

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AEROBİK EGZERSİZİN SEDANTER
BAYANLARDA VÜCUT KOMPOZİSYONU,
BAZAL METABOLİZMA HIZI, TOTAL
OKSİDAN VE ANTİOKSİDAN KAPASİTE
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FATMA KIZILAY
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR A.B.D.**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Cengiz ARSLAN**

MALATYA- 2012

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AEROBİK EGZERSİZİN SEDANTER
BAYANLARDA VÜCUT KOMPOZİSYONU,
BAZAL METABOLİZMA HIZI, TOTAL
OKSİDAN VE ANTİOKSİDAN KAPASİTE
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

FATMA KIZILAY

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. Cengiz ARSLAN

**Bu araştırma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından 2010/129 proje numarası ile desteklenmiştir.**

MALATYA-2012

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Jüri Başkanı, Danışman

Doç. Dr. Cengiz ARSLAN



Üye

Doç. Dr. Süleyman SANDAL



Üye

Yrd. Doç. Dr. Abdullah GÜLLÜ



ONAY :

Bu tez, İnönü Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu...../...../2012 tarih ve 2012/.....sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yusuf TÜRKÖZ
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim sürecim boyunca ve çalışmalarım esnasında benden bilgi birikimini, tecrübelerini ve desteğini esirgemeyen, sabrı ve özverisiyle de yol gösteren başta çok değerli hocam ve danışmanım Sayın Doç. Dr. Cengiz Arslan'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım için her türlü desteği sağlayan ve çalışmamıza değerli katılımlarından dolayı İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Zuhâl Altay'a teşekkürlerimi bildiririm.

Çalışmalarımın her aşamasında yardımlarıyla yol gösteren saygı değer hocam Ydr. Doç. Dr. Fatma İlker Kerkez'e, yine yüksek lisans eğitimimde emeği geçen değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Esin Güllü'ye, Yrd. Doç. Dr. Mehmet Güllü'ye, Yrd. Doç. Dr. Yahya Doğar'a, çalışmamızın laboratuvar ölçümleri kısmında yardımını esirgemeyen İnönü Üniversitesi Eczacılık Fakültesi öğretim üyeleri Yrd. Doç. Dr. Osman Çiftçi ve Yrd. Doç. Dr. Selami Günay'a, istatistik aşamasında değerli yardımlarından dolayı İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı öğretim Üyesi Prof. Dr. Saim Yoloğlu ve Dr. Harika G. Bağ'a teşekkür ederim.

Çalışmalarımın hem ön test hem de son test aşamasında yanımda olan, ölçümler esnasında yardımlarını esirgemeyen mesai arkadaşlarım Uzm. Fzt. Ayşegül Beykümül'e ve Tkns. Aytekin Öztürk'e, İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, İnönü Üniversitesi Biyokimya Laboratuvarı personeline ve çalışmamıza gönüllü katılan tüm bayanlara teşekkürü borç bilirim.

Çalışmamız için bilimsel proje desteği sağlayan İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne ve değerli personeline teşekkür ederim.

Çalışmalarımın her aşamasında her türlü desteğini gördüğüm başta eşim Egemen Kızılay olmak üzere kıymetli aileme teşekkür ederim.

ÖZET

Bu çalışma 8 haftalık aerobik egzersizin sedanter bayanlarda vücut kompozisyonu, bazal metabolizma hızı, toplam oksidan ve antioksidan kapasite üzerine etkisini incelemek amacıyla yapıldı.

Araştırmaya katılan 40 gönüllü, yaş ortalaması 40.30 ± 4.47 olan kontrol grubu (KG) (n=20) ve yaş ortalaması 41.05 ± 3.26 olan egzersiz grubu (EG) (n=20) olmak üzere random yöntemiyle iki gruba ayrıldı. Kontrol grubuna egzersiz yaptırılmazken, egzersiz grubuna 8 hafta süresince, haftada 3 gün, günde 1 saat aerobik-koş-yürü egzersizleri yaptırıldı. Tüm deneklerin çalışma öncesi ve sonrası vücut kompozisyonu, bazal metabolizma hızı (BMH), toplam oksidan kapasite (TOK) ve toplam antioksidan kapasite (TAK) ölçümleri alındı. EG ve KG arasında yaş, boy ve kilo bakımından fark olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Mann – Whitney U testi kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Kolmogorov Smirnov testi ile incelendi. Ön test–son test değişiminin EG ve KG’ye göre karşılaştırılması için tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Tüm istatistik analizler SPSS paket programında yapıldı ve anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alındı.

Bulgulara göre kilo, vücut kitle indeksi (VKİ), vücut yağ yüzdesi (VYY), yağsız vücut kitle (YVK), çevre ölçümleri, bel kalça oranı (BKO), segmental vücut kompozisyonu, deri kıvrımı kalınlığı, BMH, TAK ve TOK ölçümlerinin tümünde son test ölçümlerine göre EG lehine anlamlı farklılık bulundu ($p < 0.05$). VKİ değerinin EG’ nda $29.62 \pm 3.78 \text{ kg/m}^2$ ’den, $28.47 \pm 3.74 \text{ kg/m}^2$ ’ye düştüğü tespit edildi ve ön test sonuçlarına göre EG’ nda % 3.11 oranında azalma, KG’ nda ise % 0.38 oranında artış olduğu saptandı. YVK değeri EG’ nda $50.62 \pm 5.41 \text{ kg}$ ’dan 51.55 ± 5.95

kg'a, BMH değeri 1308±201.8 kcal' den 1409±218.3 kcal' e yükseldi. TAK değeri EG' nda 2.10±0.01 µmol' den, 2.35±0.06 µmol' e çıkarken, KG' nda anlamlı bir değişim oluşmadı. TOK değerinde ise KG' nda 5.95±1.41 mmol' den 5.64±1.67 mmol' e düşerken, EG' nda 6.33±1.23 mmol' den 3.48±1.94 mmol' e düşerek anlamlı bir değişim tespit edildi (p<0.05).

Sonuç olarak 8 haftalık, koş-yürü tarzı aerobik egzersizlerin, sedanter bayanlarda vücut kompozisyonu parametrelerini olumlu yönde değiştirdiği, bazal metabolizmayı hızlandırdığı, toplam oksidan ve antioksidan kapasite değerlerini de anlamlı yönde değiştirdiği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Sedanter Bayan, Aerobik Egzersiz, Vücut Kompozisyonu, Bazal Metabolizma Hızı, Toplam Oksidan Kapasite, Toplam Antioksidan Kapasite.

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF EFFECT OF AEROBIC EXERCISE ON SEDENTARY WOMEN'S BODY COMPOSITION, BASAL METABOLIC RATE, TOTAL OXIDANT AND ANTIOXIDANT CAPACITY

The aim of this study was investigated by the effect of 8 weeks aerobic exercise in sedentary women's body composition, basal metabolic rate, total oxidant and antioxidant capacity.

40 volunteer subjects divided into two groups randomly consist of control group (n=20) that their mean age was 40.30 ± 4.47 years old, and exercise group (n=20) that their mean age is 41.05 ± 3.26 years. While control group weren't exercised, exercise group were exercised 1 hour a day, for 3 days in a week, for 8 weeks. Body composition, basal metabolic rate (BMR), total oxidant (TOC) and total antioxidant capacity (TAC) measurements of all subjects had measured before and after the study. Mann-Whitney U test was used to determine whether there was any difference between Exercise and Control Groups in terms of age, height and weight properties. Whether or not normally distributed data were examined with Kolmogorov Smirnov test. According to exercise and control groups change in the pre-test and post-test two way Analysis of variance (ANOVA) test was used for comparison. All statistical analyzes were performed using SPSS program and significance level was based at 0.05.

According to post-test measurements in favor of EG significant differences were found in all weight, body mass index (BMI), body fat percentage, body fat mass, fat free mass, anthropometric measurements, waist-hip ratio, segmental body

composition, skinfold caliper, BMR, TOC and TAC measurements ($p < 0.05$). It was determined that BMI value decreased in exercise group from $29.62 \pm 3.78 \text{ kg/m}^2$ to $28.47 \pm 3.74 \text{ kg/m}^2$ and according to pre tests in exercise group % 3.11 decrease was detected and in control group % 0.38 increase was found. In exercise group fat free mass (FFM) value was increased from $50.62 \pm 5.41 \text{ kg}$ to $51.55 \pm 5.95 \text{ kg}$ and BMR value increased from $1308 \pm 201.8 \text{ kcal}$ to $1409 \pm 218.3 \text{ kcal}$. While TAC value increased in exercise group from $2.10 \pm 0.01 \text{ } \mu\text{mol}$ to $2.35 \pm 0.06 \text{ } \mu\text{mol}$, there was no significant difference in control group. While TOC value changed from $5.95 \pm 1.41 \text{ mmol}$ to $5.64 \pm 1.67 \text{ mmol}$ in control group, in exercise group value decreased from $6.33 \pm 1.23 \text{ mmol}$ to $3.48 \pm 1.94 \text{ mmol}$ and significant change was determined ($p < 0.05$).

As a result we can say that aerobic exercise changes body composition parameters in positive direction, increases basal metabolic rate, changes total oxidant and antioxidant capacity in significant direction.

Key Words: Sedentary Women, Aerobic Exercise, Body Composition, Basal Metabolic Rate, Total Oxidant Capacity, Total Antioxidant Capacity.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No:
ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTARCT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Sedanter Hayat, Spor ve Egzersiz	3
2.2. Aerobik Egzersiz.....	4
2.3. Egzersizde Metabolizma ve Enerji Metabolizması.....	5
2.4. Enerji Tüketimi.....	6
2.5. Bazal Metabolizma Hızı.....	8
2.6. BMH Nasıl Ölçülür.....	9
2.6.1. BMH'nin Direkt Yöntemle Hesaplanması.....	9
2.6.2. BMH'nin İndirekt Yöntemle Hesaplanması.....	9
2.6.2.1. Kapalı Devre Spirometre Metodu.....	9
2.6.2.2. Açık Devre Metodu.....	10
2.6.2.3. Haris Benedict Yöntemi.....	10
2.6.2.4. Cunningham Formülü.....	10
2.6.2.5. Yüzey Alanı Normogramı.....	11
2.7. Bazal Metabolizma Hızını Etkileyen Faktörler.....	13
2.7.1. Yağsız Vücut Kütlesi ve BMH.....	14
2.7.2. Egzersiz ve BMH.....	14
2.7.3. Yaş ve BMH.....	14
2.7.4. Cinsiyet ve BMH.....	15
2.7.5. Hormonlar ve BMH.....	15

2.8. Vücut Kompozisyonu.....	16
2.8.1. Cinsiyet ve Vücut Kompozisyonu.....	16
2.8.2. Yaş ve Vücut Kompozisyonu.....	17
2.8.3. Hastalıklar ve Vücut Kompozisyonu.....	17
2.8.4. Egzersiz ve Vücut Kompozisyonu.....	17
2.9. Vücut Kompozisyonunda Ölçülen Parametreler.....	18
2.9.1. Boy ve Kilo.....	18
2.9.2. Vücut Kitle İndeksi.....	18
2.9.3. Toplam Vücut suyu.....	19
2.9.4. Vücut Yağ Yüzdesi.....	19
2.9.5. Yağsız Vücut Kütlesi.....	19
2.9.6. Bel Kalça Oranı.....	20
2.9.7. Çevre Ölçümleri.....	20
2.9.8. Deri Kıvrımı Kalınlığı Ölçümleri.....	20
2.10. Biyoelektriksel İmpedans Analizi Tekniğiyle Vücut Kompozisyon Ölçümü.....	21
2.11. Oksidanlar.....	22
2.11.1. Serbest Radikaller.....	22
2.11.2. Reaktif Oksijenler.....	24
2.11.2.1. Süperoksit Radikali.....	24
2.11.2.2. Hidrojen Peroksit Radikali.....	26
2.11.2.3. Hidroksil Radikali.....	26
2.11.2.4. Singlet Oksijen.....	27
2.11.2.5. Nitrik Oksit ve Bileşikleri.....	28
2.11.2.6. Hipoklorid Radikali.....	28
2.11.2.7. Ozon.....	29
2.11.2.8. Malondialdehit.....	29
2.11.3. Serbest Oksijen Radikali Oluşturan Kaynaklar.....	29
2.11.4. Serbest Radikallerin Etkileri ve Oksidan Stres.....	31
2.12. Total Oksidan Kapasite.....	31
2.13. Antioksidanlar.....	31
2.13.1. Enzimatik Antioksidanlar.....	32

2.13.1.1. Süperoksit Dismutaz.....	32
2.13.1.2. Katalaz.....	33
2.13.1.3. Glutatyon Peroksidaz.....	33
2.13.1.4. Glutatyon – S- Transferaz.....	34
2.13.1.5. Glutatyon Redüktaz.....	34
2.13.1.6. Mitokondriyal Sitokrom Oksidaz.....	34
2.13.2. Enzimatik Olmayan Antioksidanlar.....	35
2.13.2.1. Askorbik Asit.....	35
2.13.2.2. β - Karoten.....	36
2.13.2.3. E Vitamini.....	36
2.13.2.4. Polifenoller.....	36
2.13.2.5. Transferrin ve Laktoferrin.....	36
2.13.2.6. Seruloplazmin.....	37
2.13.2.7. Albümin.....	37
2.13.2.8. Ürik Asit.....	37
2.13.2.9. Bilirubin.....	37
2.13.2.10. Melatonin.....	37
2.13.2.11. Selenyum.....	38
2.14. Hidrofilik ve Lipofilik Bazda Bazı Antioksidanlar.....	38
2.15. Total Antioksidan Kapasite.....	39
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	40
3.1. Araştırma Gruplarının Oluşturulması.....	40
3.2. Deneklerin Araştırmaya Kabul Edilme Kriterleri.....	40
3.3. Deneklerin Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri.....	40
3.4. Deney Protokolü.....	41
3.5. Ölçüm Metotları ve Kullanılan Ekipman.....	41
3.5.1. Boy ve Kilo Ölçümü.....	41
3.5.2. İstirahat Kalp Atım Sayısı ve Kan Basıncının Ölçülmesi.....	42
3.5.3. BMH Ölçümü.	42
3.5.4. Vücut Kompozisyonu Ölçümü.....	42
3.5.4.1. Biyoelektriksel İmpedans Analizi Ölçümü.....	42
3.5.4.2. Deri Kıvrımı Kalınlığı Ölçümü.....	43

3.5.4.3. Çevre Ölçümleri.....	44
3.5.4.4. Bel-Kalça Oranı Ölçümü.....	44
3.5.5. Total Oksidan ve Antioksidan Kapasite Ölçümü.....	44
3.6. Sekiz Haftalık Egzersiz Protokolü.....	44
3.7. Uygulanan Egzersiz Programı.....	45
3.8. İstatistiksel Analiz.....	46
4. BULGULAR.....	47
5. TARTIŞMA.....	57
6. SONUÇ.....	67
7. ÖNERİLER.....	68
KAYNAKLAR.....	69
EKLER.....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	87

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BIA	: Biyoelektiriksel İmpedans Analizi
BKO-WHR	: Bel Kalça Oranı-Waist Hip Ratio
BMH-BMR	: Bazal Metabolizma Hızı-Basal Metabolic Rate
BTE	: Besinlerin Termik Etkisi
CAD	: Katalaz
CO₂	: Karbondiosit
DNA	: Deoksiribo Nukleik Asit
EEE	: Toparlanma Döneminde Tüketilen Enerji
EG	: Egzersiz Grubu
EKG	: Elektrokardiyografi
FE	: Demir
GR	: Glutasyon Redüktaz
GSH-Px	: Glutasyon Peroksidaz
GST	: Glutasyon -S Transferaz
H₂O	: Su
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit
HO[•]	: Hidroksil Radikali
HO₂[•]	: Perhidroksi Radikali
HOCl	: Hipoklorid
IL-2	: İnterlökin 2
İKA	: İstirahat Kalp Atım
İMİH-RMR	: İstirahat Metabolizma Hızı-Resting Metabolic Rate
KB	: Kan Basıncı
KG	: Kontrol Grubu
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
LL	: Sol Bacak
LOOH	: Lipid Hidroperoksit
MDH	: Malondialdehit
MET	: Metabolik Eşitlik
NADPH	: Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat
NO[•]	: Nitrik Oksit Radikali

NO₂[·]	: Azot Dioksit Radikali
O₂	: Oksijen
O₂^{·-}	: Süperoksit Radikali
O₂↑↓	: Singlet Oksijen
O₃	: Ozon
ONOO[·]	: Peroksinitrit Radikali
PLGSH-Px	: Fosfolipid Hidroperoksid Glutasyon Peroksidaz
PROOH	: Protein Hidroperoksit
RL	: Sağ Bacak
RMR	: İstirahat Metabolizma Hızı
RO[·]	: Alkoksil Radikali
ROO[·]	: Peroksil Radikali
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
RS	: Tiol Radikalleri
SOD	: Süperoksit Dismutaz
TAK-TAC	: Toplam Antioksidan Kapasite-Total Antioxidant Capacity
TBARS	: Tiobarbitürik Asit Türevleri
TVS-TBW	: Toplam Vücut Suyu-Total Body Water
TEAK	: Troloks Ekivelen Antioksidan Kapasite
TEE	: Toplam Enerji Tüketimi
TM	: Toplam Metabolizma
Toc	: Tokoferol
TOK-TOC	: Toplam Oksidan Kapasite-Total Oxidant Capacity
VKİ-BMI	: Vücut Kitle İndeksi-Body Mass Index
VO₂Max	: Maksimum Oksijen Tüketimi
VYK	: Vücut Yağ Kütlesi
VYY	: Vücut Yağ Yüzdesi
YVK-FFM	: Yağsız Vücut Kütlesi-Fat Free Mass
X	: Ortalama
Ss	: Standart Sapma
α	: Alfa
β	: Beta

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1: Bayan ve erkeklerde ortalama enerji harcaması

Tablo 2.2: WHO tarafından belirlenen vücut kitle indeksi cetveli

Tablo 2.3: Yaş ve cinsiyete göre vücut su oranları

Tablo 2.4: Yaş ve cinsiyete göre vücut yağ oranlarının normal değerleri

Tablo 2.5: Yaş ve cinsiyete göre yağsız vücut kitlesi ağırlığı

Tablo 2.6: Oksijen türevi radikal ve radikal olmayan bileşikler

Tablo 2.7: Serbest oksijen radikalleri oluşturan bazı endojen ve eksojen kaynaklar

Tablo 2.8: Enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar

Tablo 2.9: Hidrofilik ve lipofilik fazda bazı antioksidanlar

Tablo 3.1: Egzersiz grubuna uygulanan egzersiz protokolü

Tablo 4.1: Deneklerin yaş, boy, kilo özelliklerinin karşılaştırılması

Tablo 4.2: Çevre ölçümü değerlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Tablo 4.3: Genel vücut kompozisyonu değerlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Tablo 4.4: Deri kıvrımı kalınlığı değerlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Tablo 4.5: Segmental vücut kompozisyon analizi ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Tablo 4.6: Bazal metabolizma hızı ölçümüne ait tanımlayıcı istatistik verileri

Tablo 4.7: Kardiyak parametre ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Tablo 4.8: Toplam Oksidan ve Antioksidan Kapasite Ölçümlerine ait tanımlayıcı verileri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1: Kontrol grubu ve egzersiz grubu bel çevresi değeri karşılaştırması

Şekil 4.2: Kontrol grubu ve egzersiz grubu BKO değeri karşılaştırması

Şekil 4.3: Kontrol grubu çalışma öncesi ve sonrası bazı değerlerin değişim düzeyleri

Şekil 4.4: Egzersiz grubu çalışma öncesi ve sonrası bazı değerlerin değişim düzeyleri

Şekil 4.5: Kontrol grubuna ait deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinin değişim düzeyleri

Şekil 4.6: Egzersiz grubuna ait deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinin değişim düzeyleri

Şekil 4.7: Kontrol grubuna ait segmental vücut kompozisyon analizi değerlerinin değişim düzeyleri

Şekil 4.8: Egzersiz grubuna ait segmental vücut kompozisyon analizi değerlerinin değişim düzeyleri

Şekil 4.9: Kontrol grubu ve egzersiz grubunun BMH değerleri değişim düzeyleri

Şekil 4.10: Kontrol grubuna ait TAK ve TOK düzeyleri değişimi

Şekil 4.11: Egzersiz grubuna ait TAK ve TOK düzeyleri değişimi

1.GİRİŞ

Egzersizın önemi, gelişen teknolojiyle ve bu konuda yapılan bilimsel çalışmalarla günlük hayattaki yerini sağlamlaştırmıştır. Enerji metabolizmasıyla yakından ilişkili olan obezite ise hemen hemen bütün toplumlarda çok yaygın görülen bir sağlık sorunudur ve giderek küresel bir epidemiyi halini almaktadır (1). Enerji metabolizmasının önemli bir kısmını oluşturan bazal metabolizma kişinin yaşamsal işlevlerini sürdürebilmesi için gerekli olan en düşük enerji miktarına denir (2). Vücut kompozisyonu parametreleri obezitenin tanısında önemli yer tutmaktadır. Sağlıklı olmanın temel öğelerinden biri dengeli bir vücut kompozisyonuna sahip olmak ve bunu devam ettirebilmektir, obezitenin iyice arttığı günümüzde bu konu daha da önem kazanmaktadır (3). Vücut kompozisyonunu tayin etmede vücut kitle indeksi (VKI), deri kıvrımları ölçümü ve biyoelektriksel impedans analizi (BIA) gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır (4). Her türlü fiziksel etkinliğin gerçekleşmesi için enerji gereklidir (5). Kas aktivitesindeki artış, enerji üretimi ve tüketimi dolayısıyla çalışan kasa kan akımını ve oksijen kullanımını önemli derecede artırır (6). Egzersiz sonrası serbest radikallerin oluştuğu bilinmekte vücudumuz da bunlara karşı antioksidan sistem denilen savunma mekanizmasını geliştirerek antioksidanları üretmektedir (7,8).

En dış yörüngesinde çiftleşmemiş elektron bulunan atom ya da moleküllere serbest radikal denir. Serbest radikaller reaktif yapılardır ve tek elektronlarını çiftlemek üzere diğer moleküller ile hızla reaksiyona girmeye, dolayısıyla onların yapılarını değiştirmeye eğilimlidirler. Yeryüzünde hayatın doğuşuna serbest radikallerin neden olduğuna inanılmakla birlikte bu bileşiklerin aynı zamanda hemen

hemen tüm canlılarda yaşam süresince oluşan hasarın ve ölümün temel nedeni olarak da kabul edilmektedir (9,10,11). Serbest radikaller hücrelerin lipid, protein, DNA, karbonhidrat ve enzim gibi tüm önemli bileşiklerine etki ederler (12). Egzersizlerin vücut kompozisyonu, bazal metabolizma ve total antioksidan parametreleri üzerindeki etkileri obezite, kanser, ateroskleroz, diyabetes mellitus gibi çağın hastalıkları noktasında önem arz etmektedir, nitekim bu hastalıklar serbest radikallerin oluşumuyla yakından ilişkilidir (13,14). Bu çalışmada 8 hafta uygulanacak aerobik egzersiz programının sedanter bayanlarda serbest radikallerin vücuda zarar vermesini engelleyen total antioksidanlar, enerji metabolizmasının önemli bir komponenti olan bazal metabolizma ve genel sağlığın en temel ögesi olan vücut kompozisyonu üzerine etkilerini incelemek amaçlanmış bu noktada çalışmaya ışık tutabilecek kaynaklar araştırılmıştır.

Araştırmanın amacı sedanter bayanlarda yapılan kronik aerobik egzersizlerin enerji metabolizması komponentlerinden bazal metabolizma hızını nasıl etkilediğini belirlemektir. Serbest radikal oluşumunu ve vücudun serbest radikallere karşı oluşturduğu savunma mekanizması olan antioksidan parametrelerini ne derece değiştirdiğini incelemektir. Ayrıca vücut kompozisyonu parametrelerini 8 haftalık sürede, haftada 3 gün, günde 1 saat sıklıkta ve % 60 yüklenmeli yoğunlukta ne kadar etkileyeceğini öğrenmektir. Kanser, ateroskleroz, diyabetes mellitus gibi çağın hastalıklarında antioksidanların önemi yeni yapılan çalışmalarla aydınlatılmaya çalışılmaktadır. Ayrıca obezite tedavisinde egzersiz yaklaşımları belirlenirken enerji metabolizmasının yeri hakkında daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmamızın temel amacı teknolojinin gelişimiyle beraber bu noktaları araştırmak ve insanlığın hizmetine sunmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sedanter Hayat, Spor ve Egzersiz

Sedanter hayat, fiziksel inaktivite koroner kalp hastalığına meylettiren bir risk faktörü olarak giderek daha fazla önem taşımaktadır. Ilımlı, düzenli ve sürekli bir fiziksel etkinliğin, koroner kalp hastalığı riskini azalttığı bilinmektedir. Sedanter hayat arttıkça yetişkinlerimizde gelecekteki hipertansiyon, metabolik sendrom ve diyabet riskinin anlamlı biçimde yükseldiğinin gösterilmesi, toplumumuzun kalp sağlığı ve koroner hastalıktan korunma açısından üzerinde çok daha fazla durulmasının gereğini vurgulamaktadır (15).

Spor gelişen sosyal imkânlarla, insanların sosyo-kültürel düzeyine, devletlerin teşvik politikalarına ve sağlık politikalarına da bağlı olarak günlük yaşamda daha da önem kazanmaktadır. Birçok spor aktivitesi yavaş yavaş günlük hayata girmekte ve insanların ilgisini çekmektedir. Örneğin son zamanlarda popüleritesi artan pilates egzersizleri birçok kişi tarafından yapılmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde pilates yapanların sayısı 5 milyonu geçmiştir (16). Latey (2001) spor yapma isteğindeki bu artışın insanların sakatlanmaktan korunma ve sağlıklı yaşam taleplerindeki artışa bağlı olarak gerçekleştiğini belirtmiştir (17). Yürüme-koşma, bisiklet egzersizleri gibi herkesin daha kolay ulaşabileceği ve kendi başına yapabileceği egzersizler ise geçmişten günümüze önemini ve popüleritesini korumaktadır.

Egzersiz yapabilmek veya devamlılığını sürdürebilmek için diğer organizmalar gibi insanlar da enerjiye ihtiyaç duyarlar ve bunun için organizmada özelleşmiş sistemler vardır. Egzersizde ihtiyaç duyulan enerjinin sağlandığı sistemler temelde 3'e ayrılır (4).

1. *Fosfojen Sistem (Adenozin Trifosfat (ATP)-Fosfokreatin (PC) Sistem):* Kasta depolu olan fosfokreatini parçalanmasıyla enerji açığa çıkaran anaerobik enerji sistemidir.
2. *Anaerobik Glikoliz-Laktik Asit Sistemi:* Glikozun anaerobik yolla parçalanmasıdır. Son ürün olarak laktik asit oluşur.

