ark., 2003). Organizmaya kalori alınması, bu kalorinin harcanması ve depo edilmesi belli bir denge içinde olmakta ve bu dengenin bozulması sonucunda obezite meydana gelmektedir. Temel neden, alınan enerji miktarının kişinin harcadığından daha fazla olmasıdır. Besinlerle alınan fazla kalori, vücutta yağ dokusuna dönüşerek depolanmaktadır.

Obezite oluşumunda etkili olan faktörler şunlardır;

1.1.3.1. Yaş

Obezite genelde orta yaşı sorununu gibi olsa da yaşamın farklı dönemlerinde de ortaya çıkabilir. Son birkaç yıl içinde, çeşitli ülkelerde, çocuk popülasyonunu da içine alan farklı yaş gruplarında obezitenin sıklığında dikkat çekici bir artış gözlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde obezite çocukların ve gençlerin % 20-27'sini etkiler (Balaban ve Silva, 2004). Erken yaşlarda alınan kilolar ilerleyen yıllarda artarak obezite gelişme oranını artırmakta ve buna bağlı olarak risk faktörlerinin de artmasına yol açmaktadır (Kaya ve Özçelik, 2005). Özellikle 4-11 yaşlarında başlayan obezitenin, erişkin dönemde de devam etmesi ve beraberinde hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet gibi sorunların da olması sağlık açısından önemlidir (Şimşek ve ark., 2005).

1.1.3.2. Beslenme Alışkanlıkları

Öğünlerde alınan besin miktarı, öğün sayısı ve karbonhidratların aşırı tüketimi, aşırı kalori alımına neden olmaktadır. Son 10-20 yıl içerisinde obezite artışının önemli nedeni endüstriyel gelişme ile birlikte fiziksel güce dayalı yaşam tarzından, inaktiviteye dayalı yaşam tarzına ve fast-food'a dayalı sağlıksız beslenme tarzına geçiştir (Sevimli, 2008). Günümüzde düzenli yemek yeme alışkanlığı kaybolmakta, fast food yiyecekler ve enerji içeriği yüksek olan hazır gıdalara olan ilgi artmaktadır.

Gıda alımı normalde vücuttaki besin depoları ile orantılı olarak düzenlenir. Normal bir insanda bu depolar en uygun düzeyi aştığı zaman, aşırı depolanmayı önlemek üzere beslenme otomatik olarak azalır. Ancak, birçok obez kişide bu durum gerçekleşmez; çünkü bu kişilerde besin alımı, vücut ağırlığı normalin çok üzerine çıkmadığı sürece azaltılamaz. Bu nedenle şişmanlık genellikle beslenmenin düzenlenmesi ile ilgili mekanizmanın bozukluğuna bağlı olarak ortaya çıkar. Bu durum ya düzenlemeyi etkileyen psikolojik faktörlerden ya da düzenleyici sistemin kendisindeki anormalliklerden kaynaklanabilir (Guyton ve Hall, 2006).

1.1.3.3. Cinsiyet

Kadınlardaki yağ oranı erkeklerden fazladır. Bu durum, birçok ülkede gözlenmektedir. Kızlarda puberteden sonra kilo alımı erkeklere göre fazla olup uzun süreli izleme çalışmaları, yetişkin obez kadınların % 30'unun ergenliğin erken evrelerinde de obez olduklarını göstermektedir (Öncü, 2009). Obezite sıklığı ilerleyen yaşlarda da kadınlarda en fazladır; 55-59 yaş grubunda % 34,8 (en yüksek), 40-55 yaş grubunda % 30 oranında görülmektedir (Akbulut ve ark., 2007).

1.1.3.4. Sosyokültürel ve Sosyoekonomik Etmenler

Son 20-30 yılda şişmanlığın görülme sıklığındaki hızlı artış, yaşam tarzı ve çevresel faktörlerin bu konuda önemli rol oynadıklarını göstermektedir (Guyton ve Hall, 2006). Ailelerin beslenme düzeni, toplumların yeme alışkanlıkları, yaşanılan ortam, genetik yapı, iş koşulları, öğrenim düzeyi obezite sıklığını etkilemektedir. Ekonomik koşullar, oyun alanlarının azlığı, bilgisayar karşısında saatlerce vakit geçirme, fiziksel aktiviteyi azaltmakta ve kilo alımına yol açmaktadır. Gelişmiş ülkelerde genellikle alt sosyoekonomik kesimlerde, gelişmekte olan ülkelere ise üst sosyoekonomik kesimlerde obezite daha siktir (Ataş ve ark., 1997). Özellikle kadınlar arasında obezite, düşük sosyoekonomik düzeyde olanlarda daha fazladır (Ağralı, 2005). Örneğin, ABD'de, düşük sosyoekonomik gruptaki kadınlara oranla yüksek sosyoekonomik gruptaki kadınlarda obezite sıklığı daha düşüktür (Ganong, 2002). Bu durum sosyoekonomik düzeyi düşük gruplarda beslenme ve sağlıkla ilgili bilgi eksikliğinin daha yaygın oluşuna ve aktivite azlığına bağlanmaktadır (Ataş ve ark., 1997).

1.1.3.5. Fiziksel Aktivite

Fiziksel inaktivite, obezitenin önemli nedenlerinden biridir. Modern toplumlarda daha az enerji harcanarak işlerin yürütülmesi, televizyon karşısında daha fazla vakit

geçirilmesi, vücudun kullanamadığı enerjiyi yağ olarak depolamasına neden olmaktadır. Yapılan bir çalışmada obezite etyolojisinde fiziksel inaktivitenin % 67,5 oranında sorumlu olduğu saptanmıştır (Atar, 2005).

1.1.3.6. Genetik Faktörler

İnsanda obezite çoğunlukla aşırı yağ birikmesine yol açan çeşitli genlerin etkisinin bir araya gelmesi sonucu meydana gelmektedir (Gülcan ve Özkan, 2006). Bu nedenle ikizler üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Tüm yumurta ikizleri, eğer benzer koşullarda yaşıyorlarsa vücut ağırlıkları aşağı yukarı 1,4 kg kadar fark gösterir. Fakat yaşam koşulları çok farklı ise 2,3 kg bir fark gösterirler (Guyton ve Hall, 2006). Bu kısmen çocukluk çağında kazandıkları yemek alışkanlıklarına bağlıdır. Ancak genellikle ikizler arasındaki bu yakın benzerliğin genetik olarak kontrol edildiğine inanılmaktadır. Mevcut bilgilere göre, obezitenin % 20-25'i genetik faktörlere bağlı olabilmektedir (Guyton ve Hall, 2006).

Obeziteyle ilgili genlerin etkilerini, vücudun enerji kullanımını, iştahı veya vücudun besinleri dağıtma şeklini değiştirerek gösterdiği sanılmaktadır (Gülcan ve Özkan, 2006).

Genler beslenme derecesini çeşitli yollardan yönetirler. Bunlar;

- 1- Beslenme merkezinin enerji deposu düzeyini düşük olarak ayarlamasındaki genetik anormallik,
- 2- Bir rahatlama mekanizması olarak iştahı açan ya da kişiyi yemeye sevkeden anormal kalıtsal psişik faktörler ve
- 3- Enerji tüketimi ve yağ depolanması ile ilgili genetik bozukluklar olarak sayılabilir (Guyton ve Hall, 2006).

1.1.4. Obezitenin Prevalansı

Obezite, evrensel öneminden dolayı büyük bir halk sağlığı problemi olmaya başlamıştır. Obezitenin prevalansı, zengin ve gelişmiş ülkelerden daha fakir ve gelişmekte olan ülkelere kadar dünyanın her yerinde artmaktadır (Tsai ve ark., 2004).

Obezitenin global prevalansı % 8,2 olarak hesaplanmaktadır ve bu da tüm dünyada % 5,8 olan zayıflık (VKİ < 17) prevalansından daha yüksektir. WHO, 1995 yılından 2000 yılına kadar dünyada obezite prevalansının % 50 artarak 300 milyona ulaştığını bildirmiştir (Karamahmutoğlu, 2007). Gelişmiş ülkelerde, aşırı vücut ağırlığı ve obezite, hastalık ve ölümlerin temel nedenidir. ABD’de her yıl obeziteden kaynaklanan ölüm sayısı 300 000 civarında olup, sigaraya bağlı ölümlerden sonra ikinci sırayı almaktadır. Ayrıca nüfusun yaklaşık olarak yarısının VKİ’si 25’in üzerindedir (Kır ve ark., 2004). Halk sağlığı girişimlerine ve toplumların diyet uygulama konusundaki titizliğine rağmen, obezite prevalansı pek çok Avrupa ülkesinde de hızlı bir artış göstermektedir. Avrupa ülkelerinde obezite prevalansı, erkeklerde % 10-20, kadınlarda % 10-25 arasında değişmektedir (Kır ve ark., 2004). Portekiz’de bir sağlık eğitimi enstitüsünde öğrenim gören yaş ortalaması 19,3±3,3 olan öğrenciler üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada obezite prevalansı % 6 olarak saptanmıştır (Marques Vidal ve ark, 2001). Obezitenin önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya başladığı Japonya’da populasyonun % 24,5’inde kilo fazlalığı, % 2,3’ünde obezite vardır (Yoshiike ve ark, 2002). İsviçre’de yapılan epidemiyolojik bir çalışmaya göre, obezitenin sıklığı 25-34 yaş arasındaki genç erkek ve kadınlarda ortalama % 6-7 olarak bulunmuştur (Schutz ve Woringer, 2002).

Ülkemizde obezite prevalansı gelişmiş ülkelerin rakamlarıyla yarışmakta olup önemli bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye’de ilk olarak 1990’da yapılan “Türk Erişkinlerinde Kalp Hastalığı ve Risk Faktörleri Sıklığı Taraması” isimli bir çalışmada 1990-2000 yılları arasında ülkemizde obezite prevalansının kadınlarda % 36, erkeklerde % 75 oranında arttığı; 2000 ise yılında obezite prevalansının erişkin kadınlarda % 43, erkeklerde ise % 21,1 olduğu bildirilmiştir (Ersoy ve Çakır, 2007). Türkiye’de diyabet, obezite ve hipertansiyon epidemiyolojisinin yapmış olduğu bir araştırmada; VKİ referans alındığında obezite sıklığı % 22,3 olarak (kadınlarda % 30, erkeklerde % 13) bulunmuştur (Kut, 2009).

Bel çevresi (kadında 88 cm, erkekte 102 cm) baz alındığında ise obezite sıklığı % 34,9'a çıkmaktadır. (Kır ve ark., 2004).

1.1.5. Obezitenin Komplikasyonları

Obezite tek başına çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir veya beraberinde var olan bir sağlık sorununu ağırlaştırabilir. Özellikle hipertansiyon, koroner kalp hastalığı tip II DM gelişimi veya bazı malignitelerin insidansında artıştan sorumlu tutulmaktadır. Ayrıca fazla kilo veya obezite osteoartrit, uyku apnesi, solunum problemleri, safra kesesi hastalıkları, hipertansiyon, diyabet, koroner kalp hastalığı, serebrovasküler olaylar gibi sağlık sorunları ile ilişkili morbiditeyi artıran bir durum olarak kabul edilmektedir (Ağralı, 2005).

1.1.5.1. Metabolik Sendrom

Obezite ve metabolik sendrom prevalansı birbirine paralel olarak artış gösterir. Üçüncü Ulusal Sağlık ve Beslenme Araştırması verilerine göre normal vücut ağırlığı olanlarda Metabolik Sendrom sıklığı % 5 iken, vücut ağırlığı fazla olan popülasyonda sıklık değeri % 22, obez grupta ise % 60'a ulaşmıştır (Ergüven ve ark., 2008).

Metabolik Sendrom, genellikle insülin ve glikoz metabolizması bozuklukları, hipertansiyon, aşırı kilo, abdominal obezite ve dislipidemi (yükselmiş trigliserit ve azalmış HDL kolesterol seviyesi) içeren bir dizi kardiyovasküler risk faktörleri olarak tanımlanır (Ekelund ve ark., 2005). Glukoz ve insülin metabolizma bozukluğu, obezite ve özellikle de abdominal obezite, dislipidemi ve hipertansiyon gibi birkaç kardiyovasküler risk faktörünün birleşimi 1988'den beri bilinen Sendrom X kavramını oluşturmuştur. Reaven'a göre insülin direnci ve kompensatuvar hiperinsülinemi metabolik sendromu oluşturan kriterlerin altında yatan en önemli mekanizmadır ve Sendrom X kardiyovasküler hastalıklar için ciddi bir risk faktörüdür. Zaman içinde bu sendroma "metabolik sendrom", "öldürücü dördlü",

“plurimetabolik sendrom”, “insülin rezistans sendromu”, “dismetabolik sendrom” gibi isimler verilmiştir (Koplay ve ark., 2008).

Metabolik sendrom artmış kardiyovasküler hastalık ve diyabet riskiyle birlikte ve önemli bir morbidite ve mortalite sebebidir. Tanıda, Amerikan Ulusal Kolesterol Eğitim Programı Üçüncü Erişkin Tedavi Paneli kılavuzunda belirtilen kriterler veya WHO tarafından tanımlanan kriterler kullanılmaktadır (Eskiçorapçı ve Özarı, 2009).

Tablo 1.2. Metabolik sendrom tanı kriterleri (Eskiçorapçı ve Özarı, 2009).

Amerikan Ulusal Kolesterol Eğitim Programı Üçüncü Erişkin Tedavi Paneli	WHO
Aşağıdakilerin üçü veya daha fazlası	İnsulin direnci ve aşağıdakilerin iki veya daha fazlası
Bel çevresi erkeklerde >102 cm	Santral Obezite: Bel/kalça oranı >0,9 ve/veya VKİ >30 kg/m ²
Trigliseridler >150 mg/dl	Trigliserid >150 mg/dl ve/veya HDL-C <35 mg/dl
HDL-C <40 mg/dl	
Kan basıncı>130/85 mmHg	>140/90 mm Hg
Açlık glikozu>110 mg/dl	Mikroalbuminüri

1.1.5.2. Obezite ve Kalp-Damar Hastalıkları

Obezite, kalbin yapısında ve fonksiyonunda çeşitli değişikliklere yol açabilir. Obezite kalp üzerinde yapmış olduğu yapısal değişiklikler nedeni ile tek başına kardiyovasküler riski artırır. Çeşitli kardiyovasküler risk faktörleri hipertansiyon ve dislipidemiye içeren obezite ile ilişkilidir. Obezite ve hipertansiyonun birlikte bulunması kalbin yapısı ve fonksiyonu üzerine olan etkinin çok daha şiddetli olmasına yol açar (Samur ve Yıldız, 2008). Obez bireylerde kardiyovasküler hastalığın hipertansiyon, kardiyomyopatiler, kalp yetersizliği, aritmiler ve ani ölüm,

aterosklerotik koroner hastalık ile venöz tromboembolik hastalık gibi çeşitli klinik görünüşleri vardır (Kut, 2009). Obezite ile sol ventrikülün işi ve kalp ağırlığı artarken kan volümü ve kalp debisi de artar. Ventriküllerin hipertrofisi, özellikle sol ventriküldeki hipertrofi, obezitenin derecesi ile orantılı olarak artmaktadır (Yaprak, 2004). Obezitenin derecesi koroner kalp hastalığı oranı ile ilişkilidir ve ılımlı aşırı kilo bile artan koroner kalp hastalığı riskini gösterir. Kardiyovasküler risk faktörleri üzerine obezitenin etkilerini inceleyen birçok çalışma risklerde artışın yüksek VKİ ile ilişkili olduğunu gösterir. Japonya’da VKİ’si 30 kg/m² ve üzerinde olanlarda koroner kalp hastalığından kaynaklanan ölümlerde bir artış vardır (Inoue ve Zimmel, 2000). Kilo kaybı özellikle erkek hastalarda koroner kalp hastalığı riskini azaltmaktadır (Gülcan ve Özkan, 2006).

Tablo 1.3. Koroner kalp hastalığı nedenli ölüm verilerine dayalı obezitenin göreceli risk oranları (Kırım, 2005).

Hastalık	20-44 yaş	45-74 yaş	20-74 yaş
Hipertansiyon	5,6	1,9	2,9
Hiperkolesterolemi	2,1	1,1	1,6
Diabetes mellitus	3,6	2,1	2,9

1.1.5.3. Obezite ve Hipertansiyon

Hipertansiyon sistolik/diyastolik kan basıncının 140/90’ı aşması olarak tanımlanır (Kopelman ve Stock, 2000). Hipertansiyon ve obezite arasında birtakım genetik, çevresel ve hemodinamik faktörlere dayanabilen güçlü bir bağ vardır (De Simone ve ark., 2005). Obezite ile hipertansiyon riski beş kat artmaktadır. Hipertansiyon olgularının % 85’i, VKİ’nin 25 kg/m²’nin üzerinde olması ile ilişkilidir (Ergüven ve ark., 2008). VKİ’si 30 kg/m² ve üzerinde olan erkeklerde hipertansiyon prevalansı % 38,2 kadınlarda ise % 32,2 iken, VKİ’si 25 kg/m²’nin altında olan erkeklerde % 18,5, kadınlarda ise % 16,5’tir. Kilodaki her 10 kg artış ile sistolik kan basıncında 3

mmHg, diyastolik kan basıncında ise 2-3 mmHg artış meydana gelmektedir (Koplay ve ark., 2008). Obezitede arteriyel hipertansiyonun, yükselmiş dolaşım volümüne bağlı olduğu düşünülür. Aslında zayıf hipertansif hastalarla obez hipertansif hastalar karşılaştırıldığında, obez hipertansif hastalar daha düşük periferik direnç ile daha az yüksek kardiyak outputa yatkındır. Çünkü kardiyak output, çoğunlukla yağdan bağımsız vücut kütlesinin metabolik gereksinimlerinin bir sonucu olarak, vücut büyüklüğüyle yakından bağıntılıdır. Obez bireylerde görülen artmış kardiyak output temelde artan vücut ağırlığına eşlik eden yağsız vücut kütlesinin metabolik aktivitelerindeki artışa bağlıdır ve bu ilişki sol ventrikül kitlesinin gelişimini etkilemektedir (De Simone ve ark., 2005).

1.1.5.4. Hiperinsülinemi, İnsülin Direnci ve Diabetes Mellitus

Obezitenin en sık bulgularından biri artmış insülin sekresyonudur. Obezitenin derecesi ve insülin düzeyi (özellikle bazal insülin düzeyi) arasında doğru orantılı bir korelasyon söz konusudur (Ağralı, 2005).

Obez hastalarda insülin direnci; normal serum insülin düzeylerinde periferik glukoz kullanımının ve hepatik glukoz yapımının bozulması ile birlikte çok düşük dansiteli lipoprotein çıkışının baskılanamaması olarak tanımlanmaktadır (Öncü, 2009). Bu hastalarda vücut ağırlığı artışı insülin direncine, insülin direnci hiperinsülinemiye, hiperinsülinemi de insülin reseptör sayısında down regülasyon ile azalmaya sebep olmaktadır. Bu durumda kan glukoz değeri yükselmektedir. Yüksek kan glukoz değeri pankreas β hücrelerini uyarmaktadır. β hücrelerine ihtiyacın artması β hücrelerinin fonksiyonunun bozulmasına, bu bozulma da açlık hiperglisemisine neden olmaktadır (Ergüven ve ark., 2008). Açlık ve toklukta kan şekeri yükselmesi β hücrelerini devamlı uyarır ve ortaya çıkan hiperinsülinemi, insülin reseptör sayısını azaltarak insülin direncini artırır. Postreseptör olaylar da insülin etkilerini bozarak insülin direncini daha da artırır (Kut, 2009).

Obezite ile DM arasındaki ilişkide anahtar mekanizma insülin direncidir. Metabolik sendrom, tip II DM'nin öncülü olarak kabul edilmektedir. Tip II DM hastalarının %

90'ı, 23 kg/m² ve üzeri bir VKİ'ye sahiptir. Tanı konduğu sırada tip II DM'li hastaların % 80 kadarında santral obezite vardır (Ergüven ve ark., 2008).