3. *Aerobik Sistem:* Aerobik yol, mitokondrilerde besin maddelerinin enerji sağlanmak üzere oksidasyonu demektir.

Aerobik sistemde, diğer 2 anaerobik sisteme göre daha fazla ATP üretilmesinin yanı sıra, laktik asit gibi bir yan ürün (atık madde) oluşmaz. Sadece ATP, karbondioksit ve su oluşur. ATP gerekli enerji için kullanılır. Karbondioksit kas hücresinden kana diffüze olur ve akciğerlere taşınarak buradan atmosfere verilir. Ortaya çıkan su ise, hücrenin kendisi için gereklidir, çünkü hücrenin büyük bir kısmını (sitoplazmayı) su oluşturur (4). Aerobik enerji metabolizması organizma için gerekli olan enerjinin oksijenli bir ortamda bir dizi kimyasal reaksiyon ile elde edildiği sistemdir. Aerobik sistem, oksijenin ortamda bulunması ile karbonhidrat ve yağların su (H₂O) ve karbondioksit (CO₂) kadar parçalanması sonucu enerji elde edilmesini sağlar (4).

2.2. Aerobik Egzersiz

Enerji üretmek amacıyla aerobik metabolik yolların kullanıldığı egzersizler aerobik egzersizler olarak bilinir. Aerobik egzersiz, 10 dakikayı aşan, enerjinin büyük çoğunluğunun aerobik enerji metabolizması yolu ile sağlandığı uzun süreli egzersizlerdir. Aerobik egzersiz aktiviteleri hem kardiyovasküler sistemde, hem de kemikte olumlu etkilere sahiptir ayrıca bunların yanısıra yürüme ve koşma, bisiklet çevirme gibi aktiviteler bu tür egzersizlerdendir. Aerobik aktiviteler aynı zamanda denge- koordinasyonu düzeltir (18).

Aerobik ve dirençli egzersizler, kas kuvvetini, fleksibilitiyi ve aerobik kapasiteyi artırır, fiziksel fonksiyonları düzelterek sakatlığı azaltır. Aerobik egzersizler olarak; hızlı tempoda yürüyüş, hafif ve hızlı tempo koşular, doğa yürüyüşleri, sıçrama, ip atlama, bisiklete binme, dans, step-aerobik çalışmalar, yüzme gibi düşük ama devamlı tempoda yapılan egzersizleri sayabiliriz (18).

Egzersizin yoğunluğu kişinin maksimum kalp hızının % 50'sini aşmaz ve tedricen arttırılır ancak % 70 düzeyinin hiçbir zaman aşılması gerekir. Egzersizlere, yorgunluk, kas ve eklem zorlanması, stres kırığı oluşuma riski durumunda son verilir. Egzersizlerin toplam süresi haftada 3 gün, 30-60 dakika kadardır.

Aerobik ve dirençli egzersizler, kas kuvvetini, fleksibilitiyi ve aerobik kapasiteyi artırır, fiziksel fonksiyonları düzelterek sakatlığı azaltır.

Aerobik egzersizler;

- Aralıksız en az 15-20 dakika sürdürülmeli,
- Haftada en az 3 gün yapılmalı,
- Belirli bir yüklenmede yapılmalı (% 50-60),
- Bacak kaslarını kullanmayı sağlayan egzersizlere yer verilmelidir (18).

Düzenli aerobik egzersiz yapmanın yararları şunlardır;

- Kalp damar sistemini daha verimli çalışmaya zorlar, hem kalp kasları güçlenir hem de kalp her atışta daha çok kan pompalamaya başlar,
- İstirahat kalp atım sayısı azalır bu da kalbin daha az çalışarak daha fazla kan pompalaması anlamına gelir,
- Total kan hacmi artar, böylece gerektiğinden daha fazla miktarda oksijen sağlanabilir,
- Kan dolaşımı kolaylaşır,
- Kaslar kandan daha çok oksijen alabilme kapasitesini geliştirir,
- İyi kolesterol olarak tanımlanan yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) düzeyi artar, böylece kalp damar hastalığı riski azalır,
- Akciğer solunum kapasiteleri artar,
- Sağlıklı ve güçlü kemik yapısının oluşumunu destekler çünkü egzersizler sırasında kemiklere daha fazla yük binecektir,
- Yağlar enerji üretiminde kullanıldığı için kilo vermeyi kolaylaştırır,
- Spor aktivitesine yönelme psikolojik sorunları geri plana iter böylece ruhsal sorunlarla baş etmek kolaylaşır (18).

Spor aktivitesine yönelen profesyonel olmayan kişilere önerilen egzersizler aerobik türden (yürüyüş, koşu, bisiklet, yüzme) olmalıdır. Koşu ve yürüyüşün en fazla tercih edilmesinin nedeni; özel bir antrenman veya beceri gerektirmemesidir. Ayrıca; ucuz, kolay, emin ve yalnız yapılabilmesidir (18).

2.3. Egzersizde Metabolizma ve Enerji Metabolizması

Enerji açığa çıkaran metabolik olaylar zincirine enerji metabolizması adı verilir. Egzersiz sırasında aerobik ve anaerobik enerji metabolizmalarıyla ATP

üretimi yapılmakta, enerji kaynağı olarak besin öğelerinden karbonhidrat ve yağlar kullanılmaktadır (4).

Fiziksel aktivite yüksek düzeyde enerjiye ihtiyaç duyar. Sprint, koşu, bisiklet, yüzme gibi egzersizler enerji ihtiyacını 120 kat gibi bir düzeye çıkarır. Örneğin maraton koşusunda harcanan enerji miktarı dinlenik durumda harcanan miktarın 20 – 30 katı gibi bir değere çıkar (4).

Besin öğelerinin parçalanması (karbonhidrat, yağ, protein) ve bunlardan enerji elde edilmesine (katabolizma) ve yeni maddelerin biyosentezini (anabolizma) içeren fizyolojik olayların tümüne birden metabolizma denir (4).

Organizmada anabolik ve katabolik süreçler devamlı bir denge halindedir. Hemen hemen tüm vücut hücreleri daimi olarak yenilenirler, parçalanıp yeniden sentezlenirler. Ayrıca hücrenin metabolik aktivitesinde bir molekülden başka bir molekül ve moleküllerin yapılabilmesidir (4). Organizmada ihtiyaç fazlası protein ve karbonhidratların yağlara dönmesi temelde bu metabolizma ile ilgilidir (19,20).

2.4.Enerji Tüketimi

Enerji tüketimi belirli bir zaman dilimindeki total vücut metabolizması, vücuttaki faaliyetlerin devam etmesi için gerekli olan anabolizma ve katabolizma reaksiyonlarının tümünü birden ifade eder.

Günlük enerji tüketimi; istirahat metabolizma hızına (İMİH), tüketilen besinlerin termik etkisi (BTE) ve günlük yaşamsal faaliyetlerde, aktivitelerde harcanan enerjinin (EEE) eklenmesi ile bulunur (21). Dinlenik metabolizma hızı ve dinlenik enerji tüketimi olarak ya da toplam metabolizma (TM) ve toplam enerji tüketimi (TEE) olarak da belirtilebilir (22).

Gün içinde harcanan toplam enerjiyi oluşturan 3 enerji faktörü vardır:

1.İstirahat (dinlenik) metabolizma hızı

2. Besinlerin termik etkisi

3.Fiziksel aktivitede sırasında ve fiziksel aktivite sonrası toparlanma döneminde tüketilen enerji (22).

$$TEE = İMİH + BTE + EEE$$

İMİH bazal koşullar (organizma devamlılığı için gerekli olan sistem faaliyetleri) ve uyku koşulları ile uyanıklık halinde hiçbir fiziksel aktivite yapmazken gerçekleşen metabolik harcamayı içerir (21).

BTE yemek yedikten sonraki 3-4 saat sonraki süre içerisinde sindirim yoluyla harcanan enerjiyi ifade eder. Bu aşamadaki enerji tüketimi mekanik ve kimyasal reaksiyon süreçlerinden oluşur. BTE' den oluşan enerji tüketimi toplam enerji tüketiminin ortalama %10-15'i dolayındadır (22,23).

Egzersiz yoluyla, fiziksel aktivite esnasında harcanan enerji miktarı en çok değişkenlik gösteren orandır. Tam immobil kişiler (örneğin yatalak hastalar) sıfır'a yakın EEE'ye sahiptirler. Buna karşın endurans sporu yapan kişilerde EEE toplam enerji harcamasının % 50 sine ulaşabilir (21,24).

Tablo 2.1' de günde 8 saat uyku uyuyan, 6 saat oturan, 6 saat ayakta duran, 2 saat yürüyen ve 2 saat fiziksel aktivite yapan bayan ve erkeklerde ortalama enerji harcaması görülmektedir (22).

Tablo 2.1. Bayan ve erkeklerde ortalama enerji harcaması (22)

	Yaş (yıl)	Vücut ağırlığı (kg)	Boy (cm)	TEE (kcal/gün)
ERKEK	15-18	66	176	2800
	19-22	70	177	2900
	23-50	70	178	2700
	51-<	70	178	2400
BAYAN	15-18	55	163	2100
	19-22	55	163	2100
	23-50	55	163	2000
	51-<	55	163	1800

Egzersiz esnasındaki enerji harcamasını değerlendirmek için kullanılan yöntemlerden biri de birimi MET olarak ifade edilen metabolik eşitliktir. Bir MET 3.5 ml/kg/dk' dır. Dakikada kişinin kilosu başına düşen oksijen tüketimini ifade eder. Günlük yaşam aktiviteleri ve egzersiz için harcanan enerji sarfiyatı toplam enerji sarfiyatının ortalama % 10-30'unu oluşturmaktadır (23,25).

Özet olarak belirtecek olursak normal sağlıklı bir insan için İMH toplam 1 günde gerçekleşen enerji harcamasının % 60-75'ini teşkil ederken, besinin termojenik etkisi % 10-15'ini, fiziksel aktivite % 15-30'unu oluşturur. Kişi tam istirahat halindeyken bile vücudundaki kimyasal faaliyetler için belli miktarda enerji tüketir (22).

2.5. Bazal Metabolizma Hızı (BMH)

BMH, vücudun tam dinlenik durumdayken fonksiyonlarını devam ettirmek üzere, kardiyο-respiratuvar sistem ve vücut ısısını düzenleyen sistemlerin harcadığı minimal enerjiyi ifade eder (21). BMH 12–18 saat süresince besin almamış, tam istirahat halinde ve ısısı, nem değeri değışken olmayan bir ortamda bulunan bireyin metabolik hızıdır (21).

BMH (BMR- Basal Metabolic Rate) bazal metabolizma hızı ve/veya bazal enerji gereksinimi için, İMH (RMR- Resting Metabolic Rate) ise istirahat metabolizma hızı ve/veya istirahat halindeki enerji gereksinimi için kullanılır (21). BMH değeri, İMH değeri göre çok az miktarda düşüktür. Yirmi dört saat süresince herhangi bir fiziksel aktivitede yapmadan, istirahat pozisyonunda vücudumuzun harcayabileceği kalori miktarını belirtir (21). Yağsız vücut kütlesi (YVK) fazla olan kişilerde BMH daha yüksektir. 20-40 yaşları arasında beden yüzeyinin her m²'si için erkekler ortalama 38 kcal, bayanlar ise 35 kcal enerji harcamaktadır (26,27).

Toplam metabolik hız üzerine etkili faktörler şunlardır (4):

- Cinsiyet
- Vücut yüzey alanı
- Besin alma durumu
- Yaş
- Vücut ve ortam ısısı
- Hormonal faktörler
- Egzersiz ve egzersizin şiddeti.

BMH ortalama 70 kg'lık bir erişkinde saatte 65-70 kalori dolayındadır. BMH ölçüm birimi m² cinsinden vücut yüzey alanı başına kalori şeklinde ifade edilir. BMH'nin önemli bir kısmını beyin, kalp, böbrek ve diğer organların aktiviteleri oluşturmakta olup, insanlar arasındaki farklılığın esas sebebi iskelet kası miktarı, yağ doku oranı ve vücut büyüklüğüne bağlıdır (21). BMH, kadınlarda erkeklere göre % 5-10 daha azdır. Bunun nedeni bir kadının aynı beden ölçülerindeki bir erkeğe göre daha fazla yağ dokusuna ve daha az yağsız dokuya sahip olmasıdır. Yağ dokusunun metabolik aktivitesi, dolayısıyla enerji tüketimi kas dokusuna göre daha düşüktür. Erişkinlikte gerçekleşen vücut bileşimi değışiklikleri, yani ilerleyen yaşa bağlı yağ

dokusundaki artış ve yağsız kitledeki azalma, erişkin kadın ve erkeklerde BMH' de gerçekleşen on yıl basına % 2 - 3'lük azalmayı açıklar (22).

2.6. BMH Nasıl Ölçülür?

Dinlenme durumunda enerji tüketimi çeşitli metodlar ile kesin olarak ölçülebilmektedir. Bu metodlar direkt ve indirekt yöntemler olarak sınıflandırılmıştır (24).

2.6.1. BMH'nin Direkt Yöntemle Hesaplanması

İnsan vücudunun ısı üretimi, doğrudan olarak kalorimetre ile ölçülebilir. Kalorimetre hava geçirmez, ısı izolasyonlu bir odadan oluşmaktadır. Kişinin vücudunda üretilen ve yayılan ısı, odacığın tavanına yakın bir yerde helezonik durumda bulunan tüplerde sabit hızda akan su tarafından tutulur. Odacığa giren ve çıkan suyun ısı farkı, kişinin ısı üretimini gösterir (24).

Solunumla çıkan CO₂ kimyasal emicilerle tutulup, nemlendirilmiş havanın devamlı şekilde sirkülasyonu sağlanır. Kalorimetre içindeki O₂'yi optimum düzeyde tutmak için, cihaza girişinden önce havaya O₂ eklenmektedir. Direk kalorimetre tekniği çok hassas ve teorik olarak önemli olduğu halde pratikte uygulanması zordur (28).

2.6.2. BMH'nin İndirekt Yöntemle Hesaplanması

Vücuttaki tüm enerji metabolizması sonuçta oksijen kullanımına bağlıdır. Kişinin normal şartlar altında oksijen sarfiyatını ölçerek indirekt enerji metabolizmasını ölçmek mümkündür ve daha pratiktir. Enerji tüketimi indirekt olarak kapalı devre ve açık devre olmak üzere farklı yöntemlerle ölçülebilir (24).

2.6.2.1. Kapalı Devre Spirometre Metodu

Hastanelerde ve laboratuvarlarda istirahat enerji tüketimi ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kişi daha önce O₂ doldurulmuş kaptan veya spirometreden nefes alır ve verir. Spirometre içindeki hava tekrar tekrar solunduğu için kapalı devre olarak bilinir. Solunan hava içerisindeki CO₂ nefes alma devresine yerleştirilmiş olan potasyum hidroksit tarafından tutulur. Spirometreye bağlı bir sistem yardımıyla sistemdeki hacim değişikliği (O₂ kullanımı) kaydedilmektedir ve tüketilen oksijen miktarına bakılarak BMH hesaplanmaktadır (24).

2.6.2.2. Açık Devre Metodu

Kapalı devre metot da olduğu gibi solunum için O₂ kabı kullanılmaz. Onun yerine solunum için % 20.93 oksijen, % 0.03 karbondioksit ve % 79.4 azot (nitrojen) bulunan atmosfer havasını solur. Nitrojen yüzdesi fizyolojik olarak pasif olan çok küçük gazları da içerir. Enerji kullanımı sırasında O₂ kullanılarak, CO₂ üretilir. Yani vücuttan çıkan havada O₂ miktarı az, CO₂ miktarı yüksektir. Böylece vücuda alınan havanın analiz edilmesi sonucunda elde edilen fark vücutta üretilen enerji değerini verir. Açık devre yöntemi O₂ kullanımının ölçülmesi ve dolaylı olarak enerji metabolizmasının belirlenmesi için kullanılır. Açık devre metodu iki genel metoddan meydana gelir (24).

1. Hafif ağırlıkta, taşınabilir spirometre.
2. Douglas torbası veya balon metodudur.

İstirahat metabolizma hızı laboratuvar koşullarında en yaygın Douglas torbası veya balon metodu (Altın Standart Test) kullanılarak ölçülür (24).Diğer bir indirekt ölçüm yöntemi formülasyonlardır. Bazal metabolizma hızı hesaplanırken aşağıdaki formüller kullanılır.

2.6.2.3. Haris-Benedict Yöntemi

Bazal metabolizma hızı hesaplanırken vücut yüzey alanını bilinmesi gerekir. Bunun için boy ve ağırlık parametreleri kullanılarak vücut yüzey alanının bulunması gerekir, Haris-Benedict yöntemi bu prensip esasına göre hesaplama işlemini yapar. Bu yöntemle göre yapılan ölçümler tahmini sonuç verir (21).

$$\text{BMH (Erkek)} = 66.5 + (13.75 \times A) + (5.03 \times B) - (6.75 \times Y)$$

$$\text{BMH (Kadın)} = 65.5 + (9.56 \times A) + (1.85 \times B) - (9.68 \times Y)$$

A: Kilo (kg) B: Boy (cm) Y:Yaş (Yıl)

2.6.2.4. Cunningham Formülasyonu

Yağsız vücut kütlesini (YVK) esas alan hesaplama yöntemidir. Bu yöntemle BMH yi yaklaşık olarak ölçmek için kullanılır. Ancak ilk olarak YVK'nin bulunması gerekir. Bunun için en çok kullanılan yöntem Skinfold cihazı ile deri kıvrım kalınlığı ölçümüdür. Bazı formülleri kullanarak da YVK'yi yaklaşık olarak bulmak olasıdır. YVK ölçümü için kullanılan Cunningham formülü (21).

$$YVK \text{ (Erkek)} = [79.5 - (0.24 \times A) - (0.15 \times Y)] \times A / 73.2$$

$$YVK \text{ (Kadın)} = [69.8 - (0.26 \times A) - (0.12 \times Y)] \times A / 73.2$$

A: Vücut ağırlığı (kg), Y: Yaş (yıl)

YVK'yi bulduktan sonra bazal metabolizma hızı aşağıdaki formül kullanılarak tahmini olarak bulunabilir (21).

$$BMH = 500 + 22 \times YVK$$

2.6.2.5. Yüzey Alanı Normogramı

Normogram üzerinde boy ve ağırlık noktaları arasına cetvel konularak vücut yüzey alanı direk olarak normogramın orta ölçeğinden okunabilir. Vücut yüzey alanı m² olarak bulduktan sonra aşağıdaki formülden hesaplanabilir (24).

$$BMH = Ar \times C \times 24$$

Ar: Vücut yüzey alanı (m²), C: Kalori (m²/saat)

BMH: Kalori (24 saat içinde total ısı üretimi)

Dünya Sağlık Örgütü'nün 18-30 yaş arası yetişkinlerde bazal metabolizmanın hesaplanmasında önerdiği formül (24).

$$BMH \text{ Erkek (Kal./ 24 saat)} = 17.5 \times W + 651$$

$$BMH \text{ Kadın (Kal./ 24 saat)} = 14.7 \times W + 496$$

Bu dört metod birbirine yakın sonuç vermelidir. Bunlar aynı sonuca varmada kullanılan farklı hesaplamalardır. Eğer herhangi iki formülasyonla yapılan hesaplamalar arası fark 50 kaloriden fazla ise yapılan işlemler tekrar gözden geçirilmelidir (24).

Günümüz de BMH ve İMH ölçümünde kullanılan, çalışma prensipleri birbirinden farklı kullanımı pratik olan cihazlar da bulunmaktadır. Metabolik holterler ve bodygem, fitmate gibi ticari isimleri olan bu aletler oksijen tüketim miktarına göre BMH yi belirlediği için güvenilir sonuç vermektedirler (29).



Resim 1: Metabolik Holter Cihazı

Resim 1’de görülen cihaz boylamasına ve enlemesine iki eksenli akselometre içermektedir. Spesifik algoritmalara dayanan enerji tüketimi tahmini sağlaması nedeniyle, metabolizmayı araştıran çalışmalarda enerji tüketimi monitörü olarak kullanılmaktadır (29).



Resim 2: Bodygem Cihazı

Resim 2’de görülen Bodygem tarafından üretilen araç ilk defa 1998 yılında geliştirilmiş ve sağlık profesyonelleri, diyetisyenler ve fitness antrenörleri tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Etkili ve hızlı kullanımı nedeni ile yaygın olarak kullanılmaktadır (29).



Resim 3: Fit Mate Cihazı

Resim 3’te görülen Bazal metabolizma hızı ölçüm cihazı Fit Mate tarafından üretilmiştir. Ölçüm yapılacak kişi sırt üstü uzanır pozisyonda ağza takılan maske yoluyla tüketilen oksijen ve açığa çıkan karbondioksiti analiz ederek bazal metabolizma hızını, dakikada tükettiği oksijen miktarını referans değerleriyle beraber ölçer ve termal yazıcıya gönderir (29).

BMH ölçümünde en güvenilir yöntem oksijen tüketiminin belirlenmesi ile yapılan ölçümdür. Ancak bu ölçüm yönteminin uygulanması için oldukça karmaşık ve pahalı olan bir metabolik ölçüm sistemine (O_2 - CO_2 Analizör Sistemi) ve bu

konuda uzmanlaşmış personele ihtiyaç vardır (21). İlk olarak test öncesi dönemde kişinin 12 saat süre ile aç kalması sağlanır. Sekiz saatlik bir uyku sonrasında kişi her türlü görsel ve duysal uyarıların elimine edildiği, ortam ısısının 20-26° C' de ve rölatif nemin % 40-50 olduğu karanlık bir odada sırt üstü pozisyonda yatar. Kişi bu pozisyonda 40 dakika süresince metabolik ölçüm analizör sistemine bağlanır (21). Bu sistem kişinin bazal koşullarda ne kadar O₂ tükettiğini 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 (21). BMH ölçümü için 8 saatlik bir uyku ve hemen sonrasında sisteme bağlanması gerekir. Bunun için kişinin hastanede özel bir odada yatırılması ve metabolik ölçüm sisteminin de kişinin yanında ya da en azından sedye ile ulaşabileceği bir ortamda bulunması gerekir. Bu ise maliyeti yüksek, uzman personel gerektiren ve oldukça zahmetli bir işlem olup her zaman uygulanması pratikte mümkün değildir (21).

2.7. Bazal Metabolik Hızı Etkileyen Faktörler (21)

- Egzersiz, fiziksel aktivite durumu
- Uyku düzeni, süresi
- Gıda alımı ve uzun süren açlık
- Çevre ısısı (aşırı sıcak ve ya soğuk)
- Boy
- Kilo
- Yaş
- Hormonal faktörler (Büyüme hormonu, tiroid, adrenalin, nöradrenalin hormon seviyeleri)
- Cinsiyet
- Duygusal durum
- Vücut ısısı-ateş
- Gebelik, emzirme durumları
- Vücut Yüzey alanı

$$(m^2) = 0.007184 \times (A \times 0.425) \times (B \times 0.735) \text{ (A: ağırlık, B: boy) (21).}$$

2.7.1. Yağsız Vücut Kütlesi (YVK) ve BMH

Egzersiz toplam enerji miktarını iki şekilde etkilemektedir. Birincisi düzenli aktiviteler günlük enerji tüketimini artırmaktadır. İkincisi egzersiz YVK artışına dolayısıyla BMH yükselmesine neden olur (30). YVK dinlenik metabolizmayı etkileyen en önemli bileşendir. Özellikle metabolik aktif organlar (beyin, kalp, karaciğer) BMH' yi etkilemektedir. Yağsız vücut ağırlığındaki herhangi bir değişim BMH' yi direkt olarak etkileyecektir (26,31).

2.7.2. Egzersiz ve BMH

Yapılan araştırmalarda fiziksel aktivitelerini artıran kişiler aynı zamanda BMH' yi de yükseltmişlerdir. Düşük BMH ye sahip kişilerin obez olma riskleri diğerlerine göre fazladır. Sedanter yaşam süren kişiler düşük YVK dolayısıyla düşük BMH' ye sahip olurlar (32).

Egzersiz vücuttaki enerji dengesini egzersiz süresince enerji harcaması, egzersizden hemen sonra da toparlanma döneminde enerji harcamasına devam ederek ve dinlenik metabolizma hızında değişmeye neden olarak etkilemektedir. Özellikle dayanıklılık antrenmanı yapan kişilerde enerji harcaması dinlenik enerji harcamasına göre on beş kat artış gösterebilmektedir. Sedanter yaşlılarda bu oran 8-10 kat olabilmektedir (26,32).

Aerobik egzersizler dinlenik metabolizma hızında değişikliğe neden olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda aerobik egzersizlerin BMH'yi % 8 artırdığı gösterilmiştir (27,33).

Kuvvet antrenmanları YVK artışına imkân verir YVK deki artış da dinlenik enerji tüketimini artırır. Direnç egzersizleri dayanıklılık egzersizleri ile karşılaştırıldığında BMH üzerinde daha az artış sağlamaktadır. Dayanıklılık egzersizleri yağsız vücut kitlesinde artış sağlarken direnç egzersizleri kas oranında artış sağlar. Bu da dinlenik enerji harcamasını artırır. 1 kg kas günlük 15-25 kcal enerjiye ihtiyaç duyar. Kas oranında 2 kg bir artış olan bir kişi haftada 210–350 kcal fazladan tüketmiş olacaktır. Direnç egzersizleri ayrıca yağların enerji kaynağı olarak kullanılmasını da sağlamaktadır (30,33).

2.7.3. Yaş ve BMH

YVK dinlenik metabolizmayı açıklayan ve etkileyen birincil faktördür. YVK ve BMH arasındaki doğru orantı yaş faktöründe terse dönmektedir. Yaşlanma ile

birlikte YVK deki azalmaya bağlı olarak bazal metabolizma hızı değerinde her on yılda % 1-2 lik azalma meydana gelmektedir. Yaş ile birlikte insanlar daha az aktif hale gelirler ve buna bağlı olarak kas kitlesi azalır (30,32). Yaş ilerledikçe metabolik olarak aktif olan hücrelerin sayısında azalma meydana gelir. Bu azalma BMH'yi direkt olarak etkiler. 40 yaş sonrasında BMH her on yılda % 2 ile % 5 arasında azalmaktadır (27).

2.7.4. Cinsiyet ve BMH

Cinsiyet BMH'yi etkileyen bir diğer faktördür. Bayanlar daha yüksek yağ oranına dolayısıyla daha düşük YVK değerine ve buna bağlı olarak daha düşük BMH'ye sahiptirler. Ayrıca erkeklerde daha yüksek kas kitlesi dolayısıyla YVK değeri daha yüksektir. Bayanlarda menopoz sonrasında artan yağ miktarı ve azalan YVK miktarı BMH'nin düşmesine neden olmaktadır. Bayanlar erkeklere göre % 5 ile % 10 arasında daha düşük bir BMH'ye sahiptirler (27,30,32).

Özellikle direnç egzersizlerinin BMH üzerine etkisine bakıldığında erkeklerde, bayanlara göre daha büyük artış gözlenmiştir (33).

2.7.5. Hormonlar ve BMH

Tiroid stimulan hormon (TSH) tiroid bezi fonksiyonlarını regüle eden önemli bir ön hipofiz hormonudur. TSH seviyeleri tiroid hormonunun biyolojik aktiviteleri açısından güvenilir bir indekstir. TSH'nin kilo alımında enerji dengesi düzenlenmesinde başlıca hormon olduğunu gösteren pek çok çalışmalar ile tiroid fonksiyonu ve adiposite arasında ilişkiyi gösteren çeşitli klinik çalışmalar yapılmıştır. Bazı çalışmalarda kilo alımı ile TSH arasında net ilişki gösterilmiştir (34,35)

Tiroid hormonu BMH'yi düzenleyen en önemli hormondur. Bu hormonun yetersiz salınımı, hipotiroidi durumu BMH'yi % 30–50 düşürebilir. Böyle bir durumda pozitif bir enerji dengesi sağlanmalıdır. Aksi takdirde kilo alımı olur, yağsız vücut kitlesi oranı azalır. Büyüme hormonu, epinefrin, norefinefrin ve cinsiyet hormonları BMH üzerinde % 15–20 artış meydana getirebilir. Bu hormonlar egzersiz sırasında yükselmektedir. Bu yükseliş egzersizin BMH üzerindeki etkisini açıklayabilir (27).

2.8. Vücut Kompozisyonu

Vücut kompozisyonu, insanda yağ, kas, kemik ve diğer dokuların vücutta belirli oranlarda bulunmasını ifade eder (18,36). Vücuttaki organ ve üyelerde benzerlik olmakla birlikte her insanın birbirinde farklı fiziksel yapısı vardır (37).

Vücut kompozisyonu, besinler aracılığı ile alınan kalori miktarı ve fiziksel aktiviteyle harcanan kalori miktarı arasındaki denge ile ilgilidir. Vücut kompozisyonu, insanın doğumundan ölümüne kadar sabit değildir ve sürekli bir değişim göstermektedir. Büyüme ve yaşlanma ile birlikte, sağlık, beslenme ve fiziksel aktivite seviyesine bağlı olarak vücut kompozisyonu değişmektedir. Vücut kompozisyonunda meydana gelen bu değişikliklerin büyüklüğü fiziksel aktivitenin süresi ve yoğunluğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir (18,36).

Vücut kompozisyonunda meydana gelebilecek değişikliklerde en önemli rolü kas ve yağ kitleleri belirler (38). Birçok araştırmacı tarafından vücut yapısı 2 şekilde incelenmiştir. Yağsız kitle (kas, kemik, hayati organlar) ve yağ kitlesi (derialtı yağlar ve depo yağlar, öz yağlar). Öz yağlar, beyinde, karaciğerde, kalpte, akciğerlerde bulunan lipidlerdir. Bu yağlar toplam vücut ağırlığının erkeklerde % 3-5 bayanlarda % 8-12'si kadardır. Depo yağlar ise deri altında ve organların çevresinde bulunurlar. Bu yağların vücuttaki oranı yaşa, cinsiyete, hormonlara, aktivite seviyesine göre kişiden kişiye değişiklik gösterir (37,39,40). İnsan yaşamını yakından ilgilendiren vücut kompozisyonunu etkileyen faktörleri cinsiyet, kas yapısı, fiziksel aktivite, hastalıklar ve beslenme olarak özetleyebiliriz (37).

2.8.1. Cinsiyet ve Vücut Kompozisyonu

Kadının vücut yağı; gerek mutlak anlamda, gerekse nispi anlamda erkeğinkinden çok daha fazladır (örneğin erkekte % 10-15, kadında % 25 kadardır). Yetişkin kadınların vücut yağ oranları aynı ölçüdeki erkeğe göre % 8-10 daha fazladır. Bu durum kadın ve erkek arasındaki performans farklılığında önemli bir rol oynar. Yağ oranının fazla olması östrojen salgısı ile yakından alakalıdır ve bu biyolojik bir dengedir (41). Bu oran cinsiyet ve yaşla birlikte fiziksel aktiviteye göre de değişmektedir (6). Yağsız vücut kitesiyle kuvvet ve dayanıklılık oranında net bir ilişki olduğundan bu durum kadın ve erkek arasındaki performans farklılığında önemli rol oynamaktadır (6).

2.8.2. Yaş ve Vücut Kompozisyonu

Normal olarak aktif ve sedanter kadın ve erkekler 20 ile 70 yaşları arasında azar azar kilo alırlar. Bu durum vücut serbest yağ dokusundaki küçük bir artışa rağmen gerçekleşir. Fakat daha fazla şişmanlık ve daha az vücut serbest yağ kitlesi için yaşla ilgili olan eğilim, bütün yaşam boyunca sabit değildir. Bir insanın serbest yağ kitlesi, vücut ağırlığı ve nispi vücut yağ miktarları 35 ile 75 yaşları arasında oluşan değişiklikleri göstermektedir (37).

Yaş ile birlikte kas ve kemik yoğunluğu azalmaya başlar. Kemiklerdeki mineral yoğunluğunun azalmasına bağlı olarak osteoporoz meydana gelir. Özellikle bayanlarda kemik yoğunluğunun ve kuvvetinin azalması yaşam kalitesinin azalmasına neden olmaktadır. Kemik yoğunluğu kadınlarda 30 -35 erkeklerde 50-55 yaşından sonra her yıl % 0.75 ile % 0.1 azalır. Kadınlarda postmenapozal dönemde azalma her yıl için % 2-3 olabilmektedir (18).

Kemik yoğunluğundaki azalma hareketsizlik, hormonal, beslenme ve genetik faktörlere bağlı olarak ortaya çıkar. Yaşlanmayla birlikte ortaya çıkan bir diğer sorun ise kas kitlesinin azalmasıdır(42). Özellikle hızlı kasılan fibril miktarında önemli azalma gerçekleşmektedir (42). Yapılan çalışmalarda 30 yaşından sonra kas yoğunluğunda azalma ve kas içi yağ miktarında artış gözlenmiştir (26).

2.8.3. Hastalıklar ve Vücut Kompozisyonu

Birçok hastalık vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşturur. Böbrek yetmezliği vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşturan önemli bir süreçtir. Azalmış protein ve enerji alımı, hormonal değişiklikler, su ve tuz metabolizmasının bozulması, kalsiyum-fosfor dengesinin etkilenmesi gibi nedenlerden dolayı vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşur (43). Yatağa bağlı hastalarda yoğun immobilizasyon, bazı hormonların az veya fazla salgılanışına bağlı (adrenalin, nöradrenalin, büyüme hormonu, tiroid hormonları) hastalıklar, diyabet hastalarında insülin metabolizması bozukluğu vücut kompozisyonunu doğrudan etkiler (3, 44)

2.8.4. Egzersiz ve Vücut Kompozisyonu

Egzersizin kas ve kemik yoğunluğu üzerinde son derece olumlu etkileri vardır. Özellikle direnç egzersizleri kas lifi hacmini arttırmada öneme sahiptir. Egzersiz vücut yağ kitlesini azaltır. Fakat bu azaltmanın derecesi egzersizin tipine, şiddetine ve sıklığına bağlıdır (32).

Vücutta yağ oranı arttıkça; kullanılan yağsız vücut kitlesi, vücut ağırlığının her bir kilogramının başına düşen aerobik kapasiteyi azaltır. Dolayısıyla bir kilogram vücut kitlesini hareket ettirmek için gerekli oksidatif enerji metabolizması düşer. Vücudun yağsız kitlesi, erkek ve kadın arasında; hatta bireyler arasında; dayanıklılık sporlarında performans farklılıklarına sebep olur. Ayrıca kısmen de olsa vücut yağ oranını etkiler ve yağsız vücut yarışmaları gibi vücut kitlesinin uzun süre taşınmasını gerektiren sporlarda vücut ağırlığını artırarak, performansı düşürür (45). Kadın atletlerin vücut yağ oranları oldukça değişkendir ve uygulanan spor disiplinine göre de değişiklik gösterir (45).

2.9. Vücut Kompozisyonunda Ölçülen Parametreler

2.9.1. Boy ve Kilo

Boy ölçümü ayakkabılar çıkarılmış, kişi dik durumda ve derin nefes alırken, doğrudan karşıya bakarken ölçülür ve inç veya metre olarak kaydedilir. Kilo ölçümü ise mümkün olduğu kadar giysiler çıkarılarak bakılır ve kilogram (kg) veya libre (lb) olarak kaydedilir (46).

2.9.2. Vücut Kitle İndeksi-VKİ (Body Mass Indeks-BMI)

Özellikle vücut kompozisyon değerlendirmelerinde obezite tayini için kullanılan bir indekstir. Aşağıdaki formül ile hesaplanır.

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

Tablo 2.2’de WHO tarafından yapılan VKİ’ye göre vücut kompozisyonu sınıflandırması görülmektedir (47).

Tablo 2.2. WHO tarafından belirlenen vücut kitle indeksi cetveli

<u>VKİ Değeri (kg/m²)</u>	<u>Yorumu</u>
18.5’ten az	Zayıf
18.5-24,9	Normal
25.0-29.9	Fazla kilolu
30 ve üzeri	Obez
40 ve üzeri	Morbid obez

2.9.3. Toplam Vücut Suyu-TVS (Total Body Water-TBW)

Vücutta su oranı yağ oranıyla ters orantılıdır. Su oranı ne kadar yüksekse yağ oranının o kadar düşük olması beklenir. Yaşa bağlı olarak bakıldığında genç ve atletik insanlardaki vücut su oranı, yaşlı ve inaktif kişilere göre çok daha yüksektir. Ayrıca erkekte kadından daha fazladır. Çünkü kadınlarda vücut yağ oranı erkeklerle oranla % 8-10 daha fazladır (5). Kasların ağırlığının % 65-70'i su ihtiva ederken, yağ dokularında su oranı % 25'i geçmez (48).

Tablo 2.3'te su oranı normal değerleri görülmektedir.

Tablo 2.3. Yaş ve cinsiyete göre vücut su oranları (TVS) (48).

Cinsiyet	Yaş (yıl)	Normal değerler (%)
Erkek	0-99	55-65
Kadın	0-99	48-58

2.9.4. Vücut Yağ Oranı (VYO)

Vücutta bulunan depo yağların sağlıklı bir insanda belirli sınırlarda olması gerekir. Bu sınırlar tablo 2.4'te görülmektedir.

Tablo 2.4. Yaş ve cinsiyete göre vücut yağ oranlarının normal değerleri (VYO) (48).

Cinsiyet	Yaş (yıl)	Normal değerler
Erkek	0 - 40	<% 15
Erkek	41-99	<% 25
Kadın	0 - 40	<% 23
Kadın	41-99	<% 30

2.9.5. Yağsız Vücut Kütlesi (YVK)

Vücutta yağ kitlesi dışında kalan kitleyi ifade eder. Tablo 2.5'te normal değerleri görülmektedir.

Tablo 2.5. Yaş ve cinsiyete göre yağsız vücut kitlesi ağırlığı (YVK) (48).

Cinsiyet	Yaş (yıl)	Normal değerler
Erkek	0 - 40	>% 85
Erkek	41-99	>% 77
Kadın	0 - 40	>% 75
Kadın	41-99	>% 70

2.9.6. Bel-Kalça Oranı-BKO (Waist-Hip Ratio -WHR)

BKO ayakta iken belin en ince kısmı (umblikus üzeri) ile, kalçanın en geniş bölgesinden (gluteal kıvrım bölgesi) çevre ölçümü yapılarak kısaca ‘bel çevresi/kalça çevresi’ formülü ile bulunur. Obezitede vücut kilo dağılımının şekli önemli bir hastalık riski habercisi olarak tanımlanmaktadır (46). Bel çevresinin erkeklerde 102 cm kadınlarda 88 cm altında olması idealdir. Bu değerlerin üstü obezite, kalp hastalıkları ve diyabet gibi hastalıklar açısından yüksek riskli kabul edilir (49). BKO’nun erkeklerde 0.9 kadınlarda 0.8’in altında olması yine ideal kabul edilir. Bu oran vücut ağırlığının dağılımını ve kişiye özgü vücut yağını temsil etmektedir (50). Gövde çevresinin yüksek olduğu bireylerde aynı kiloda ancak ekstremitelerdeki kilosu daha fazla olan bireylere göre daha fazla hipertansiyon, tip 2 diyabet, hiperlipidemi ve koroner arter hastalığı riski mevcuttur (50).

2.9.7. Çevre Ölçümleri

Çevre ölçümleri uzun yıllardır vücut kompozisyonun tahmini ölçümünde kullanılmaktadır. Çevre ölçümlerin avantajları, kolay öğrenilebilir olması nedeniyle uzman personel gerektirmemesi, hızlı uygulanabilmesi, pratik oluşu, ucuz ve rahat elde edilebilir ekipman ile yapılabilmesidir. En önemli zorluğu ölçüm yapılacak yerin doğru belirlenmesidir. Çevre ölçümleri vücudun ya da parçalarının uzun eksenine dik açılarla alınmalıdır. Çevre ölçümleri ayrıca belirli eğitimler sonrası kas çevresi ölçümleri için de kullanılmaktadır. Çevre ölçümünün belki de en önemli uygulaması vücut boyutlarının belgelendirilmesindeki kolaylığıdır (46). Çevre ölçümleri önkol, dirsek, biceps, göğüs, karnı, kalça, bel, üst bacak, diz ve baldır bölgelerinden yapılabilir (4).

2.9.8. Deri Kıvrımı Kalınlığı Ölçümleri

Deri kıvrımı kalınlığı (skinfold thickness) vücut kompozisyonunu değerlendirmede kullanılan diğer bir yöntemdir. Triseps, biceps, subskapular ve suprailiak, abdomen gibi sabit bölgelerdeki deri kalınlığı ölçülerek vücuttaki total yağ miktarı tahmin edilmeye çalışılır. Kişi bağımlı olması, ödem gibi cilt kalınlığının arttığı durumlarda yanlış sonuç vermesi gibi olumsuzluklara sahiptir (51,52).

Deri kıvrım kalınlığını ölçmek için kaliper denen özel pergeller kullanılır. Ölçümler çıplak deri üzerinden yapılır, giysi olmamalıdır. Deri, ölçüm yapılacak yerden yaklaşık bir cm uzakta baş ve işaret parmakları arasında deri altı yağ dokusu ile

birlikte tutularak bir kıvrım yapacak şekilde kaldırılır. Böylece deri kaliper uygulanacak yerde altındaki kaslardan uzaklaştırılmış olur. Kas dokunun tutulan deri kalınlığına girmemesine dikkat edilir. Deri pergelin uçları arasına sıkışmış olarak kalır ve o anda ibredeki değer okunur. Ölçümün doğruluğunu teyit etmek amacıyla aynı bölgeden 3 defa ölçülür, bu 3 değerın ortalaması alınarak kaydedilir (53). Kasları çok gelişmiş ve VKİ' si yüksek olan sporcularda, sporcunun şişman olmadığını ispatlamada ve takiplerde kullanımı önemlidir (54). Skinfol ölçümlerinden triseps cilt kalınlığının erkeklerde 23 mm ve kadınlarda 30 mm'nin üstünde olması obezitenin işareti olarak kabul edilmektedir (49).

2.10. Biyoelektriksel İmpedans Analizi (BIA) ile Vücut Kompozisyonu Ölçümü

Biyoelektriksel impedans tekniği 1960'lı yıllarda geliştirilen ve vücut kompozisyonun değerlendirilmesinde kullanılan popüler bir ölçümdür. BIA ölçüm cihazı kolay taşınabilir ve noninvaziv, herhangi bir yan etkisi olmayan bir yöntem olduğu için rahatlıkla kliniklerde, ofislerde, zayıflama merkezlerinde ve hastanelerde kullanılmaktadır (55,56). Yöntemin temeli vücudun elektrik iletkenliğinin yağsız vücut kitlesi ile orantılı olduğu esasına dayanmaktadır. Doku yatağına elektrotlar aracılığı ile değişik frekanslarda alternatif akımlar verilir ve akımın voltajındaki düşme "impedans" olarak tespit edilir. Elektrolitten zengin sıvılar elektrik akımı için, yağ ve kemik dokusundaki minerallere göre daha fazla iletkenlik oluştururlar (57). Merkezi sinirler, kemik iliği ve iç organlar yağ oranı açısından zayıf dokulardır (% 3). Yüksek elektrolit içerikleri vardır. Böylece elektrik akımının geçişini kolaylaştırır. Yağ dokusu ise daha az su oranına sahiptir, buna bağlı olarak akıma olan direnci yüksektir Biyoelektriksel impedans analizi tekniğinde esas alınan; dokuların elektriksel akıma olan direncidir (58). 50 kHz gibi yüksek akımlar hücre membranını geçerek tüm vücut suyunun miktarını verirken, 1 kHz gibi düşük akımlar hücre membranını geçemez ve sadece ekstraselüler sıvı miktarını verirler. Elde edilen impedans değerinin sabit denklemlerde yerine konması ile vücut yağ oranı (VYO), vücut yağ kitlesi (VYK), yağsız vücut kitlesi (YVK), toplam vücut suyu (TVS), vücut kitle indeksi (VKİ) gibi vücut bileşenleri hesaplanmaktadır (57).

Sonuç olarak biyoelektriksel impedans analizi cihazı vücuda az düzeyde elektrik akımı verir ve vücudun bu akıma direncini ölçer (46).

Ölçüm için boy, cinsiyet ve yaş bilgileri gerekmektedir. Sıcaklık yağ oranlarındaki ölçümleri etkiler, sıcak ortamda yağ oranı değeri olduğundan daha düşük ölçülebilir. Çünkü soğuk çevrelere göre elektriksel akıma olan direnç azdır. Bu nedenle ölçümler oda sıcaklığında yapılmalıdır (58).

Geleneksel BIA sisteminde, iki tip elektrot kullanılmaktadır. Birisi üst ekstremitte distaline, diğeri alt ekstremitteye yerleştirilir. Jel elektrotlarla hem uygulama alanı genişletilir hem de yerleştirme kesindir. Üst ekstremitte distali için iki, alt ekstremitte distali için iki jel elektrot gerekir (59).

Bacaktan bacağa olarak adlandırılan BIA ölçüm metodu son yıllarda geliştirilmiş bir metottur. Ölçümde 50 KHz' lik basit frekans kullanılır. Bu sistemde 4 elektrot da ayakların konduğu çelik plakaya yerleştirilmiştir. Ayaklar yerleştirildiğinde basınçla birlikte kişinin vücut kompozisyon değerleri dijital skalaya yansır. Uygulanması kolaydır ve iğne ya da jel elektrota ihtiyaç duyulmaz. Ayrıca TVS ve YVK değerleri bu ölçüm yöntemi ile diğeri ölçüm metotlarından daha az hata payı ile değerlendirilir (59).

2.11. Oksidanlar

2.11.1. Serbest Radikaller

Atom, pozitif yüklü proton ile yüksüz nötron parçacıklarını içeren çekirdek ve çekirdeğin çevresinde bulunan başka atomlarla kimyasal bağ yapma özelliğine sahip, negatif yüklü elektronlardan oluşur (60). Atomların çekirdekleri etrafında dönen bu elektronlar, belirli yörüngelerde, zıt momentli çiftler şeklinde bulunurlar veya buna eğilim duyarlar. Elektronun çekirdek çevresinde bulunduğu enerji düzeylerine yörünge denir ve bu k, l, m, n, şeklinde gösterilir. Çekirdeğe en yakın düzey olan k düzeyi en düşük enerji değerine sahiptir. Atomun en dış kısmında bulunan elektronlar ise en yüksek enerjili elektronlardır (61). En son yörüngede bulunan elektron ikilisinin dengesi, yörüngeye bir elektron katılması ya da çıkmasıyla bozulursa, momenti eşitlenmemiş bu tek elektron atoma veya moleküle aktiflik kazandırır (60). Atomda en aktif olan ve kimyasal tepkimelerinin çoğunun olduğu yer de bu en dış kısımdır.

Her bir yörüngede en çok 2 elektron bulunur. Eğer bir yörüngede tek elektron bulunur ise o elektron eşleşmemiş olarak adlandırılır. Bir ya da daha fazla

eşleşmemiş elektronu bağımsız bulundurma yeteneği olan herhangi bir molekül, iyon ya da bileşik serbest radikal olarak adlandırılır (61).

Serbest radikaller kimyasal sembollerinin üst tarafına konulan nokta veya çizgiyle gösterilirler. Örneğin süperoksit radikali; O_2^- , hidroksil radikali; OH^- (62).

Radikaller, radikal olmayan bileşiklerle çeşitli şekillerde reaksiyona girebilirler. Bir radikal elektronunu non-radikale devredebilir (redükten radikal), veya bir molekülden elektronunu çift oluşturmak üzere alabilir (oksidan radikal). Bir radikal bir başka non-radikale de katılabilir. Bu üç reaksiyondan hangisi gerçekleşirse gerçekleşsin, non-radikal türler bir radikale dönüşür. Serbest radikallerle non-radikal reaksiyonlarının bir özelliği de zincir reaksiyonu oluşturma eğilimidir. Bir serbest radikal diğeri oluşturur (14,63).

Serbest radikaller 3 yolla meydana gelirler (9):

1- Kovalent bağlı radikal olmayan bir molekülün bağlarının koparılması ile iki ayrı radikal oluşumu ile (homolitik yol),

Örneğin: $(A:B \rightarrow A \cdot + B \cdot)$

2- Normal radikal olmayan bir molekülden tek bir elektronun kaybı veya bir molekülün bölünmesi ile

Örneğin: $A: \rightarrow A \cdot + e^-$

3- Normal radikal olmayan bir moleküle tek bir elektronun eklenmesi ile

Örneğin: $A + e^- \rightarrow A \cdot$

Serbest radikaller hücrede metabolik dengenin bir parçası olarak devamlı yapılırlar (63,64). Serbest radikaller, pozitif yüklü, negatif yüklü ya da nötral olabilirler. Biyolojik sistemlerde en fazla elektron transferi ile oluşurlar (63). Her ne kadar serbest radikal reaksiyonları, bağışıklık sistemi hücrelerinden nötrofil, makrofaj gibi hücrelerin savunma mekanizması için gerekli olsa da, serbest radikallerin fazla üretimi doku hasarı ve hücre ölümü ile sonuçlanabilmektedir (65).

Biyolojik sistemlerdeki en önemli serbest radikaller, oksijenden oluşan radikallerdir. Serbest oksijen radikali biyokimyasında anahtar rolü oynayan maddeler oksijenin kendisi, süperoksit, hidrojen peroksit, geçiş metallerinin iyonları ve hidroksil radikalidir (61).

Oksijen atom numarası 8 olan, doğada dioksijen olarak bulunan kararsız bir elementtir. Bu kararsız konumu, enerji düzeylerinde bulunan elektronlarının

yapısıyla ilişkilidir. Oksijen molekülündeki aynı yöne dönen iki elektrona sahip 2P son orbitali önemlidir. Bu orbitallerden herhangi birindeki elektron, bir orbitali bırakıp diğerine geçtiğinde veya farklı yönde döndüğünde ‘singlet oksijen ($O_2\uparrow\downarrow$)’ oluşur. Orbitallerden birine ters dönüşlü iki elektron veya ikisine ters dönüşlü iki elektron daha gelirse “oksijen radikali” elde edilir (14,66).

Tablo 2.6’da görüldüğü gibi oksijen türevi bileşikler radikal veya radikal olmayanlar diye ikiye ayrılırlar.

Tablo 2.6. Oksijen türevi radikal ve radikal olmayan bileşikler (61,67).

<i>Radikaller</i>	<i>Radikal Olmayanlar</i>
Hidroksil ($HO\cdot$)	Hidrojen Peroksit (H_2O_2)
Alkoksil ($RO\cdot$)	Singlet Oksijen ($O_2\uparrow\downarrow$)
Peroksil ($ROO\cdot$)	Ozon (O_3)
Süperoksit ($O_2\cdot^-$)	Hipoklorid ($HOCl$)
Nitrik oksit ($NO\cdot$)	Lipid hidroperoksit ($LOOH$)
Azot dioksit ($NO_2\cdot$)	Peroksinitrit ($ONOO\cdot$)

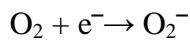
Oksijen türevli serbest radikaller gibi oksijen türevli olmayan radikaller de mevcuttur (61,67) bunlar:

- Azot türevi (Nitrojen dioksit)
- Karbon türevi (Lipid radikalleri)
- Demir türevi (Perferil radikali)
- Sülfür türevi (Sülfür radikali)
- Hidrojen türevi (Hidrojen radikali)

2.11.2. Reaktif Oksijenler

2.11.2.1. Süperoksit Radikali ($O_2\cdot^-$)

Oksidatif fosforilasyonun ana bileşeni olan oksijene bir elektron eklenmesi ile süperoksit radikali oluşur (68).

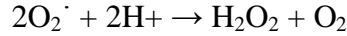


Kendiliğinden, özellikle elektronca zengin bir ortam olan iç mitokondri zarında solunum zinciriyle birlikte oluşur. Süperoksit ayrıca iskemi-reperfusyonda

aktive olan ksantin oksidaz gibi flavoenzimlerce endojen olarak da oluşturulur. Lipooksijenaz ve siklooksijenaz ise diğer süperoksit oluşturan enzimlerdir (69).

Süperoksit bir serbest radikal olmakla birlikte kendisi direkt olarak fazla zarar vermemesine rağmen H_2O_2 oluşumuna kaynaklık etmesi ve geçiş metal iyonlarının redüktanı olması nedeniyle zararlıdır. H_2O_2 , membran lipitlerinde lipit peroksidasyona, süperoksit dismutazın inaktivasyonuna, DNA hasarına neden olmaktadır (70). $O_2^{\cdot-}$ 'nin yarı ömrü uzundur ve lipofilik özellik taşımasından dolayı uzak bölgelere difüzyonla yayılabilmektedir. $O_2^{\cdot-}$ daha sonra spontan veya enzimatik (Süperoksit dismutaz, SOD) olarak dismutasyona uğrayabilir (71).

Süperoksit ayrıca yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar gibi fiziksel ve kimyasal ajanlar ile bazı bileşiklerin otooksidasyonunda ve fagositozda oluşur (63,65). Süperoksit, hidrojen peroksit ve moleküler oksijenin olduğu dismutasyon tepkimesinden dolayı sulu ortamda hızlıca kaybolur. Diğer taraftan SOD enzimiyle katalizlenen dismutasyon tepkimesi ise spontan dismutasyondan 109 kat daha hızlıdır (72).