Obezitenin kendisinin mi tek başına glukoz intoleransına yol açtığı yoksa başka bir faktörün mü hem obeziteye hem de DM'ye neden olduğu ise kesin olarak açıklanmış değildir. Ancak günümüzde daha çok kabul edilen görüş, obezitenin tip II DM'de var olan hepatik insülin rezistansını ağırlaştırdığıdır (Yorgancı Koyuer, 2005).

1.1.5.5. Obezitenin Solunum Fonksiyonları Üzerine Etkisi

Bozulmuş akciğer fonksiyonları, özellikle 1. saniyedeki ekspiratuvar volümün (FEV₁) azalması, artmış morbidite ve mortalite ile ilgilidir ve bu durum şiddetli klinik obezitenin bozulmuş akciğer fonksiyonlarıyla ilişkili olduğunu iyi bir şekilde tanımlar (Wannamethee ve ark., 2005). Obez kişilerde akciğerde tidal solunum hareketleri azalmıştır, fonksiyonel rezidüel kapasite karın içi yağlarının diyafram kasını yukarı kaldırması nedeni ile düşüktür. Obezite dispne ve ortopneye neden olabilir. Bronşiyal astım riskini artırır. Solunum fonksiyon testinde bir takım değişikliklere sebep olabilir. Bunların en sensitif olanı ekspiratuvar rezerv volüm düşüşüdür. Aşırı obezlerde belirgin olarak restriktif patoloji saptanır (Kut, 2009). Obez kişilerin spirometrik incelemelerinde en belirgin özellik zorlu vital kapasitenin (FVC) orta kısmında zorlu akımın (FEF₂₅₋₇₅) düşmesidir. FEF₂₅₋₇₅ / FVC oranı kilo vermekle düzelmektedir (Güncel Pediatri, Erişim Tarihi:19.08.2010).

Aşırı şişmanlarda istirahatte bile hem oturur, hem de sırtüstü yatar pozisyonda arteriyel oksijenasyon ileri derecede azalır (Peker ve ark., 2000). Morbid obezlerde O₂ tüketimi artarken CO₂'de de birikim olmaktadır. Bu hastalarda solunum işi artar ve kompliyans azalır. Elastik işi artan akciğerde fonksiyonel kapasiteler ve solunum volümü küçülmektedir (Kırım, 2005).

Obez hastalarda uykuda en sık görülen solunum bozuklukları obstrüktif uyku apne sendromu ve obezite hipoventilasyon sendromudur. Horlama, tanıklı apne, gün boyu aşırı uyku hali obstrüktif uyku apne sendromu tanısını düşündüren temel bulgulardır (Kut, 2009). Fazla kilo sebebiyle kanda biriken CO₂ kişiyi uykuya eğilimli bir hale getirir. Bu uyuklama hastalığına Hipoventilasyon Sendromu (Pickwickian sendromu)

denir (Peker ve ark., 2000). Obstrüktif uyku apne sendromlu hastalarda uyku döneminin başlamasından sonra üst hava yolu obstrüksiyonunun neden olduğu hipoksemi ve hiperkapni hastanın uyanmasına ve normal respirasyona dönmesine yol açar. Bu tüm gece boyunca birçok kez tekrarlayabilir ve kronik uyku yetersizliği ile diurnal hipersomnolans gelişimine yol açar. Obez yapının ve uykuyla oluşan faringeal kas gevşemesinin, bu intermittant üst hava yolu obstrüksiyonlarının nedeni olduğu düşünülmektedir (Ağralı, 2005).

1.1.5.6. Obezite ve Psikolojik Sorunlar

Obez olguların psikolojik durumları ile kilo almaları arasında sıkı bir bağlantı vardır (Ergüven ve ark., 2008). Psikanalitik yönelimli klinisyenler obez bireylerin oral saplanma ve regresyon sonucunda nevroz ve kişilik bozukluklarına yatkın olduklarını vurgulamışlardır (Eren ve Erdi, 2003). Özellikle genç bireyler dış görünüşlerindeki bozukluk nedeniyle utanç duymakta ve bunun sonucu kendilerini suçlama ve herkes tarafından gülünç buldukları düşüncesine saplanmaktadırlar (Peker ve ark., 2000).

Bazı obez hastalarda yemek yeme alışkanlıkları psikolojik stres periyotları ile birliktedir. Ayrıca kişi can sıkıntısı, yalnızlık veya endişe çektiği zamanlarda çok yiyebilir. Aşırı yemek yeme ve aktivite azalması bazı çevresel ve emosyonel streslere bir cevap olarak da ortaya çıkabilir. Sevdiği bir kimsenin ölümü, ailenin dağılması, okul veya iş başarısızlıkları bunlardan bazıları olabilir (Ergüven ve ark., 2008).

1.1.5.7. Obezitenin Fiziksel Aktivitelere Etkisi

Obezlerin fiziksel aktivitelerde ekstra ağırlıktan dolayı kalp-damar ve solunum yüklenmesi normalden daha büyük olur ve fiziksel performansları ciddi şekilde olumsuz yönde etkilenir. Obez kişilerde bir işi yapmak için obez olmayanlara nazaran metabolik hızın artması gerekir. Metabolik hızın artmış olması ise obezlerde normal kilolularla kıyaslandığında kalp debisinde ve akciğer dakika ventilasyonunda artışla sonuçlanır. Kalp debisi vücudun ihtiyacını karşılayamadığı zaman kalp, egzersizi sınırlayan bir faktör olarak görülür ki bu sınırlayıcı faktörler sonucu O₂ kullanımının daha düşük seviyelerinde laktik asit üretilir ve hiperventilasyon başlar. Solunum bozuklukları da akciğer dakika ventilasyonunun azalması ve alveoler-kapiller zar arasındaki gaz transferinin bozulması şeklinde egzersizi sınırlar (Yaprak, 2004).

1.1.5.8. Obezite ve Diğer Hastalıklar

İnsan iskeletinin yapısı her zaman fazla yük taşımaya uyum sağlayamaz. Bunun sonucu olarak düz tabanlık, diz ve kalça artrozları sıkça görülmektedir. Bunun yanında varisler ve varis yaraları kolayca gelişmektedir. Şişmanların karın ve bacak kaslarının yağ ile kaplanmasıyla karında fitik ve varis, bacaklarda selülit oluşur. (Peker ve ark., 2000). Bazı kanserler obez bireylerde daha fazla görülmektedir. Bunlar; meme, over, serviks, prostat, kolorektal, safra kesesi, pankreas ve karaciğer kanserleridir.

1.2. Vücut Kompozisyonu

Vücut kompozisyonu genel olarak yağ, kemik, kas hücreleri, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvıların orantılı bir şekilde bir araya gelmesinden oluşur. (Peker ve ark., 2000). Vücut kompozisyonu vücudun fizyolojik yapısı hakkında bilgi vermektedir. Erişkin bir kimsenin vücut bileşiminin % 16'sını protein, % 15-20'sini

yağ, % 0,5'ini karbonhidrat, % 4,5'ini mineraller ve % 60'ını su oluşturur (Özkarafakı, 2009).

Vücutta organ ve ekstremitelerde benzerlik olmakla birlikte her insanın birbirinden farklı fiziksel kompozisyonu vardır. Vücut ağırlığının yaklaşık % 40'ı iskelet kası, % 10'u kemik, %10'u kıkırdak, kirış ve deridir. Geri kalan kısmını ise yağ depoları, iç organlar ve iç salgı bezleri oluşturur. Vücut kompozisyonu; genetik, iklim, yaş, cinsiyet ve beslenmeyle değişir. Genç yetişkin erkeklerde vücut ağırlığının yaklaşık % 60'ı su iken, genç yetişkin bayanlarda ise bu oran yaklaşık % 50 kadardır (Peker ve ark., 2000). Buna karşın bebeklerin ve çocukların ise su miktarları erişkinlere göre daha fazladır, ancak yaş ilerledikçe bu oran düşmektedir. Vücut kompozisyonu olarak kadın ve erkeklerde dokusal farklılıklar vardır. Erkekler kadınlara nazaran uzun, ağır ve daha büyük kas kütesine sahiptir ve kemikleri uzun ve kalındır (Özkarafakı, 2009).

İnsan vücudu genellikle yağ kütesi ve yağsız kütle olarak iki kısımdan oluşur. Yağsız kütle daha çok yağsız yumuşak doku kütesi ve kemik mineral içeriği olarak alt bölümlere ayrılır (Abrahamsen ve ark., 1996).

1.2.1. Vücut Yağı

Yediğimiz besinlerden ihtiyaç fazlası olan bütün karbonhidrat, yağ ve proteinler yağ dokusuna dönüşerek depo edilirler (Özkarafakı, 2009). Yağ dokusu vücutta depolanmış enerjinin en büyük kaynağıdır ve bu enerji açlıkta ve ihtiyaç duyulduğunda hızla dolaşıma geçebilecek şekilde (trigliserit halinde) depolanmıştır (Kaya ve Özçelik, 2005). Bir kişinin vücut yağ oranı kişinin toplam yağ ağırlığının vücut ağırlığına bölünmesidir ve esansiyel vücut yağı ile depo vücut yağından oluşur (Wikipedia.org, Erişim Tarihi:11.08.2010).

Depo vücut yağı, vücudun tümünü saran derinin altındaki yağ tabakasıdır. Vücuttaki yağ miktarının yaklaşık % 80'i deri altındadır (Arner, 1997). Depo yağların toplanma bölgeleri yapısal, yöresel farklılıklar ve yapılan aktiviteye göre değişmekle birlikte,

cinsiyete bağlı olarak erkeklerde özellikle karın bölgelerinde, kadınlarda ise kalça ve baldır bölgelerinde depo edilir (zkarafakı, 2009).

Esansiyel vücut yağı ise temel yaşam ve üreme fonksiyonları için gereklidir. Bunlar kemik iliklerinde, kalpte, akciğerde, karaciğerde, bağırsaklarda, böbreklerde, kaslarda ve merkezi sinir sisteminde bulunurlar ve iç organların çevresini sararak onları dış etkilerden korurlar (Peker ve ark., 2000). Esansiyel vücut yağı kadınlarda doğum ve diğer hormonal fonksiyonların gereksinimleri yüzünden erkeklerden daha fazladır. Bu miktar erkeklerde % 1-3, kadınlarda % 8-12'dir (Wikipedia.org, Erişim Tarihi:11.08.2010).

1.2.2. Yağsız Vücut Kütlesi

Yağsız vücut kütlesi; kas, kemik ve diğer organik maddelerden meydana gelir. Pratikte yağsız kütle FFM (fat free mass) ile "lean body mass" birbiri yerine kullanılmasına rağmen literatürde farklı spesifik tanımlamaları içerir. Lean body mass, yaklaşık olarak vücut ağırlığının % 3'un oluşturan elzem yağ depolarını içerirken, FFM bütün çıkarılabilir yağlardan (toplam vücuttaki yağ kitlesinden) sonra kalan vücut ağırlığını tanımlamak için kullanılır. Yağsız kütle; vücut hücre kitlesi, ekstrasellüler su ve ekstrasellüler katılar olmak üzere üç temel hücresel veya fizyolojik bölümden oluşur. Ekstrasellüler katıların bölümleri ise toplam vücut kalsiyum ve kemik mineral içeriği olarak tanımlanabilir (zkarafakı, 2009).

1.2.3. Toplam Vücut Suyu

Erişkin insan vücudunun % 60'ı sudur. Bu sıvının büyük bölümü hücrelerin içinde bulunur ve intraselüler sıvı (hücre içi sıvı) adını alır, 1/3' ise hücre dışı alandadır ve ekstraselüler sıvı olarak isimlendirilir (Guyton ve Hall, 2006).

Yetişkin bireyin vücut ağırlığının % 50-60'ını oluşturan su miktarı yaşa, cinsiyete ve yağsız kütleye bağlı olarak % 45-75 arasında değişmektedir. Bu değer yaşa bağlı olarak erkeklerde ortalama 35-45 l iken, bayanlarda 25-33 l arasında değişmektedir

(Özkarafakı, 2009). Bu fark bayanların daha az kas ve daha fazla subkutanöz yağa sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Peker ve ark., 2000).

Vücuttaki toplam su miktarını belirleyen ana iki faktör, vücut yağ oranı ile yağsız vücut kütesidir. Vücuttaki toplam su miktarı, yağ dokusu ile ters orantılı iken yağ dışı doku ile doğru orantılıdır (Karakaş ve ark., 2005).

1.3. Vücut Kompozisyonun Ölçüm Yöntemleri

Vücut bileşiminin ölçülmesi sağlık personeli, beslenme ve diyet uzmanları ile spor bilimciler açısından oldukça önemlidir. Vücut bileşimi; büyüme ve gelişme, yaşlılık, ırk, cinsiyet, beslenme durumu, özel diyetler, egzersiz, hastalık ve genetik etmenlere göre değişkenlik göstermektedir (Çağlayan, 2008). Sağlıklı olmanın temel öğelerinden biri dengeli bir vücut kompozisyonuna sahip olmak ve bunu devam ettirebilmektir (Atar, 2005). Vücut kompozisyon analizi ile bireylerin sağlık durumları ve beslenme durumlarının takibi yapılarak klinik açıdan önemli bilgiler elde edilmektedir (Kaya ve Özçelik, 2005). Obezitenin iyice arttığı günümüzde bu konu daha da önem kazanmaktadır. Vücut kompozisyonu ölçüm yöntemleri şunlardır;

1.3.1. Su Altı Tartı Yöntemiyle Vücut Dansitesinin Hesaplanması (Hirodensiyometre)

Bu yöntem vücuttaki yağ oranının saptanmasında altın standart olarak kabul edilir (Çağlayan, 2008). Farklı dansitede olan yağsız doku ile yağ dokusu, su altı tartımı ile belirlenmektedir (Çayır, 2009; Öncü, 2009). En hassas olan ölçümlerden biri olan su altı ağırlık ölçümü ilk olarak 1942 yılında Benke, Feen ve Wenhamm tarafından kullanılmıştır (Çağlayan, 2008; Çayır, 2009).

1.3.2. Toplam Vücut Suyunun İzotop Dilüsyon Yöntemiyle Hesaplanması

Yağ dokusunun su içermemesi temeline dayanmaktadır. H^{+2} , H^{+3} veya O^{-18} iyonları ile işaretli su içildikten sonra bunların vücut salgılarındaki yoğunlukları ölçülerek toplam vücut su miktarının bulunması ile hesaplanmaktadır. Yağsız doku kütlesi sabit bir şekilde ortalama % 73,2 oranında su içerdiğinden, hesaplanan toplam vücut suyu 0,732 ile çarpılarak yağsız kütle miktarı bulunmaktadır. Daha sonra hastanın ağırlığından yağsız doku kütle miktarı çıkarılarak toplam yağ dokusu miktarı hesaplanmaktadır (Çayır, 2009).

1.3.3. Toplam Vücut Potasyumunun Ölçülmesi

Vücut hücre kütlesini değerlendiren bir yöntemdir (Ergüven ve ark., 2008). Vücuttaki potasyumun ölçümü yağdan bağımsız vücut kütlesi değerinin tahmininde kullanılır (Kopelman ve ark., 2000). Vücuttaki doğal bir izotop olan total potasyum 40 (K40) miktarı ölçülür. Potasyumun başlıca intrasellüler yerleşim gösteren bir katyon olması ve yağ dokusunda bulunmaması prensibine dayanmaktadır (Orhan ve Bozboru, 2008) Pahalı ve güç uygulanabilir bir yöntem olmasının yanında yağ doku hakkında dolaylı bilgi verir (Ergüven ve ark., 2008).

1.3.4. Nötron Aktivasyon Analizi

Nötron aktivasyon analizi, hızlı gama nötron aktivasyonunu gerektirir. İlk olarak hastaya, hidrojen ölçümü için trityum enjekte edilir. Daha sonra hasta, çeşitli elementlere özgü radyonüklidler tarafından yayılan gama radyasyonuna maruz bırakılır (Kopelman ve ark., 2000; Öncü, 2009). Hastadan yansıyan radyasyon spektrumu ölçülüp analiz edilerek azot (vücut proteininin ölçümü için), hidrojen (vücut suyunun ölçümü için), karbon (yağ ölçümü için) ve kalsiyum (kemik kütlesinin ölçümü için) miktarları belirlenmektedir. Doğru sonuçlar vermesine

rağmen pahalı oluşu, deneyimli personel gerektirmesi ve radyasyon nedeniyle uygulamadan kaçınılmaktadır (Çayır, 2009).

1.3.5. Ultrasonografi

Hem normal ağırlıklı hem de obezlerin değerlendirilmesinde kullanılabilir (Çayır, 2009). Yüksek frekanslı ses dalgalarının vücuda gönderilerek, farklı doku yüzeylerinden yansımalarının saptanarak değerlendirilmesine dayanan bir yöntemdir (Çağlayan, 2008; Öncü, 2009). Sesin absorpsiyon frekansı, dokunun absorpsiyon katsayısı ve doku kalınlığı ile doğru orantılıdır (Öncü, 2009). Elde edilen sonuçlar deri kıvrım kalınlığı ile ilgili denklemlerde kullanılarak total vücut yağı da hesaplanabilir. Cihazla çalışma maliyetinin düşük olması, kişinin sağlığı üzerinde yan etkisinin olmaması avantaj sağlamaktadır (Çağlayan, 2008).

1.3.6. Bilgisayarlı Tomografi

X ışımına dayanan bir tekniktir. Sinyal intensitesi, incelenen dokudaki su ve yağın konsantrasyon ve relaksasyon teknikleri tarafından belirlenir. Yağ dokusu, diğer dokulara göre çok daha fazla relaksasyon zamanına sahiptir (Kopelman ve ark., 2000). Bu yüzden yağsız doku, yağ dokusu ve kemik arasında kesin ayırım sağlar. Bilgisayarlı tomografi pahalı bir yöntem sayılabilir ve hastaların az da olsa radyasyon almalarına neden olur (Çağlayan, 2008).

1.3.7. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Yöntemin uygulanacağı birey manyetik alana yerleştirilir ve radyo dalgalarına maruz bırakılır (Çağlayan, 2008). Sinyal şiddeti, incelenen dokulardaki su ve yağın derişim ve gevşeme özellikleri tarafından belirlenmektedir. Yağ dokusu, diğer dokulara göre çok daha kısa zamanda gevşemektedir (Çayır, 2009; Öncü, 2009). Cihaza ulaşabilme

olanaklarının sınırlı olması, yüksek maliyet getirmesi ve analiz için fazla süre harcanması nedeniyle kullanımını sınırlıdır (Öncü, 2009).

1.3.8. Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA)

BİA ile dokuların kompozisyonu yağsız vücut bölümü ve vücut yağ bölümü olarak iki bölümde değerlendirilebilir (Abrahamsen ve ark., 1996). BİA yönteminin fiziksel prensibi yağsız vücut bölümünün yaklaşık % 73 elektrolitli vücut sıvısı içermesi ve % 5-10 oranında sıvı içeren vücut yağ bölümünden elektriği daha iyi iletmesine dayanır (User's Guide for Bodystat 1500).

Çok düşük seviyeli uyarıcı bir elektrik akımının (500 μ A - 800 μ A) 50 kHz'lik bir frekansla vücuda verilip daha sonra bu elektrik akımına karşı gösterilen direncin (biyoimpedans) ölçüldüğü bir metottur (Karakaş ve ark., 2005). İletken volümü, diğer bir deyişle vücut suyu ile orantısal olan vücut impedansını ölçmek için, el ve ayaktaki tetrapolar elektrotlar arasından geçirilir (Kopelman ve ark., 2000). Elde edilen impedans değerinin sabit denklemlerde yerine konması ile vücut yağ yüzdesi, vücut yağ miktarı, yağsız vücut yüzdesi, yağsız vücut kütlesi, vücut su yüzdesi, vücut su miktarı gibi vücut bileşenleri hesaplanmaktadır (Sifil ve ark., 2001).