Normal metabolizma sırasında sürekli olarak oluşan süperoksit radikalleri organizmada şu reaksiyonlara girebilir:

- Süperoksit dismutaz ile dismutasyona uğrayarak H_2O_2 oluşturabilir.
- Süperoksit radikalleri ortamdan bir proton alarak perhidroksi radikali (HO_2) oluşturabilir.
- $O_2^{\cdot-}$ ve H_2O_2 demir iyonu katalizörlüğünde hidroksil radikalini oluşturabilir ve bu tepkime de demir-katalizörlü Haber-Weiss reaksiyonu adını alır (73,74).

Bu reaksiyonlar metal şelatörü ajanlarla inhibe edilebilir. Süperoksit radikalleri enzimatik olmayan dismutasyon veya Haber-Weiss reaksiyonu sırasında singlet oksijen ($O_2^{\uparrow\downarrow}$) yapımına neden olabilir. Singlet oksijen süperoksit toksisitesine aracılık edebilmektedir. Süperoksit radikali $NO^{\cdot-}$ ile reaksiyona girerek peroksinitrit oluşturabilir. Peroksinitrit çok daha reaktif ve sitotoksik bir türdür. Süperoksit radikalleri, fenoksil radikalleri ile reaksiyona girebilir ve protein yapısında modifikasyona neden olabilir (73,74).

2.11.2.2. Hidrojen Peroksit (H₂O₂)

Hidrojen peroksit eşleşmemiş elektron içermediğinden radikal değildir. Oksijenin neden olduğu doku hasarında rol alan metabolitlerinden biridir. Biyolojik olarak önemli bir yükseltgendir. Doğal oksijene iki elektron katılması ve süperoksit radikalının bir elektron alması ile peroksit iyonu oluşmasıdır. Peroksit iyonu ortamdaki hidrojen iyonları ile birleşerek hidrojen peroksidi oluşturur (75,76).

Süperoksit anyonunun (O₂⁻) hidrojenle yaptığı reaksiyona dismutasyon reaksiyonu adı verilir ve dismutasyon hızı asidik pH değerlerinde hızlanır (75).

H₂O₂ özellikle proteinlerdeki hem grubunda bulunan demir ile tepkimeye girerek, yüksek oksidasyon düzeyindeki reaktif demir formlarını oluşturabilmektedir. Bu formdaki demir çok güçlü oksitleyici özelliklere sahip olup, hücre zarlarında lipit peroksidasyonu gibi radikal tepkimeleri başlatabilmektedir (77,78). Biyolojik zarlara nüfuz edebilmesi ve daha reaktif oksijen türlerinin yapım aşamasında aldığı rolden dolayı önemlidir. Diğer bir önemli işlevi ise hücre içi sinyal molekülü olarak görev yapmasıdır (68).

Biyolojik önemi hidroksil radikali için kaynak oluşturmastır. Normalde mitokondri ve peroksizomlarda belirli miktarlarda üretilen H₂O₂ hücrelerden katalaz, glutatyon peroksidaz ve diğer bazı peroksidazlar aracılığıyla uzaklaştırılır (79).

2.11.2.3. Hidroksil Radikali (OH⁻)

OH⁻, biyolojik sistemlerde bulunan en güçlü serbest radikaldir. Dokular radyasyona maruz kaldıklarında, enerjinin çoğu hücre içindeki su tarafından emilir ve radyasyon oksijen ve hidrojen arasında kovalent bağa neden olur. Sonuçta iki radikal meydana gelir. Bu radikallerden biri hidrojen (H⁻) ve diğeri ise hidroksil radikaldir (61,74).



Hidroksil radikali membran yapısında yer alan doymamış yağ asitlerini peroksidasyona uğratarak lipit radikallerinin oluşmasına neden olmaktadır. Hidroksil radikali üç tür reaksiyona katılabilir (61,74).

1. *Hidrojen ayrılması*: Hidroksil radikali alkollerle reaksiyona girerek hidrojen çıkarma tepkimeleriyle bir karbon radikali ve su açığa çıkarır.

2. *Eklenme*: Hidroksil radikali, aromatik bileşiklerdeki çift bağlara eklenebilir, örneğin DNA'daki guanin bazına eklenerek hidroksilasyonuna ve DNA zincir kırıklarına neden olur.

3. *Elektron transferi*: Hidroksil radikali, organik ve inorganik bileşiklerde elektron transferi tepkimelerine neden olur.

Yine hidroksil radikalleri aromatik halkaya katılma özelliğine sahip olduklarından DNA ve RNA'da bulunan pürin ve pirimidin bazlarına katılarak radikal oluşumuna neden olurlar. Bir dizi reaksiyona katılabilen OH⁻ radikalleri DNA'nın baz ve şekerlerinde ciddi hasarlar oluşturarak DNA iplik kırılmalarına neden olabilirler. Hasar çok kapsamlı olursa hücrel koruyucu sistemler tarafından tamir edilemeyebilir ve bunun sonucunda çeşitli mutasyonlar ve hücre ölümleri meydana gelir (80).

2.11.2.4. Singlet Oksijen (O₂↑↓)

Singlet oksijen eşlenmemiş elektronu olmaması nedeniyle bir radikal değildir. Ancak çok reaktif olması ve üretimi sırasında bazı radikal tepkimeleri oluşturması nedeniyle serbest radikal sayılmaktadır. Oksijenin elektronlarından birinin enerji alarak kendi spininin ters yönünde olan başka bir orbitale yer değiştirmesiyle oluşur (72). Bu radikalın DNA hasarı oluşturduğu ve mutajenik etkilerinin bulunduğu gösterilmiştir (70).

Singlet O₂, oksijen elektronlarından birinin dışarıdan enerji alması sonucu kendi dönüş yönünün tersi yönde olan farklı bir yörüngeye yer değiştirmesi neticesi oluşabileceği gibi Süperoksit radikalının dismutasyonu ve H₂O₂'in hipoklorit ile reaksiyonu sonucunda da oluşabilir. Vücutta deri ve retina gibi gün ışığına maruz kalan bölgelerde sıkça olduğu tespit edilmiştir.

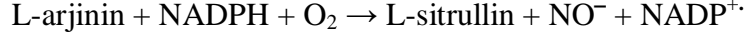
Serbest oksijen radikallerinin etkisiyle peroksil radikalleri (ROO[•]), alkoksil radikalleri (RO[•]) karbon merkezli radikaller (R[•] veya tiol radikalleri RS[•]) oluşur. Bu radikaller oksijenle tekrar reaksiyona girerek yeni serbest radikaller üretirler (60,72).

Moleküler oksijende paylaşılmamış iki dış elektron aynı yönde, ayrı yörüngelerdedir. Singlet oksijende ise elektron dönme yönleri birbirine zıttır ve oluşturdukları delta veya sigma formuna göre aynı veya ayrı yörüngelerde bulunurlar. Aynı yörüngede ise delta singlet oksijen, ayrı yörüngelerde iseler sigma

singlet oksijen formu oluşur. Sigma formu delta formuna göre daha enerjetik olup kolayca delta formuna dönüşebilir (60).

2.11.2.5. Nitrik Oksit (NO⁻) ve Bileşikleri

NO⁻ enzimatik olarak nitrik oksit sentaz enzimi tarafından L-arjinin'den sentezlenir. Aşağıda sentez reaksiyonu gösterilmiştir.



Her yerde bulunabilen NO⁻ lipofilik özellikte olup, oksijensiz ortamda oldukça stabildir (81). Düşük konsantrasyonlarda iken, ortamda oksijen varlığında dahi stabilitesini koruyabilen NO⁻, bilinen en düşük molekül ağırlıklı, biyoaktif memeli hücresi sekresyon ürünüdür (82,83). Diğer radikallerden farklı olarak düşük dozlarda toksik değildir ve çok önemli fizyolojik işlevleri gerçekleştirir (81). Pek çok fizyolojik olaya katıldığı, ancak aynı zamanda çok reaktif olmasına bağlı olarak zararlı hale dönerek fizyopatolojik süreçlerin içinde de yer aldığı gösterilmiştir (84).

NO⁻ kemik hücre fonksiyonlarında önemli etkileri olan bir serbest radikaldir. NO⁻'in SOD enzimiyle yarışmaya girmesi ve O₂⁻ ile etkileşmesi sonucu peroksinitrit (ONOO⁻) oluşur. Böylece nitrik oksitin fizyolojik etkisi inhibe edilir, oksidatif etkisi ortaya çıkar. ONOO⁻, NO⁻ toksisitesinin başlıca sorumlusudur. ONOO⁻ güçlü bir oksidan olup, DNA ve proteinler gibi biyolojik moleküllerde hasar oluşturabilir ve uygunsuz pH'larda metal katalizörlerden bağımsız olarak az miktarda hidroksil radikali oluşturabilir (82,83,85).

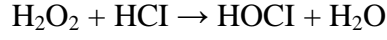


ONOO⁻'in proteinlere doğrudan zararlı etkileri vardır ve azot dioksit (NO₂[•]), hidroksil radikali (OH⁻), nitronyum iyonu (NO₂⁺) gibi toksik ürünlere dönüşür. Peroksinitrit, nitrit (NO₂⁻) ve nitrat (NO₃⁻) oluşturmak üzere metabolize edilir (68,86).

2.11.2.6. Hipoklorid (Hipoklorik Asit) (HOCl)

HOCl de radikal olmadığı halde reaktif oksijen türleri (ROS) içinde yer almaktadır. Fagositik hücrelerin bakterileri öldürmesinde önemli rol oynarlar. Aktive olan nötrofiller, monositler makrofajlar ve eozinofiller süperoksit radikallerini (O₂⁻) üretirler. Radikal üretimi fagositik hücrelerin bakterileri öldürmesinde büyük önem arz etmektedir. Özellikle nötrofiller miyeloperoksidaz enzimleri aracılığıyla önce

O₂'i oluştururlar ve daha sonra dismutasyonu ile oluşan H₂O₂'yi klorür iyonu ile birleştirerek güçlü bir antibakteriyel ajan olan HOCl'i meydana getirirler (70).



OH⁻, tüm hücrel makromoleküller ile reaksiyona girebilir. Çeşitli patolojik durumlarda normalden daha fazla serbest oksijen radikali oluşumu, ya da organizmanın antioksidan savunma sisteminin yetersiz kalması sonucu artan serbest radikaller, hücrenin değişik bileşenleri ve hücre dışı yapılar ile etkileşerek; hücrede metabolik, yapısal ve fonksiyonel bir bozukluğa yol açabilir ve bu da hücre ölümüyle sonuçlanabilir (87,88).

2.11.2.7. Ozon (O₃)

Atmosferde solar radyasyona karşı global bir antioksidan görevi yapmasına rağmen yeryüzü seviyesinde toksiktir ve okside olabilen bir kirleticidir. O₃, bazı fotokopi makinelerinde ve bilimsel ekipmanlarda kullanılan şiddetli ışık kaynağı vasıtasıyla oluşur ve şehir havasını kirletir. O₃, akciğerde lipitleri, çabuk okside olan proteinleri ve DNA'yı aşırı derecede zedeler (89).

2.11.2.8. Malonildialdehid (MDA)

Lipid peroksidasyonuna yol açan serbest radikal molekülleridir. MDA doku, kan ve vücut sıvılarında ölçülerek lipid peroksidasyonunun bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (70). İnsanlarda birçok hastalığın etyopatogenezinde serbest oksijen radikallerinin neden olduğu lipid peroksidasyonuna bağlı olarak organ ve dokularda açığa çıkan hücre membranı hasarı suçlanmaktadır (70,87).

2.11.3. Serbest Oksijen Radikali Oluşturan Kaynaklar

Serbest radikaller organizmada, normal metabolik reaksiyonlar sırasında veya çevresel faktörlerin organizma üzerine etkisi ile oluşabilirler. Çevresel faktörler direkt olarak veya hücre hasarı yoluyla hücrel kaynakları aktifleyerek reaktif oksijen türlerinin oluşumunu artırır.

Tablo 2.7 serbest oksijen radikali oluşturan metabolizmada daha aktif olan ve daha sık karşılaşılan bazı endojen ve eksojen kaynakları göstermektedir (60,65).

Tablo 2.7. Serbest oksijen radikalleri oluşturan bazı endojen ve eksojen kaynaklar

<i>Endojen Kaynaklar</i>	<i>Eksojen Kaynaklar</i>
1.Mitokondriyal ve mikrozomal elektron transport Sistemler	1.Cevresel ajanlar
2.Fagositik hücreler	2.Radyasyon
3. Otoksidasyon	3.Antineoplastik ajanlar
4.Oksidan enzimlerin reaksiyonları	4.Stres
5. İskemi-reperfüzyon	
6. Prostaglandinler	

Canlı organizmada serbest radikal oluşturan diğer endojen kaynaklar şunlardır (61):

- Ksantin oksidaz sistemi,
- Nötrofil fagositoz sistemi,
- Araşidonik asit metabolizması,

Canlı organizmada serbest radikal oluşturan diğer eksojen kaynaklar şunlardır (61):

- Ultraviyole ışınlar,
- Hepatotoksinler (karbon tetraklorür), ksenobiyotikler, kemoterapötikler (adriamisin),
- Redoks siklusu yapan maddeler (paraquat, nitrofurantoin),
- Çok doymamış yağ asitlerince zengin beslenme,
- Fazla kalorili beslenme (obezite),
- Hayvansal proteinlerce zengin beslenme,
- Alkol,
- Aşırı kalsiyum ve demir alımı,
- Çok yanmış gıdaların tüketimi,
- Sigara dumanı,
- Hava kirliliği (O_3 , NO_2 , SO_2 , hidrokarbonlar),
- Diğer kirleticiler (Asbest, pestisitler).

2.11.4. Serbest Radikallerin Etkileri ve Oksidan Stres

Sağlıklı bir organizmada total oksidan ve antioksidan düzeyleri bir denge halindedir. Organizmada normal fizyolojik olaylar sırasında gelişen ya da çevresel zararlı ajanlara maruz kalınmasıyla ortaya çıkan eksojen ve endojen oksidanlar belirli düzeyi aşarsa veya antioksidanlar yetersiz kalırsa denge oksidanlar lehine bozulursa oksidatif stres ortaya çıkar. Serbest oksijen radikalleri organizmanın yapı elamanları olan protein, lipid, karbonhidrat, nükleik asitler ve yararlı enzimlere zarar vererek kalıcı hasara yol açarlar (70,80). Serbest radikallerinin hücre fonksiyonlarına net etkisi, radikal ürünleri ile koruyucu sistemler arasındaki dengeye bağlıdır (65,68).

2.12. Total Oksidan Kapasite (TOK)

Oksidanların kanda total seviyesini ifade eder. Oksidan partiküllerinin konsantrasyonu total oksidan kapasiteyi verir (65).

2.13. Antioksidanlar

Serbest oksijen radikallerinin oluşumunu ve neden oldukları hasarı önlemek için vücutta birçok savunma mekanizması gelişmiştir. Bunlar “*antioksidan savunma sistemleri*” veya “*antioksidanlar*” olarak adlandırılır. Antioksidanlar, peroksidasyon zincir reaksiyonunu engelleyerek ve/veya serbest oksijen radikallerini toplayarak lipid peroksidasyonunu inhibe ederler (63, 64). Antioksidanların tanımı lipitlerin yanı sıra proteinler, nükleik asitler ve karbonhidratlar gibi diğer hedef molekülleri koruyucu etkilerini de içerecek şekilde genişletilmiştir (90). Böylece antioksidanlar, hedef molekülleri oksidan hasarı engelleyen ve geciktiren maddeler olarak tanımlamakta ve bu tanımla bağlantılı olarak antioksidanların etkileri farklı şekillerde olabilmektedir. Serbest radikallerin ve antioksidanların düzeyleri arasındaki hassas dengenin korunamadığı durumlarda, hücre hasarına kadar giden birçok patolojik durum ortaya çıkmaktadır (65,71).

Antioksidan savunma sistemleri etkilerini 4 şekilde gösterir (62).

1) *Toplayıcı etki*: Serbest oksijen radikallerini daha zayıf bir moleküle çevirme ya da tutma etkisi.

2) *Bastırıcı etki*: Serbest oksijen radikallerine bir hidrojen iyonu vererek inaktif hale getirme veya etkisini azaltma.

3) *Tamir edici etki*: Bu etki ile okside proteinler proteolitik enzimler tarafından, membran lipidleri ise lipazlar, acil transferazlar ve peroksidazlar tarafından ortadan kaldırılırlar.

4) *Zincir kırıcı etki*: Serbest oksijen radikallerini bağlayarak reaksiyon zincirini kırarlar.

Aerobik hücrelerde pek çok antioksidan sistem bulunmaktadır. Bu antioksidanlar endojen ve eksojen kaynaklı olarak ikiye ayrılmaktadır.

Tablo 2,8'de görüldüğü gibi endojen antioksidanlar, enzim olarak görev yapanlar ve enzim olmayan antioksidanlar olarak iki grupta incelenmektedir. Bu antioksidanlar vücutta oksijen radikallerine karşı oluşturulan ilk defans sistemidir (9,70). Eksojen antioksidanlar allopurinol, folik asit, C vitamini, E vitamini, beta karoten, asetilsistein, mannitol, adenozin, kalsiyum kanal blokerleri, non-steroid antiinflamatuvar ilaçlar ve demir şelatörleri sayılabilir (91,92).

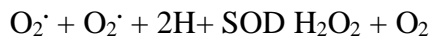
Tablo 2.8. Enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar (92,93)

<i>Enzim olan antioksidanlar</i>	<i>Enzim olmayan antioksidanlar</i>
Süperoksit dismutaz (SOD)	Bilirubin
Glutasyon peroksidaz (GSH-Px)	Albümin
Katalaz (CAT)	Ürik asit
Glutasyon-S- transferaz (GST)	α -Tokoferol
Glutasyon redüktaz (GR)	Askorbik asit
Mitokondrial oksidaz	Seruloplazmin
	Transferrin ve ferritin
	Glutasyon

2.13.1. Enzimatik Antioksidanlar

2.13.1.1. Süperoksit Dismutaz

SOD süperoksit anyonunun hidrojen perokside dismutasyonunda katalizör görevi yapar, süperoksit radikalinin toksik etkilerinden koruyan enzimdir (92).

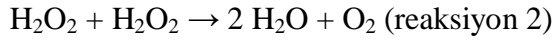
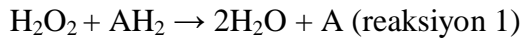


SOD, GSH-Px ve CAT oksijen radikalleriyle oluşan hasara karşı başlıca enzimatik savunma mekanizmalarıdır (90,92). SOD, substrat olarak serbest oksijen radikallerini kullanan ve süperoksiti hidrojen peroksite çeviren bir metalloenzimdir. Bu reaksiyon “*oksidatif strese karşı ilk savunma*” olarak da adlandırılmaktadır. SOD,

lipid peroksidasyonunu da inhibe etmektedir. SOD aktivitesi yüksek oksijen kullanan dokularda fazladır. SOD'ın ekstrasellüler aktivitesi çok düşüktür (63,94).

2.13.1.2. Katalaz

Katalaz yapısında Hem (Fe) grubu içerdiğinden bir hemoprotein olarak kabul edilmiştir (93). Kan, kemik iliği, karaciğer, böbrek ve müköz membranda yüksek miktarda bulunmaktadır (93). H_2O_2 oluşum hızının düşük olduğu durumlarda peroksidatif tepkimeyle (reaksiyon 1) veya H_2O_2 oluşum hızının yüksek olduğu durumlarda ise katalitik tepkimeyle (reaksiyon 2) hidrojen peroksiti suya dönüştürerek ortamdan uzaklaştırır.

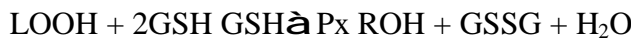


Hidroksil radikali gibi oksidan metabolitlerin oluşumunu engeller (93,95).

2.13.1.3. Glutasyon Peroksidaz

Glutasyon peroksidaz (GSH-Px), hidrojen peroksidlerin indirgenmesinden sorumludur ve pek çok hücrenin sitozollerinde bulunur. Fosfolipid hidroperoksid glutasyon peroksidaz da (PLGSH-Px), monomerik selenyum atomu ihtiva eden sitozolik bir enzimdir (93,96). Membran fosfolipid hidroperoksidlerini, alkollere indirger. Membrana bağlı en önemli antioksidan olan vitamin E yetersiz olduğu zaman PLGSH-Px membranın peroksidasyona karşı korunmasını sağlar.

Glutasyon peroksidaz, hidroperoksitleri, glutayonun iki molekülünü glutasyon disülfite oksitleyerek indirger. Glutasyon redüktaz, NADPH (nikotinamid adenin dinükleotit fosfat) yardımı ile glutasyon disülfiti tekrar glutatyona çevirir.



Bu reaksiyonda son elektron vericisi NADPH'dir. Eritrositlerde de GSH-Px oksidatif strese karşı en etkili antioksidandır. GSH-Px aktivitesindeki azalma, hidrojen peroksidin artmasına ve şiddetli hücre hasarına yol açar. Bu enzim fagositik hücrelerde önemli fonksiyonlara sahiptir (94).

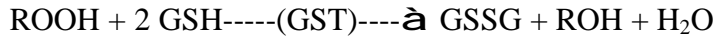
NADP'ye bağlı NADPH üretiminin tek yolu glikozun heksoz monofosfat şantında deoksidasyonudur. Bu metabolik yoldaki bir enzim eksikliği (glikoz-6 fosfat

dehidrogenaz eksikliği gibi) NADPH üretimini ve antioksidan koruyucu sistem aktivitesini azaltır (97).

2.13.1.4. Glutasyon-S-Transferazlar

GST'lar antioksidan aktivitelerine ilave olarak çok önemli başka biyokimyasal fonksiyonlara da sahiptirler. Son zamanlara kadar GST'lar katalizledikleri reaksiyona göre sınıflandırılmaktaydılar (aril transferaz, alkil transferaz, epoksit transferaz, aralkil transferaz ve alken transferaz gibi). Daha sonra yapılan çalışmalar bu enzimlerin söz konusu reaksiyonların herhangi birine özgül olmadığını, iç içe geçmiş substrat özgülüğüne sahip olduğunu ortaya koymuş ve bunlar 'glutasyon-S-transferaz' lar adı altında toplanmıştır. Günümüzde ise türe bağımsız bir sınıflama yapıldığında GST'lar geleneksel olarak üç sitozolik bir de mikrozomal olmak üzere dört ana gruba ayrılırlar (63).

Başta araşidonik asid ve lineolat hidroperoksidleri olmak üzere lipid peroksidlerine karşı GST'lar Se-bağımsız GSH peroksidaz aktivitesi göstererek bir defans mekanizması oluştururlar (63).



Antioksidan aktivitesine ek olarak başka biyokimyasal fonksiyonlara da sahip olup bilirubin, hem ve bazı kortikosteroidler gibi endojen maddelere geri dönüşsüz olarak bağlanarak bunların hücre içi transportunda da görev almaktadır (63).

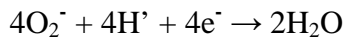
2.13.1.5. Glutasyon Redüktaz

H₂O₂ indirgenmesi esnasında GSH oksitlenir. GSH-Px'in fonksiyonunun devamlılığı için okside glutasyon tekrar indirgenmelidir. Reaksiyon GSH redüktaz tarafından katalizlenir. Enzim NADPH bağımlı bir flavoproteindir (63).



2.13.1.6. Mitokondrial Sitokrom Oksidaz

Solunum zincirinin son enzimi olan sitokrom oksidaz, aşağıdaki reaksiyonla süperoksidi detoksifiye eden enzimdir (63).



Süperoksit anyonunun suya dönüştüğü reaksiyonu katalizler. Bakır içerir. Mitokondrideki elektron taşıma zincirinin son basamağında yer alır (63). Bu reaksiyon, fizyolojik şartlarda sürekli cereyan eden normal bir reaksiyon olup bu yolla yakıt maddelerinin oksidasyonu tamamlanır ve bol miktarda enerji üretimi

sağlanır. Ancak, süperoksid üretimi çoğu zaman bu enzimin kapasitesini aşar. Bu durumda diğer antioksidan enzimler devreye girerek süperoksidin zararlı etkilerine engel olurlar (63).

2.13.2. Enzimatik Olmayan Antioksidanlar

2.13.2.1. Askorbik Asit (C vitamini)

C vitamini, Suda çözünme özelliği gösterir; ancak lipit peroksidasyonunu başlatan radikallerin etkilerini yok ederek, lipitleri oksidasyona karşı korur. C vitamini, antiproteazların oksidan maddeler ile inaktive olmasını engeller. E vitaminin rejenerasyonunda görev alarak tokoferoksil radikalının α -tokoferole indirgenmesini sağlar. Böylece E vitamini ile birlikte LDL oksidasyonunu etkili bir şekilde engellemiş olur (63).

Anti-skorbutik fonksiyonu yanında C vitamini potent bir indirgeyici ajan ve biyolojik sistemlerde serbest radikal toplayıcısıdır (98). Biyolojik sıvılarda en çok bulunan ve suda çözünen bir antioksidandır.

Süperoksit, hidroperoksit radikalleri ve singlet oksijen ile peroksinitrit, nitrojen dioksit ve nitroksit radikallerini toplayabilme özelliğine sahiptir. Paradoksik olarak C vitamini in vitro koşullarda bir prooksidan gibi davranabilir. C vitamininin demir ve bakır ile birlikteliği lipidlerin, proteinlerin ve DNA'nın oksidatif modifikasyonunu indüklemek için kullanılmaktadır (99).

C Vitamini, fagositoz için de gereklidir. Bu vitaminin kemotaktik cevabı artırdığı görülmüş; oksidatif patlama sırasında çevreye yayılan reaktif bakterisidal moleküllerin antibakterisidal etkisini sağlayan intrasellüler konsantrasyonlarında bir azalma yapmadan, oksidatif parçalanma ürünlerinin zarar verici etkilerini önlediği gözlemlenmiştir (99).

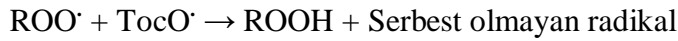
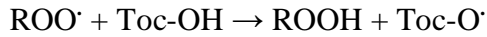
C Vitamini, antioksidan etkileri yanında organizmada fenton reaksiyonunda ferri demiri ferro demire indirgeyerek hidrojen peroksitle etkileşmeye uygun olan süperoksit radikalının üretimine neden olur. Bu etkisi sebebiyle askorbik asit aynı zamanda pro-oksidan olarak kabul edilmektedir, fakat bu tip etkisi sadece düşük konsantrasyonlarda görülür daha yüksek konsantrasyonlarda ise güçlü bir antioksidan olarak etki gösterir (99).