Doğru ölçüm için (Öncü, 2009);

- 1- Ölçümden 4 saat önce yeme ve içmeden uzak durulmalıdır.
- 2- 12 saat önceden egzersiz yapılmamalıdır.
- 3- Testten önce mesane tamamen boşaltılmalıdır.
- 4- 48 saat önceden alkol alınmamalıdır.
- 5- Diüretik alınmamalıdır.

BİA güvenli indirekt bir yöntem olması, kısmen düşük maliyet içermesi, etkili bir değerlendirme yöntemi olması gibi nedenlerle kliniklerde, hastaların vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde sık kullanılmaktadır (Gülcan ve Özkan, 2006; Üçok ve ark., 2009a)

1.3.9. Dual Foton Absorpsiyometre (DPA) ve Dual Enerji X-Işını Absorpsiyometre (DEXA)

Dual enerjili X ışını absorpsiyometresi yaygın olarak kemik mineral yoğunluğu ölçümünde kullanılmakla birlikte 1997’de Jebb tarafından yumuşak dokuyu, yağ dokusu ve yağdan bağımsız kütleye bölmek üzere geliştirilmiştir. Bu yöntemde yumuşak doku bileşimi, cihaza bağlı olarak 5-20 dakika arasında değişen sürelerde, tüm vücut taraması ile ölçülür (Gülcan ve Özkan, 2006).

1.3.10. Radyografi Tekniği

Ölçümü yapılacak olan kişinin üst kolunun tomografik röntgeni çekilmekte ve alt bölgesinin yağ miktarının milimetrik olarak toplanması ile elde edilmektedir. Yağ miktarının yüzey alanı ile bir katsayı da hesaplamaya katılmaktadır. Bu ölçümle deri altı yağı, cilt, kas, kemik ayrımı yapmak mümkündür (Çağlayan, 2008).

1.3.11. Antropometrik Ölçümler

Antropometrik ölçümler beslenme durumunun saptanmasında, protein ve yağ deposunun göstergeleri olmaları nedeniyle önemlidir. Antropometrik ölçümler kolay, hızlı, pratik ve ucuz oldukları için obezite tanısında sıklıkla kullanılırlar (Öncü, 2009).

1.3.11.1. Çevre Ölçümleri

Çevre ölçümleri vücut dansitesi, yağsız vücut dokusu, yağ doku kütlesi, total vücut protein kitlesi ve enerji depolarının göstergesidir. En sık üst orta kol, bel, kalça, uyluk ve baldır çevreleri kullanılır (Öncü, 2009).

Bel çevresi son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bel çevresi karın bölgesinde biriken, visseral ve derialtı yağını, karın kaslarının tonusunu en iyi şekilde yansıtır (Ergün ve Erten, 2004).

Bel çevresi, VKİ'ye göre ayarlandığında, bel çevresinin tüm mortalite sebepleri ile direkt ilişkili olduğu görülür (Çağlayan, 2008). Erkeklerde 102 cm, kadınlarda 88 cm üzerindeki bel çevresi ölçümleri metabolik sendrom için yüksek risk göstergesidir (Ersoy ve Çakır, 2007).

Tablo 1.4. Bel çevresi uzunluğuna göre yapılan sınıflandırma (Ergün ve Erten, 2004)

	Normal Bel Çevresi (cm)	Artmış Risk Bel Çevresi (cm)	Yüksek Risk Bel Çevresi (cm)
Erkek	<94	94-101	>102
Kadın	<80	80-87	>88

Vücut yağ dokusunun miktarı kadar dağılımı da önemlidir. Yağın abdominal bölgede ve iç organlarda toplanması tip II DM, hipertansiyon, dislipidemi, koroner arter hastalığı ile de yakın ilişkili olan insülin direncine yol açmaktadır. Yağın ekstremitelerde gluteofemoral bölgede toplandığı obezitede ise bu hastalıklar için risk daha düşüktür. Bu nedenle obeziteye bağlı riskin değerlendirilmesinde bel çevresinin kalça çevresine bölünmesiyle elde edilen bel/kalça oranı önemlidir (Ersoy ve Çakır, 2007). Erkeklerde 0,95, kadınlarda 0,8 üzerindeki değerler abdominal obezite lehinedir. Bel/kalça oranının erkeklerde 1'i kadınlarda ise 0,8'i geçmemesi gerekir (Çöl, 1998).

Kalça çevresi intraabdominal yağ kütesinden çok subkutan yağ ile daha yakından ilişkidir. Kalça çevresinin değeri vücut bileşiminin hesaplanmasında sınırlıdır (Çağlayan, 2008).

1.3.11.2. Deri Kıvrım Kalınlıkları

Obezitede yağın önemli bir kısmı cilt altında toplanır. Cilt altı yağ dokusunu belirlemek için deri kıvrım kalınlığı ölçümü yapılır. Deri kıvrım kalınlığı skinfold denen özel aletlerle değerlendirilir. En çok kullanılan bölgeler olarak, triseps bölgesinden yapılan ölçümlerde erkeklerde 19 mm üzeri, kadınlarda 30 mm üzeri değerler, subskapular bölgede erkeklerde 22 mm üstü, kadınlarda 27 mm üstü değerler obezite lehinedir (Ergüven ve ark., 2008). Farklı vücut bölgelerine ait deri kıvrım kalınlıklarını kullanan formüllerle vücut yağ yüzdesi hesaplanabilmektedir (Özbulut ve ark., 2007).

1.3.12. Vücut Kütle İndeksi (VKİ)

VKİ, toplam vücut yağı ile korelasyon gösteren vücut ağırlığının kilogram cinsinden değerinin, boy uzunluğunun metre cinsinden karesine bölünmesiyle (kg/m^2) elde edilen ve günümüzde en sık kullanılan yöntemdir (Çağlayan, 2008; Çayır, 2009; Öncü, 2009; Üçok ve ark., 2009b). Bu tanım ilk kez 1835 yılında Quetelet tarafından tarif edilmiştir (Özkarafakı, 2009).

$$\text{VKİ} = \frac{\text{Ağırlık (kg)}}{\text{Boy}^2 (\text{m}^2)}$$

VKİ tıbbın pek çok alanında hem hasta gruplarını tanımlamada kullanılan bir ölçüt, hem de bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir (Çatalyürek ve ark., 1999). Ayrıca VKİ ölçümü kolay ve basit olduğu için özellikle çok kalabalık grupların ölçümünün yapıldığı epidemiyolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılır (Sevimli, 2008). VKİ ve özellikle de vücut yağ oranı ölçümü başta obezite, kardiyoloji ve nefroloji olmak üzere birçok klinik bilimlerinde, spor bilimlerinde ve halk sağlığı ile ilgili alanlarda sık olarak bireylerin sağlık durumu hakkında bilgi sahibi olunması amacı ile yapılmaktadır (Kaya ve Özçelik, 2005).

VKİ, erişkinlerde boy ve kilo değerlerinden kolay ulaşılabilen, cinsiyet ayırımı yapılmadan tüm bireylere uygulanabilen, klinik değerlendirmede deri altı ve toplam vücut yağının iyi bir göstergesi olarak kabul edilen ve geçerli bir standart boy-ağırlık indeksidir (Sivaslı ve ark., 2006; Çayır, 2009). VKİ; kas, kemik, yağ gibi vücut bileşenlerinin oranlarını ayırt edemez (Özkarafakı, 2009). VKİ vücut yağ kütlesi hakkında doğrudan bilgi vermez ve fazla kas kitlesinden dolayı bazı kişilerin VKİ'si yüksek bulunur (Guyton ve Hall, 2006).

VKİ kullanımı, çocuklarda, hamile kadınlarda ve kas kitlesi fazla olan sporcularda doğru sonuç vermez (Çayır, 2009). Son yıllarda çocukların beslenme durumlarının değerlendirilmesinde yaşa ve cinse göre hazırlanmış VKİ referans değerleri kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Ancak vücut yağ yüzdesinin cinsiyet ve etnik yapı gibi özelliklerden etkilenmesi, tüm uluslar için tek bir standart referans değerlerin kullanımını engellemektedir. VKİ için kullanılan referans değerler her ülkede farklılıklar gösterdiği gibi, bir ülkenin farklı bölgelerinde ve hatta aynı bölgede yaşayan farklı ırklarda bile önemli farklılıklar gösterebilmektedir. VKİ ırklar ve farklı cinsiyetler arasında hafif farklılıklar gösterir, ancak her ırkta yaşa göre artış benzerdir (Çatalyürek ve ark., 1999). VKİ ortalamaları yaşla birlikte artış göstermekte ve erkeklerde kızlara göre biraz daha yüksek olduğu görülmektedir (Sivaslı ve ark., 2006)

WHO'nun kabul ettiği, VKİ değerlerine göre bireyler; zayıf, normal, kilolu, obez olarak sınıflandırıldığı gibi obezlerde kendi aralarında sınıflara ayrılabilir (Çayır, 2009).

Günümüzde obeziteyi belirlemek için WHO'nun 1988'de Garrow tarafından tanımlanmış olan VKİ değerleri kullanılmaktadır (Çağlayan, 2008). VKİ, 1990'lı yıllarda aşamalı şekilde evrensel olarak kabul gören bir obezite derecesi ölçütü olmuştur (Sevimli, 2008).

Tablo 1.5. VKİ değerlerine göre fazla kilolu ve obezite sınıflandırması (Karamahmutoğlu, 2007)

VKİ	WHO Sınıflandırması	Genel Tanım
<18,5	Düşük kilo	Zayıf
18,5-24,9	Sağlıklı, normal	Normal kilolu
25,0-29,9	Pre-obez	Fazla kilolu
30,0-39,9	Obez	Şişman
≥40	Morbid obez	Aşırı şişman

1.4. İstirahat Metabolizma Hızı (RMR)

Organizmada gıdaların katabolizması ile oluşan enerji miktarı olarak, bu gıdaların organizma dışında yakılması ile ortaya çıkan enerjiyle aynıdır. Katabolizma ile ortama çıkan enerji vücut işlevlerinin sürdürülmesi, gıdaların sindirimi ve metabolizması, sıcaklığın düzenlenmesi ve fiziksel etkinliklerde kullanılmaktadır (Ganong, 2002).

Vücut metabolizması basitçe vücudun bütün hücrelerindeki tüm kimyasal reaksiyonlar anlamına gelir. Metabolizma hızı da normal olarak kimyasal reaksiyonlarda ısının serbestlenme hızını ifade eder (Guyton ve Hall, 2006).

Kişi tam istirahat halindeyken bile vücudundaki kimyasal faaliyetler için belli miktarda enerji tüketir (Guyton ve Hall, 2006). Kişinin yaşamsal işlevlerini sürdürebilmesi için gerekli en düşük enerji miktarına bazal metabolizma denir (Ganong, 2002). İstirahat metabolizma hızı (RMR) ise 24 saat süresince herhangi bir fiziksel aktivitede bulunmadan, dinlenme pozisyonunda vücudumuzun harcayabileceği kalori miktarını belirtir (Vander ve ark., 1994; Guyton ve Hall, 2006). Bazal metabolizma hızı bazal enerji gereksinimi için, RMR ise istirahat halindeki enerji gereksinimi için kullanılır. Bazal metabolizma hızı değeri, RMR değerine göre çok az miktarda düşüktür (Guyton ve Hall, 2006).

Bazal metabolizma hızı terminolojisi, RMR terminolojisine göre daha fazla kullanılmasına rağmen ölçüm yöntemlerinin kolay ve uygulanabilir olması nedeniyle RMR ölçümü pratikte daha yaygın kullanım alanı bulmuştur (Üçok ve ark., 2008).

Günlük enerji tüketimi; istirahat metabolizma hızına, tüketilen besinlerin ısı etkisi ve günlük fiziksel aktivitede harcanan enerjinin eklenmesi ile bulunur. Vücudun metabolizma hızı ve onunla ilgili konularda, özellikle besinlerden serbestlenen ya da vücutta çeşitli işlev süreçlerinde tüketilen enerji miktarını bildirmede en sık kullanılan birim kaloridir (Guyton ve Hall, 2006). Isı enerjisinin standart birimi kalori (cal)'dir ve 1 g suyun sıcaklığını 15 °C'den 16 °C'ye yükseltmek için, gereken ısı enerjisi olarak tanımlanır. Gram kalori, küçük kalori ya da standart kalori gibi adlar da verilir. Fizyoloji ve tıpta sıklıkla kullanılan birim ise, Kalori (kilokalori, kcal) olup 1000 cal'ye eşittir (Ganong, 2002; Guyton ve Hall, 2006).

RMR günlük enerji tüketiminin % 50-70'ini oluşturur. RMR ortalama 70 kg'lık bir erişkinde saatte 65-70 Kalori civarındadır. RMR ölçüm birimi m² cinsinden vücut yüzey alanı başına Kalori şeklinde ifade edilir. Ortalama yapıda, 70 kg ağırlığındaki bir kişi sürekli olarak bütün gün yatarsa yaklaşık 1650 Kalori tüketir. Yemek yemek ve besinlerin sindirimi günlük enerji tüketimini 200 Kalori veya biraz daha fazla artırır. Böylece, yatakta kalarak normal ölçülerde yemek yiyen bir kimseye günde yaklaşık 1850 Kalori sağlayacak bir diyet gerekir. Eğer bütün gün oturursa, enerji gereksinimi günde 2000-2250 Kaloriye yükselir. Böylece, bir insanın varlığını devam ettirmesi için (yani temel vücut işlevleri için) ortalama olarak günde 2000 Kalori gerektiği söylenebilir. Dinlenme durumunda enerji üretimi çeşitli metodlar ile kesin olarak ölçülebilmektedir. Bu metodlar direk ve indirek yöntemler olarak sınıflandırılmıştır (Guyton ve Hall, 200).

1.4.1. RMR'nin Direkt Kalorimetre Yöntemiyle Hesaplanması

Yiyeceklerin vücut dışında yakılması ile ortaya çıkan enerjiyi, bomba kalorimetresi denilen bir cihaz içerisinde bileşikler okside ederek doğrudan ölçmek mümkündür. Direkt kalorimetre aleti metal bir kap olup, su ile dolu ikinci bir yalıtılmış kap içerisindedir (Ganong, 2002). Bu şekilde ölçüm için hava geçirmez, ısı izolasyonlu

bir oda oluşturulur (Guyton ve Hall, 2006). Kişi, kalorimetre odası olarak bilinen bu odaya yerleştirilir ve kalorimetrenin her tarafını dolaşan sudaki ısı değişiklikleri aracılığıyla kişinin oluşturduğu ısı ölçülür (Vander ve ark., 1994). Su sıcaklığında oluşan değişim, üretilen kalori miktarının göstergesidir.

Direkt kalorimetreyi uygulamak fiziksel olarak zordur. Bu nedenle, ancak araştırma amacıyla kullanılır (Guyton ve Hall, 2006).

1.4.2. RMR'nin İndirekt Kalorimetre Yöntemiyle Hesaplanması

İndirekt kalorimetre istirahat enerji tüketiminin değerlendirilmesinde çok yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Mellecker ve ark., 2009).

İndirekt metotta basit bir şekilde kişinin toplam solunumunun ölçülmesi ile birim zamanda aldığı O_2 'in yüzdesi ve aldığı, verdiği havanın O_2 içeriği ölçülür (Vander ve ark., 1994)

Vücuttaki enerji tüketiminin % 95'i, besinlerle O_2 arasındaki reaksiyonlardan kaynaklandığına göre, tüm vücudun metabolizma hızını, O_2 kullanım hızından çok doğru bir şekilde hesaplama olanağı vardır (Guyton ve Hall, 2006). Isı hesaplaması olan bu değer, yiyeceklerin vücut içerisinde katabolizması ile serbest bırakılan enerji ile yiyeceklerin katabolize edildiği zaman serbestleşen enerjinin vücut dışında da üretiminin aynı şekilde olması gerektiği ilkesinden temel alır. Vücut dışında karbonhidrat, protein ve yağların oksidasyonunda 1 l O_2 kullanıldığı zaman ne kadar ısı üretildiğini, aynı şekilde vücutta 1 l O_2 kullanıldığında üretilmesi gereken ısı miktarı bilinmektedir (Vander ve ark., 1994).

1 l O_2 glikoz ile metabolize edildiğinde 5,01 Kalori, nişasta ile metabolize edildiğinde 5,06 Kalori, yağlarla 4,70 Kalori ve proteinlerle 4,60 Kalori enerji serbestlenir. Bu sayılara göre, hangi cins besin metabolize edilirse edilsin O_2 'nin litresi başına, hemen hemen eşdeğer miktarda enerji serbestlendiği anlaşılıyor. Ortalama bir diyetle, vücutta her 1 l O_2 tüketimi başına, yaklaşık ortalama 4,825 Kalori serbestlenir. Buna O_2 'nin enerji eşdeğeri denir. Enerji eşdeğerinden

yararlanılarak, belirli bir zaman içinde tüketilen O₂ miktarından, vücutta serbestlenen ısının hızı çok duyarlı bir şekilde hesaplanabilir (Guyton ve Hall, 2006).

Enerji tüketimini indirekt ölçümde kapalı devre ve açık devre metodları kullanılmaktadır (Günay ve ark., 2006).

1.4.2.1. Kapalı Devre Metodu

Hastanelerde ve laboratuvarlarda istirahat enerji tüketimi ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kişi daha önce O₂ doldurulmuş kaptan veya spirometreden nefes alır ve verir. Bu yöntem spirometre içindeki hava tekrar tekrar solunduğu için kapalı devre olarak bilinir (Günay ve ark., 2006).

Metabolik hızın tayininde O₂ tüketimi genellikle O₂ ile dolu herhangi bir spirometre ve CO₂ emen bir sistemle ölçülür. Spirometrenin çanı, aletin aşağı yukarı hareketlerini, dönen bir kimograf taburu üzerine çizen bir kaleme bağlanmıştır. Spirometrenin yaptığı hareketlerin uçlarını birleştiren çizginin eğimi, O₂ tüketimi ile doğru orantılıdır. Birim zamanda kullanılan O₂ miktarı (ml olarak) standart sıcaklık ve basınç değerlerine getirilir ve sonra tüketilen her litre için 4,82 kcal ile çarpılarak, üretilen enerji miktarı hesaplanır (Ganong, 2002).

Bu sistem kişinin bazal koşullarda ne kadar O₂ kullandığını ve ne kadar CO₂ ürettiğini ölçer. Bu iki parametreden MET değerini otomatik olarak hesaplar. İlk 30 dakikalık veriler ölçümde kullanılmaz. Kalan 10 dakikalık ölçümünden elde edilen verilerin ortalaması alınarak değerlendirilir. Ölçüm sırasında kişi uyanık olmalıdır.

1.4.2.2. Açık Devre Metodu

Kişi solunum için kapalı devre metot da olduğu gibi O₂ kabını kullanmaz. Onun yerine solunum için % 20,93 O₂, % 0,03 CO₂ ve % 79,4 nitrojen bulunan atmosfer havasını solur. Nitrojen yüzdesi içinde fizyolojik olarak pasif olan çok küçük gazlar da yer alır. Enerji tüketimi reaksiyonu sırasında O₂ kullanılarak, CO₂ üretildiği için, vücuttan çıkan havada O₂ miktarı az, CO₂ miktarı daha fazladır. Böylece vücuda alınan ve çıkarılan havanın analiz edilmesi sonucunda elde edilen fark vücut tarafından üretilen enerji değerinin belirlenmesinde kullanılır. Açık devre metodunda, O₂ kullanımının ölçülmesi ile dolaylı olarak enerji tüketimi saptanır. Açık devre metodu iki genel yöntemden meydana gelir (Günay ve ark., 2006).