2.13.2.2. β -Karoten (Vitamin A Ön Maddesi)

β -karoten yağda çözünen bir antioksidan olarak serbest radikaller biyolojik hedeflerle etkileşime girmeden önce direkt olarak onları yakalayabilir ve aynı zamanda zincir kıran bir antioksidan olarak etki ederek de peroksit radikalleri oluşumunu önler (100).

2.13.2.3. E vitamini (α -Tokoferol)

α -Tokoferol yağda çözünen ve zincir-kırıcı bir antioksidandır. En önemli görevi oksijen serbest radikallerinin ataklarına karşı membran lipidlerindeki yağ asitlerini korumaktır. Mitokondri, endoplazmik retikulum ve plazma membran fosfolipitlerinin α -tokoferole karşı çok yüksek affinitesi vardır. Tokoferoller fenolik bir hidrojeni peroksidasyona uğramış bir doymamış yağ asidindeki serbest peroksit radikaline aktarırlar (87). Bunun sonucunda serbest radikal zincir reaksiyonları kırılır.



Oluşan serbest α -tokoferol radikali bundan sonra yeni bir serbest peroksit radikaliyle reaksiyona girer. Böylece α -tokoferol kolay oksidasyona uğramaz (96).

E vitamini ve GSH-Px serbest radikal etkisine karşı birbirlerini tamamlayıcı etki gösterirler. E vitamini, sentezlerini engeller iken GSH-Px, oluşmuş peroksitleri ortadan kaldırır (101).

Tokoferolün antioksidan etkisi yüksek oksijen konsantrasyonlarında etkilidir. Bundan dolayı en yüksek oksijen kısmi basınçlarına maruz kalan lipid yapılarında örneğin eritrosit ve solunum sistemi membranlarında etkileri belirgindir (94,100).

2.13.2.4. Polifenoller

Fenoller, aromatik halkaya bağlı OH grubu içeren etkili antioksidanlardır, çünkü bu bileşiklerden oluşan radikaller, rezonans kararlılığına sahiptir, bu nedenle diğer radikallere göre etkin olmayan radikallerdir (100).

2.13.2.5. Transferin ve Laktoferrin

Demiri bağlayarak lipid peroksidasyonu ve demir katalizli Haber-Weiss reaksiyonlarına katılımını durdurur veya yavaşlatır (100).

2.13.2.6. Seruloplazmin

Plazma antioksidan aktivitesinin önemli bir kısmı akut faz proteini olan seruloplazminden kaynaklanır. Seruloplazmin oksijen radikal ara ürünleri salınmaksızın Fe (II)'yi Fe (III)'e oksitler. Seruloplazmin demir ve bakır bağımlı lipit peroksidasyonu inhibe eder. Daha az önemli olmakla birlikte süperoksit radikali ile reaksiyona da girer (100).

2.13.2.7. Albümin

Albümin kuvvetli şekilde bakır ve zayıf olarak da demiri bağlar. Yüksek konsantrasyonlarda (40–60 mg/ml) bulunur. Albumine bağlı bakır, fenton reaksiyonuna katılabilir fakat albumin yüzeyinde oluşacak olan OH⁻ radikali albumin tarafından temizlenir ve radikalın serbest solüsyona kaçmasına izin vermez. Bu biyolojik olarak önemli olmayan, albumine ait bir reaksiyon örneğidir. Aynı zamanda myeloperoksidaz türevi bir oksidan olan HOCl'i temizler (100).

2.13.2.8. Ürik Asit

Kuvvetli olarak demir ve bakır bağlama yeteneği, antioksidatif rolünün önemli bir parçasıdır. Lipit peroksidasyonunu inhibe etme ve radikalleri temizleme görevine sahiptir (100).

2.13.2.9. Bilirubin

Hem katabolizması ile meydana gelen ve albumine bağlı olarak taşınan bir safra pigmentidir. Yağ asitlerini peroksidasyona karşı koruma görevine sahiptir.

Antioksidan sistem hasar öncesi radikal oluşumunu önler, oksidatif hasarı onarır, hasara uğramış molekülleri temizler ve mutasyonları önler (102). Nötralize olması gereken çeşitli reaktif ara ürünleri ve indirgenmesi gereken okside biyomolekülleri etkileyen hem lipofilik hem hidrofilik fazda pek çok antioksidan Tablo 2.9' da özetlenmiştir (92).

2.13.2.10. Melatonin

Melatonin OH⁻ radikalini ortadan kaldıran en güçlü antioksidandır. Melatonin, OH⁻ radikali ile reaksiyona girdikten sonra bir indolil katyon radikaline dönüşür ki bunun da ortamdaki O₂⁻ radikalini tutarak antioksidan aktivite gösterdiği kaydedilmiştir. Serbest oksijen radikalleri oluşturmak suretiyle kansere sebep olan

safrol'ün DNA üzerindeki hasarının melatonin tarafından çok etkili bir şekilde inhibe edildiği gösterilmiştir.

Melatonin'in, antioksidan olarak diğer önemli bir özelliği de lipofilik olmasıdır. Dolayısıyla hücrenin hemen bütün organellerine ve hücre çekirdeğine ulaşabildiği gibi kan-beyin bariyeri gibi bariyerleri de kolayca geçer. Böylece çok geniş bir dağılımda antioksidan aktivite gösterir (94,103).

2.13.2.11. Selenyum

Selenyum, insan sağlığı için esansiyel besin olarak bilinen bir eser elementtir. Selenyum en az dört hücre dışı ve hücre içi glutatyon peroksidaz, üç tiroid ve tiroid dışı iotironin 5 deidonaz, tioredoksin redüktaz ve selenoproteinler için gereklidir. Önerilen günlük diyetle alınması gereken selenyum miktarı 557 mikrogramdır (104). Çeşitli deneysel modellerde selenyumun tümörigenesizi inhibe ettiği gösterilmiştir (105).

2.14. Hidrofilik ve Lipofilik Bazda Bazı Antioksidanlar

Tablo 2.9. Hidrofilik ve lipofilik fazda bazı antioksidanlar

Antioksidan	Faz	Etki
Süperoksit dismutaz(SOD)	Hidrofilik	$O_2^{\cdot-}$ 'nin H_2O_2 ve O_2 'e dismutasyonu
Katalaz(CAT)	Hidrofilik	H_2O_2 'nin H_2O ve O_2 'e dismutasyonu
Glutatyon peroksidaz(GSH-Px)	Hidrofilik veya Lipofilik	R-OOH'nin R-OH indirgenmesi
Glutatyon redüktaz (GSH-Rd)	Hidrofilik	Okside glutatyonun indirgenmesi
Glutatyon S Transferaz (GST)	Hidrofilik	R-OOH'nin GSH ile konjugasyonu
Metallotieninler	Hidrofilik	Geçiş metalleriyle nötralizasyon
Tiyoredoksinler	Hidrofilik	R-S-S-R'nin R-SH'a indirgenmesi
Glutatyon	Hidrofilik	R-S-S-R'nin R-SH'a indirgenmesi Serbest radikal temizleyicisi GSH-Px ve GST'nin kofaktörü
Ubikinon	Lipofilik	Serbest radikal temizleyicisi Lipid peroksidasyonunda korun
Askorbik asit	Hidrofilik	Serbest radikal temizleyicisi Tokoferol kazanımı Enzimlerin redükte formda korunması
Karotenler	Lipofilik	Serbest radikal temizleyicisi $O_2^{\cdot-}$ baskılayıcı
Tokoferol	Lipofilik	Selenyum absorpsiyonunu artırır Serbest radikal temizleyicisi Lipid peroksidasyonunda korun
Selenyum	Amfifilik	Tiyoredoksin, GSH-Px yapıtışı

2.15. Total Antioksidan Kapasite (TAK)

Normal fizyolojik koşullarda organizma, endojen veya eksojen nedenlerle oluşan serbest radikaller ve bunlara bağlı oluşan oksidatif stres ile m¼cadele eden karışık bir antioksidan savunma sistemine sahiptir. V¼cudun oluşan oksidan durumlara karsı indirgenme ayarını s¼rd¼rebilmesinde plazma ¼ok ¼nemlidir. ¼¼nk¼ plazma, antioksidanların v¼cudun t¼m b¼l¼mlerine aşınımmını ve dağıtımını ger¼ekleřtirir (106).

Antioksidan savunma sistemleri, ¼zg¼l etkiler dışında bir ortak etkiler ve ilişkiler ağı oluşturur. ¼rneęin; vitamin C ve glutatyon, vitamin E'nin rejenerasyonunu sağlayarak; ¼rik asit, vitamin C'nin otooksidasyonunu engelleyerek sinerjistik etki g¼sterirler. Bu sinerjizme ¼rnek olarak, glutatyonun askorbatı, askorbatın da tokoferol¼n yeniden aktifleşmesini sağlaması verilebilir. B¼ylece antioksidan durumu g¼stermede tek tek antioksidan ¼l¼m¼ yanında değişik antioksidanları ortak etkilerinin ¼l¼m¼ne yani "Total antioksidan kapasite"nin bilinmesine ihtiya¼ doğar. Total antioksidan seviyenin ¼l¼m¼, antioksidanların tek tek ¼l¼m¼nden daha değerli bilgiler verebilir (106).

Sonu¼ta plazmanın total antioksidan kapasitesinin her antioksidanın tek başına etkilerine ek olarak değişik antioksidanlar arasındaki ilişkilere bağlı olduğu s¼ylenebilir (107).

Total antioksidan kapasiteye en b¼y¼k katkı plazmada bulunan antioksidan molek¼llerden gelmektedir. Plazmada serbest demiri toplayan transferin ve seruloplazmin gibi proteinler yanında serbest radikalleri kapan zincir kırıcı antioksidanlar da bulunmaktadır.

Albumin, ¼rik asit ve askorbik asit insan plazmasındaki total antioksidan durumun % 85'inden fazlasını oluşturur. Bu y¼zden kanın antioksidan durumunu saptamada bireysel antioksidanlardan ziyade bunların total antioksidan değerini veren total antioksidan kapasite ¼l¼m¼ yaygınlaşmaktadır (108,109).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmamıza yaşları 35-45 arasında değişen gönüllülük esasına göre başvuran katılımcılardan random yöntemiyle 40 denek seçildi. Daha sonra bu 40 denek yine random yöntemiyle egzersiz grubu (EG) (n=20) ve kontrol grubu (KG) (n=20) olmak üzere iki gruba ayrıldı.

3.2. Deneklerin Araştırmaya Kabul Edilme Kriterleri

- Sedanter bayan olma,
- 35-45 yaş aralığında bulunma (üst sınır 45, alt sınır 35 olarak alındı),
- Tanısı konmuş kronik herhangi bir hastalığı bulunmama,
- Sigara içmeme,
- Herhangi bir diyet, perhiz programında bulunmama,
- Tıbbi operasyon, ameliyat geçirmemiş olma,
- Kullanmakta olduğu mevcut herhangi bir ilaç olmama,
- Son 1 yıl içinde uzun süreli aerobik egzersiz programına katılmamış olma,
- Hamilelik, emzirme durumunda olmama,
- Yapılan Elektrokardiyografi (EKG) incelemesinde egzersize engel herhangi bir kardiyak durumu olmadığı rapor edilmesi.

Helsinki Deklarasyonunda belirtildiği üzere çalışmamıza katılacak her bir katılımcı program öncesi çalışma hakkında detaylı olarak bilgilendirildi. Deneklerin kendi istekleri ile deneye katıldıklarını belirten etik kurul formları imzalandı (EK:1). Bu araştırmanın yapılabilmesi için İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulu'nun *05.04.2011 tarihli ve 2011/32 sayılı Etik Kurul kararı* alındı (EK:2).

3.3. Deneklerin Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri

- Çalışma süresi boyunca deneğin çalışmaya engel bir sağlık sorununun ortaya çıkması,
- Yapılan EKG incelemesinde, yapılacak sporun yoğunluğuna engel herhangi bir kardiyak sorunun rapor edilmesi,
- Gönüllünün kendi isteğiyle çalışmadan ayrılmak istemesi.

3.4. Deney Protokolü

8 haftalık aerobik egzersiz çalışmasına başlamadan önceki ve çalışma bittikten sonraki hafta denekler gruplar halinde ölçüm yapılacak laboratuvara çağırıldı. Dinlenik durumda ve 12 saat süren açlık sonrası yapılması gereken BMH ölçümü sabah saat 8.00–10.00 arasında yapıldı. Deneklerden araştırmaya kabul edilme kriterlerine göre ölçüm yapılacak günden itibaren sigara içilen ortamlarda dahi bulunmamaları istendi.

Ölçüm yapılacak oda sıcaklığı klima aracılığıyla 22° C' de sabitlendi. Nem değerinin değişmemesi için de gerekli izolasyon sağlandı. BMH ölçümü için ayrılan odaya ısı ve nem izolasyonunun yanında ışık ve ses izolasyonu da sağlandı. Işık dozu hafif karanlık ve oda sessiz olacak şekilde izole edildi.

Bütün ölçümler, ölçüm konusunda deneyimli olan kişi tarafından aynı ekipman kullanılarak her bir deneğe yapıldı.

Ölçümler aşağıdaki sıraya göre yapıldı:

1. BMH ölçümü için gerekli olan boy ve kilo değerleri ölçülerek kaydedildi.
2. Sistolik/diastolik kan basınçları ve istirahat kalp atım sayıları denek sandalyede oturur pozisyonda iken ölçülerek kaydedildi.
3. BMH ölçümü için her bir katılımcı 30 dk. önceden ölçüm yapılacak odaya alınarak supine (sırt üstü yatar) pozisyonda istirahati sağlandı.
4. 30 dk. istirahati takiben denekler BMH ölçümü için istirahatte buldukları yatağın yanında bulunmakta olan BMH ölçüm cihazına bağlandı.
5. BMH ölçümü biten denek biyoelektrik impedans analizi ölçümüne alındı.
6. Bunu takiben deri kıvrımı kalınlığı ve çevre ölçümleri yapıldı.
7. Deneğin antekübital venden total oksidan ve total antioksidan kapasite ölçümü için 10 cc kan örneği biyokimya tüpüne alındı.
8. Son olarak venöz kan örnekleri laboratuvar ortamında 3500 rpm'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra elde edilen serum örnekleri tüplere konarak -80° C'de derin dondurucuda çalışma tarihine kadar muhafaza edildi.

3.5. Ölçüm Metotları ve Kullanılan Ekipman

3.5.1. Boy ve Kilo Ölçümü

Boy ölçümü için Soehnle marka ultrason metodu ile ölçüm yapan, entegre eğim sensörü sayesinde, yatay düzlemden saparak ölçüm yapılırsa hata mesajı veren

boy ölçer kullanıldı. Cihazın LCD ekranından okunan değer 'cm' cinsinden kaydedildi (56).

Kilo ölçümü Tanita marka biyoelektrik empedans analizörü "*Tanita Body Composition Analyser BC-418*" kullanıldı. Deneklerin kıyafet ağırlığı cihazın ekranında belirtilen yere girilerek ölçülen değerden düşülmesi sağlandı. Sonuçta cihazın LCD ekranından okunan değer kaydedildi (56).

3.5.2. İstirahat Kalp Atım Sayısı ve Kan Basıncının Ölçülmesi

İstirahat kalp atım sayısı, araştırma grubunun 15 dakika oturur pozisyonda dinlenmeleri sağlandıktan sonra yapıldı. Ölçüm aracı olarak stetoskop ve kronometre kullanıldı. Oturur pozisyondaki denekten sol memesinden biraz aşağı ve koltuk altına doğru (V5 noktasından) stetoskobun diyaframı yerleştirildi ve 15 sn. süre ile sistole atım-diastolik dolum sesleri dinlenerek sayıldı. Bu iki ses bir atım siklusu olarak kabul edildi. 15 sn'lik sayımdan sonra elde edilen rakam 4 ile çarpılarak 1 dk'lık istirahat kalp atım sayısı belirlendi (21).

Deneklerin; sistolik ve diastolik kan basıncı ölçümleri oturur pozisyonda, sağ kol brachial arterden ölçüldü. Kan basıncı değerleri ölçüm aracı olarak Littmann marka stetoskop ve Erka marka sphyngomanometre ile mmHg cinsinden ölçüm yapılarak değerler kaydedildi.

3.5.3. BMH Ölçümü

Cosmed firmasına ait Fit Mate marka BMH ölçüm cihazı kullanıldı. Gerekli ısı, ışık ve nem izolasyonları sağlanmış ve önceden hazır bulunan BMH ölçüm odasına alınan deneğe 30 dakika supin pozisyonda istirahati takiben ölçüm yapıldı. Cihaza ait her bir hasta için ayrı ayrı kullanılan sensörlü maske deneğin ağız ve burnunu içine alacak şekilde kullanıldı ve 30 dakika boyunca denek normal nefes alıp verirken ölçüm yapıldı.

Denek ölçüm sırasında hareket etmemesi konusunda uyarıldı. Ölçüm sonunda cihazın termal yazıcısından çıktı alınarak bulunan değer kaydedildi (29).

3.5.4. Vücut Kompozisyonu Ölçümü

3.5.4.1. Biyoelektriksel İmpedans Analizi (BIA)

Biyoelektriksel impedans analizi için "*Tanita Body Composition Analyser BC-418*" marka analizör kullanıldı. Deneklerin önceden ölçülen boy uzunlukları (cm

cinsinden), yaşları (yıl) ve cinsiyetleri cihazın veri ekranına girildi. Cihazda istenen kıyafet ağırlığı da düşülecek değer olarak veri ekranına girildi

Bu cihazla yağsız vücut kitlesi (YVK), vücut yağ oranı (VYO), vücut yağ kitlesi (VYK), toplam vücut suyu (TVS) ve segmental analizde sağ-sol kol, sağ-sol bacak ve gövde olmak üzere her bölgenin ayrı ayrı yağ oranları, yağ kitleleri ve yağsız kitleleri hesaplanarak termal yazıcıdan çıktı şeklinde alındı. VKİ değeri '*kilo (kg) / boy (m)²*' formülü kullanılarak hesaplandı (47).

3.5.4.2. Deri Kıvrımı Kalınlığı Ölçümleri

Bu ölçümler Holtain marka skinfold kaliperi kullanılarak belirlenmiş referans noktalarından aynı aletle aynı kişi tarafından alındı.

Ölçümler;

Deri kıvrımı başparmak ve işaret parmağıyla tutularak, kas ile yağ dokusunu ayıracak kadar yukarı çekildi.

Kaliper parmakların 1 cm uzağına yerleştirildi. 2-3 sn içerisinde ölçüm okundu ve kaydedildi. Tüm deri kıvrımı kalınlığı ölçümleri aynı kişi tarafından yapıldı. Bu çalışma için aşağıda belirtilen 3 değişik bölgeden deri kıvrımı kalınlığı ölçümü yapıldı.

- *Suprailiac*: Vücudun yan ve orta hattından iliumun hemen üzerinden hafif diogonal olarak deri katlantısı ölçüldü.
- *Uyluk (thigh)*: Sağ bacak için ölçüm alınırken ağırlık sol ayak üzerine, sol bacak için de sağ ayak üzerine aktarıldı. Ölçüm diz eklemi ile kalça ekleminin orta noktası üzerinden alındı.
- *Triceps*: Triceps kasının üstünde kolun dış ve orta hattında skapular kemiğin akromion çıkıntısı ve ulnar kemiğin olekranon çıkıntıları arasındaki mesafenin orta noktasından ölçüm yapıldı (53).

Uyluk ve triceps ölçümleri hem sağ hem sol ekstremitelerden alınırken suprailiac ölçüm sadece sağ taraftan alınarak yapıldı.

3.5.4.3. Çevre Ölçümleri

Çevre ölçümleri standart katlanabilir mezura (Gullick şeridi) kullanılarak yapıldı. Çevre ölçümleri 4 bölgeden (biceps, bel, kalça, uyluk) alındı. Deneğin ölçüm yapılan bölgesinin çıplak olması sağlandı. Çevre ölçümleri her bir noktadan 3'er kez tekrarlanarak alındı ve bu 3 değerın ortalama değeri alınarak kaydedildi.

1. *Biceps*: Humerusun orta noktasından kol ekstansiyonda ve relaksasyon pozisyonunda iken ölçüm yapıldı.
2. *Bel*: Belin en dar bölgesinden normal solunum esnasında yere paralel ölçüldü.
3. *Kalça*: Kalça kaslarının maksimal çıkıntısı (Gluteus Maksimus) üzerinden yere paralel olarak ölçüldü.
4. *Uyluk*: Gluteal bölgenin hemen altından maksimum genişlik ölçüldü (4).

3.5.4.4. Bel- Kalça Oranı (BKO)

Çevre ölçümlerinden sonra elde edilen kalça ve bel çevresi cm cinsinden değerleri birbirine oranlanarak elde edildi (BKO= Bel çevresi / Kalça çevresi) (46).

3.5.5. Total Oksidan ve Antioksidan Kapasite Ölçümü

Deneklerden alınan venöz kan örnekleri biyokimya tüplerine konarak 3500 rpm'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra elde edilen serumlar alınarak - 80 derecede derin dondurucuda ölçüm yapılacak güne kadar saklandı. Ölçüm günü oda sıcaklığına getirilen serumlar TAK ölçümü için total antioksidan kapasite test kiti kullanılarak, TOK ölçümü için de total oksidan kapasite test kiti kullanılarak çalışıldı. TAK ve TOK seviyeleri Aoroset marka otoanalizörde (Abbott, USA) Erel tarafından tanımlanan metodlar kullanılarak yapıldı. TAK ölçümünün sonuçları μmol , TOK ölçümünün sonuçları mmol olarak birimlendirilmiştir (109,110).

3.6. Sekiz Haftalık Egzersiz Protokolü

Koş-yürü egzersizleri İnönü Üniversitesi kampüsünde bulunan 1700 metrelik kros parkurunda yaptırıldı. Egzersizler süresince kalp atım sayıları polar marka kalp atım monitörü ile kontrol altında tutuldu. Egzersizlerin şiddeti Karvonen Metoduna göre belirlendi her bir denek için kalp atım sayıları ayrı ayrı hesaplandı (111).

Deneklere hedef kalp atım sayılarının % 60 şiddeti düzeyinde 8 hafta süre ile haftada 3 gün, günde 1 saat arasında koş-yürü egzersizi yaptırıldı.

Fox Denklemi (111)= $KAH_{(max)} = 220 - Yaş$.

Karvonen Formülü (111);

$[(220 - Yaş) - İstirahat Kalp Atım Sayısı] \times 0.60 + İstirahat Kalp Atım Sayısı$

Formüldeki 0.60 değeri egzersizin % 60 şiddetinde uygulanacağını gösterir.

İstirahat kalp atım sayısı ise kişinin hiçbir iş yapmazken, dinlenir durumda iken 1 dakika boyunca sayılan kalp atım sayısını ifade eder (111).

3.7. Uygulanan Egzersiz Programı

Tablo 3.1. Egzersiz grubuna uygulanan egzersiz protokolü

Çalışma haftaları	Egzersiz Programı	Süre (dk)	Mesafe (km)	Sıklık (gün/hafta)
1-2	Isınma	10	4	3
	Çalışma Evresi (Aerobik Koş-yürü egzersizleri)	45		
	Soğuma	5		
3-4	İlk iki hafta ile aynı	60	5	3
5-6	İlk iki hafta ile aynı	60	6	3
7-8	İlk iki hafta ile aynı	60	6	3

Isınma Evresi (10 dk):

- Hafif tempolu 5 dk koşu, yön değiştirmeli yürüyüşler,
- Egzersizde kullanılacak kas gruplarına yönelik ısındırma, germe ve esnetme egzersizleri (112).

Çalışma Evresi (45 dk):

- İnönü Üniversitesi koşu parkurunda Karvonen metoduyla (111) belirlenen deneklerin maksimal kalp atım sayılarının % 60'ı düzeyinde düz koşu-yürüyüş egzersizleri.

Soğuma Evresi (5 dk):

- Hafif tempolu yürüyüş,
- Egzersiz süresince kullanılan kas gruplarına yönelik soğuma amaçlı germe ve esnetme egzersizleri (112).

3.8. İstatistiksel Analiz: Normal dağılım gösteren sayısal değişkenlerin tanımlanması için ortalama ve standart sapma kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen veriler ise ortanca, minimum ve maksimum değerler kullanılarak tanımlandı. Çalışmada egzersiz ve kontrol grupları arasında yaş, boy ve kilo bakımından fark olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Mann – Whitney U testi kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Kolmogorov Smirnov testi ile incelendi. Ön test – son test değişiminin egzersiz ve kontrol gruplarına göre karşılaştırılması için tek etken üzerinde tekrarların olduğu tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi kullanıldı. Tüm istatistik analizler SPSS paket programı kullanılarak yapıldı ve anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alındı.

4. BULGULAR

40 gönüllünün katıldığı araştırmamızda egzersiz grubu (n=20) ve kontrol grubu (n=20) olmak üzere 2 grup randomize yöntemle oluşturulduktan sonra gruplar yaş, boy ve kilo özellikleri bakımından Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırıldı (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Deneklerin yaş, boy, kilo özelliklerinin karşılaştırılması

	<i>Kontrol Grubu (KG)</i> (N=20) <i>Ortanca (Min. – Max.)</i>	<i>Egzersiz Grubu (EG)</i> (N=20) <i>Ortanca (Min. – Max.)</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
Yaş (yıl)	40.0 (35.0-45.0)	41.5 (35.0-45.0)	-0.358	0.720
Boy (cm)	160.5 (154.0-170.0)	157.5 (151.0-174.0)	-1.682	0.093
Kilo (kg)	78.7 (57.2-108.7)	70.05 (60.7-106.2)	-1.299	0.194
İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p>0.05)				

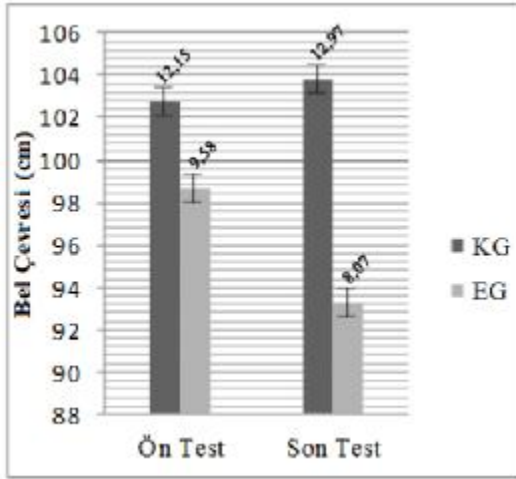
Karşılaştırma sonrası grupların yaş, boy ve kilo özellikleri bakımından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı (p>0.05) tablo 4.1.'de görülmektedir.

Çalışma öncesi ve sonrası egzersiz grubu ve kontrol grubunun çevre ölçümleri, kilo, vücut kitle indeksi (VKİ), vücut yağ oranı (VYO), vücut yağ kitlesi (VYK), yağsız vücut kitlesi (YVK), total vücut suyu (TVS) ve deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerine ait verilerin istatistiksel analizi tablo 4.4' te görülmektedir.