1. Hafif ağırlıkta, taşınabilir spirometre.
2. Douglas torbası veya balon metodu: Laboratuvar koşullarında akciğerlerden çıkan havayı toplamak için kullanılan ve RMR ölçümünde kullanımı en yaygın olan bir metoddur.

O₂-CO₂ analizör sistemi ile RMR ölçümü: Günümüzde RMR ölçümünde en güvenilir yöntem O₂ tüketiminin belirlenmesi ile yapılan ölçümdür. Ancak bu ölçüm yönteminin uygulanması için oldukça karmaşık ve pahalı olan bir metabolik ölçüm sistemine (O₂-CO₂ Analizör Sistemi) ve bu konuda uzmanlaşmış personele ihtiyaç vardır (Guyton ve Hall, 2006).

Bu yöntemle RMR ölçümü daha kolay ve pratiktir. Test edilecek kişi, 12 saatlik açlık döneminden sonra, metabolik ölçüm cihazına bağlanır. Ölçüm sırasında kişi uyanık olmalıdır. İlk 30 dakikalık veriler değerlendirilmez. Kalan 10 dakikalık sürede elde edilen verilerin ortalaması alınarak değerlendirilir (Guyton ve Hall, 2006).

1.4.3. Metabolik Hızı Etkileyen Faktörler

Yaşa bağlı olarak bazal metabolizma hızının düşmesi, olasılıkla kas kütlelerinin azalması ve onun yerine metabolizması daha yavaş olan yağ dokusunun geçmesine

bağlıdır (Guyton ve Hall, 2006). Metabolik hız kadınlarda tüm yaşlarda, erkeklerden biraz daha düşüktür (Ganong, 2002). Benzer şekilde, kadınlarda bazal metabolizma hızının erkeklere göre hafifçe daha düşük olması kısmen kas kütesinin daha az, yağ dokusu oranının daha fazla olmasına bağlanabilir (Guyton ve Hall, 2006). Metabolik hız gebelik sırasında O₂ tüketimi, fetüsün ek gereksinimleri yüzünden artmıştır. Çocuklarda bazal metabolizma yüksektir, ancak büyüme ile beraber azalır (Ganong, 2002).

Tiroid hormonu metabolizma hızını artırır. Tiroid bezi en yüksek düzeyde tiroksin salgıladığı zaman metabolizma hızı bazen normalin % 50-100'ü kadar artar. Buna karşılık, tiroid salgısının tümüyle kaybı metabolizma hızını normalin % 40-60'ına indirir. Tiroksin vücuttaki pek çok hücrede kimyasal reaksiyonların hızını artırır ve böylece metabolizma hızını artırır.

Erkek cinsiyet hormonu metabolizma hızını yaklaşık % 10-15 artırır. Kadın cinsiyet hormonu da genellikle önemsiz sayılabilecek bir miktarda yükseltir. Erkek cinsiyet hormonunun etkisinin büyük kısmı, iskelet kası kütesini arttıran anabolik etkisine bağlıdır.

Büyüme hormonu hücrel metabolizmayı doğrudan uyararak istirahat metabolizma hızını yaklaşık % 15-20 artırır.

Nedeni ne olursa olsun ateş, vücuttaki kimyasal reaksiyonları artırarak metabolizma hızını yükseltir. Vücut sıcaklığındaki her 10 °C'lik artış istirahat metabolizma hızını ortalama % 120 kadar artırır.

Uykuda metabolizma hızı normalin % 10-15 altına iner. Bu azalma başlıca iki faktöre bağlanmaktadır. Bunlar uyku sırasında iskelet kaslarında tonusun azalması ve merkezi sinir sistemi aktivitesinin azalmasıdır (Guyton ve Hall, 2006).

Metabolizmayı uyarıcı bir diğer etken çevre ısısıdır. Çevre ısısı, vücut ısısından düşük ise titreme gibi ısı koruyucu mekanizmalar uyarılır ve metabolik hız yükselir. Çevre ısısı, vücut ısısını yükseltmeye yetecek kadar yüksekse, metabolik süreçlerde genel bir hızlanma olur ve artışıdaki her Celcius derecesi başına, metabolik hız yaklaşık % 14 artış gösterir (Ganong, 2002).

Yemekten sonra sindirim, emilim ve besinlerin vücutta depolanmasıyla ilgili çeşitli kimyasal reaksiyonların etkisi ile metabolizma hızı artar. Bu olay enerji gerektirdiğinden ve ısı ortaya çıkardığından besinin termojenik etkisi adını alır (Guyton ve Hall, 2006).

Gıda alımında 100 kcal enerji sağlamaya yetecek miktarda proteinin kazanılması sırasında, metabolik hız toplam 30 kcal, aynı miktarda karbonhidrat için 6 kcal, yağ için 4 kcal artar. Gıdaların kazanılması sırasında kullanılan bu enerji, gıdanın kendisi veya vücudun enerji depolarından gelmelidir.

Uzun süreli açlık dönemlerinde metabolik hız azalır. Bu kişilerde sempatik işlev de azalmıştır ve katekolaminlerin dolaşımında azalması, metabolik hızdaki düşmeye katkıda bulunabilir. Ek olarak dolaşımdaki biyolojik etkin tiroid hormonlarının miktarı da azalmıştır. Metabolik hızdaki bu azalma, kişinin gıda alımını azaltması halinde görülen kilo kaybının niçin başlangıçta hızlı iken sonradan yavaşladığını açıklar (Ganong, 2002).

Metabolizma hızını en dramatik şekilde artıran faktör ağır egzersizdir. Herhangi bir kasın en üst derecede kasılması, birkaç saniye içinde dinlenme düzeyinin yaklaşık 100 kat kadar ısı açığa çıkarabilir. Tüm vücut göz önüne alındığında, maksimal kassal egzersizin vücuttaki tüm ısı oluşumunu birkaç saniye içinde normalin 50 katına çıkardığı veya iyi antrenmanlı kişide normalin 20 katı düzeyinde tuttuğu görülür (Guyton ve Hall, 2006).

Endişe ve gerginlik hallerinde, adrenalin salgısının ve kas geriminin artışı sebebiyle, kişi sakin haldeyken bile metabolik hız yükselir. Öte yandan apatik, depresif hastalarda bazal metabolizma hız düşük olabilir (Ganong, 2002).

1.5. Akciğer Hacim ve Kapasiteleri

İnsanda, akciğerler normal bir inspirasyon–ekspirasyon döngüsü sırasında kapasitelerinin tümünü kullanmazlar. Hem normal soluk alıp verme sırasında, hem de zorlu koşullarda akciğerlere alınabilecek hava miktarının bilinmesi bireyin sağlıklı bir akciğere sahip olup olmadığını anlayabilmek açısından büyük önem taşır. Bu

amaçla yapılan ölçümlerle, akciğer hacim ve kapasitelerinde meydana gelen değişiklikler yorumlanır ve bazı hastalıkların tanısı konulabilir (Adaş, 2005). Akciğer ventilasyonunun incelenmesinde basit bir yöntem olan spirometri, akciğerlere giren ve çıkan hava hacimlerinin kaydedilmesidir (Guyton ve Hall, 2006). Spirometre ile akciğer fonksiyonlarının ölçümü, kalp ve akciğer hastalıklarının tanı ve değerlendirmesinde kullanılır (Schnabel ve ark., 2010).

Solunum fonksiyon testlerini, farklı manevralar ile gerçekleştirilmesi nedeniyle üç ana başlıkta gruplandırmak mümkündür:

- Yavaş vital kapasite ölçümü
- Zorlu vital kapasite ölçümü
- Maksimal istemli ventilasyon ölçümü

1.5.1. Yavaş Vital Kapasite Ölçümü

Bu amaçla yapılan testlerde bireyden herhangi bir zaman kısıtlaması olmaksızın inspirasyon ve ekspirasyon manevrasını yapabildiği kadar derin yapması istenir (Adaş, 2005).

Soluk Hacmi (Tidal Hacim): Her normal solunum hareketi ile akciğerlere alınan veya akciğerlerden çıkarılan hava hacmidir. Miktarı erişkin erkeklerde ortalama 500 ml kadardır.

İnspirasyon Rezervi: Kişi tüm gücüyle bir inspirasyon yaptığında, normal soluk hacminin üzerine alınabilen fazladan soluk hacmidir. Genel olarak yaklaşık 3000 ml'ye eşittir.

Ekspirasyon Rezervi: Normal bir ekspirasyon hareketinden sonra, zorlu bir ekspirasyonla çıkarılabilen en fazla hava hacmidir. Normal olarak 1100 ml civarındadır.

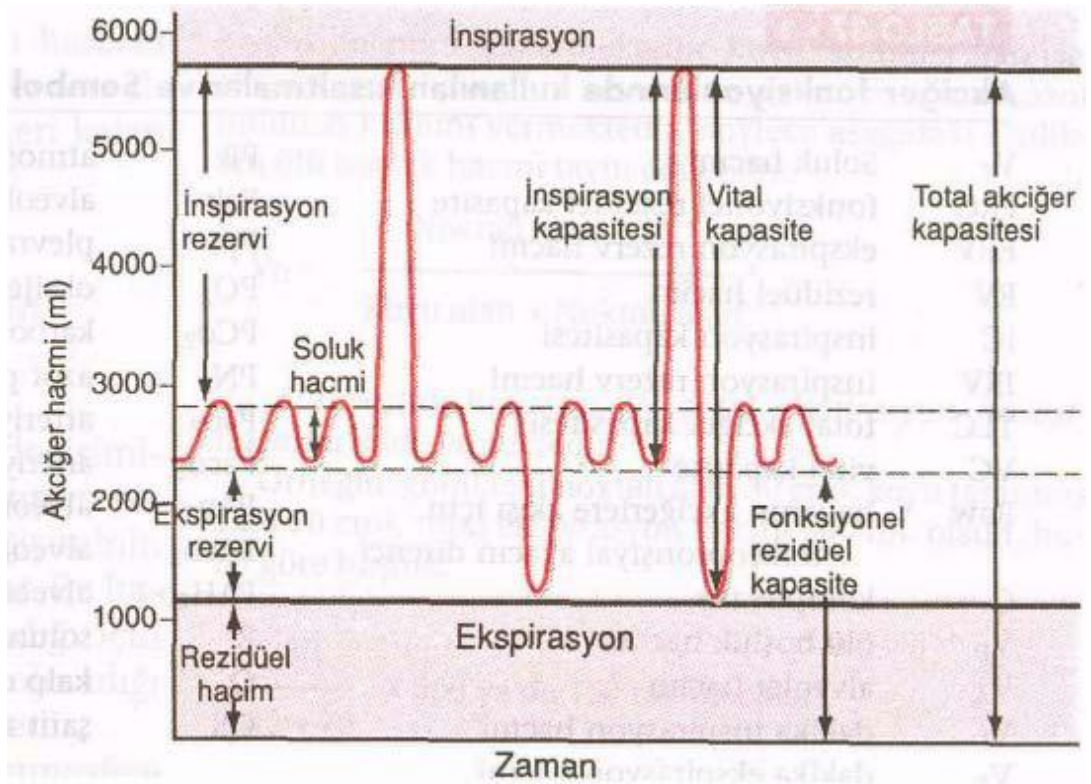
Rezidüel Hacim: En zorlu bir ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan hava hacmidir. Bu hacim ortalama olarak 1200 ml kadardır.

İnspirasyon Kapasitesi: Soluk hacmi ile inpirasyon rezervinin toplamına eşittir. Bu bir kişinin, normal ekspirasyon düzeyinden başlayarak, akciğerlerin en üst düzeyde gerilmesine kadar inspirasyonla alınabilen (yaklaşık 3500 ml) hava hacmidir.

Fonksiyonel Rezidüel Kapasite: Ekspirasyon rezervi ve reziduel hacmin toplamına eşittir. Bu normal ekspirasyonun sonunda akciğerlerde kalan hava miktarıdır ve ortalama 2300 ml kadardır.

Vital Kapasite: İnspirasyon rezervi, soluk hacmi ve ekspirasyon rezervlerinin toplamına eşittir. Bu, kişinin akciğerlerini en üst düzeyine kadar doldurduktan sonra, zorlu bir ekspirasyonla akciğerlerden çıkarabildiği (yaklaşık 4600 ml) en fazla hava miktarıdır.

Toplam Akciğer Kapasitesi: Akciğerlerin mümkün olan en geniş inspirasyon hareketi ile gerilmesinden sonra ulaşılabilecek en yüksek hacmidir. Ortalama 5800 ml civarında olan bu hacim, vital kapasite ile rezidüel hacmin toplamına eşittir (Guyton ve Hall, 2006).



Şekil 1.1. Akciğer hacim ve kapasiteleri (Guyton ve Hall, 2006)

1.5.2. Zorlu Vital Kapasite Ölçümü

Zorlu vital kapasite ölçümü akciğer fonksiyonlarını göstermek için en çok kullanılan bir testtir (Almeida ve ark., 2010). Özellikle birim zamanda hava akım hızında meydana gelen değişikliklerin yorumlandığı bu testlerde, akciğer hacim ve kapasite değişikliklerine ek olarak hava yollarında meydana gelebilecek değişikliklerin incelenmesi de mümkün olur. Bu amaçla yapılan testlerin statik akciğer hacim ölçümlerinden en önemli farkı, ölçüm sırasında zamanın da değerlendirmeye alınması ve akım hızındaki değişikliklerin incelenmesinin de mümkün olmasıdır (Adaş, 2005).

Zorlu Vital Kapasite (FVC): Akciğerlerin maksimum bir inspirasyondan itibaren zorlu maksimum ekspirasyon ile çıkarılan gerçek hava miktarıdır (Singh ve ark., 2007). Bu testin geçerli kabul edilebilmesi için Amerikan Toraks Derneği'nin standartlarına göre ekspirasyon manevrasının 6 s'den az olmaması gerekir (Miller ve ark., 2005).

Zorlu Ekspirasyon Hacmi 1. Saniye (FEV₁): FVC manevrasının birinci saniyesi içerisinde ekspire edilen hava hacmidir. Normal bireyler ilk 1. s içerisinde FVC'nin yaklaşık olarak % 80'ini ekspire edebilir (Vander ve ark., 1994).

Zorlu Ekspirasyon Hacmi 1. Saniyesinin Zorlu Vital Kapasiteye Oranı (FEV₁/FVC): Normal kişilerde bu oran % 75-85 arasındadır. Havayolu obstrüksiyonunu ortaya çıkarmak için çok önemli bir testtir (Arseven, 2002). Oranın % 80'in altına düşmesi havayollarında obstrüksiyonun göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Adaş, 2005).

Ekspirasyonun Zirve Noktasındaki Akım Hızı (PEF): Ekspirasyonda hava akım hızının en yüksek olduğu noktadır. Büyük hava yollarındaki (trakea, ana bronşlar gibi santral hava yolları) obstrüksiyonu gösteren parametredir.

Maksimal Ekspirasyon Ortası Akım Hızı (FEF₂₅₋₇₅): Zorlu ekspirasyonun % 25 ile 75'i arasında kalan süredeki ortalama akım hızıdır. Orta ve küçük hava yolları hakkında bilgi verir (Ateş, 2006).

Maksimum Ekspirasyon Akımının % 25, 50 ve 75'i (MEF25,50,75): Zorlu vital kapasite manevrası sırasında toplam ekspirasyon havasının sırasıyla, % 25, 50 ve 75'ine karşılık gelen hacimlerdeki akım hızlarını ifade etmektedir (Adaş, 2005).

1.5.3. Maksimal İstemli Ventilasyon (MVV)

İstemli bir eforla bir dakikada solunabilen maksimum hacimdir (Günay ve ark., 2006). Bir dakikalık hiperventilasyonun kan gazlarında ve asit–baz dengesinde meydana getireceği değişiklikler nedeniyle gerçekleştirilmesi uygun olmadığından, test 12 s süre ile yapılır ve bulunan değer 5 ile çarpılarak dakika ventilasyon hacmi hesaplanır. FVC testi sırasında ölçülen FEV₁ değerinin 40 ile çarpılması da hesaplamada kullanılan bir başka yöntemdir. Obstrüktif ve intertisiyel akciğer hastalıkları hakkında bilgi vermesi yanında, kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında bireyin akciğer kapasitesinin hangi oranda zorlandığını göstermesi açısından önemlidir (Adaş, 2005).

1.6. Aerobik Egzersiz

Egzersizin süresi ve şiddetine bağlı olarak aerobik enerji metabolizmasının baskın olarak enerji sağladığı egzersizlerden oluşmaktadır. Antrenmanlar esnasında aerobik egzersizin şiddetine bağlı olarak kalp atım hızı ve dakika ventilasyonu, kullanılan O₂ miktarı (VO₂) ile orantılı olarak artar (Adaş, 2005). Solunum olayı aerobik kapasitenin sadece bir parçası iken genellikle kalp debisi aerobik egzersizin en büyük sınırlayıcısı olmaktadır (Yaprak, 2004).

Kalp atım hızı ile O₂ alımı arasında gösterilen doğrusal ilişki, kalp atım hızındaki artışın, dokuların gereksinimi olan O₂'nin taşınmasının bir sonucu olarak yorumlanmıştır. Öte yandan ventilasyonda görülen artış ise metabolik gereksinimi sağlamak için istenilen arteriyel O₂ içeriğinin sabit tutulmasını sağlaması açısından önemlidir.

Kalp atım hızı esas alınarak yapılan yüklemelerde, yüklemenin şiddeti bireyin öngörülen maksimal kalp atım hızının (220 - yaş) yüzdesi şeklinde ifade edilir. Bu durumda egzersiz sırasında yapılan yüklemelere karşılık nabızda meydana gelen değişiklikleri takip etmek VO_2 düzeyi hakkında bilgi sahibi olmamıza yardım eder. Bu yöntemle belirtilen hedef nabız doğrudan doğruya bireyin beklenen maksimal nabız sayısının belirli yüzdeleri hedef alınarak hesaplanır ve egzersiz şiddeti nabız sayısının yüzdesi şeklinde ifade edilebilir. Aerobik kapasite ve bu yönde yapılacak antrenmanların yaratacağı etkiler kişinin form durumu, genetik özellikleri, ırkı, yaşı, cinsiyeti gibi farklı unsurlar tarafından belirlenmektedir (Adaş, 2005).

1.6.1. Aerobik Egzersiz Kapasitesi

Aerobik kapasite; kardiopulmoner sistemin kanı ve O_2 'yi aktif kaslara dağıtması ve bu kasların maksimum fiziksel iş sırasında O_2 ve enerji substratlarını kullanabilmesidir. Fiziksel iş sırasında ulaşılan maksimal O_2 kullanımının ölçülmesi ile aerobik kapasiteye ulaşılır (Yaprak, 2004). Maksimum O_2 tüketimi (Maksimal aerobik kapasite, maksimal aerobik güç, VO_{2max}) kişinin O_2 'yi almak (taşımak) ve onu egzersiz boyunca kullanmak için maksimum kapasitesidir (Biopac.com, Erişim Tarihi: 06.08.2010). İki şekilde ifade edilir. Biricisi; O_2 'nin dakika başına litresi (l/dk). İkincisi; O_2 'nin kişinin ağırlığının kilogramı başına düşen dakikadaki mililitresi (ml/kg/dk).

VO_{2max} ile ilgili ilk tanımlamaların 1920'li yıllarda Hill ve Herbst tarafından yapıldığı belirtilmektedir (Adaş, 2005). VO_{2max} kardiyorespiratuvar gelişimin bir kriteri olan maksimal aerobik kapasitenin tayini için kullanılan en güvenilir testtir. (Sınırkavak ve ark., 2004). Kişinin birim zamanda kullanabildiği O_2 miktarı ne kadar fazla ise kişinin aerobik kapasitesi de o oranda yüksek demektir. Maksimal aerobik kapasite ile şiddetli bir eforu sürdürebilme yeteneği arasında yüksek bir bağımlılık vardır. VO_{2max} kardiyorespiratuvar dayanıklılık kapasitesinin veya kondisyonunun en iyi kriteri olarak kabul edilir. Burada kardiopulmoner sistemin elele çalıştığı bir gerçektir. Düzenli ve giderek artan kontrollü antremanlarla kişinin maksimal

solunum dakika volümü ve maksimal kalp dakika volümü artışıyla beraber maksimum O₂ tüketimi de belirgin derecede artar (Akgün, 1994).