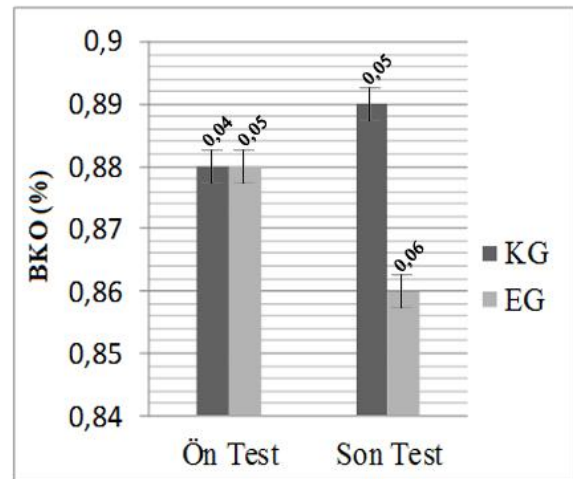
Tablo 4.2. Çevre ölçümü değerlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

DEĞİŞKENLER	<i>KONTROL G. (n=20)</i>				<i>EGZERSİZ G. (n=20)</i>				<i>F</i>	<i>P</i>
	<i>Ön test</i>		<i>Son test</i>		<i>Ön test</i>		<i>Son test</i>			
	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>		
Bel (cm)	102.72	12.15	103.78	12.97	98.65	9.58	93.27	8.07	54.966	0.000*
Kalça (cm)	115.47	10.45	116.42	11.02	111.17	7.41	107.65	7.00	83.452	0.000*
BKO (%)	0.88	0.04	0.89	0.05	0.88	0.05	0.86	0.06	6.464	0.015*
Sağ Bacak (cm)	57.55	6.62	58.15	6.92	55.35	5.00	53.65	5.15	27.165	0.000*
Sol Bacak (cm)	57.65	6.29	58.30	6.65	55.17	5.18	53.62	5.10	17.856	0.000*
Sağ Kol (cm)	33.72	4.29	33.87	4.71	32.07	3.10	30.37	3.04	36.379	0.000*
Sol Kol (cm)	33.32	4.40	33.72	4.54	31.62	3.06	30.30	3.14	22.419	0.000*

* İstatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$)



Şekil 4.1: Kontrol grubu ve egzersiz grubu bel çevresi değeri karşılaştırması



Şekil 4.2: Kontrol grubu ve egzersiz grubu BKO değeri karşılaştırması

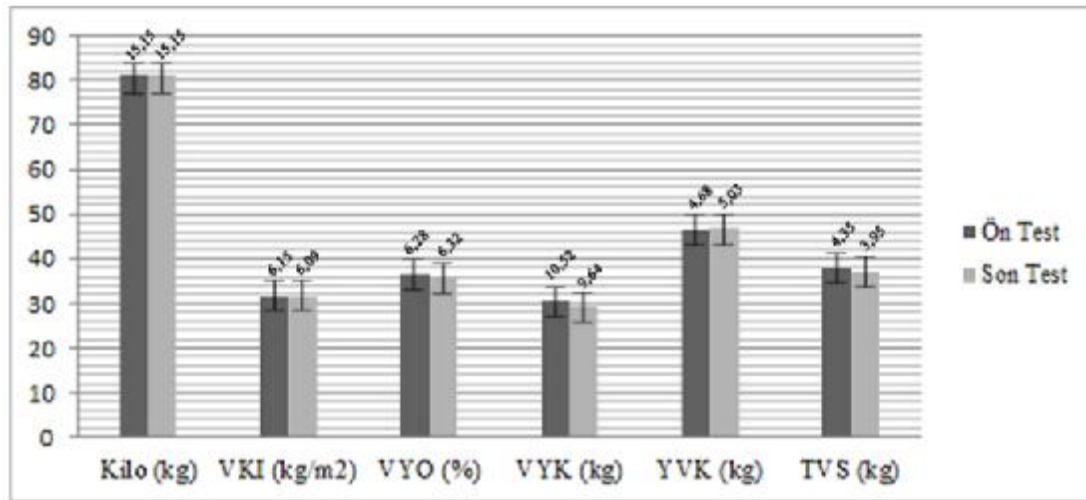
Bel çevresi değeri kontrol grubu için değişmezken, egzersiz grubunda son test sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu görüldü ($p < 0.05$). Kontrol grubunda kalça çevresinde artış olurken, egzersiz grubunda azalma olduğu görüldü

ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$). Bel kalça oranı, sağ bacak ve sol bacak çevre ölçümleri, sağ kol ve sol kol çevreleri kontrol grubunda değişmezken, egzersiz grubunda azaldığı görüldü ve son test ölçümlerine göre istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tesbit edildi ($p<0.05$).

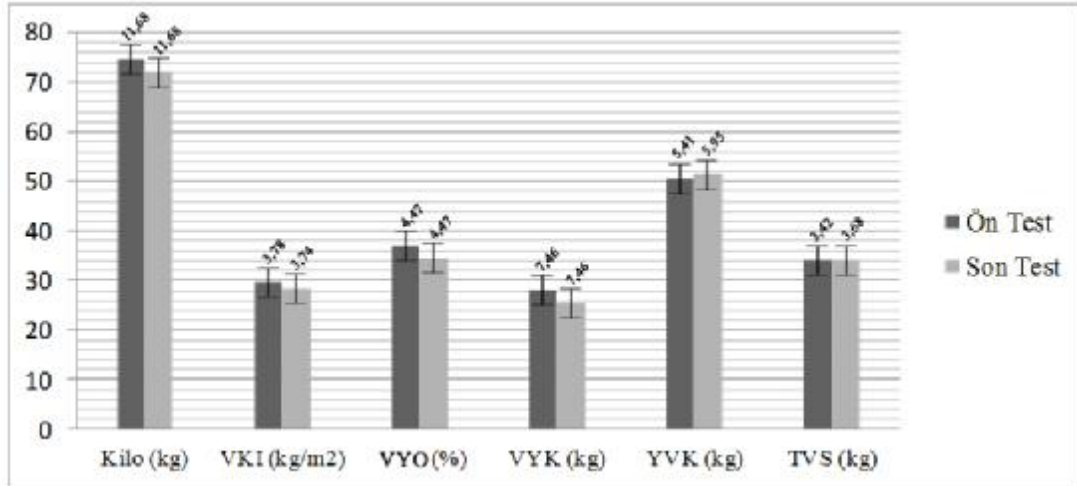
Tablo 4.3. Vücut kas,yağ ve su bileşenlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

DEĞİŞKENLER Vücut Kas, Yağ ve Su Bileşenleri	KONTROL G. (n=20)				EGZERSİZ G. (n=20)				F	P
	Ön test		Son test		Ön test		Son test			
	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss		
Kilo (kg)	81.17	15.15	81.43	15.15	74.81	11.68	72.03	11.68	69.372	0.000*
VKI (kg/m²)	31.39	6.15	31.51	6.09	29.62	3.78	28.47	3.74	7.957	0.000*
VYO (%)	36.64	6.28	35.53	6.32	37.10	4.47	34.59	4.47	12.340	0.001*
VYK (kg)	30.54	10.52	29.06	9.64	28.12	7.46	25.47	7.46	7.037	0.012*
YVK (kg)	46.63	4.68	46.69	5.03	50.62	5.41	51.55	5.95	6.000	0.019*
TVS (kg)	37.74	4.35	37.06	3.95	34.14	3.42	34.19	3.68	6.118	0.018*

* İstatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$)



Şekil 4.3: Kontrol grubu çalışma öncesi ve sonrası bazı değerlerin düzeyleri



Şekil 4.4:Egzersiz grubu çalışma öncesi ve sonrası bazı değerlerin düzeyleri

Kontrol grubunun kilo ortalaması ve VKİ değeri değişmezken, egzersiz grubunun bu değerlerinin azaldığı görüldü. Kontrol grubunun kilo ortalaması 81.17 ± 15.15 kg iken 81.43 ± 15.15 kg olurken egzersiz grubunun kilo ortalaması 74.81 ± 11.68 kg'dan 72.03 ± 11.68 kg'a düştüğü görüldü ve son test ölçümlerine göre aradaki farkın kilo ve VKİ değerleri için istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varıldı ($p < 0.05$).

Tablo 4.3'de görülen vücut kas,yağ ve su bileşenlerine ait ölçümlerde VKİ değeri KG'nda 31.39 ± 6.15 kg/m^2 iken 31.51 ± 6.09 kg/m^2 olurken, EG'nda 29.62 ± 3.78 kg/m^2 iken 28.47 ± 3.74 kg/m^2 'ye düştüğü tesbit edildi ve bu durumda KG'nda % 0.38'lik küçük bir artış olurken EG'nda % 3.11 oranında azalma olduğu bulundu. Vücut yağ oranı (VYO) ve vücut yağ kitlesi (VYK) değerlerinin hem kontrol grubunda hem de egzersiz grubunda azaldığı ancak egzersiz grubunda kontrol grubuna göre daha çok azaldığı görüldü. VYO değerindeki düşüşün kontrol grubunda % 3.02 iken egzersiz grubunda % 6.76, VYK değerindeki düşüşün ise kontrol grubunda % 4.84 iken egzersiz grubunda % 9.42 olduğu tesbit edildi ve son test ölçümlerine göre bu değerlerde aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$). YVK ve TVS değerlerinin ise kontrol grubunda değişmediği egzersiz grubunda arttığı görüldü. TVS değerinde kontrol grubunda % 1.80 oranında azalma olurken egzersiz grubunda % 0.14 oranında artış olduğu tesbit edildi. YVK değerinde ise kontrol grubu verileri 46.63 ± 4.68 kg iken 46.69 ± 5.03 olurken egzersiz grubunda 50.62 ± 5.41 kg'dan 51.55 ± 5.95 kg'a çıktığı tesbit edildi, bu durumda kontrol grubunda % 0.06'lık bir düşüş olurken egzersiz grubunda % 1.80 oranında artış

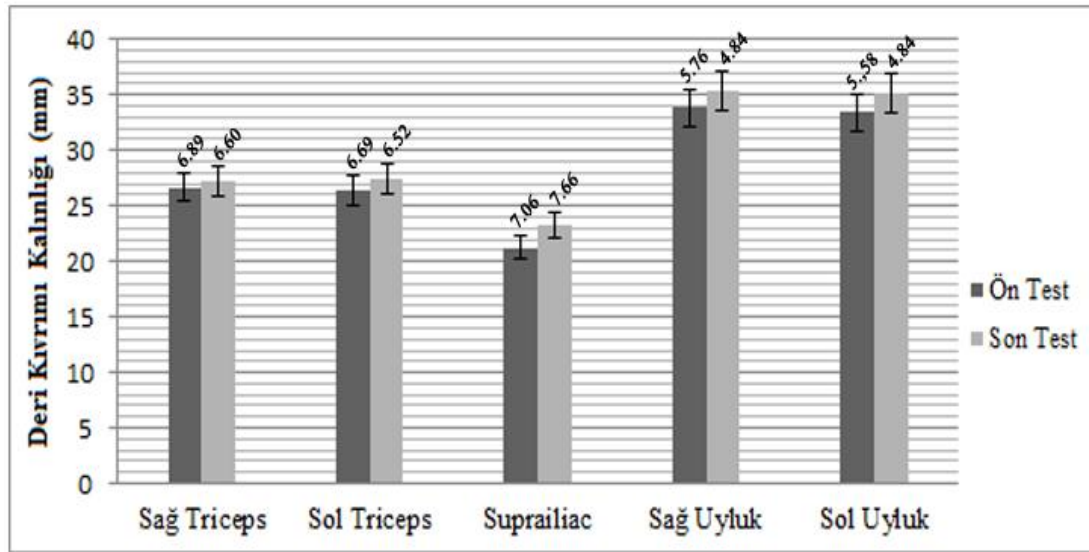
olduğu görüldü ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Tablo 4.3, $p<0.05$).

Tablo 4.4. Deri kıvrımı kalınlığı değerlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

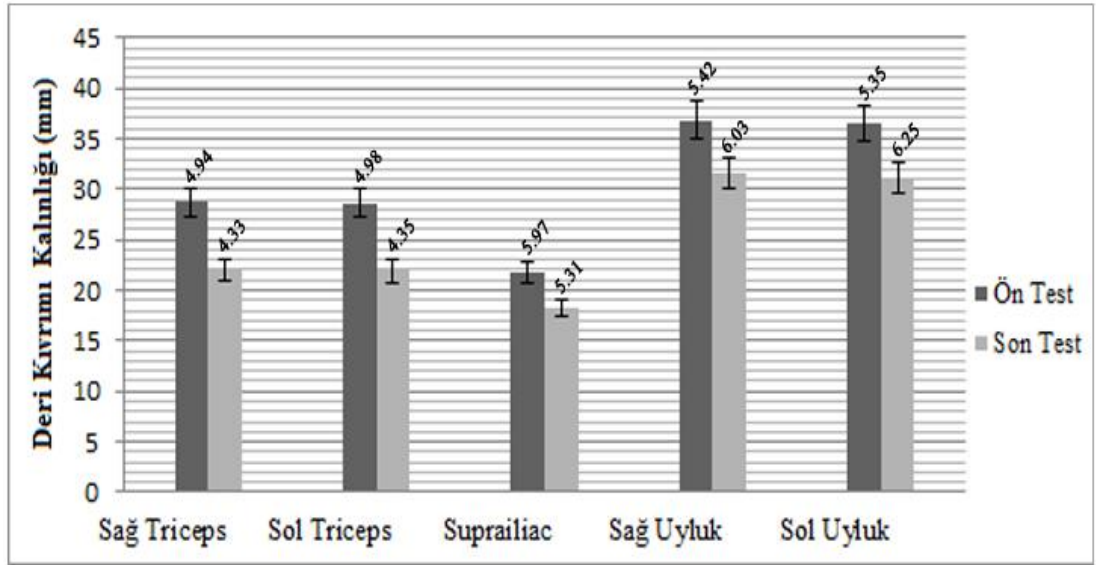
DEĞİŞKENLER	KONTROL G. (n=20)				EGZERSİZ G. (n=20)				F	P
	Ön test		Son test		Ön test		Son test			
	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss		
Sağ Triceps	26.70	6.89	27.27	6.60	28.74	4.94	22.01	4.33	51.240	0.000*
Sol Triceps	26.37	6.69	27.42	6.52	28.65	4.98	21.90	4.35	55.891	0.000*
Suprailiac	21.27	7.06	23.32	7.66	21.79	5.97	18.27	5.31	28.006	0.000*
Sağ Uyluk	33.81	5.76	35.29	4.84	36.84	5.42	31.59	6.03	52.001	0.000*
Sol Uyluk	33.42	5.58	35.17	4.84	36.49	5.35	31.17	6.25	58.940	0.000*

* İstatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$)

Yine tablo 4.4’de görülen sağ triceps ve sol triceps ait deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinde kontrol grubunda değişim olmadığı, egzersiz grubunda ise azalma olduğu görüldü. Suprailiac, sağ uyluk ve sol uyluk deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinde ise kontrol grubunda artış olduğu, egzersiz grubunda ise azalma olduğu görüldü ve tüm bu değerlerde son test ölçümlerine göre gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.5$).



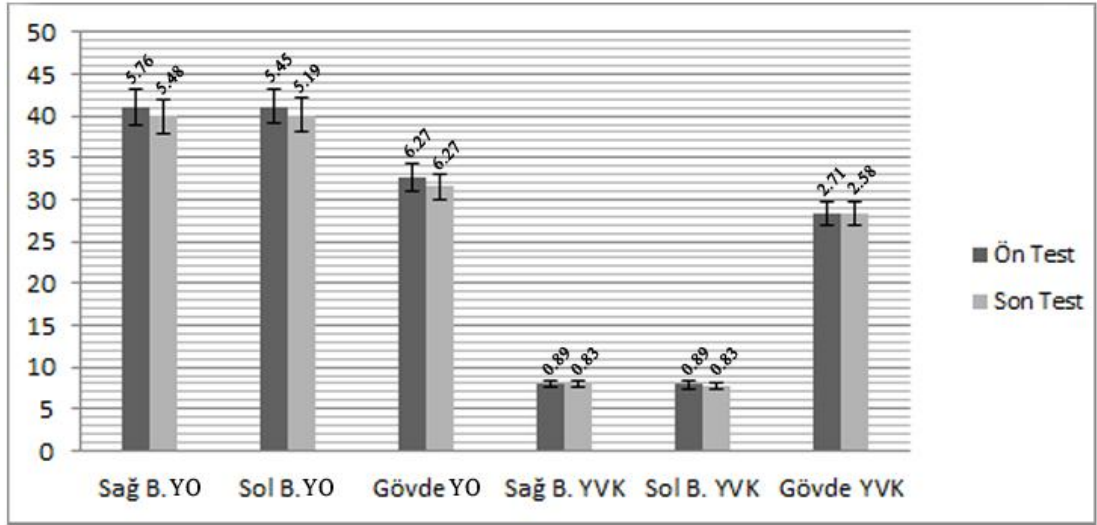
Şekil 4.5: Kontrol grubuna ait deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinin değişim düzeyleri



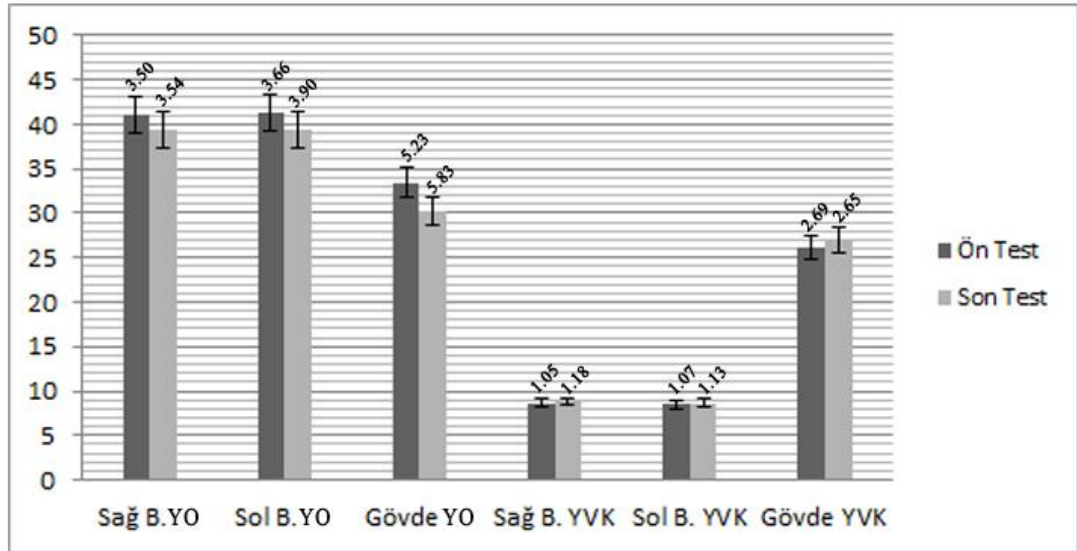
Şekil 4.6: Egzersiz grubuna ait deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinin değişim düzeyleri

Tablo 4.5. Segmental vücut kompozisyon analizi ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

DEĞİŞKENLER	<i>KONTROL G. (n=20)</i>				<i>EGZERSİZ G. (n=20)</i>				<i>F</i>	<i>P</i>
	<i>Ön test</i>		<i>Son test</i>		<i>Ön test</i>		<i>Son test</i>			
	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>		
Sağ bacak -YO	41.06	5.76	39.95	5.48	41.09	3.50	39.34	3.54	9.597	0.004*
Sol bacak -YO	41.14	5.45	40.12	5.19	41.30	3.66	39.35	3.90	7.533	0.009*
Gövde -YO	32.76	6.27	31.53	6.27	33.47	5.23	30.29	5.83	16.720	0.000*
Sağ bacak -YVK	7.93	0.89	7.94	0.83	8.63	1.05	8.84	1.18	6.202	0.017*
Sol bacak -YVK	7.86	0.89	7.83	0.83	8.50	1.07	8.64	1.13	5.424	0.025*
Gövde -YVK	28.30	2.71	28.26	2.58	26.21	2.69	26.97	2.65	9.952	0.003*
*İstatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$)										



Şekil 4.7: Kontrol grubuna ait segmental değerlerin değişim düzeyleri



Şekil 4.8: Egzersiz grubuna ait segmental değerlerin değişim düzeyleri

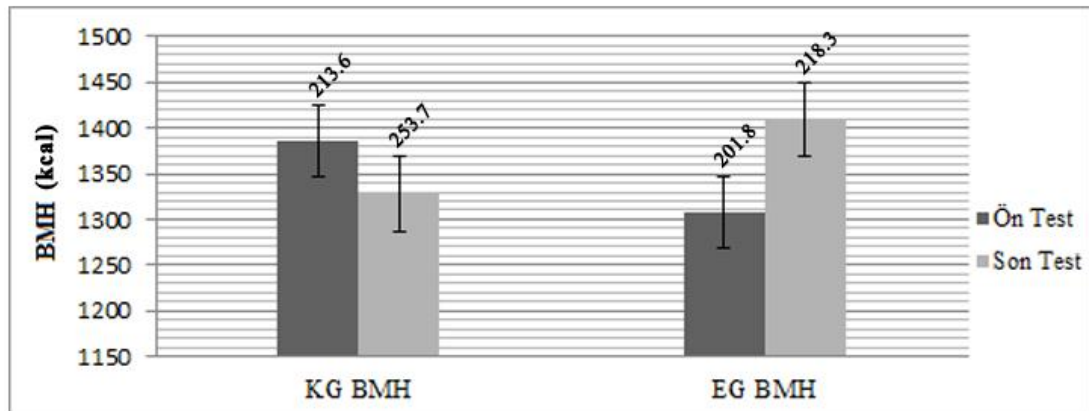
Tablo 4.5' te görülen segmental vücut kompozisyon analizi verilerine bakıldığında sağ bacak, sol bacak ve gövde yağ oranı değeri her iki grupta da azalırken, egzersiz grubunda daha çok azaldığı görüldü. Gövde yağ oranı değeri kontrol grubunda % 32.76 ± 6.27 'den % 31.53 ± 6.27 ' ye düşerken egzersiz grubunda % 33.47 ± 5.23 ' den % 30.29 ± 5.83 ' e düştüğü görüldü. Bu durumda kontrol grubunda azalma % 3.75 olurken egzersiz grubunda % 9.50 bulundu. Sağ bacak yağ oranı kontrol grubunda % 2.70 azalırken egzersiz grubunda % 4.25, sol bacak yağ oranının ise kontrol grubunda % 2.47, egzersiz grubunda % 4.72 azaldığı tesbit edildi. Sağ ve

sol bacak YVK değeri kontrol grubunda değişmezken egzersiz grubunda artmış bulundu. Gövde YVK değerinin ise kontrol grubunda değişmediği, egzersiz grubunda ise arttığı tesbit edildi ve tüm bu verilerde son test ölçümlerine göre aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$)

Tablo 4.6. Bazal metabolizma hızı ölçümüne ait tanımlayıcı istatistik verileri

DEĞİŞKEN	KONTROL G. (n=20)				EGZERSİZ G. (n=20)				F	P
	Ön test		Son test		Ön test		Son test			
	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss		
BMH (kcal)	1386	213.6	1327	253.7	1308	201.8	1409	218.3	5.41	0.025*

*İstatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$)



Şekil 4.9: Kontrol grubu ve egzersiz grubunun BMH değerleri değişim düzeyleri

Tablo 4.6’da bazal metabolizma hızına ait istatistiksel veriler görülmektedir. BMH değerinin kontrol grubunda değişmediği, egzersiz grubunda ise artmış olduğu görüldü ve aradaki fark son test sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$). Kontrol grubunun bazal metabolizma hızı ortalaması 1386 ± 213.6 kcal iken 1327 ± 253.7 kcal olurken, egzersiz grubunun bazal metabolizma hızı ortalamasının ise 1308 ± 201.8 kcal’den 1409 ± 218.3 kcal’ye yükseldiği görüldü.

Tablo 4.7. Kardiyak parametre ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

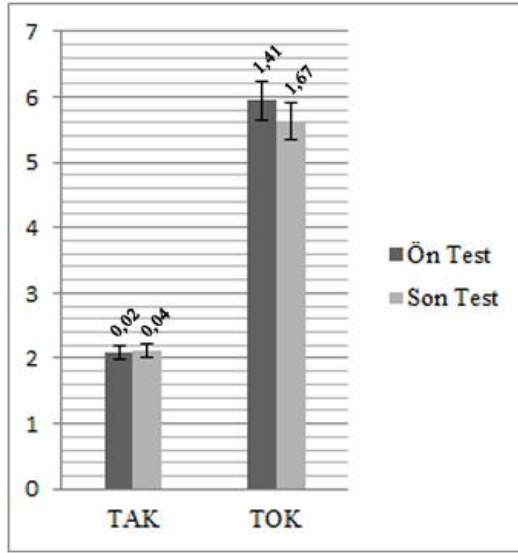
DEĞİŞKENLER	<i>KONTROL G. (n=20)</i>				<i>EGZERSİZ G. (n=20)</i>				<i>F</i>	<i>P</i>
	<i>Ön test</i>		<i>Son test</i>		<i>Ön test</i>		<i>Son test</i>			
	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>		
İKA Sayısı (atım/dk)	75.60	7.55	75.35	7.82	78.05	8.50	71.95	5.68	3.519	0.068
Sistolik KB (mmHg)	120.50	17.61	114.25	10.29	118.50	10.40	110.00	12.97	0.294	0.591
Diastolik KB (mmHg)	83.00	12.60	76.00	8.97	80.25	10.32	77.00	11.28	1.051	0.312
İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).										