VO₂max; heredite, antrenman seviyesi, yaş, cinsiyet ve vücut kompozisyonu olmak üzere birçok faktörden etkilenmektedir (Temoçin ve ark., 2004). 20. yy'ın en önemli egzersiz fizyologlarından Per Olof Åstrand "Olimpiyatlarda şampiyon olabilmenin en iyi yolunu ebeveyn seçimi" olarak ifade etmiştir. 1960-1970'li yıllarda yapılan çalışmalarda VO₂max üzerine genetik yapı ve ırkın etkili olduğu ve genetik farklılıkların VO₂max üzerine % 25-50 arasında etkin olduğu gösterilmiştir (Adaş, 2005). Yaşın da VO₂max üzerinde önemli bir belirleyici olduğu yapılan çalışmalarda ayrıntıları ile tartışılmıştır. Her iki cinste de pik değere 18-20'li yaşlarda ulaşılır ve kas kitesinin yaşla birlikte azalmaya başlamasıyla VO₂max azalmaya başlar (Yaprak, 2004). Sedarer kadınlara ait VO₂max değerlerinin erkeklerden % 20-25 daha düşük bulunması, cinsiyetinde bir belirleyici olduğunu göstermesi açısından önemlidir ve üst düzey antrenmanlı bayan sporcular ile erkek sporcular arasında bu fark % 10 değerlerine gerilemektedir (Adaş, 2005). Dayanıklılık çalışmaları ile hem arterio-venöz O₂ farkının artması hem de kalp debisinin yükselmesiyle maksimal O₂ kullanımı artmaktadır (Yaprak, 2004).

VO₂max'ın direkt ölçümü için gelişmiş laboratuvar cihazları ve yetişmiş eleman, ayrıca ölçümü yapılan kişinin önemli derecede motivasyonu gereklidir. Bu nedenle, VO₂max'ın indirekt olarak koşu gibi aktiviteler sırasında gösterilen performanstan veya bisiklet ergometresinde uygulanan bir seri submaksimal iş yükü ile karşılık gelen kalp hızları arasındaki lineer ilişkiden tahmin edilmesini sağlayan testler geliştirilmiştir. Bu testlerin yapılması kolaydır, büyük gruplarda ve laboratuvar koşulları dışında çalışılabilir, genellikle submaksimal yükler kullanılır, tek veya birden fazla aşamalı olabilirler.

Astrand-Rhyning nomogramı efor yoğunluğu ile kalp hızı veya O₂ kullanımı arasındaki lineer ilişkiden yararlanarak VO₂max'ı submaksimal verilerden tahmin etmek için geliştirilen bir yöntemdir. Sağlıklı yetişkinlerde en sık kullanılan indirekt VO₂max ölçüm protokollerinden biridir. Bisiklet ergometresi, koşu bandı, hatta step kullanılarak uygulanabilir (Gökbel ve ark, 2005).

Bisiklet ergometrisi ile yapılan Astrand protokolü 6 dk'lık submaksimal iş yüküne karşı kalp hızı cevabından tahmin edilen bir nomogramın kullanıldığı basit bir testtir. 6 dk boyunca pedal sayısının 50 devir/ dk olarak sabit olduğu, 5. ve 6. dk'lar içerisinde steady state kalp hızına ulaşılmasının istendiği bir testtir (Üçok ve ark., 2009).

Bu araştırma ile insanlarda kilo fazlalığının vücut işlevlerine olan etkilerinin ortaya konması ve böylece şişmanlık olgusunun farklı yönlerinin bilimsel açıdan irdelenmesine ek katkılarda bulunulabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı erişkin bireylerde aerobik egzersiz kapasitesi, istirahat metabolizma hızı, solunum fonksiyonları, yağsız vücut ağırlığı, vücut yağ ve su yüzdesini ve vücut kütle indeksi bazında karşılaştırmak ve bu parametreler arası ilişkileri araştırmaktır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Tez çalışması öncesi Afyonkarahisar Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı. Bu çalışma, 18-65 yaş arası herhangi bir sağlık problemi olmayan ve aktif olarak spor yapmayan gönüllü 120 katılımcı (60 erkek, 60 kadın) üzerinde gerçekleştirildi. Katılımcılara gönüllü onam formları okutulup çalışmanın nasıl yapıldığı izah edildi ve yazılı onayları alındı. Ölçümler AKÜ Tıp Fakültesi Fizyoloji AD. Egzersiz Fizyolojisi Ünitesinde yapıldı. Yapılan ölçümlerin insan sağlığına herhangi bir zararı bulunmamaktadır.

Grupların Dağılımı:

1-Kadın kontrol grubu: VKİ'si 18-25 kg/m² arası olan 30 bayan katılımcıdan oluşmaktadır.

2-Erkek kontrol grubu: VKİ'si 18-25 kg/m² arası olan 30 erkek katılımcıdan oluşmaktadır.

3-Kadın obez grubu: VKİ'si 30 kg/m² ve üzeri olan 30 bayan katılımcıdan oluşmaktadır.

4- Erkek obez grubu: VKİ'si 30 kg/m² ve üzeri olan 30 erkek katılımcıdan oluşmaktadır.

2.1. Vücut Kompozisyonu Ölçümü

Vücut kompozisyon ölçümünden önce ağırlık ve boy ölçümleri yapılarak “vücut ağırlığı (kg) / boy² (metre²)” formülü ile VKİ hesaplanmıştır.

Ağırlık ölçümü taşınabilen dijital tartı ile düz bir zeminde sıfıra ayarlandıktan sonra, ölçümü yapılan kişinin hafif giysili ve çıplak ayaklı olarak ağırlık iki ayağa eşit dağıtılmış olmasına dikkat edilerek yapılmıştır.

Boy uzunluğu Harpenden tipi antropometrik alet ile yapıldı. Ölçümü yapılan kişi düz bir zeminde vertikal pozisyonda çıplak ayak ile ayaklar bitişik ve paralel, vücut ağırlığı iki ayağına eşit olarak dağılmış şekilde, baş dik pozisyonda ve gözler tam

karşıya bakar durumda, kollar omuzlardan serbestçe yanlara sarkıtılmış durumda pozisyonlandı. Antropometri aleti kişinin pozisyonuyla aynı açıda konumlandı.

Ölçüm sırasında kişiden derin bir nefes alması ve dik pozisyonunu topukları yerden ayrılmaksızın tutması istendi, antropometrenin hareketli parçası başın en üst noktasına getirildi ve saçlar yeterli miktarda sıkıştırılarak ölçüm yapıldı.

Vücut kompozisyonu biyoelektrik impedans analiz sistemi (Bodystat 1500, Bodystat Ltd., Douglas, UK) ile belirlendi. BİA cihazı ile 50 kHz'lik bir empedans uygulanarak vücut yağ ve su oranı, yağsız vücut ağırlığı ve ilgili parametreler ölçüldü (Üçok ve ark., 2009a). BİA ölçümü için katılımcının 4–5 saat önceden yiyip içmemesi, 12 saat önceden egzersiz yapmaması, 48 saat öncesine kadar alkol almaması, 30 dakika önceden tamamen idrarını boşaltmış olması istendi. Ölçümü yapılan kişi sırtüstü rahat bir pozisyonda yatırıldı, üzerinde bulunan metaller çıkarıldı. Yaşı, boyu ve kilosu alete girildikten sonra sağ el bilek seviyesi dorsal yüzeyi, sağ el ikinci ve üçüncü metakarpofalangeal eklem seviyesi, sağ ayak bileği dorsal yüzeyi ve sağ ayak birinci ve ikinci metakarpofalangeal eklem seviyesine olmak üzere 4 tane elektrot bağlandı ve ölçüm gerçekleştirilerek veriler kaydedildi.

2.2. İstirahat Metabolizma Hızının Ölçülmesi

RMR, bilgisayar donanımlı ve metabolik kart ile O₂ alımı ve CO₂ üretimini analiz eden indirekt kalorimetre cihazıyla (Quark b², Cosmed, Rome, Italy) ölçüldü (Coşar ve ark., 2008).

Katılımcılardan ölçüm öncesinde 24 saat içinde egzersiz yapmaması, 12 saat içinde bir şey yememesi, 2 saat içinde sigara içmemesi ve rahat bir gece uykusu geçirmesi istendi. Heyecana yol açan bütün psişik ve fiziksel faktörlerin uzaklaştırılması, sessiz, loş ortamda ve oda sıcaklığının konfor sağlayacak şekilde ve 22-24 °C arasında olması sağlandı. Test esnasında katılımcıya konuşmaması, sırtüstü yatar durumda hareket etmemesi ve uyumaması söylendi. Katılımcının üzerinde cep telefonu gibi manyetik alan oluşturan cihazlar varsa çıkartıldı.

Gaz analizörü her testten önce kalibre edildi. Katılımcıların yumuşak ağız maskesi takılmış halde 15 dakika nefes alıp-vermesiyle solunum gazlarından indirek olarak RMR ölçüldü. Ölçüm esnasında her nefesteki gaz içeriği cihaz tarafından ölçüldü. RMR hesaplanmasında ilk beş dakika kişinin ortama adapte olması için geçtiğinden dikkate alınmadı. Bu nedenle hesaplamada cihaz 15 dakikalık testin son 10 dakikasındaki verileri kullanarak RMR'yi kkal/gün olarak hesapladı.

2.3. Aerobik Egzersiz Kapasitesinin Ölçülmesi

Aerobik egzersiz kapasitesi bisiklet ergometre ile ölçüldü. Bisiklet ergometreyi kullanamayanlarda ergospirometrik koşu bandı kullanılmak üzere hazır bulunduruldu. Egzersiz testi öncesi katılımcılara American Collage of Sport Medicine (ACSM) risk analizi uygulandı (Franklin ve ark., 2000). Astrand testi bilgisayar bağlantılı bisiklet ergometrisi (Monark Exercise AB, Sweden) ile tüm katılımcılara sorunsuz bir şekilde uygulandı. Kalp ritmi göğüse takılan bir kemer sayesinde telemetri sistemi (Polar CR2032, CE0682, Monark Exercise, AB, Sweden) ile görüntülendi.

Egzersiz testi uygun koşullar sağlandıktan sonra tıp doktoru gözetiminde, gerekli donanım bulundurularak yapıldı. Kişilerden, testten 2 saat öncesine kadar bir şey yiyip içmemesi, alkollü ve kafeinli yiyecek ve içecekler almaması istendi. Test kişilerin üzerinde rahat kıyafetler varken uygulandı.

Katılımcılara, bisiklet ergometrede 6 dk'lık submaksimal egzersiz protokolü uygulandı. Kişinin 6 dk boyunca bisikletin pedal hızını 50 devir/dk hızla çevirmesi istendi. Testin ilk 3 dk'lık kısmında uygulanan yük gerektiğinde artırılarak kalp hızının 120'nin üzerine çıkması sağlandı. Ölçümün 5. ve 6. dk'ları içinde kalp hızının steady state düzeyine ulaşması istendi. Bilgisayar programlı Astrand protokolü ile test bitiminde VO_2max belirlendi. Toplam oksijen kullanımı VO_2max (l/dk), vücut ağırlığı kilogramı başına oksijen kullanımı VO_2max (ml/kg/dk) ve yağsız vücut ağırlığı kilogramı başına oksijen kullanımı VO_2max (ml/lean kg/dk) olarak ifade edildi.

2.4. Solunum Fonksiyon Testleri

Solunum fonksiyon testleri taşınabilir spirometre cihazıyla (Spirolab, SDI Diagnostics, USA) Amerikan Toraks Derneği'nin kabul edilebilirlik kriterleri göz önünde bulundurularak ölçüldü (Miller ve ark., 2005). Katılımcılar testten önce solunum fonksiyon testleri hakkında bilgilendirildi. Spirometre ile solunum fonksiyon testleri cihazın ağızlığından solunum manevraları yaptırılarak uygulandı (Özbulut ve ark., 2007). Solunum fonksiyon testleri ile FEV₁, FVC, FEF₂₅₋₇₅, PEF ve MVV değerleri ölçüldü.

Spirometre cihazına kişinin boy, kilo, doğum tarihi, cinsiyet, ırk bilgileri girildi. Kişinin burnu mandalla kapatıldıktan sonra spirometrenin ağızlığını test esnasında dışarıya hava kaçmaması için ağız kenarlarında hiç boşluk kalmayacak şekilde kullanması istendi. Testten önce kişilere spirometreye adaptasyon ve testin anlaşılıp doğru bir şekilde yapılabilmesi için birkaç uygulama yaptırıldı.

İlk test olarak zorlu vital kapasite ölçümü yaptırıldı. Önce kişiden kuvvetli bir şekilde derin bir nefes alması istendi. Artık nefes alamayacak noktaya gelince kuvvetli ve hızlı bir şekilde akciğerlerindeki bütün havayı boşaltıncaya kadar ve olabildiğince uzun süre nefes vermesi, arkasından tekrar derin bir nefes alması istendi. Ölçüm sonucunda FVC, FEV₁, FEF₂₅₋₇₅, PEF değerleri ölçüldü. FEV₁/FVC oranı hesaplandı.

İkinci test olarak maksimal istemli ventilasyon ölçümü yapıldı. Katılımcıdan 12 sn boyunca hızlı hızlı, derin ve kuvvetli bir şekilde nefes alıp vermesi istendi. Testin bitiminde yaptırılan manevranın solunumsal alkalozu sebep olabileceği için katılımcıya birkaç saniye nefesini tutması gerektiği söylendi. Bulunan değer 5 ile çarpılarak 1 dakikadaki miktarı cihaz tarafından hesaplandı ve MVV elde edildi.

2.5. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analiz için bilgisayar ortamında SPSS 16.0 programı (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanıldı. Sonuçlar (Ortalama±Standart Sapma) Şeklinde verildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogrov Smirnov testiyle yapıldı. Ortalamalar arasındaki farkların hesaplanması Student'ın eŐleŐtirilmiŐ t testi ile yapıldı. Pearson korelasyon analiziyle değerler arasındaki ilişkiler hesaplandı. Anlamlılık dőzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

3. BULGULAR

3.1. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı Değerleri

Erkeklerde obez grup ile kontrol grubunun yaş, boy ve vücut ağırlıklarının ortalama±standart sapmaları ve istatistiksel anlamlılık değerleri Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Obez erkeklerle kontrol grubundaki erkeklerin yaş ve boy uzunluğu ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.

Fakat obez grupta kontrol grubunun vücut ağırlığı ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark bulundu. Obez grupta vücut ağırlığı ortalama değeri kontrol grubuna göre daha yüksektir.

Tablo 3.1. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı Değerleri (Ortalama±Standart Sapma)

	Obez	Kontrol	p Değeri
Yaş (yıl)	40.3±10,4	38,2±8,4	0,393
Boy (m)	170,9±5,8	172,4±6,2	0,338
Vücut ağırlığı (kg)	100,8±13,9	68,9±6,9	0,000

3.2. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı Değerleri

Kadınlarda obez grup ile kontrol grubunun yaş, boy ve vücut ağırlıklarının ortalama±standart sapmaları ve istatistiksel anlamlılık değerleri Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Obez kadınlarla kontrol grubundaki kadınların yaş ve boy uzunluğu ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.

Fakat obez gruba kontrol grubunun vücut ağırlığı ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeydefark bulundu. Obez grupta vücut ağırlığı ortalama değeri kontrol grubuna göre daha yüksektir.

Tablo 3.2. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı Değerleri (Ortalama±Standart Sapma)

	Obez	Kontrol	p Değeri
Yaş (yıl)	36,1±8,0	34,5±8,9	0,467
Boy (m)	157,4±6,3	159,7±4,4	0,110
Vücut ağırlığı (kg)	89,6±15,9	57,0±8,3	0,000

3.3. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının VKİ, Vücut Yağ Yüzdesi, Toplam Yağ Miktarı, Yağsız Vücut Ağırlığı, Vücut Su Yüzdesi, Toplam Su Miktarı ve Kuru Vücut Ağırlığı Değerleri

Erkeklerde obez ve kontrol gruplarının VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam yağ miktarı, yağsız vücut ağırlığı, vücut su yüzdesi, toplam su miktarları ve kuru vücut ağırlığının ortalama±standart sapmaları ve istatistiksel anlamlılık değerleri Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

Obez erkeklerle kontrol grubundaki erkeklerin VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam yağ miktarı, yağsız vücut ağırlığı, kuru vücut ağırlığı, vücut su yüzdesi, toplam su miktarlarının ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulundu. Obez grupta VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam yağ miktarı, yağsız vücut ağırlığı, kuru vücut ağırlığı, toplam su miktarlarının ortalama değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek; vücut su yüzdesi ortalama değeri ise obez grupta daha düşüktür.

Tablo 3.3. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının VKİ, Vücut Yağ Yüzdesi, Toplam Yağ Miktarı, Yağsız Vücut Ağırlığı, Vücut Su Yüzdesi, Toplam Su Miktarı ve Kuru Vücut Ağırlığı Değerleri (Ortalama±Standart Sapma)

	Obez	Kontrol	p Değeri
VKİ (kg/m ²)	34,4±3,7	23,2±2,3	0,000
Vücut yağı (%)	31,2±4,2	16,6±4,1	0,000
Toplam vücut yağı (kg)	31,9±8,2	11,4±3,0	0,000
Yağsız vücut ağırlığı (kg)	68,9±6,6	57,5±6,3	0,000
Vücut suyu (%)	48,4±3,6	58,6±3,8	0,000
Toplam vücut suyu (kg)	48,5±5,4	40,5±4,6	0,000
Kuru vücut ağırlığı (kg)	20,7±3,1	17,2±3,0	0,000

3.4. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının VKİ, Vücut Yağ Yüzdesi, Toplam Yağ Miktarı, Yağsız Vücut Ağırlığı, Vücut Su Yüzdesi, Toplam Su Miktarı ve Kuru Vücut Ağırlığı Değerleri

Kadınlarda obez ve kontrol gruplarının VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam yağ miktarı, yağsız vücut ağırlığı, vücut su yüzdesi, toplam su miktarları ve kuru vücut ağırlığının ortalama±standart sapmaları ve istatistiksel anlamlılık değerleri Tablo 3.4'de gösterilmiştir.

Obez kadınlarla kontrol grubundaki kadınların VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam yağ miktarı, yağsız vücut ağırlığı, vücut su yüzdesi, toplam su miktarları ve kuru vücut ağırlığının ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulundu. Obez grupta VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam yağ miktarı, yağsız vücut ağırlığı, toplam su miktarları ve kuru vücut ağırlığının ortalama değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek; vücut su yüzdesi ortalama değeri ise obez grupta daha düşüktür.

Tablo 3.4. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının VKİ, Vücut Yağ Yüzdesi, Toplam Yağ Miktarı, Yağsız Vücut Ağırlığı, Vücut Su Yüzdesi, Toplam Su Miktarı ve Kuru Vücut Ağırlığı Değerleri (Ortalama±Standart Sapma)

	Obez	Kontrol	p Değeri
VKİ (kg/m ²)	36,2±6,4	22,4±2,5	0,000
Vücut yağı (%)	45,2±6,1	29,6±5,4	0,000
Toplam vücut yağı (kg)	41,0±12,2	17,2±5,1	0,000
Yağsız vücut ağırlığı (kg)	48,6±6,2	40,1±4,0	0,000
Vücut suyu (%)	40,4±3,9	50,4±5,00	0,000
Toplam su miktarı (kg)	35,8±4,9	28,6±2,2	0,000
Kuru vücut ağırlığı (kg)	12,7±2,6	11,5±2,2	0,049

3.5. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının RMR, VO₂max (l/dk), VO₂max (ml/kg/dk) ve VO₂max (ml/lean kg/dk) Değerleri

Erkeklerde obez ve kontrol gruplarının RMR, VO₂max (l/dk), VO₂max (ml/kg/dk) ve VO₂max (ml/lean kg/dk) parametrelerinin ortalamalar±standart sapmaları ve istatistiksel anlamlılık değerleri Tablo 3.5’de gösterilmiştir.

Obez erkeklerle kontrol grubundaki erkeklerin RMR, VO₂max (ml/kg/dk), VO₂max (ml/lean kg/dk) parametrelerinin ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulundu. Obez grubunun RMR ortalama değeri kontrol grubuna göre daha yüksek, VO₂max (ml/kg/dk), VO₂max (ml/lean kg/dk) ortalama değerleri ise obez grupta kontrol grubuna göre daha düşüktür.

Obez erkeklerle kontrol grubundaki erkeklerin VO₂max (l/dk) ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmadı.

Tablo 3.5. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının RMR, VO₂max (l/dk), VO₂max (ml/kg/dk) ve VO₂max (ml/lean kg/dk) Değerleri (Ortalama±Standart Sapma)

	Obez	Kontrol	p Değeri
RMR (kcal/gün)	1920,6±468,3	1586,8±252,2	0,001
VO ₂ max (l/dk)	2,4±0,4	2,5±0,6	0,880
VO ₂ max (ml/kg/dk)	24,9±5,2	35,7±9,8	0,000
VO ₂ max (ml/lean kg/dk)	35,6±6,5	43,1±10,6	0,002

3.6. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının RMR, VO₂max (l/dk), VO₂max (ml/kg/dk) ve VO₂max (ml/lean kg/dk) Değerleri

Kadınlarda obez ve kontrol gruplarının RMR, VO₂max (l/dk), VO₂max (ml/kg/dk) ve VO₂max (ml/lean kg/dk) parametrelerinin ortalama±standart sapmaları ve istatistiksel anlamlılık değerleri Tablo 3.6’da gösterilmiştir.

Obez kadınlarla kontrol grubundaki kadınların RMR, VO₂max (ml/kg/dk), VO₂max (ml/lean kg/dk) parametrelerinin ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulundu. Obez grubunun RMR ortalama değeri kontrol grubuna göre daha yüksek, VO₂max (ml/kg/dk), VO₂max (ml/lean kg/dk) ortalama değerleri ise obez grupta kontrol grubuna göre daha düşüktür.

Obez kadınlarla kontrol grubundaki kadınların VO₂max (l/dk) ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmadı.

Tablo 3.6. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının RMR, VO₂max (l/dk), VO₂max (ml/kg/dk) ve VO₂max (ml/lean kg/dk) Değerleri (Ortalama±Standart Sapma)

	Obez	Kontrol	p Değeri
RMR (kcal/gün)	1512,6±434,2	1289,4±412,3	0,046
VO ₂ max (l/dk)	2,0±0,5	1,9±0,3	0,220
VO ₂ max (ml/kg/dk)	22,8±6,4	32,4±5,1	0,000
VO ₂ max (ml/lean kg/dk)	41,2±10,2	46,3±6,00	0,024

3.7. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının Solunum Fonksiyon Test Değerleri

Erkeklerde obez ve kontrol gruplarının solunum fonksiyon testlerinden FVC, FEV₁, PEF, FEV₁/ FVC, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV'nin ortalama±standart sapma ve istatistiksel anlamlılık değerleri Tablo 3.7'de gösterilmiştir. Erkek obez ve kontrollerde solunum fonksiyon testleri normal sınırlar içindedir.

Obez erkeklerle kontrol grubundaki erkeklerin FVC, PEF, FEV₁/ FVC, FEF₂₅₋₇₅'in ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmadı.

Obez erkeklerle kontrol grubundaki erkeklerin FEV₁ ve ve MVV'nin ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulundu. Kontrol grubunun FEV₁ ve MVV ortalama değeri obez gruba göre daha yüksektir.

Tablo 3.7. Erkeklerde Obez ve Kontrol Gruplarının Solunum Fonksiyon Test Değerleri (Ortalama±Standart Sapma)

	Obez	Kontrol	p Değeri
FVC (l)	5,2±5,2	5,2±0,7	0,970
FEV ₁ (l)	3,4±0,9	4,3±0,6	0,000
PEF (l)	9,5±1,9	9,6±1,6	0,770
FEV ₁ / FVC	84,6±6,1	84,0±6,4	0,696
FEF ₂₅₋₇₅ (l)	4,4±1,8	4,6±1,2	0,634
MVV (l)	158,5±34,7	174,9±31,5	0,048

3.8. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının Solunum Fonksiyon Test Değerleri

Kadınlarda obez ve kontrol gruplarının solunum fonksiyon testlerinden FVC, FEV₁, PEF, FEV₁/ FVC, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV'nin ortalama±standart sapma ve istatistiksel anlamlılık değerleri Tablo 3.8'de gösterilmiştir. Kadın obez ve kontrollerde solunum fonksiyon testleri normal sınırlar içindedir.

Obez kadınlarla kontrol grubundaki kadınların PEF, FEV₁/FVC ve FEF₂₅₋₇₅'in ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmadı.

Obez kadınlarla kontrol grubundaki kadınların FVC, FEV₁ ve MVV'nin ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulundu. Kontrol grubunun FVC, FEV₁ ve MVV ortalama değeri obez gruba göre daha yüksektir.

Tablo 3.8. Kadınlarda Obez ve Kontrol Gruplarının Solunum Fonksiyon Test Değerleri (Ortalama±Standart Sapma)

	Obez	Kontrol	p Değeri
FVC (l)	3,3±0,5	3,6±0,4	0,033
FEV ₁ (l)	2,9±0,4	3,1±0,3	0,024
PEF (l)	6,6±1,2	6,8±0,8	0,483
FEV ₁ / FVC	87,6±2,7	88,1±6,0	0,700
FEF ₂₅₋₇₅ (l)	3,4±0,6	3,8±0,8	0,091
MVV (l)	114,3±18,5	125,2±15,8	0,017

3.9. Erkeklerde RMR ve VO₂max'ın Korelasyonları

Erkeklerde RMR, VO₂max (ml/kg/dk), VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam vücut yağı, yağsız vücut ağırlığı, kuru vücut ağırlığı, toplam vücut suyu parametreleri arasındaki korelasyonlar Tablo 3.9.'da gösterilmiştir.

RMR ile VKİ, vücut yağ yüzdesi, yağsız vücut ağırlığı, toplam vücut suyu, kuru vücut ağırlığı arasında orta düzeyde pozitif korelasyonlar bulundu. RMR ile toplam vücut yağı arasında yüksek düzeyde pozitif bir korelasyon bulundu.

VO₂max (ml/kg/dk) ile VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam vücut yağı arasında yüksek düzeyde negatif korelasyonlar bulundu.

VO₂max (ml/kg/dk) ile yağsız vücut ağırlığı, toplam vücut suyu, kuru vücut ağırlığı arasında orta düzeyde negatif bir korelasyon bulundu.

Tablo 3.9. Erkeklerde RMR ve VO₂max'ın Korelasyonları

	RMR (kcal/gün)		VO ₂ max (ml/kg/dk)	
	<i>r Değeri</i>	<i>p Değeri</i>	<i>r Değeri</i>	<i>p Değeri</i>
VKİ (kg/m ²)	0.464	0.000	-0.618	0.000
Vücut yağı (%)	0.475	0.000	-0.637	0.000
Toplam vücut yağı (kg)	0.515	0.000	-0.615	0.000
Yağsız vücut ağırlığı (kg)	0.444	0.000	-0.481	0.000
Toplam vücut suyu (kg)	0.445	0.000	-0,454	0,000
Kuru vücut ağırlığı (kg)	0.339	0.008	-0.401	0.002

AD: Anlamlı değil

RMR ile VO₂max (l/dk) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı ($p>0,05$). RMR ile VO₂max (ml/kg/dk) arasında orta düzeyde negatif bir korelasyon bulundu ($r=-0.277$, $p=0.034$).

3.10. Kadınlarda RMR ve VO₂max'ın Korelasyonları

Kadınlarda RMR, VO₂max (ml/kg/dk), VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam vücut yağı, yağsız vücut ağırlığı, kuru vücut ağırlığı, toplam vücut suyu parametreleri arasındaki korelasyonlar Tablo 3.10.'da gösterilmiştir.

RMR ile VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam vücut yağı, yağsız vücut ağırlığı, toplam vücut suyu, kuru vücut ağırlığı arasında orta düzeyde pozitif korelasyonlar bulundu.

VO₂max (ml/kg/dk) ile VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam vücut yağı arasında çok yüksek düzeyde negatif korelasyonlar bulundu.

VO₂max (ml/kg/dk) ile toplam vücut suyu arasında yüksek düzeyde negatif bir korelasyon bulundu.

VO₂max (ml/kg/dk) ile kuru vücut ağırlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 3.10. Kadınlarda RMR ve VO₂max'ın Korelasyonları

	RMR		VO ₂ max (ml/kg/dk)	
	R Değeri	p Değeri	R Değeri	P Değeri
VKİ (kg/m ²)	0,372	0.003	-0.754	0.000
Vücut yağı (%)	0.284	0.028	-0.760	0.000
Toplam vücut yağı (kg)	0.405	0.001	-0.774	0.000
Yağsız vücut ağırlığı (kg)	0.446	0.000	-0.511	0.000
Toplam vücut suyu (kg)	0.406	0.001	-0,608	0,000
Kuru vücut ağırlığı (kg)	0.350	0.006	AD	AD

AD: Anlamlı değil

RMR ile VO₂max (l/dk) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı ($p>0,05$). RMR ile VO₂max (ml/kg/dk) arasında orta düzeyde negatif bir korelasyon bulundu ($r=-0.288$, $p=0.027$).

3.11. Erkeklerde Solunum Fonksiyon Testlerinin Korelasyonları

Erkeklerde solunum fonksiyon testleri (FEV₁, PEF ve MVV) ile VO₂max (ml/kg/dk), VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam vücut yağı, vücut su yüzdesi, toplam vücut suyu, kuru vücut ağırlığı arasındaki korelasyonlar Tablo 3.11.'da gösterilmiştir.

FEV₁ ile VO₂max (ml/kg/dk), vücut su yüzdesi arasında orta düzeyde pozitif korelasyonlar bulundu.

FEV₁ ile VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam vücut yağı, toplam vücut suyu arasında orta düzeyde negatif korelasyonlar bulundu.

FEV₁ ile kuru vücut ağırlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı (p>0,05).

PEF ile kuru vücut ağırlığı arasında orta düzey pozitif bir korelasyon bulundu. PEF ile diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı (p>0,05).

MVV ile kuru vücut ağırlığı arasında orta düzey pozitif bir korelasyon bulundu. MVV ile diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı (p>0,05).

Tablo 3.11. Erkeklerde Solunum Fonksiyon Testlerinin Korelasyonları

	FEV ₁		PEF		MVV	
	r Değeri	p Değeri	r Değeri	p Değeri	r Değeri	p Değeri
VO ₂ max (ml/kg/dk)	0,360	0,035	AD	AD	AD	AD
VKİ (kg/m ²)	-0,409	0,001	AD	AD	AD	AD
Vücut yağı (%)	-0,445	0,000	AD	AD	AD	AD
Toplam vücut yağı (kg)	-0,351	0,006	AD	AD	AD	AD
Vücut suyu (%)	0,264	0,042	AD	AD	AD	AD
Toplam vücut suyu (kg)	-0,270	0,037	AD	AD	AD	AD
Kuru vücut ağırlığı (kg)	AD	AD	0,330	0,037	0,366	0,004

AD: Anlamlı değil

3.12. Kadınlarda Solunum Fonksiyon Testlerinin Korelasyonları

Kadınlarda solunum fonksiyon testleri (FVC, FEV₁, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV) ile VO₂max (ml/kg/dk), VKİ, vücut yağ yüzdesi, toplam vücut yağı, kuru vücut ağırlığı, vücut su yüzdesi, toplam vücut suyu parametreleri arasındaki korelasyonlar Tablo 3.12.'de gösterilmiştir.

FVC ile VO₂max (ml/kg/dk), kuru vücut ağırlığı arasında orta düzeyde pozitif korelasyonlar bulundu. FVC ile VKİ, vücut yağ yüzdesi arasında orta düzeyde negatif korelasyonlar bulundu.

FVC ile diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı ($p>0,05$).

FEV₁ ile VO₂max (ml/kg/dk), kuru vücut ağırlığı arasında orta düzeyde pozitif korelasyonlar bulundu.

FEV₁ ile VKİ, vücut yağ yüzdesi arasında orta düzeyde negatif korelasyonlar bulundu.

FEV₁ ile diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı ($p>0,05$).

FEF₂₅₋₇₅ ile VO₂max (ml/kg/dk) arasında orta düzeyde negatif bir korelasyon bulundu.

FEF₂₅₋₇₅ ile vücut yağ yüzdesi arasında orta düzeyde negatif bir korelasyon bulundu.

FEF₂₅₋₇₅ ile diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı ($p>0,05$).

MVV ile VO₂max (ml/kg/dk), vücut su yüzdesi, kuru vücut ağırlığı arasında orta düzeyde pozitif korelasyonlar bulundu.

MVV ile VKİ, toplam vücut yağı, vücut yağ yüzdesi arasında orta düzeyde negatif korelasyonlar bulundu.

MVV ile toplam vücut suyu arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 3.12. Kadınlarda Solunum Fonksiyon Testlerinin Korelasyonları

	FVC		FEV ₁		FEF ₂₅₋₇₅		MVV	
	r Değeri	p Değeri	r Değeri	p Değeri	r Değeri	p Değeri	r Değeri	p Değeri
VO ₂ max (ml/kg/dk)	0.332	0.010	0.367	0.004	0.283	0.030	0.402	0.002
VKİ (kg/m ²)	-0.262	0.043	-0.305	0.018	AD	AD	-0.328	0.010
Vücut yağı (%)	-0.285	0.027	-0.329	0.010	-0.266	0.040	-0.405	0.001
Toplam vücut yağı (kg)	AD	AD	AD	AD	AD	AD	-0.296	0.022
Vücut suyu (%)	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.328	0.010
Kuru vücut ağırlığı (kg)	0.434	0.001	0.451	0.000	AD	AD	0.268	0.038

AD: Anlamli değil

4. TARTIŞMA

Obezite vücutta aşırı yağ depolanması olarak tanımlanmakta ve VKİ'si 30 kg/m^2 'nin üzerinde olan bireyler obez olarak kabul edilmektedir (Eren ve Erdi, 2003).

Obezite dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de çok yaygındır. Vücut kompozisyonunda yağ oranının artması çeşitli sağlık problemlerine neden olmaktadır. Obezite pek çok hastalık için, özellikle de kardiyovasküler hastalıklar için önemli bir risk faktörüdür. Yapılan bir çalışmada sağlıklı erkeklerde vücut yağlanmasının kardiyovasküler risk faktörü prediktörü olduğu gösterilmiştir (Christou ve ark., 2005). Obezite aynı zamanda mortalite riskini de arttıran önemli bir halk sağlığı problemidir (Çöl, 1998). Bu çalışmada, obezlerde fiziksel uygunluk parametreleri, istirahat metabolizma hızı ve solunum fonksiyonlarının normal kilolulara göre farkları ve bu parametreler arası ilişkiler her iki cinsiyet için gösterilerek obezite konusu aydınlatılmaya çalışıldı.

4.1. Obez ve Kontrollerde Vücut Kompozisyonu

Kadın ve erkek grupların her ikisinde de, yaş ve boy ortalmaları obez ve kontrol grubu arasında anlamlı fark göstermedi (Tablo 3.1 ve 3.2). Gruplar arasında yaş farklılığının olmaması RMR ve VO_2max gibi yaştan etkilenebilecek parametrelerin karşılaştırmasına olanak verdi. Vücut ağırlığı, VKİ, % vücut yağı, toplam vücut yağı, yağsız vücut ağırlığı, toplam vücut suyu, kuru vücut ağırlığı obez grupta kontrollere göre yüksek bulunmasına rağmen, % vücut suyu kontrol grubunda obezlerden daha yüksekti (Tablo 3.3 ve 3.4). Obezlerde toplam su miktarı fazla olsa bile kontrollerde yağ dokusunun az olmasının vücut suyunun yüzde olarak fazlalığına yol açtığı görülüyor. Çünkü yağsız dokuda yüzde olarak su oranı fazladır. Yağsız vücut ağırlığı kontrollerde obezlerden az olmasına rağmen, yağsız dokuda yüzde olarak su oranı fazlalığının belirgin etkisinin bu sonuca yol açtığı anlaşılıyor.

4.2. Obez ve Kontrollerde RMR ve VO₂max

Her iki cinsiyette de, RMR obez gruplarda kontrollere göre daha yüksek bulundu (Tablo 3.5 ve 3.6). Bu durum yağsız vücut ağırlığının obezlerde kontrol grubuna göre daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir (Tablo 3.3 ve 3.4). Yağsız vücut kütlesi fazlalığı RMR'yi arttıran faktörlerden biridir (Guyton ve Hall, 2006).

Watanabe ve ark. (1994) liseli kız ve erkek çocuklarda yaptıkları çalışmada VO₂max (ml/kg/dk)'in obez grupta obez olmayanlara göre daha düşük bulmalarına rağmen VO₂max (l/dk) ve VO₂max (ml/lean kg/dk) değerlerinde gruplar arasında anlamlı fark bulmadılar. Erişkinlerde yapılan çalışmamızda kadın ve erkek gruplarında, VO₂max (l/dk) ortalamaları obez ve kontrol grubu arasında anlamlı fark göstermezken VO₂max (ml/kg/dk) ve VO₂max (ml/lean kg/dk) değerleri obez grupta kontrollere göre daha düşük bulundu (Tablo 3.5 ve 3.6). Çalışmamızda, yukarıdaki araştırmadan farklı olmak üzere VO₂max (ml/lean kg/dk)'in obezlerde düşük olması, spesifik olarak yağsız dokuda aerobik kapasitenin düşükliğini göstermektedir. Daha objektif bir değer olan vücut ağırlığı kilogramı başına ya da yağsız vücut ağırlığı kilogramı başına maksimal oksijen kullanımının obezlerde normal kilolulara göre daha düşük bulunması, obezlerde fiziksel zindeliğin düşük olduğunu ve egzersiz intoleransını gösterilebilir (Watanabe ve ark., 1994).

4.3. Obez ve Kontrollerde Solunum Fonksiyon Testleri

Morbid obez 45 erişkin kadında yapılan bir çalışmada, FVC ve FEV₁ normal sınırlarda olmasına rağmen akciğerlerde hafif restriktif değişikliklerin bulunduğu rapor edilmiştir (Faintuch ve ark.,2004). Yaptığımız çalışmada da kadın ve erkek obezlerde solunum fonksiyon testleri normal sınırlar içindeydi. Bununla beraber kadın obezlerde FVC, FEV₁ ve MVV'in normal kilolu kadınlardan, erkek obezlerde ise FEV₁ ve MVV'in normal kilolu erkeklerden düşük olduğu bulundu (Tablo 3.7 ve 3.8). Obezlerde bazı solunumsal işlevlerdeki bu azalma, yağlanma artışına bağlı solunum mekaniğinin değişmesinden ve solunum kaslarının zayıflığından kaynaklanabilir.