Tablo 4.7’de görülen kardiyak parametrelere ait verilerde istirahat kalp atım sayısı, sistolik kan basıncı ve diastolik kan basıncı değerlerinde egzersiz grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

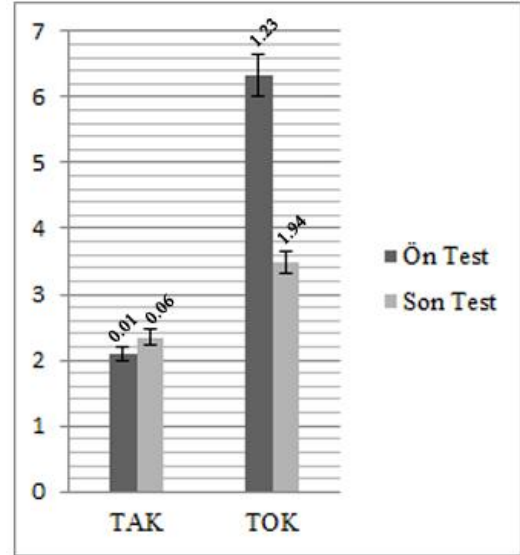
Tablo 4.8. Total Oksidan ve Antioksidan Kapasite Ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistiksel verileri

DEĞİŞKENLER	<i>KONTROL G. (n=20)</i>				<i>EGZERSİZ G. (n=20)</i>				<i>F</i>	<i>P</i>
	<i>Ön test</i>		<i>Son test</i>		<i>Ön test</i>		<i>Son test</i>			
	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>		
TAK (μmol)	2.10	0.02	2.12	0.04	2.10	0.01	2.35	0.06	202.406	0.000*
TOK (mmol)	5.95	1.41	5.64	1.67	6.33	1.23	3.48	1.94	17.349	0.000*
*İstatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$)										

Tablo 4.8’ de görülen Total Antioksidan Kapasite (TAK) değerinin kontrol grubunda değişmediği egzersiz grubunda arttığı tesbit edildi. Total Oksidan Kapasite (TOK) değerleri ise kontrol grubunda değişmezken egzersiz grubunda azalmış bulundu ve aradaki farkın son test ölçümlerine göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varıldı ($p < 0.05$). Kontrol grubunun TAK değeri 2.10 ± 0.02 μmol iken 2.12 ± 0.04 μmol olurken egzersiz grubunun TAK değeri 2.10 ± 0.01 μmol ’den 2.35 ± 0.06 μmol ’e çıktı. Yine kontrol grubunun TOK değeri 5.95 ± 1.41 mmol iken 5.64 ± 1.67 mmol olurken egzersiz grubunun TOK değeri 6.33 ± 1.23 mmol’de 3.48 ± 1.94 mmol’e düştüğü tesbit edildi.



Şekil 4.10: Kontrol grubuna ait TAK ve TOK düzeyleri değişimi.



Şekil 4.11: Egzersiz grubuna ait TAK ve TOK düzeyleri değişimi.

5. TARTIŞMA

Aerobik egzersizler ve etkileri konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Birçok konuya ve hastalığa etkileri incelenmiş ve sonuçları gözlemlenmiştir. Çalışmamız da aerobik egzersizleri konu edinmiş, 35-45 yaş arasında olan sedanter bayanlarda 8 haftalık, haftada 3 gün, günde 1'er saat % 60 yüklenmeli aerobik koş-yürü egzersizinin vücut kompozisyonu parametreleri, bazal metabolizma hızı ile total oksidan ve antioksidan kapasite değerleri üzerine etkisini incelemek amaçlanmıştır.

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz vücut ağırlığı, VKİ, VYO, VYK ve YVK parametrelerinde 8 hafta süresince egzersiz grubuna yapılan aerobik koş-yürü egzersizi sonrası egzersiz ve kontrol grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$). Vücut ağırlığı değeri kontrol grubunda 81.17 ± 15.15 kilodan 81.43 ± 15.15 kiloya çıkarken, egzersiz grubunda ise 74.81 ± 11.68 'den 72.03 ± 11.68 'e düştüğü tespit edildi (Tablo 4.3). Amano ve ark. (2001) çalışmalarında VKİ değerlerine göre obez olduğu belirlenen erkek ve bayanlara 12 hafta süreyle, haftada 3 gün, günde 30'ar dakikalık aerobik egzersiz programı uygulamışlar ve katılımcıların vücut ağırlıkları egzersiz öncesi 74.1 ± 2.6 kg, egzersiz sonrası 70.3 ± 2.9 kg, VKİ egzersiz öncesi 27.3 ± 0.4 kg/m², egzersiz sonrası 25.9 ± 0.5 kg/m², VYO egzersiz öncesi % 29.6 ± 1.3 , egzersiz sonrası % 26.6 ± 1.3 , yağ kitlesi egzersiz öncesi 21.7 ± 0.9 kg, egzersiz sonrası 18.6 ± 1.0 kg, YVK egzersiz öncesi 52.4 ± 2.5 kg, egzersiz sonrası 51.7 ± 2.6 kg olarak bulmuşlar ve egzersiz öncesine göre anlamlı bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir (113).

William ve ark. (2001) sedanter bayanlarda değişik egzersiz gruplarının fiziksel ve fizyolojik performansa etkilerini araştırmak amacıyla 1. grup 25 dk. step egzersizi, 2.grup step egzersiz ve alt-üst vücut rezistans egzersiz kombinasyonu, 3. grup 40 dk. step egzersiz grubu olmak üzere bayanları 3 gruba ayırmışlar, çalışma

sonunda bütün egzersiz gruplarının vücut yağ oranlarında % 5–6 oranında azalma kaydetmişler ve sonuçların anlamlı olduğunu belirtmişlerdir (114).

Araştırmamızda EG ve KG arasında vücut yağ oranı değerinde EG lehine anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0.05$). KG vücut yağ oranı % 36.64 ± 6.28 'den, % 35.53 ± 6.32 'ye düşerken, EG yağ oranı ise % 37.10 ± 4.47 'den % 34.59 ± 4.47 'ye düştüğü gözlemlendi (Tablo 4.3) ve bu durumda EG'da yağ oranında % 6.76 azalma olurken, KG'da ise % 3.02'lik bir azalma olduğu saptandı. KG'daki bu azalmanın nedeninin çalışmamızın bahar aylarına denk gelmesinden dolayı katılımcıların yeme alışkanlıklarının değişmesine bağlı olabileceği düşünüldü. Çünkü bahar ve yaz aylarıyla birlikte daha az yağlı, sebze yemekler tercih edilmekte ve su tüketimi artmaktadır.

Gert ve ark. (1999) yaşları 50–69 arasında olan bayanların fiziksel aktivite düzeyleri ile vücut kitle indeksine bağlı obeziteyle artan kardio-vasküler risk profilleri arasındaki ilişkiyi incelemişler ve VKİ'leri haftada 30 dakikadan az-orta seviyede aktivite yapanların 27.7 kg/m^2 , 30 dk. ile 2 saat arasında aktivite yapanların 26.9 kg/m^2 , 2 ile 3.5 saat arası aktivite yapanların 26.9 kg/m^2 ve 3.5 saat ve daha fazla aktivite yapanların ise 26.3 kg/m^2 olarak tespit etmişler ve fiziksel olarak aktif olan bayanların sedanterlere göre VKİ değerlerinin % 3.2 daha az olduğunu belirtmişlerdir (115). Bir çalışmada araştırmacılar 60 obez kadını kontrol, aerobik egzersiz ve direnç egzersizi grupları olarak 3 gruba ayırmış, 12 hafta sonunda aerobik egzersiz ve direnç egzersizi yapan gruplar ile kontrol grubu arasında vücut yağ kitlesi ve VKİ parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır (116). Çolakoğlu ve ark. (2006) yaptıkları başka bir araştırmada, yaş ortalamaları 46.2 olan obez erkek ve kadınlara 12 haftalık haftada 3 gün, 30 dakika süreyle aerobik egzersiz yaptırmışlar ve egzersiz programı sonunda obez denekleri fazla kilolu (VKİ'lerini $27.3\pm 0.4 \text{ kg/m}^2$) düzeyine indirdiklerini çalışmalarında göstermişlerdir (117). Stasiulis ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada 18-24 yaş arası

bayanlardan aerobik egzersiz grubuna iki ay boyunca, aerobik bisiklet çevirme egzersizleri yaptırmışlar, kontrol grubuna ise hiçbir egzersiz yaptırmamışlar ve egzersiz ve kontrol grubu arasında vücut ağırlığı, VKİ ve VYK parametrelerinde anlamlı fark bulmuşlardır (118). Çalışmamızda VKİ değeri KG'nda 31.39 ± 6.15 kg/m^2 iken 31.51 ± 6.09 kg/m^2 olurken, EG'nda 29.62 ± 3.78 kg/m^2 iken 28.47 ± 3.74 kg/m^2 'ye düştüğü tesbit edildi ve bu durumda KG'nda % 0.38 oranında küçük bir artış olurken EG'nda % 3.11 oranında azalma olduğu bulundu (Tablo 4.3). Son test sonuçlarına göre EG ile KG arasında VYK ve VKİ değerlerinde anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). VKİ obezite tanısında kullanılan birincil faktör olduğu için son derece önemli bir parametredir (47). Obezite ile mücadelenin daha da önem kazandığı günümüzde egzersiz gibi kolay ulaşılabilir, ucuz, toplumun her kesiminin kolaylıkla yapabileceği ve yaşam tarzı haline getirmesi gereken uygulamalar ve bu konuda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar egzersizin önemini destekler niteliktedir (115,116,117,118). Çalışmamızda sadece 8 haftalık bir aerobik egzersiz programı ile ne kadar olumlu etkiler elde edilebileceği sonucuna varıldı. 8 haftalık sürede elde edilen sonuçların anlamlılığına bakıldığında obezite ile mücadelede altı çizilmesi gereken sonuçlar elde edilmesi açısından değerlidir. Lee ve ark. (2010) aerobik egzersiz grubu, kombine egzersiz grubu ve kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayırdıkları 54 obez çocuğu 10 hafta çalışmaya tabi tutmuşlar, çalışmanın başında ve sonunda VKİ ve antropometrik verileri ölçülmüşler, aerobik egzersiz grubunda ve kombine egzersiz grubunda kontrol grubuna göre bel çevresinde ve VKİ'de istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır (119). Çalışmamızda bel çevresi değerinin KG'da 102.72 ± 12.15 cm'den 103.78 ± 12.97 cm'ye EG'da 98.65 ± 9.58 cm'den 93.27 ± 8.07 cm'ye düştüğü tesbit edildi ve gruplar arasında son test sonuçlarına göre EG lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görüldü (Tablo 4.2, $p < 0.05$). Bel çevresi değeri yine obezite tanısında önemli değere sahiptir. Bu nedenle vücut kompozisyonu araştırmalarında sık sık kullanılmaktadır. Özellikle sedanter bayanlarda bel çevresi değeri fiziksel aktivite düzeyi ve vücut kompozisyonu analiziyle ilgili önemli bilgiler verir (46,50). Çalışmamızda da bu

noktada önemli sonuçlar elde edildi. Egzersiz yaptırılmayan kontrol grubunda bel çevresi değerinin küçük de olsa bir artış gösterdiği görüldü. Burdan hareketle denebilir ki fiziksel inaktivite, sedanterlik durumunun obeziteye davetiye çıkardığı açıktır. Diğer yandan 8 haftalık aerobik egzersizin de bel çevresi değerini çok önemli sayılabilecek bir düzeyde düşürmesi birçok sistemik hastalığa yol açan obezitenin aslında egzersiz gibi kolay yaklaşımlarla rahatlıkla önlenebileceği de çalışmamızla desteklenmektedir. Nitekim çalışmamızda deneklere egzersiz dışında diyet, ilaç tedavisi gibi hiçbir girişim uygulanmadı, elde edilen olumlu sonuçlara sadece aerobik egzersiz yaptırılarak ulaşıldı.

Çolakoğlu ve ark. (2003), pre menopoz yaş ortalamaları 39.13 ± 5.41 olan 15 sedanter bayana 8 haftalık, haftada 3 gün, % 40-60 şiddetinde, 30-45 dakika süresince aerobik (koş-yürü) egzersiz programı uygulamış ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi incelemişler, deneklerin vücut ağırlığı, istirahat kalp atım sayısı, VYO değerlerinde çalışma öncesine göre anlamlı bir azalma tespit etmişlerdir (120). Araştırmamızda da 35-45 yaş aralığındaki sedanter bayanlara 8 hafta, haftada 3 gün, günde 1 saat % 60 yüklemeli aerobik koş-yürü egzersiz programı uygulandı, vücut ağırlığı ve VYO değerlerinde EG ve KG arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$) ve litertür bulguları ile paralellik gösterdiği saptandı. Çalışmamızda uygulanan egzersiz programı sonrası istirahat kalp atım sayısı değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$). İKA sayısı değeri KG'nda 75.60 ± 7.55 'den 75.35 ± 7.82 'ye düşerken EG'nda 78.05 ± 8.50 'den 71.95 ± 5.68 'e gerilediği görüldü. Bu durumda egzersiz grubunda daha önemli bir düşüş miktarı elde edildi ise de bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunamadı. Bu noktada egzersizin İKA sayısına etkilerine yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Farklı yüklenmelerde, farklı sürelerde ve farklı yaş aralıkları kullanılarak bu değerlerin nasıl etkileneceği araştırmaya açık bir nokta olarak görülmektedir. Vücut ağırlığı ve VYO değerine bakıldığında ise egzersizin bu parametrelere olumlu etkisi çalışmamızla da desteklendiği sonucuna varıldı, özellikle VYO değerindeki azalmanın vücut

kompozisyonu analizindeki önemi vurgulandı. Nitekim VYO değerindeki azalma YVK değerindeki artışla doğru orantılı olduğu için YVK değerini arttırarak hem vücut kompozisyonu hem de bazal metabolizmadaki artışa 8 hafta yapılan egzersizle dahi ulaşılabileceği sonucuna varıldı.

Getchell ve Moore (1975), orta yaş kadınlar üzerinde yaptıkları çalışmada deneklere 10 hafta süreyle haftada 3-4 gün, 30'ar dakika yürüme ve jogging egzersizi uygulamışlardır. Deneklerin deri kıvrımı kalınlığı değerlerinde belirgin bir azalma gözlemişlerdir. Ayrıca vücut yağ kaybıyla beraber, yağsız dokuda da artış saptamışlardır (121). Araştırmamızda incelediğimiz deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinde literatüre paralellik gösteren sonuçlar elde edildi. Sağ-sol triceps, sağ-sol uyluk ve suprailiac bölgelerden aldığımız ölçümlerde son test verilerine göre KG ile EG arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (Tablo 4.4, $p<0.05$). Bu ölçümler vücut kompozisyonu analizini konu edinen çalışmalarda sıkça kullanılmakta ve deri altı yağ kalınlığının da egzersiz yapılarak ne derecede azalabildiği gösterilmeye çalışılmaktadır. Çalışmamızda da hem alt hem üst ekstremiteden birer referans bölgesinden ve gövde analizlerinde sık kullanılan suprailiac bölgeden aldığımız deri kıvrımı kalınlığı ölçümü sonuçlarına bakıldığında aerobik egzersizin vücudun farklı noktalarında deri altı yağ kalınlığını etkili bir şekilde azaltabildiğini, dolayısıyla aerobik egzersizlerin tüm vücut bölgelerinde yağ kaybında önemli uygulamalar olduğunu söylemek mümkündür.

Thompson ve ark. (2004) orta yaş kadınlarındaki fiziksel aktivite için belirleyici olan günlük ortalama adım sayısı ile vücut kompozisyonu değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemişler, kadınları günde 6000 adımdan az yürüyenler, 6000-9999 adım yürüyenler ve 10000 adımın üzerinde yürüyenler olmak üzere üç grupta toplamışlar; daha fazla yürüyen kadınların daha az ağırlıkta oldukları, VKİ, vücut yağ oranı, bel çevresi, kalça çevresi değerlerinin diğerlerine oranla daha düşük olduğunu saptamışlardır (122). Sevimli (2008) ortalama yaşları 39.95 ± 8.25 olan, 204'ü

haftanın iki günü düzenli aerobik egzersiz yapan, 208'i düzenli fiziksel aktiviteye katılmayan sedanter bireylerden oluşan 412 yetişkinin vücut kitle indeksini (VKİ) incelemişler; fiziksel egzersiz yapanlar ile sedanter yaşam süren bireyler arasında VKİ değerinde anlamlı fark olduğunu bulmuşlardır (123).

Karakaş ve ark. (2005) aktivite düzeyleri farklı olan yaşları 19-29 arasında olan Tıp Fakültesi ve Spor Akademisinden toplam 73 öğrenciyi, düzenli egzersiz yapanlar ve yapmayanlar olarak iki gruba ayırmış el-ayak BIA yöntemi ile vücut kompozisyonları açısından karşılaştırmışlardır. Normalde cinsler arasında total vücut suyu (TVS), vücut yağ oranı (VYO) ve yağsız vücut kitlesi (YVK) yönünden farklılık olduğu için her iki cins kendi grupları içinde egzersiz yapıp yapmama yönünden karşılaştırmışlar; her iki cinsten de VYO, TVS, YVK değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu görmüşlerdir (124). Çakmakçı (2011), 34 kişi pilates çalışma grubu, 27 kişi de kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayırdığı 58 obez bayanı incelediği çalışmasında 8 haftalık pilates egzersizinin obez bayanlarda vücut kompozisyonu ve bazal metabolizma hızı üzerine etkisini incelemişler, çalışma grubunun kilo, VKİ, bel-kalça oranı biceps, triseps kasları yağ oranında ve bazal metabolizma hızında kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı fark olduğunu bulmuşlardır (125).

Çalışmamızda incelediğimiz segmental vücut kompozisyon analizi verilerinden sağ bacak, sol bacak ve gövdeye ait vücut yağ oranı ve yine bu bölgelere ait yağsız vücut kitlesi verilerinde son test ölçümlerine göre EG lehine gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Gövde yağ oranı değerinin KG'nda % 32.76 ± 6.27 'den % 31.53 ± 6.27 'ye düşerken, EG'nda % 33.47 ± 5.23 'den % 30.29 ± 5.83 'e düştüğü, gövde yağsız vücut kitlesi değeri KG'nda 28.30 ± 2.71 kg'dan 28.26 ± 2.58 kg'a düşerken EG'nda 26.21 ± 2.69 kg'dan 26.97 ± 2.65 'e çıkarak bu verilerde son test ölçümlerine göre EG lehine anlamlı bir farklılık olduğu görüldü (Tablo 4.5, $p<0.05$). Segmental vücut kompozisyon analizi

genel analizlerin yanında yapılan çalışmanın bölgesel etkilerini izlemek açısından önemlidir. Ülkemizde vücut kompozisyonu analizi çalışmalarında segmental verilerle alakalı çalışma sayısı azdır. Çalışmamızda bu eksiklik giderilmeye çalışılarak aerobik egzersizlerin bölgesel veriler üzerinde de anlamlı oranda etkili olduğu gösterildi. Genel vücut kompozisyon analizi verilerinden VKİ, bel çevresi ve kalça çevresi değerleri, VYO, YVK ve TVS değerleri de istatistiksel olarak EG lehine anlamlı bulundu (Tablo 4.2, 4.3, $p<0.05$). YVK değeri kontrol grubunda 46.63 ± 4.68 kilo iken 46.69 ± 5.03 kilo olurken egzersiz grubunda bu değer 50.62 ± 5.41 'den 51.55 ± 5.95 'e çıktığı bu durumda kontrol grubunda % 0.06 gibi çok küçük bir artış olurken egzersiz grubunda % 1.80 oranında istatistiksel olarak daha anlamlı bir artış olduğu tesbit edildi ($p<0.05$). YVK değeri vücut kompozisyonu analizlerinde en çok değer verilen parametrelerden biridir. Çünkü egzersizle yağ kitlesinde azalma YVK değerinde de artış hedeflenmektedir. Dayanıklılık egzersizlerinin YVK üzerindeki etkisini inceleyen birçok çalışma olmakla beraber (126,127) sedanterlerde 8 hafta süreli egzersizin bu değeri anlamlı oranda etkileyip etkileyemeyeceği, 8 haftalık sürenin, yapılan çalışma sıklığının yeterli olup olmadığı çalışmamızda araştırdığımız noktalardı ve elde edilen sonuçlara bakıldığında bu noktada anlamlı fark bulunması önem arz etmektedir. Yani sedanterlerde YVK değerini anlamlı oranda arttırabilmek için haftada 3 gün, günde 1 saat, % 60 yüklenmeli, 8 hafta süreli aerobik egzersizin yeterli olacağı söylenebilir. Gilliat ve ark. (2001) haftada ortalama 9 saat fiziksel aktivite yapanlar ve sedanterler olarak iki gruba ayırdıkları 35-50 yaş arası bayanlarda fiziksel aktivitenin VYK, YVK, VYO gibi vücut kompozisyonu parametrelerine ve bazal metabolizma hızına (BMH) etkilerini incelemişler; fiziksel aktif bayanlarda sedanterlerle karşılaştırıldığında VYK ve VYO'nun düşük, YVK ve bazal metabolizma hızının yüksek olduğunu tesbit etmişlerdir (30). Çalışmamızda da 35-45 yaş arası sedanter bayanlarda 8 haftalık aerobik egzersiz sonrası EG ve KG arasında son test ölçümlerine göre VYK, VYO, YVK değerlerinde anlamlı fark bulundu ($p<0.05$) ve literatürle paralellik gösterdiği tesbit edildi. YVK değerinin bazal metabolizmayı etkileyen en önemli

faktörlerden biri olduğu bilinmektedir. Çünkü vücut kitlesinde metabolik olarak daha aktif olan dokular YVK değerini oluşturan dokulardan özellikle kas dokusudur. Kas dokusunu harcadığı enerji yağ dokusuna kıyasla oldukça yüksektir ve enerji metabolizmasında önemli yer tutmaktadır (27,30,32). Bazal metabolizmayı arttırmaya yönelik, aerobik egzersizin yeri yapılan çalışmalarla belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu noktada çalışmamızın elde edilen sonuçlara bakıldığında önemli katkı sağladığı görülmektedir. Çalışmamızda aerobik egzersizle artan YVK değeri ve bazal metabolizma hızı buna karşılık azalan VYK ve VYO değerleri bu egzersizlerin enerji metabolizmasını etkilemedeki önemi vurgulanmaktadır.

Broeder ve ark. (1992) VO₂ Max kapasitelerine göre düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 fitness sınıfına ayırdıkları yaşları 18-35 arasında değişen 69 erkekte aerobik fitness egzersizinin BMH üzerine etkisini incelemişler, her 3 grubu 8 dk. submaksimal treadmill egzersizine tabi tutmuşlar, BMH değerlerinde yüksek, orta ve düşük fitness grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır (128). Geliebter ve ark. (1997) yaşları 19-48 arasında değişen 25 erkek ve 40 bayandan oluşan 65 gönüllüyü diyet+rezistans egzersizi grubu, diyet+aerobik egzersiz grubu ve sadece diyet grubu olmak üzere 3 gruba ayırmışlar ve 8 hafta çalışmaya tabi tutmuşlar; üç grupta da çalışma öncesine göre kendi içlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır (129). Douglas ve Poehlinan (1992) çalışmalarında 48'i sedanter, 21'i aerobik egzersiz ve 13'ü direnç egzersizi yapmış bayanlardan oluşan 82 katılımcıyı incelemişler, yapılan BMH ölçümünde sadece aerobik egzersiz grubunu diğer iki gruptan üstün bulmuşlardır. Direnç egzersiz grubu ve sedanter grup arasında BMH açısından fark bulamamışlardır (130). Bu çalışmalara bakıldığında direnç egzersizlerinden ziyade aerobik egzersizlerin bazal metabolizma üzerinde daha etkili olduğu söylenebilir, fakat daha açıklayıcı olma açısından bu egzersizlerin ne kadar sıklıkta, ne kadar yüklenmeyle ve ne kadar sürede yapılması gerektiği sorularına çalışmamız cevap vermektedir. Araştırmamızda incelenen BMH değeri KG'nda 1386±213.6 kcal iken 1327±253.7 kcal olurken, 8 hafta aerobik egzersiz sonrası egzersiz grubunun bazal metabolizma hızı ortalaması 1308±201.8 kcal'den 1409±218.3 kcal'ye yükseldiği görüldü ve sonuç olarak EG ile KG arasında ön test son test arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Tablo 4.6, p<0.05). 8 hafta

süresince sedanterler üzerinde yapılan haftada 3 gün, günde 1 saat ve % 60 düzeyinde yüklenmeli aerobik egzersizin BMH'yi anlamlı oranda yükseltebileceği gösterildi. Shaikh ve ark. (2008) 47 obez çocuğu inceledikleri çalışmalarında katılımcıların bazal metabolizma hızı ve aktivite düzeylerini ölçmüş ve bu parametrelerle obezite arasında anlamlı korelasyon bulmuşlardır (131). Obezite metabolizma hızıyla birlikte birçok faktörün oluşturduğu bir tablodur. Metabolik aktivite obeziteyi etkileyen bir faktör olmanın yanında önemi, artırılabilir bir değer olmasından ileri gelmektedir. Obezlerde bu değerlerin egzersizle nasıl etkilendiğine yönelik çalışmalar gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Çalışmamızda bu gelişmelerden hareketle VKİ ortalaması 31.45 olan ve WHO tarafından tanımlanan obezite indeksine (47) göre obez sayılan 40 deneği konu edinerek egzersizin obezite parametrelerini ne derece etkilediğini göstermek hedeflendi ve sonuç olarak egzersiz grubunda BMH değerinin anlamlı olarak arttığı 'obezite' durumunun da 'fazla kilolu' kategorisine indiği tesbit edildi.

Carlsohn ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada 90 atlet'i antrene grup ve 18 sedanteri kontrol grubu olarak belirleyip her iki grubun da plazma antioksidan değerlerini ölçmüşler, atletlerden oluşan grubun değerlerini daha yüksek bulmuşlardır (132). Carlsohn ve ark. (2008) bir başka çalışmalarında 91 erkek ve 98 bayan atleti 18 erkek, 22 bayan sedanterle karşılaştırmışlar, iki grubun plazma Troloks-ekivalen antioksidan kapasite (TEAK) ölçmüşler; her iki cinste de kontrol grubuna kıyasla TEAK seviyelerinde anlamlı artış olduğunu tespit etmişlerdir (133). Leelarungrayub ve ark. (2010) 24 sedanter kadın üzerinde yaptıkları çalışmalarında 6 haftalık orta yoğunlukta dans egzersizinin Total antioksidan kapasite (TAK) seviyesine etkisini incelemişler, 6 haftalık egzersiz sonrası TAK seviyesinde anlamlı artış olduğunu tesbit etmişlerdir (134). Kurban ve ark. (2011) egzersiz ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayırdıkları 60 tip II diyabet hastasında düzenli yapılan kronik egzersizin TAK ve TOK üzerine etkisini araştırmışlar, egzersiz grubuna 3 ay aerobik egzersiz yaptırmışlar; kontrol grubunda TAK ve TOK değerlerinde, egzersiz grubunda TOK değerinde anlamlı bir değişiklik bulamamış, TAK değerinde egzersiz grubu lehine anlamlı fark bulmuşlardır (135). Bu çalışmaya göre TAK değeri kronik egzersizle artmış ve çalışmamız bu sonuçla paralellik göstermiştir fakat TOK değerinin çalışmamızla çelişir şekilde değişmediği sonucu elde edilmiştir. Bu

çalışmada seçilen örneklemin tip II diyabet hastaları oluşu çalışmamızla aradaki bu çelişkinin nedeni olabilir. Nitekim çalışmamızda sağlıklı sedanterler üzerinde kronik egzersizin TAK ve TOK üzerine etkileri incelendi. Tip II diyabet hastalarında TOK değerinin sağlıklı bireylere oranla yüksek oluşu çalışmalarla da gösterilmiştir (136). Bu durum TOK değeri açısından çalışmamızla aradaki çelişkiyi açıklamaktadır. Mendesh (2012) 20 sedanter ile 20 profesyonel futbolcuyu 45'er dakika iki devreli maç yaptırarak karşılaştırmış, maç öncesi ve sonrası TAK ve TOK değerlerini ölçmüş ve sedanterlerin maç öncesi ve sonrası TOS değerlerini futbolculara göre daha yüksek bulmuştur. Ayrıca maç sonrası TAS değerlerini öncesine göre anlamlı bulmuştur (137).