4.4. RMR ile Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkiler

Afrika kökenli Amerikalılarda ve Kafkas kökenlilerde yapılan bir çalışmada yağsız vücut kütlelerinin RMR'nin önemli prediktörü olduğu rapor edilmiştir (Forman ve ark., 1998). Bireyler arasındaki RMR farklılıklarının büyük oranda yağsız vücut kütlelerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Norgan, 2005, Johnstone ve ark., 2005). Cunningham (1991) yaptığı bir çalışmada yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, boy ve yağsız vücut kütlesi parametreleri arasında bazal metabolizma hızının en önemli prediktörünün yağsız vücut kütlesi olduğunu belirlemiştir. Çalışmamızda da kadın ve erkeklerde yukarıdaki araştırmalarla uygun şekilde RMR yağsız vücut ağırlığı ile korele bulundu (Tablo 3.9 ve 3.10). RMR ile toplam vücut yağı arasında erkeklerde yüksek düzeyde, kadınlarda da orta düzeyde korelasyon bulunması vücut yağının da RMR üzerinde etkili olduğuna gösteren bir bulgudur (Tablo 3.9 ve 3.10). Kadın ve erkeklerde RMR ile hem toplam vücut yağı hem de yağsız vücut ağırlığı arasında anlamlı korelasyonların bulunması bu iki parametre ile bağıntılı vücut kompozisyonuna ait diğer parametrelerle de (VKİ, % vücut yağı, toplam vücut suyu, kuru vücut ağırlığı) RMR'nin orta düzeyde korelasyonlarının bulunmasını açıklamaktadır (Tablo 3.9 ve 3.10).

4.5. VO₂max ile Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkiler

Normal VKİ'ye sahip bireylerde yaşam süresi ve kalitesi VKİ'si yüksek olanlara göre daha iyi durumdadır. Aerobik kapasitenin de yaşam kalitesi ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Yaşlılarda aerobik kapasitenin, tüm vücut yağlanması veya abdominal yağlanmadan bağımsız bir şekilde önemli bir mortalite prediktörü olduğu gösterilmiştir (Sui ve ark., 2007). Çalışmamızda, yaşam kalitesi ve süresi ile ilgili bu iki parametre arasındaki ilişki incelenmiştir.

Özçelik ve ark. (2004) 60 sedanter (30 kadın, 30 erkek) üzerinde yaptıkları çalışmada aerobik kapasite ile VKİ arasında erkeklerde ($r=-0,870$, $P=0,0001$) ve kadınlarda ($r=-0,807$, $P=0,0001$) negatif korelasyonlar buldular. Karacan ve ark.(2004) obez orta yaş bayanlar ve menopoz dönemindeki bayanlarda yaptıkları çalışmada 12 haftalık

aerobik egzersizlerle vücut ağırlığı ve VKİ'nin azalmasına karşın VO_2max (ml/dk/kg)'in arttığını bildirdiler. Grund ve ark. (2001) kesitsel bir araştırmada yağ kitlesinin aerobik kapasiteyle negatif ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Sınırkavak ve ark. (2004) elit sporcularda yaptıkları bir çalışmada cinsiyete bakmaksızın VO_2max (ml/kg/dk) ile % vücut yağı arasında yüksek düzeyde negatif korelasyon buldular ($r = -0,62$; $p < 0,05$). Çalışmamızda yukarıdaki çalışmalarla uyumlu olarak hem erkeklerde hem kadınlarda VO_2max (ml/kg/dk) ile VKİ ve % vücut yağı, toplam vücut yağı arasında yüksek düzeyde negatif korelasyonlar bulduk (Tablo 3.9 ve 3.10).

Goran ve ark. (2000) 31 aşırı kilolu kadında ve 129 farklı kilolu çocukta yaptıkları çalışmalarda yağsız vücut kütesinin VO_2max 'ın en güçlü belirleyicisi olduğunu buldular. Bizim çalışmamızda ise bunun tersine VO_2max ile yağsız vücut ağırlığı ve toplam vücut suyu arasında orta derecede negatif korelasyonlar bulundu (Tablo 3.9 ve 3.10). Bu durum obezlerde hem VO_2max (ml/kg/dk) hem de VO_2max (ml/lean kg/dk) değerlerinin kontrollerden düşük olmasından kaynaklanmış olabilir (Tablo 3.5 ve 3.6). Özellikle VO_2max (ml/lean kg/dk)'daki düşüklük, kas kütesindeki zayıf aerobik performansı yansıttığından obezlerde yağsız vücut ağırlığındaki artış VO_2max 'ı zıt yönde etkilemiş olabilir.

4.6. VO_2max ile RMR Arasındaki İlişki

Kriketos ve ark. (2000) 45 kadın ve 49 erkek erişkinde yaptıkları çalışmada VO_2max (ml/lean kg/dk) ile 24 saatlik enerji tüketimi arasında anlamlı bir korelasyon bulamamışlardır. Çalışmamızda ise yukarıdaki araştırmadan farklı olarak kadın ve erkeklerde RMR ile VO_2max (ml/kg/dk) arasında orta düzeyde negatif korelasyonlar bulunması obezlerde aerobik kapasitenin düşüklüğünden kaynaklanmış olabilir.

4.7. Solunum Fonksiyon Testleri ile Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkiler

Yaprak (2004) yaş ortalaması $37,70 \pm 2,25$ yıl olan 41 obez kadın üzerinde yaptığı çalışmada kontrol, aerobik ve aerobik-kuvvet olmak üzere üç grup oluşturmuştur. Toplam 8 hafta boyunca aerobik egzersiz ve kuvvet çalışması yapan aerobik-kuvvet grubunda VKİ'de azalma ile birlikte FVC ve MVV'de artma saptadı. Womack ve ark. (2000) kilo verme programında vücut ağırlığının % 11, vücut yağ yüzdesinin % 21 azaldığı orta yaş ve yaşlı, sedanter obez erkeklerde FVC'nin % 3 arttığını buldular ve FVC ile vücut ağırlığı değişimi arasında negatif korelasyon olduğunu ($r = -0,34$, $p < 0,05$) bildirdiler. Lazarus ve ark. (1998) 1235 erişkinde (621 erkek, 614 kadın) yapmış oldukları çalışmada kadın ve erkeklerde FVC ile % vücut yağı arasında negatif korelasyonlar buldular. Çalışmamızda da yukarıdaki çalışmalara benzer şekilde kadınlarda FVC ile VKİ ve % vücut yağı arasında orta düzey negatif korelasyonlar bulundu (Tablo 3.12). Aynı zamanda her iki cinsiyette de FEV₁ ile VKİ, % vücut yağı arasında orta düzey negatif korelasyonların bulunması obezlerde solunum fonksiyonlarında bir miktar bozulma olduğu görüşünü desteklemektedir (Tablo 3.11 ve 3.12).

Hem kadın hem de erkeklerde MVV ile kuru vücut ağırlığı arasındaki orta düzey korelasyonların olması MVV'nin vücut yapısı ile bağlantılı olduğunu göstermektedir (Tablo 3.11 ve 3.12). Kadın ve erkeklerde VO₂max (ml/kg/dk) ile FEV₁ arasında orta düzey korelasyonların bulunması, ayrıca kadınlarda VO₂max (ml/kg/dk) ile FVC, FEF₂₅₋₇₅, MVV arasında orta düzey korelasyonların bulunması aerobik kapasite arttıkça bazı solunum fonksiyonların da arttığını gösteriyor (Tablo 3.11 ve 3.12). Aynı zamanda bu durum solunum kaslarının aerobik kapasiteden pozitif yönde etkilenmesinden kaynaklanabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda kadın ve erkek obezlerde RMR'nin kontrollerinden yüksek olması ve RMR ile VKİ, % vücut yağı arasında orta düzeyde korelasyonların bulunması nedeniyle, RMR'nin yağsız vücut ağırlığının yanı sıra vücut yağından da etkilendiği öne sürülebilir.

Hem kadın hem erkek obezlerde $VO_2max(ml/kg/dk)$ 'ın kontrollerinden düşük olması ve $VO_2max (ml/kg/dk)$ ile VKİ, % vücut yağı arasında yüksek düzeyde negatif korelasyonların bulunmasına bağlı olarak obezlerin fiziksel zindeliğinin normal kilolulara göre daha düşük olduğu söylenebilir. İlk defa bu çalışmada literatür bilgisinin zıddına, kadın ve erkeklerde $VO_2max (ml/kg/dk)$ ile yağsız vücut ağırlığı arasında orta derecede negatif korelasyonlar bulundu. Obezlerde kas kütleindeki zayıf aerobik performans nedeniyle, yağsız vücut ağırlığındaki artış VO_2max 'ı zıt yönde etkilemiş olabilir.

Her iki cinsiyette de obez gruplarda FEV_1 'in kontrol gruplarındaki değerlerden düşük olması ve FEV_1 ile VKİ, % vücut yağı arasında orta düzeyde negatif korelasyonların bulunması nedeniyle obezlerin solunum fonksiyonlarında bir miktar azalma olduğu ileri sürülebilir. Hem kadın hem erkek obez grupta $VO_2max(ml/kg/dk)$ 'ın düşüklüğü ve $VO_2max (ml/kg/dk)$ ile FEV_1 arasında orta düzey korelasyonların bulunması, ayrıca kadınlarda $VO_2max (ml/kg/dk)$ ile MVV arasında orta düzey korelasyonun bulunması göz önünde bulundurulduğunda istemli kas olan solunum kaslarının aerobik kapasiteden pozitif yönde etkilendiği söylenebilir.

Bu tez çalışmasının, obezlerde fiziksel uygunluk parametreleri, istirahat metabolizma hızı, solunum fonksiyonları ve bunların ilişkilerine ışık tutacağını düşünmekteyiz. Yapılacak ileri çalışmalarda bu konu daha kapsamlı ele alınıp önemli bir sağlık problemi olan obezite sorununa katkıda bulunulabilir.

ÖZET

Farklı Vücut Kütle İndeksine Sahip Bireylerde Aerobik Egzersiz Kapasitesi, İstirahat Metabolizma Hızı, Solunum Fonksiyonları ve Vücut Kompozisyonunun Araştırılması

Obezite, vücuda besinler ile alınan enerjinin, harcanan enerjiden fazla olmasından kaynaklanan ve vücut yağ kitlesinin artmasıyla karakterize kronik bir hastalıktır. Obezite pek çok hastalık için, özellikle de kardiyovasküler hastalıklar için önemli bir risk faktörüdür.

Bu çalışmanın amacı obez ve normal kilolu erişkinlerde aerobik egzersiz kapasitesi, istirahat metabolizma hızı (RMR), solunum fonksiyonları, vücut kütle indeksi (VKİ), yağsız vücut ağırlığı, vücut yağ ve su yüzdesini karşılaştırmak ve bu parametreler arası ilişkileri araştırmaktır.

Çalışmaya VKİ'si 30 kg/m^2 ve üzerinde olan 60 obez (30 kadın, 30 erkek) ile VKİ'si $18-25 \text{ kg/m}^2$ arasında olan 60 kontrol (30 kadın, 30 erkek) katılımcı alındı. Vücut kompozisyonu biyoelektrik impedans analiz sistemiyle belirlendi. RMR indirekt kalorimetre cihazıyla ölçüldü. Aerobik egzersiz kapasitesi Astarand submaksimal egzersiz protokolü ile belirlendi. Solunum fonksiyon testleri taşınabilir spirometre cihazıyla ölçüldü. İstatistiksel değerlendirme SPSS 16.0 bilgisayar programında t testi ve Pearson korelasyon analiziyle yapıldı.

Her iki cinsiyette de kontrollere göre obez gruplarda % vücut yağı, toplam vücut yağı, toplam su miktarı, kuru vücut ağırlığı ve RMR daha yüksek; % vücut suyu, $\text{VO}_2\text{max}(\text{ml/kg/dk})$ ve $\text{VO}_2\text{max}(\text{ml/lean kg/dk})$ daha düşük bulundu. Obez erkeklerde solunum fonksiyon testlerinden sadece 1. saniyedeki zorlu ekspirasyon hacmi (FEV_1), obez kadınlarda ise zorlu vital kapasite (FVC) ve FEV_1 kontrol gruplarından daha düşük bulundu.

Kadın ve erkeklerde VKİ, % vücut yağı, toplam vücut yağı, toplam su miktarı parametreleri RMR ile pozitif, $\text{VO}_2\text{max}(\text{ml/kg/dk})$ ile negatif korelasyonlar gösterdi.

$\text{VO}_2\text{max}(\text{ml/kg/dk})$ erkeklerde FEV_1 , kadınlarda FVC ve FEV_1 ile pozitif korelasyonlar gösterdi. Her iki cinsiyette de FEV_1 değeri VKİ ve % vücut yağı ile negatif korelasyonlar gösterdi.

Sonuç olarak, RMR'yi yağsız vücut ağırlığının yanı sıra vücut yağının da etkilediği ileri sürülebilir. Obezlerde fiziksel zindelik normal kilolulara göre daha düşüktür ve bazı solunum fonksiyonlarında bir miktar azalma görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Obezite, vücut kompozisyonu, istirahat metabolizma hızı, solunum fonksiyonları, aerobik egzersiz kapasitesi.

SUMMARY

Investigation of Aerobic Exercise Capacity, Resting Metabolic Rate, and Respiratory Functions and Body Composition in people having different BMI

Obesity is a chronic disease characterized by a positive balance of energy obtained from the food and an increase in body fat. It is an important risk factor for a lot of sicknesses including cardiovascular diseases in particular.

The aim of this study is to make a comparative analysis of aerobic exercise capacity, resting metabolic rate (RMR), respiratory functions, body mass index (BMI), lean body mass as well as body fat and water percentage, thereby investigating the associations among these parameters in obese and normal weighted adult people.

We enrolled a total of 60 obese participants (30 women, 30 men) whose the BMI is 30 kg/m and over and 60 control subjects (30 women, 30 men) with BMI of 18-25 kg/m for this study. Body composition was determined using the bioelectrical impedans analysing system. RMR was measured with indirect calorimeter equipment. Aerobic exercise capacity was determined by following Astarand submaximal exercise protocol. Pulmonary function tests were carried out by portable spirometer. Statistical analyses were done by SPSS 16.0 computer program using t-test and Pearson correlation tests.

In both genders, we found higher body fat %, the total body fat, total water amount, net body weight and RMR in obese subjects than the control ones; while body water %, $VO_2\text{max}$ (ml/kg/min) and $VO_2\text{max}$ (ml/lean kg/min) was found lower. Only forced expiratory volume in 1 second (FEV_1) among the pulmonary function tests was higher in male obese group than in controls. Forced vital capacity (FVC) and FEV_1 were higher in female obese group than in controls.

In both men and women, the parameters of BMI, body fat %, total body fat, total water amount showed a positive correlation with RMR, and a negative correlations with $VO_2\text{max}$ (ml/kg/dk).

$VO_2\text{max}$ (ml/kg/min) value showed positive correlations with FEV_1 in males, and with FVC and FEV_1 in females. FEV_1 value showed neagitive corelations with BMI and body fat % in both sexes.

In conclusion, these results suggest that RMR might be affected by body fat besides the lean body weight. Also, physical fitness has been seen lower and some respiratory functions diminished in obese subjects in comparison to the normal control ones.

Key words: Obesity, body composition, resting metabolic rate, respiratory functions, aerobic exercise capacity.

KAYNAKLAR

- ABRAHAMSEN, B., HANSEN, T.B., HOGSBERG, I.M., PEDERSEN, F.B., BECK-NIELSEN, H. (1996). Impact of Hemodialysis on Dual X-Ray Absorptiometry, Bioelectrical Impedance Measurements, and Anthropometry. *Am J Clin Nutr*, **63(1)**: 80-86.
- ADAŞ, Ü. (2005). Astımlı Çocuklara Yaptırılan Düzenli Aerobik Egzersizlerin Solunum Fonksiyon Testleri ve Aerobik Performans Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- AĞRALI, G. (2005). Maternal Obezitenin Perinatal ve Neonatal Sonuçlar Üzerine Etkisi. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı Bakırköy Doğumevi Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim Hastanesi.
- AKBULUT, G., OZMEN, M., BESLER, T. (2007). Çağın Hastalığı Obezite. *Bilim ve Teknik Dergisi*, Yeni Ufuklar Eki:1-15.
- AKGÜN, N. (1994). Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. 5. Baskı, 1. Cilt. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- AKGÜN, L. (2008). Şizofreni Hastalarında Olanzapin ve Ketiapin Kullanımının Bazal Metabolizma Hızına Etkisinin Karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı.
- ALMEIDA, S.R., SILVA, L.B., GUERREIRO, C.A., NUCCI, A. (2010). Amyotrophic Lateral Sclerosis: Prospective Study on Respiratory Parameters. *Arq Neuropsiquiatr*, **68(2)**:258-262.
- ARNER, P. (1997). Obesity and The Adipocyte. *J Endocrinol*, **155**: 191–192.
- ARSEVEN, O. (2002). Akciğer Hastalıkları. İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Temel ve Klinik Bilimler Ders Kitapları, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- ATAR, A. (2005). Obezlerde Plazma Lipid Düzeyleri ile Antropometrik Ölçümler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Uzmanlık tezi, Sağlık Bakanlığı Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi.
- ATAŞ, Ş., GÖKBEL, H., ATAŞ, E. (1997). Çocukluk Döneminde Obezite. *Genel Tıp Derg.*, **7(1)**:55-61.
- ATEŞ, F. (2006). İnflamatuvar Barsak Hastalıklarında Görülen Solunum Fonksiyon Testi Değişiklikleri. Uzmanlık Tezi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Gastroenteroloji Bilim Dalı, İnönü Üniv. Tıp Fak.
- BALABAN, G., SILVA, G.A. (2004). Protective Effect of Breastfeeding Against Childhood Obesity. *J Pediatr (Rio J)*, **80(1)**: 7-16.
- Biopac.com. Erişim: [http://www.biopac.com/Manuals/app_pdf/app252.pdf]. Erişim Tarihi: 06,08,2010.
- BULUCU ALTUNKAYNAK, B.Z., ÖZBEK, E. (2007) Obezite: Nedenleri ve Tedavi Seçenekleri. *Dicle Tıp Dergisi*, **2(34)**: 144-149.

- COSAR, E., KOKEN, G., ŞAHİN, F.K., AKGÜN, L., UCOK, K., GENÇ, A., YILMAZER M. (2008). Resting Metabolic Rate and Exercise Capacity in Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Int J Gynaecol Obstet*, **101(1)**: 31-34.
- CHRISTOU, D.D., GENTILE, C.L., DESOUZA, C.A., SEALS, D.R., GATES, P.E. (2005). Fatness is A Better Predictor of Cardiovascular Disease Risk Factor Profile Than Aerobic Fitness in Healthy Men. *Circulation*, **111(15)**: 1904-1914.
- CUNNINGHAM, J.J. (1980). A Reanalysis of The Factors Influencing Basal Metabolic Rate in Normal Adults. *Am J Clin Nutr*, **33(11)**:2372-2374.
- ÇAĞLAYAN, M. (2008). Vücut Kitle İndeksi ve Bel/Kalça Oranına Göre Sağlıklı Obez ve Non-Obezlerde İnflamatuar Durumun Prokalsitonin ve Neopterinle Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Biyokimya Anabilim Dalı, Abant İzzet Baysal Üniv. İzzet Baysal Tıp Fak.
- ÇATALYÜREK, H., OTO, Ö., ÖRER, A., HAZAN, E., AÇIKEL, Ü. (1999). Farklı Hasta Gruplarında Vücut Kitle İndekslerinin Karşılaştırılması. *Gkdc Dergisi*, **7**: 71-74.
- ÇAYIR, A. (2009). Beslenme ve Diyet Kliniğine Başvuranlarda Obezite Sıklığı ve Etkili Faktörlerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- ÇÖL, M. (1998). Halk Sağlığı Yönünden Obezite. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, **3(51)**: 173-176.
- DE SIMONE, G., DEVEREUX, R.B., KIZER, J.R., CHINALI, M., BELLA, J.N., OBERMAN, A., KITZMAN, D.W., HOPKINS, P.N., RAO, DC., ARNETT, D.K. (2005). Body Composition and Fat Distribution Influence Systemic Hemodynamics in The Absence of Obesity: The Hypergen Study. *Am J Clin Nutr*, **81(4)**: 757- 761.
- EKELUND, U., BRAGE, S., FRANKS, .P.W., HENNINGS, S., EMMS, S., WAREHAM, N.J. (2005). Physical Activity Energy Expenditure Predicts Progression Toward The Metabolic Syndrome Independently of Aerobic Fitness in Middle-Aged Healthy Caucasians. *Diabetes Care*, **28(5)**: 1195-1200.
- EREN, İ., ERDİ, Ö. (2003). Obez Hastalarda Psikiyatrik Bozuklukların Sıklığı. *Klinik Psikiyatri*, **6**: 152-157.
- ERGÜN, A. (2003). Yağ Hücrelerinden Salgılanan Maddeler, Rezistin ve İnsülin Direnci. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, **1(56)**: 25-30.
- ERGÜN, A., ERTEN, S.F. (2004). Öğrencilerde Vücut Kitle İndeksi ve Bel Çevresi Değerlerinin İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, **2(57)**: 57-61.
- ERGÜVEN, M., KOÇ, S., İŞGÜVEN, P., YILMAZ, Ö., SEVÜK, S., YÜKSEL, E. (2008). Obez Adolesanlarda Metabolik Sendrom ve Obezite Gelişiminde Rol Oynayan Risk Faktörlerinin Araştırılması. *Türkiye Çocuk Hast Derg*, **2(3)**: 5-10.
- ERSOY, R., ÇAKIR, B. (2007). Obezite. *Turkish Medical Journal Dergisi*, **1**: 107-116.
- ESKİÇORAPÇI, S., ÖZARI, M. (2009). Metabolik Sendrom, Obezite, Diyabet ve Hiperkolesteroleminin Prostat Kanseri ile ilişkileri. *Üroonkoloji Bülteni*, **1**: 3-6.

- FAINTUCH, J., SOUZA, S.A., VALEZI, A.C., SANT'ANNA, A.F., GAMA-RODRIGUES, J.J. (2004). Pulmonary Function and Aerobic Capacity in Asymptomatic Bariatric Candidates with Very Severe Morbid Obesity. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*, **59(4)**: 181-186.
- FORMAN, J.N., MILLER, W.C., SZYMANSKI, L.M., FERNHALL, B. (1998). Differences in Resting Metabolic Rates of Inactive Obese African-American and Caucasian Women. *Int J Obes Relat Metab Disord*, **22(3)**: 215-221.
- FRANKLIN, B.A., WHALEY, M.H., BALADY, G.J. By American College of Sports Medicine (2000). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lippincott Williams & Wilkins, 7th Ed. Philadelphia.
- GANONG, W.F. (2002). Tıbbi Fizyoloji. 20. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- GOKBEL, H., OKUDAN, N., GUL, I., UÇOK, K. (2005). Astrand-Rhyning Nomogramının ve Fox Eşitliğinin Değerlendirilmesi: Anaerobik Eşik İlişkiler. *Genel Tıp Derg.*, **15(2)**: 59-63.
- GORAN, M., FIELDS, D.A., HUNTER, G.R., HERD, S.L., WEINSUER, R.L. (2000). Total Body Fat Does Not Influence Maximal Aerobic Capacity. *Int J Obes Relat Metab Disord*, **24(7)**: 841-848.
- GRUND, A., KRAUSE, H., KRAUS, M., SIEWERS, M., RIECKERT, H., MULLER, M.J. (2001). Association Between Different Attributes of Physical Activity and Fat Mass in Untrained, Endurance-and Resistance-Trained men. *Eur J Appl Physiol*, **84(4)**:310-320.
- GUYTON, A.C., HALL J.E., (2006). Textbook of Medical Physiology. 11th Ed. Philadelphia.
- GÜLCAN, E., ÖZKAN, A. (2006). Obezite. *D.P.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **10**: 185-194.
- GÜNAY, M., TAMER, K., CİCİOĞLU, İ. (2006). Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Güncelpediatri.com. Erişim: [<http://www.guncelpediatri.comsayilar1473-74.pdf>]. Erişim Tarihi: 19,08,2010.
- GÜNEY, E., ÖZGEN, A.G., FULDEN SARAÇ, YILMAZ, C., KABALAK, T. (2003). Biyoelektrik İmpedans Yöntemi İle Obezite Tanısında Kullanılan Diğer Yöntemlerin Karşılaştırılması. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, **4(2)**: 15-18.
- GÜRSOY, R., ÖZTAŞAN, N., ŞEN,İ., DANE, Ş., Berkan ALPAY, B. (2007). Farklı Bireysel Sporlardaki Adölesan Sporcularda Vücut Kitle İndeksi, Vücut Yağı ve Çeşitli Kas Kuvvetleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. *Journal of Physical Education and Sport Sciences*, **9(1)**:3-10.
- JOHNSTONE, A.M., MURISON, S.D., DUNCAN, J.S., RANCE, K.A., SPEAKMAN, J.R. (2005). Factors Influencing Variation in Basal Metabolic Rate Include Fat-Free Mass, Fat Mass, Age and Circulating Thyroxine but Not Sex, Circulating Leptin or Triiodothyronine. *Am J Clin Nutr*, **82(5)**:941-948.
- KARACAN, S., ÇOLAKOĞLU, F.F., EROL, A.E. (2004). Obez Orta Yaş Bayanlar ile Menopoz Dönemindeki Bayanlarda Aerobik Egzersizin Bazı Fiziksel Uygunluk Değerlerine Etkisi. *E.Ü.Journal of Health Sciences*, **13(1)**: 35-42.

- KARAKAS, S., TASER, F., YILDIZ, Y., KÖSE, H. (2005). Tıp Fakültesi Ve Spor Yüksekokulu Öğrencilerinde Biyoelektriksel İmpedans Analiz Yöntemi İle Vücut Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, **6(3)**: 5-9.
- KARAMAHMUTOĞLU, F. (2007). Dirençli Hipertansiyonun Vücut Kitle İndeksi ile İlişkisi. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi.
- KAYA, H., ÖZÇELİK, O. (2005). Tıp Öğrencilerinde Bir Yılda Vücut Kompozisyonlarında Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi. *Fırat Tıp Dergisi*, **10(4)**: 164-168.
- KAYA, H., ÖZÇELİK, O. (2009). Vücut Bileşimlerinin Değerlendirilmesinde Vücut Kitle İndeksi ve Biyoelektrik İmpedans Analiz Metodlarının Etkinliğinin Yaş ve Cinsiyete Göre Karşılaştırılması. *F.Ü. Sağ. Bil. Tıp Derg.*, **23 (1)**: 01 – 05.
- KIR, T., KILIÇ, S., UÇAR, M., AÇIKEL, C.H, GÖÇGELDİ, E., RECAİ, O. (2004). Erlerde Obezite Prevalansının ve Etkileyen Faktörlerin Saptanması. *Gülhane Tıp Dergisi*, **46(3)**: 219–225.
- KIRIM, S. (2005). Obez Hastalarda Diyet, Egzersiz ve İlaç Tedavisinin Homosistein Düzeylerine Etkisi, Yan Dal Uzmanlık Tezi, Çukurova Üniv. Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Endokrinoloji ve Metabolizma Hastalıkları Bilim Dalı.
- KLEIN, S., ALLISON, D.B., HEYMSFIELD, S.B., KELLEY, D.E., LEIBEL, R.L., NONAS, C., KAHN, R. (2007). Waist Circumference and Cardiometabolic Risk. *Diabetes Care*, **30(6)**: 1647-1651.
- KOPELMAN, P.G., STOCK, M.J. (1998). Clinical Obesity. Blackwell Science, Oxford.
- KOPLAY, M., SUNAY, S., AÇIKEL, M. (2008). Obezite ve Metabolik Sendrom. *Tıp Araştırmaları Dergisi*, **6(3)**: 168-174.
- KRIKETOS, A.D., SHARP, T.A., SEAGLE, H.M., PETERS, J.C., HILL, J.O. (2000) Effects of Aerobic Fitness on Fat Oxidation and Body Fatness. *Med Sci Sports Exerc.* **32(4)**:805-811.
- KUT, A. (2009). Obezite Ve Sağlıklı Yaşam Tarzı. *Sağlıklı Yaşam Tarzı Dergisi*, Tanıtım Sayısı; 8-25.
- LAZARUS, R., GORE, C.J., BOOTH, M., OWEN, N. (1998). Effects of Body Composition and Fat Distribution on Ventilatory Function in Adults. *Am J Clin Nutr*, **68(1)**:35-41.
- MARQUES-VIDAL, P., LLOBET, S., CARVALHO RODRIGUES, J.A., HALPERN, M.J. (2001). Cardiovascular Risk Factor Levels in Portuguese Students. *Acta Cardiol*, **56(2)**: 97-101.
- MELLECKER, R.R., MCMANUS, A.M. (2009). Measurement of Resting Energy Expenditure in Healthy Children. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, **6(33)**: 640-645.
- MILLER, M.R., HANKINSON, J., BRUSASCO, V., BURGOS, F., CASABURI, R., COATES, A., CRAPO, R., ENRIGHT, P., VAN DER GRINTEN, C.P., GUSTAFSSON, P., JENSEN, R., JOHNSON, D.C., MACINTYRE, N., MCKAY, R., NAVAJAS, D., PEDERSEN, O.F., PELLEGRINO, R., VIEGI, G., WANGER, J. (2005). ATS/ERS Task Force. Standardisation of Spirometry. *Eur Respir J*, **26(2)**:319-338.

- NORGAN, N.G. (2005). Laboratory and Field Measurements of Body Composition. *Public Health Nutr*, **8(7A)**:1108-1122.
- ORHAN, Y., BOZBORA, A. (2008). Obezite Medikal ve Cerrahi Tedavisi. 1. Baskı, İstanbul Medikal Yayıncılık, İstanbul.
- OZCELIK, O., ASLAN, M., AYAR, A., KELESTIMUR, H. (2004). Effects of Body Mass Index on Maximal Work Production Capacity and Aerobic Fitness During Incremental Exercise. *Physiol Res*, **53(2)**: 165-170.
- ÖNCÜ, İ. (2009). Çocukluk Çağı Obezitesinde Metabolik Parametrelerin Diyet ve Egzersizle İlişkisi. Uzmanlık Tezi, Çukurova Üniv. Tıp Fak. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı.
- ÖZBULUT, O., ÜÇOK, K., MOLLAOĞLU, H., BAŞ, O., AKGÜN, L., GULER, O., EMÜL, M., GEÇİCİ, O. (2007). Assessment of Anthropometric Measurements and Pulmonary Functions in Patients with Psychiatric Disorder. *Neurol Psychiatr Brain Res*, **14(3)**: 95-102.
- ÖZKARAFKI, İ. (2009). Üniversite Öğrencilerinde Vücut Yağ Yüzdesinin Beden Kitle İndeksi Ve Biyoelektrik İmpedans Analizi İle Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- PEKER, İ., ÇİLOĞLU, F., BURUK, Ş., BULCA Z. (2000). Egzersiz Biyokimyası ve Obezite. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- SAMUR, G., YILDIZ, E. (2008). Obezite ve Kardiyovasküler Hastalıklar–Hipertansiyon. Klamat Matbaacılık, Ankara.
- SCHNABEL, E., CHEN, C.M., KOCH, B., KARRASCH, S., JORRES, R.A., SCHAFER, T., VOGELMEIER, C., EWERT, R., SCHAPER, C., VOLZKE, H., OBST, A., FELIX, S.B., WICHMANN, H.E., GLASER, S., HEINRICH, J. (2010). Regional Differences in Prediction Models of Lung Function in Germany. *Respir Res*, **11(1)**: 40.
- SCHUTZ, Y., WORINGER, V., (2002). Obesity in Switzerland: A Critical Assessment of Prevalence in Children and Adults. *Int J Obes Relat Metab Disord*, **26(Suppl 2)**: 3–11.
- SEVİMLİ, D. (2008). Erişkinlerde Fiziksel Aktivite - Beden Kitle İndeksi İlişkisinin Araştırılması. *Taf Prev Med Bull*, **7(6)**: 523-528.
- SINIRKAVAK, G., DAL, U., ÇETİNKAYA, Ö. (2004). Elit Sporcularda Vücut Kompozisyonu ile Maksimal Oksijen Kapasitesi Arasındaki İlişki. *C.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi*, **26(4)**: 171–176.
- SİFİL, A., ÇAVDAR, C., ÇELİK, A., YENİÇERİOĞLU, Y., ERSOY, R., ÖZAKSOY, D., ÇAMSAN, T. (2001). Vücut Kompozisyonu Değişikliklerini Saptamada Dual-Enerji X-Ray Absorbsiyometri ve Biyoelektrik İmpedans; Bir Hemodiyaliz Seansının Etkisini Saptama İki Yöntemin Karşılaştırmalı Analizi. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*, **10(4)**: 244-248.
- SINGH, S.K, CHOWDHARY, G.R., CHHANGANI, V.D., PUROHIT, G. (2007). Quantification of Reduction in Forced Vital Capacity of Sand Stone Quarry Workers. *Int J Environ Res Public Health*, **4(4)**: 296-300.

- SİVASLI, E., BOZKURT, A.İ., ÖZÇIRPICI, B., ŞAHİNÖZ, S., COŞKUN, Y. (2006). Gaziantep Yöresinde 7-15 Yaşındaki Çocuklarda Vücut Kitle İndeksi Referans Değerleri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, **49**: 30-35.
- SUI, X., LAMONTE, M.J., LADITKA, J.N., HARDIN, J.W., CHASE, N., HOOKER, S.P., BLAIR, S.N. (2007). Cardiorespiratory Fitness and Adiposity As Mortality Predictors in Older Adults. *JAMA*, **298(21)**: 2507-2516.
- ŞİMŞEK, F., ULUKOL, B., BERBEROĞLU, M., BAŞKAN GÜLNAR, S., ADIYAMAN, P., ÖCAL, G. (2005). Ankara'da Bir İlköğretim Okulu ve Lisede Obezite Sıklığı. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, **58**: 163-166.
- TEMOÇİN, S., EK, R.O., TEKİN, T.A. (2004). Futbolcularda Sürat ve Dayanıklılığın Solunumsal Kapasite Üzerine Etkisi. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, **2(1)**: 31-35.
- TSAI, W.L., YANG, C.Y., LIN, S.F., FANG, F.M. (2004). Impact of Obesity on Medical Problems and Quality of Life in Taiwan. *Am J Epidemiol*, **160(6)**: 557-565.
- USER'S GUIDE FOR BODYSTAT 1500. Body Composition Analysis. Bodystat Ltd.,UK.
- ÜÇOK, K., MOLLAOĞLU, H., AKGÜN, L., GENÇ, A. (2008). İki Farklı Yöntemle Ölçülen İstirahat Metabolizma Hızlarının Karşılaştırılması. *Genel Tıp Derg*, **18(3)**: 117-120.
- ÜÇOK, K., AYÇİÇEK, A., SEZER, M., GENÇ, AKKAYA, M., ÇAĞLAR, V., FİDAN, F., ÜNLÜ, M., (2009a). Aerobic and Anaerobic Exercise Capacities in Obstructive Sleep Apnea and Associations with Subcutaneous Fat Distributions. *Lung*, **187(1)**:29-36.
- ÜÇOK, K., GENÇ, A., AKKAYA, M., GÖNÜL, Y., UYGUR, R., MOLLAOĞLU, H., SONGUR, A. (2009b). Association Analyses among Anthropometric Measurements, Exercise Capacities, Pulmonary Functions, Lateralization and Psychological Status in Young Adults. *Neurol Psychiatr Brain Res*, **16(1)**: 35-40
- VANDER, A.J., SHERMAN, J.H., LUCIANO, D.S. (1994). Human Physiology: The Mechanisms of Body Function. 6th International Edition, USA.
- WANNAMETHEE, S.G., SHAPER, A.G., WHINCUP, P.H. (2005). Body Fat Distribution, Body Composition, and Respiratory Function in Elderly Men. *Am J Clin Nutr*, **82**: 996-1003.
- WATANABE, K., NAKADOMO, F., MAEDA, K. (1994). Relationship Between Body Composition and Cardiorespiratory Fitness in Japanese Junior High School Boys and Girls. *Ann Physiol Anthropol*, **13(4)**: 167-174.
- WHO CONSULTATION. (2000). Obesity: Preventing and Managing The Global Epidemic. Report of a WHO consultation, **894(1-12)**: 1-253.
- WHO. (2000). *The Asia-Pacific perspective: Redefining obesity and its treatment*. Geneva, Switzerland:18
- Wikipedia.org. Body Fat Percentage. Erişim: [http://en.wikipedia.org/wiki/Body_fat_percentage]. Erişim Tarihi: 11.08.2010.

WOMACK, C.J., HARRIS, D.L., KATZEL, L.I., HAGBERG, J.M., BLEECKER, E.R., GOLDBERG, A.P. (2000). Weight Loss, Not Aerobic Exercise, Improves Pulmonary Function in Older Obese Men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, **55(8)**: M453-457.

YAPRAK, Y. (2004). Obez Bayanlarda Aerobik ve Kuvvet Çalışmasının Oksijen Kullanımına ve Kalp Debisine Etkileri. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, **2(2)**: 73-80.

YILMAZ, C. (1995). Obezite. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.

YORGANCI KOYUER, E. (2005). Obez, Tip-II Diyabetli Hastalarda İnsülin Direnci İle IL-6, CRP ve Fibrinojen İlişkisi. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi.

YOSHIKE, N., KANEDA, F., TAKIMOTO, H. (2002). Epidemiology of Obesity and Public Health Strategies for Its Control in Japan. *Asia Pac J Clin Nutr*, **11(Suppl 8)**: 727-731.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Emine UYGUR

Doğum Yeri ve Tarihi: Aksaray – 10 Ocak 1983

Öğrenim Durumu:

1988-1996: Aksaray (İlkoğretim)

1996-1999: Aksaray (Lise)

2000-2005: Dumlupınar Üniversitesi Sağlık Yüksek Okulu Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

Katıldığı Bilimsel Kongreler:

- 1- Uluslararası Katılımlı XI. Ulusal Anatomi Kongresi, 26-29 Ekim 2007, Denizli
- 2- Türk Fizyolojik Bilimler Derneği 36. Ulusal Fizyoloji Kongresi, 14-17 Eylül 2010, Edirne.

Katıldığı Bilimsel Sempozyumlar:

- 1- II. Egzersiz Fizyolojisi Sempozyumu, 7-8 Mayıs 2009, İzmir
- 2- Tendon Yaralanmalarında Rehabilitasyon Yöntemleri ve Sorunları Sempozyumu, 16-17 Nisan 2004, İzmir

Katıldığı Bilimsel Seminerler:

- 1- Serebral Paralizi Tedavisinde Yeni Yaklaşımlar Semineri, 17 Aralık 2004, Kütahya.
- 2- I. Dumlupınar Fizyoterapi Seminerleri, 13-14 Mayıs 2005, Kütahya.

Katıldığı Bilimsel Kurslar:

- 1- II. Egzersiz Fizyolojisi Sempozyumu Kardiyopulmoner Egzersiz Testleri Kursu, 7 Mayıs 2009, İzmir
- 2- II. Egzersiz Fizyolojisi Sempozyumu ACSM Kriterlerine Göre Risk Değerlendirmesi ve Egzersiz Reçetesi Atölye Çalışması, 8 Mayıs 2009, İzmir
- 3- Cranio-Sacral Terapi Kursu, 01-02 Ekim 2005, 24-25 Aralık 2005, 11-12 Şubat 2006, İstanbul.
- 4- Creature Comfort Cage Metodu Motor Beceri ve Gelişim Egzersizleri Kursu, 17-18 Kasım 2007, Ankara
- 5- Deney Hayvanları Kullanımı Eğitim Programı Kursu, 6-10 Nisan 2009, Isparta.

Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler:

- 1- Türkiye Fizyoterapistler Derneği
- 2- Türkiye Fizyolojik Bilimler Derneği