Çalışmamızda EG TAK değeri 2.10 ± 0.01 μmol 'den 2.35 ± 0.06 μmol 'e çıkarken KG TAK değeri 2.10 ± 0.02 μmol ' den 2.12 ± 0.04 μmol 'e çıktığı tespit edildi. EG TAK değeri % 11.9 artarken, KG TAK değerinin sadece % 0.9 arttığı sonucuna varıldı. TOK değerinde ise KG 5.95 ± 1.41 mmol 'den 5.64 ± 1.67 mmol 'e düşerken, EG'nda 6.33 ± 1.23 mmol 'den 3.48 ± 1.94 mmol 'e düştüğü görüldü (Tablo 4.6). TOK değerinde ise KG'nda %5.21'lik bir düşüş olurken EG'nda bu düşüşün %45.02 olduğu tespit edildi ve her iki değerde ön test son test sonuçlarına göre EG lehine istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). Araştırmamızda sedanterlerden seçilen denekler egzersiz ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılarak yapılacak çalışmanın net etkisini gözlemlemek amaçlandı. Elde edilen bulgulara bakıldığında KG'ndaki değişikliklerle EG arasında önemli derecede fark olduğu sonucuna varıldı. Kontrol grubunda küçük oranlarda değişiklik olurken egzersiz grubundaki değişiklik ciddi oranlarda yüksek bulundu. Kontrol grubundaki bu küçük değişikliklerin de günden güne tüm bireylerde değişiklik gösterebilecek kadar önemsiz düzeyde olduğu söylenebilir. Bu durumda araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre kronik aerobik egzersizlerin TAK ve TOK değerlerini önemli oranda etkileyen çalışmalar olduğunu söylemek mümkündür.

6. SONUÇ

Çalışmamızda 8 haftalık aerobik koş-yürü egzersizin yaşları 35-45 arasında değişen sedanter bayanlarda vücut kompozisyonu parametreleri, bazal metabolizma hızı Total oksidan ve antioksidan kapasite üzerine etkisini inceledik.

Sonuç olarak çalışmamızda incelediğimiz çevre ölçümü parametrelerinden bel çevresi, kalça çevresi, bel-kalça oranı, sağ uyluk çevresi, sol uyluk çevresi ile sağ kol çevresi ve sol kol çevresi değerlerinde; genel vücut kompozisyon analizi parametrelerinden olan kilo, vücut kitle indeksi, vücut yağ kitlesi, vücut yağ oranı, yağsız vücut kitlesi, toplam vücut suyu değerlerinde; segmental vücut kompozisyon analizi parametrelerinden sağ bacak-sol bacak ve gövde yağ oranı ve aynı bölgelere ait yağsız vücut kitlesi değerleri ile sağ-sol triceps, sağ-sol thigh (uyluk) ve suprailiac bölgelerden alınan deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinde, çalışmamızda incelediğimiz ana parametrelerden olan bazal metabolizma hızı, total oksidan ve antioksidan kapasite ölçümlerinde tüm verilerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Kardiyak parametrelerden ölçülen istirahat kalp atım sayısı, sistolik ve diastolik kan basıncı değerlerinde ise iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varıldı ($p>0.05$).

Bu sonuçlara bakıldığında 8 hafta boyunca yapılan haftada 3 gün tekrarlı, günde 1 saat süreli, yoğunluk olarak % 60 yüklemeli aerobik koş-yürü egzersizlerinin sedanter bayanlarda istirahat kalp atım sayısı, sistolik ve diastolik kan basıncı gibi kardiyak parametreleri yeterli ölçüde etkilemediği vücut kompozisyonu parametrelerini olumlu yönde değiştirdiği, bazal metabolizmayı hızlandırdığı, total oksidan ve antioksidan kapasite değerlerini de anlamlı yönde değiştirdiği söylenebilir.

7. ÖNERİLER

Çalışmamızda 8 hafta süreli haftada 3 gün yapılan kronik aerobik egzersizin 35-45 yaş arası sedanter bayanlarda vücut kompozisyonu, bazal metabolizma hızı, total oksidan ve antioksidan kapasite değerleri üzerinde olumlu etki oluşturduğu sonucuna varılmış ve bu sonuçlara dayanarak şu önerilerde bulunulmuştur.

- Aerobik koş-yürü egzersizleri sağlıklı bireylerde bilinen hiçbir yan etkisi olmayan egzersizlerdir. Dolayısıyla spor yapmaya engel bir hastalığı olmayan tüm bireyler güvenle yapabilirler.
- Aerobik koş-yürü egzersizlerinin obezite ile savaşta etkili olduğu çalışmamız da dahil olmak üzere literatürde gösterdiğimiz birçok çalışma ile desteklenmiştir. Bu durumda obezite ile mücadelede tıbbi tedavilerin yanında destek olarak uygulanabilecek basit, ucuz ve son derece yararlı bir tedavi yardımcısı olarak kullanılabilir. Ayrıca çalışmamızdan elde edilen sonuçlara ve birçok çalışmaya göre de aerobik egzersizler bazal metabolizma hızını da artırmaktadır bu da kişinin kilo kontrolünü kolaylaştıracak ve obezite ile mücadeleye ekstra katkıda bulunacaktır.
- Düzenli spor yapma alışkanlığı olmayan toplumlarda obezite, diyabet, kalp-damar hastalıkları gibi rahatsızlıkların daha sık görüldüğü bilinmektedir. Bu hastalıklardan korunmada kişileri spora, aktiviteye yönlendirme bir devlet politikası haline getirilip sağlık harcamalarına ayrılan bütçe daha sağlıklı bir toplum oluşturmada kullanılabilir.
- Çalışmamızda da gösterdiğimiz gibi düzenli ve planlı yapılan aerobik koş-yürü egzersizleri total antioksidan kapasiteyi artırır. Bu sonuca göre kansere karşı koruyucu sistem olan antioksidan savunma sistemini güçlendirmek için düzenli aerobik egzersiz yapılması yine protektif sağlık politikası olarak uygulanabilir.
- Daha fazla kişi, cinsiyet, yaş farkı, yükselti, iklim koşulları, farklı çalışma metotları gibi durumların araştırılması bu konu kapsamında daha kesin bilgilere ulaşmayı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

1. Kaya, A., Gedik, V.T, Bayram, F., Bahçeci, M., Sabuncu, T., Tuzcu, A., Arıkan, Ş., Gökalp, D. (2009). *Hipertansiyon, Obezite ve Lipid Metabolizması Hekim İçin Tanı ve Tedavi Rehberi*. Ankara: Tuna Matbaacılık.
2. Ganong, W.F. (2005). *Review of Medical Physiology*. USA: McGraw-Hill.
3. Fox, E.L., Bowers, R.W. and Foss, M.L. (1988). *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, 4thEd., Newyork: Saunders College Publishing.
4. Günay, M., Tamer, K., Cicioğlu, İ. (2006). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*. Ankara: Gazi Kitabevi
5. Kalyon, T.A. (1990). *Spor Hekimliği Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları*. Ankara: GATA Basımevi
6. Akgün, N. (1994). *Egzersiz Fizyolojisi*. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları. 25-45.
7. Lovlin, R., Cottle, W., Pyke, I., Kavanagh, M., Belcastro, A.N. (1987). Areindices of Free Radical Damage Related to Exercise Intensity. *Eur J Appl Physiol*, 56, 313-316.
8. Diplock, A.T. (1991). Antioxidant Nutrients and Disease Prevention. *Am J Clin Nutr*, 53, 189-193.
9. Cheeseman, K.H., Slater, T.F. (1993). An Introduction to Free Radical Biochemistry. *Brit. Med. Bull* , 49 (3), 479-493.
10. Fridovich, I. (1995). Superoxide Radical and Superoxide Dismutases. *Annu. Rev. Biochem*, 64, 97-105.
11. Ji, L.L., Leichtweis, S. (1997). *Exercise and Oxidative Stress: Sources Of Free Radicals and Their Impact on Antioxidant Systems*, 20, 91-106.

12. Çavdar, C., Sifil, A., Çamsarı, T. (1997). Reaktif Oksijen Partikülleri ve Antioksidan Savunma. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*, 3 (4), 92-5.
13. Reed, D.J. (1990). Status of Calcium and Thiols in Hepatocellular Injury by Oxidative Stres. *Semin Liver Dis*, 10 (4), 285-92.
14. Southorn, P.A., Powis, G. (1988). Free Radicals in Medicine. I. Chemical Nature and Biologic Reactions. *Mayo Clin Proc*, 63 (4), 381-9.
15. Onat, A. (2009). *Fiziksel Etkinlik, Metabolik Bozukluklardan Korunma ve Koroner Mortalite*.
16. Segal, N.A., Hein, J., Basford, J.R. (2004). The Effects of Pilates Training on Flexibility and Body Composition: An Observational Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85 (12), 1977-1981.
17. Latey P. (2001). The Pilates Method: History and Philosophy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 5 (4), 275-282
18. Özer, K. (2001). *Fiziksel Uygunluk*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
19. Baysal, A. (1993). *Genel Beslenme*. Ankara: Habitoğlu Yayınları
20. Ersoy, G.K. (1986). *Spor ve Beslenme*. Ankara: Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı Yayını.
21. Guyton, A.C., Hall, J.E. (2001). *Tıbbi Fizyoloji*. (Çavuşoğlu, H. Çev.). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, (2006).
22. McArdle, W.B., Katch, F.I., Katch, V.L. (2001). *Exercise physiology -Energy, Nutrition and Human Performance*. Lippincott: Williams and Wilkins.
23. Malina, R.M. (2004). *Growth, Maturation and Physical Activity*. *Human Kinetics*, Second Edition, USA.
24. Tamer, K. (1995). *Sporda Fiziksel-Fizyolojik Ölçümler ve Değerlendirilmesi*. Ankara: Türkerler Kitabevi.

25. Powers, S.W., Howley, E.T. (2004). *Exercise Physiology*. Fifth Edition, USA: McGraw-Hill.
26. Petra, M.L., Herbert, B.,M., Neuh, M. (2001). Effects of Fat Mass and Body Fat Distribution on Resting Metabolic Rate in the Elderly. *Metabolism*, (50) 8, 972-975.
27. Heyward, V.H. (1991). *Advanced Fitness Assesment & Exercise Prescription. Human Kinetics*, Second Edition, USA.
28. Vander,A.J., Sherman, J.H., Luciano, D.S. (1990). *Human Physiology: The Mechanisms of Body Function*. New York: McGraw-Hill.
29. Nieman, D.C., Trone, G.A., Austin, M.D. (2003). A New Handheld Device for Measuring Resting Metabolic Rate and Oxygen Consumption. *Journal of the American Dietetic Association*, 103 (5), 588-593.
30. Gilliat-Wimberly, M., Manore, M.M, Woolf, K., Swan, P.D., Carroll, S.S. (2001). Effects of Habitual Physical Activity on the Resting Metabolic Rates and Body Compositions of Women Aged 35 to 50 Years. *Journal of the American Dietetic Association*, 101(10), 1181-1188.
31. Santa-Clara, H., Szymanski, L., Ordille, T., Fernhall, B. (2006). Effects of Exercise Training on Resting Metabolic Rate in Postmenopausal African American and Caucasian Women. *Metabolism*, 55 (10), 1358-1364
32. Rippe, J.M., Hess, S. (1998). The Role of Physical Activity in the Prevention and Management of Obesity. *Journal of the American Dietetic Association*, (98) 10, S31-S38
33. Donnelly, J.E., Smith, B., Jacobsen, D.J., Kirk, E., DuBose, K., Hyder, M., Bailey, B., Washburn, R. (2004). The Role of Exercise for Weight Loss and Maintenance. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 18 (6), 1009-1029.

34. Naslund, E., Andersson, M., Degerblad, P., Kogner, P., Kral, J.G., Rössner, S. (2000). Associations of Leptin, Insulin Resistance and Thyroid Function with Long-Term Weight Loss in Dieting Obese Men. *J Intern Med*, 248, 299– 308.
35. Roti, E., Mineli, R., Salvi, M. (2000). Thyroid Hormone Metabolism in Obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 24, 113–115.
36. Zorba E. (2005). *Vücut Yapısı*. İstanbul: Morpa Kültür Yayınları.
37. Zorba E. (2000). *Fiziksel Uygunluk*. Ankara : Neyir Matbaası.
38. Johannsen, D.L., Knuth, N.D., Huizenga, R., Rood, J.C., Ravussin, E., Hall, K.D. (2012). Metabolic Slowing with Massive Weight Loss Despite Preservation of Fat-Free Mass. *J Clin Endocrinol Metab*, 24.
39. Aerobic and Fitness Ass. of America. (2003). *Personel Fitness Training: Theory and Practice*. USA: AFAA.
40. Fahey, T.D., Insel, P.M., Roth, W.T. (2005). *Fit & Well*. Sixth Edition, USA: McGraw-Hill
41. Açıkada, C., Ergen, E. (1990). *Bilim ve Spor*. Ankara: Tek Ofset Matbaacılık.
42. Beachle, T.R., Earle, R.W. (2000). *Essentials of Strength Training and Conditioning. Human Kinetics*. Second Edition. USA.
43. Sital, A. Çavdar, C. Yeniçerioğlu, Y.,Çömlekçi, A., Çamsan, T. (2002). Vücut Kompozisyonu Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler ve Kronik Böbrek Yetmezlikli Hastalardaki Uygulama Alanları. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*, 11 (4), 189-190.
44. Noyan, A. (1993). *Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji*. Ankara.
45. Behnke, A., Wilmore, J. (1974). *Evaluation and Regulation of Body Build and Composition*. N.J. USA: Englewood Cliffs Prentice Hall.
46. Gregory, B., Shala, E. (2005). *ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual*. Lippincot Williams & Wilkins, 11-62.

47. WHO Expert Committee. (1995). *Physical Status: The Use and Interpretation of Epidemiology*; 18, 46-55.
48. Peker İ., Çiloğlu F., Buruk, Ş. (2000). *Egzersiz Biyokimyası ve Obezite*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 99-110.
49. Özata, M. (2003). *Obezite tanı ve tedavisi*. Ankara: GATA Basımevi, 5-112.
50. Lohman, T.G. (1981). Skinfold and Body Density and Their Relation to Body Fatness: A Review. *Hum Bioi*, 53, 181-225.
51. Durnin, J.V.G.A, Womersley, J. (1974). Body Fat Assessed from Total Body Density and its Estimation from Skinfold Thickness: Measurements on 481 men and Women Aged from 17 to 72 years. *Br J Nutr*, 32, 77-97.
52. Zillikens, M.C., Conway, J.M. (1990). Antropometry in Blacks: Applicability of Generalized Skinfold Equations and Differences in Fat Patterning Between Blacks and Whites. *Am J Clin Nutr*, 52, 45-51
53. Tüzün, M. (1999). *Obezite Tanım, Sıklık, Tanı, Sınıflandırma, Tipleri, Dereceleri ve Komplikasyonları. Obezite ve Tedavisi*. İstanbul: Mart Matbaacılık Sanatları.
54. Friedl, K., Vogel, J., Marchitelli, L., Kubel, S. (1993). Assessment of Regional Body Composition Changes by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA). *Basic Life Sci*, 60, 99-103.
55. Powell, L.A., Nieman, D.C., Mellay, C. (2001). Assessment of Body Composition Change in a Community-Based Weigh Management Program. *Am J. Coll Nutr*, 20 (1), 26-31.
56. Baumgartner, R.N., Cameron, C., Roche, A.F. (1998). Bioelectrical Impedance for Body Composition. *Am J. Clin. Nutr*, 48, 16-25.
57. Baumgartner, R.N., Chumlea, W.C, Roche, A.F. (1990). Impedance for Body Composition. *Exerc Sport Sci Rev*, 18, 193-224.

58. McArdle, W.D., Katch, F. (1996). *Katch's Exercise Physiology*. Fourth Edition, Baltimore: Williams- Wilking.
59. Nunez, C., Galloper, D., Marjolen ,V.P.I. (1997). Bioimpedance Analysis: Evaluation of Legarto-Leg System Based on Pressure Contact Foodapad Electrodes. *Med Sci Sports Exerc*, 29 (4), 524-531.
60. Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C. (2001). *Free Radicals in Biology and Medicine*, Third Edition, Oxford: Oxford Science Publications, 22-4.
61. Halliwell, B., Gutteridge, J.M. (1992). Comments on Review of Free Radicals in Biology and Medicine. *Free Radic Biol Med*, 12 (1), 93-5.
62. Gutteridge, J.M. (1994). Biological Origin of Free Radicals, and Mechanisms of Antioxidant Protection. *Chem Biol Interact*, 91, 133-40.
63. Akkuş, İ. (1995). *Serbest Radikaller ve Fizyolojik Etkileri*. Konya: Mimoza Basım, Yayım, Dağıtım A.Ş.
64. Urso, M.L., Clarkson, M.P. (2003). Oxidative Stres, Exercise, and Antioxidant Supplemetation. *Toxicology*, 189, 41-54
65. Mccord, J.M. (1993). Human Disease, Free Radicals, and the Oxidant / Antioxidant Balance. *Clin. Biochem*, 26, 351-7.
66. Meister. A. (1994). Glutathione Ascorbate and Cellcycle Regulation, *FEBBS Letters*,1-4.
67. Tamer, L., Polat, G.(2000). Serbest radikaller. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 1, 52-58.
68. Nordberg, J., Arner, E.S.J. (2001). Reactive Oxygen Species, Antioxidants and The Mammalian Thioredoxin System. *Free Radical Biology and Medicine*, 31 (11), 1287-317.
69. Zimmerman, B. J., Granger, D. N. (1994). Mechanisms of Reperfusion Injury. *Am. J Med Sci*, 307, 284-92.

70. Gutteridge, J.M.C. (1995). Lipid Peroxidation and Antioxidants as Biomarkers of Tissue Damage. *J. Clin Chem*, 42 (6), 18–19.
71. Dreher, D., Junod, A.F. (1996). Role of Oxygen Free Radicals in Cancer Development. *Eur J Cancer*, 32 (1), 30-38.
72. Hinder, R.A., Stein, H.J. (1991). Oxygen-Derived Free Radicals. *Arch Surg*, 126,104-105.
73. Winterbourn, C.C., Kettle, A.J. (2003). Radical-Radical Reactions of Superoxide: Apotential Route to Toxicity. *Biochem Biophys Res Commun*, 305, 729-736.
74. Halliwell, B., Gutteridge, J.M. (1986). Oxygen Free Radicals and Iron in Relation to Biology and Medicine: Some Problems and Concepts. *Arch Biochem Biophys*, 246, 501-514.
75. Schoneich, C. (1999). Reactive Oxygen Species and Biological Aging: A Mechanistic Approach. *Exp Gerontol*, 34, 19-34.
76. Sohal, R.S. (1997). Mitochondria Generate Superoxide Anion Radicals and Hydrogen Peroxide. *FASEB J*, 11, 1269-70.
77. Kılınç, K., Kılınç, A. (2002). Oksijen Toksisitesinin Aracı Molekülleri Olarak Oksijen Radikalleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 33 (2), 110-118.
78. Baykal, Y., Gök F., Erikçi, S. (2002). Demir, Serbest Radikaller ve Oksidatif Hasar. *Sendrom*, 14 (1), 94-100.
79. Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C. (1984). Oxygen Toxicity, Oxygen Radicals, Transition Metals and Disease. *Biochem J*, 219, 1-14.
80. Dizdaroğlu, M. (1993). Chemical Determination of Free Radical-Induced Damage to DNA. *J Free Radical Biology & Medicine*, 61, 225–242.
81. Moncada, S., Palmer, R.M.J., Higs, E.A. (1991). Nitric oxide. Physiology, Patophysiology, and Pharmacology. *J. Pharmacol Review*, 43, 109-137.

82. Lancaster, J. (1990). *Nitric Oxide, Principles and Actions*. California/USA :Academic Press.
83. Marletta, M.A. (1993). Nitric Oxide Synthase Structure and Mechanism. *J. Biol. Chem*, 268, 123–125.
84. Guix, F.X., Uribealago, I., Coma, M. (2005). The Physiology and Pathophysiology of Nitric Oxide in the Brain. *Prog Neurobiol*, 76, 126-52.
85. Knowles, R.G., Moncada, S. (1994). Nitric Oxide Synthase in Mammals. *J. Biochem*, 298 (12), 249–58.
86. Burtis, C.A., Ashwood, E.R. (1999). *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Saunders Company, 1125-77.
87. Halliwell, B. (1991). Reactive Oxygen Species in Living Systems: Source, Biochemistry, and Role in Human Disease. *Am J Med* 30, 91 (3C), 14-22.
88. Freeman, B.A, Crapo, J.D. (1982). Biology of Disease: Free Radicals and Tissue Injury. *Lab Invest*, 47 (5), 412-426.
89. Halliwell, B. (1984). Oxygen is Poisonous: The Nature and Medical Importance of Oxygen Radicals. *J. Med Lab Sci*, 41 (3), 157-62.
90. Chaudiere, J., Ferrari-Iliou, R. (1999). Intracellular Antioxidants: From Chemical to Biochemical Mechanisms. *Food Chem Toxicol*, 37, 949-962.
91. Scandalios, J.G. (2002). The Rise of ROS. *TRENDS in Biochemical Sciences*, 27, 483-486.
92. Smith, E.L., Hill, R.L., Lehmal, R. (1983). *Principle of Biochemistry*. USA: McGraw-Hill, 382-383.
93. Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W. (1991). *Harpers Biochemistry*. 2nd edition. USA: Typo.
94. Mates, J.M., Gomez, C.P., Castro, I. (1999): Antioxidant Enzymes and Human Diseases. *Clinical Biochem*, 32 (8), 595-603.

95. Wheeler, C.R., Salzman, J.A., Elsayed, N.M. (1990). Automated Assays for Superoxide Dismutase, Catalase, Glutathione Peroxidase and Glutathione Reductase Activity. *Anal Biochem*, 184 (2), 193-199.
96. Anderson, M.E., Meister, A. (1989). Glutathione Moesters. *J. Anal. Biochem*, 183, 16-20.
97. Kılınç, K. (1985). Oksijen Radikalleri: Üretilmeleri, Fonksiyonları ve Toksik Etkileri. *Biyokimya Dergisi*, 2, 59-89.
98. Rose, R.C., Bode, A.M. (1993). Biology of Free-Radical-Scavengers- an Evaluation of Ascorbat. *FASEB J*, 7, 1135-1142.
99. Halliwell, B. (1996). Vitamin C: Antioxidant or Pro-Oxidant in Vivo? *Free Radic Res*, 25, 439-454.
100. Burton, G., Traber, M. (1989). Antioxidants Action of Carotenoids. *J. Nutr*, 119, 109-111.
101. Makarov, V.G., Makarova, M., Selezneva, A.I. (2005). Studying the Mechanism of Antioxidant Effect of Vitamins and Flavonoids. *Vopr Pitan*, 74, 10-13.
102. Sorg, O. (2004). Oxidative Stres: A Theoretical Model or Biological Reality. *C.R.Biologies*, 327, 649-62.
103. Reiter, R.J., Carneiro, R.G., Oh, S. (1997). Melatonin in Relation to Cellular Antioxidative Defense Mechanisms. *Horm Metab Res*, 29, 363-372.
104. National Academy of Sciences. (1989). *Recommended Dietary Allowances*. Washington: National Academy Pres, 217-24.
105. Nakamura, A., Shirai, T., Takahashi, S., Ogawa, K., Hirose, M., Ito, N. (1991). Lack of Modification by Naturally Occurring Antioxidants of 3,2'-Dimethyl-4-Aminobiphenyl-Initiated Rate Prostate Carcinogenesis. *Cancer Lett*, 58, 241-6.
106. Prior, R.L., Cao, G. (1999). In Vivo Total Antioxidant Capacity: Comparison of Different Analytical Methods. *Free Radic Biol Med*, 27 (11), 1173-81.

107. Polidori, M.C., Stahl, W., Eichler, O., Niestroj, I., Sies, H. (2001). Profiles of Antioxidants in Human Plasma. *Free Radic Biol Med*, 30 (5), 456–462.
108. Ghiselli, A., Serafini, M., Natella, F. (2000). Total Antioxidant Capacity as a Tool to Assess Redox Status: Critical View and Experimental Data. *Free Radikal Biology Medicine*, 29 (11), 1106-1114.
109. Erel, O. (2004). A Novel Automated Method to Measure Total Antioxidant Response Against Potent Free Radical Reactions. *Clin Biochem*, 37 (2), 112-9
110. Erel, O. (2005). A New Automated Colorimetric Method for Measuring Total Oxidant Status. *Clin Biochem*, 38, 1103–11.
111. Fox E.L. (1993). *The Physiological Basis for Exercise and Sport*. Newyork: Sounders College Publishing.
112. Güllü, A., Güllü, E. (2001). *Genel Antrenman Bilgisi*. İstanbul: Umut Matbaacılık.
113. Amano, M., Kanda, T., UE., and H., Maritani, T. (2001). Exercise Training and Autonomic Nervous System Activity in Obese Individuals, *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 33 (8), 1287 –1291.
114. William, J. K., Monica, K., Nicholas, A., R., Jeff, S.V., Mathew, M., Jill, A. B., Bradley, C.N., Scoott, A.G., Scoott, A.M., Robert, U.N., Ana, L.G., Robbin, B.W., Martyn, R.R., Keijo, H. (2001). Resistance Training Combined With Bench–Step Aerobics Enhances Woman’s Health Profile, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (2), 259–269.
115. Gert, B.M., Mersink, Thomas, Ziese, and Frans, J., Kok. (1999). Benefits of Leisure-Time Physical Activity on the Cardiovascular Risk Profile at Older Age. *International Journal of Epidemiology*, 28, 659–666.
116. Fenkci, S., Sarsan, A., Rota, S. and Ardic, F. (2006). Effects of Resistance or Aerobic Exercises on Metabolic Parameters in Obese Women Who Are Not on A Diet. *Advances in Therapy*, 23 (3), 404-413.

117. Çolakoğlu, F.F. ve Karacan, S. (2006). Genç Bayanlar ile Orta Yaş Bayanlarda Aerobik Egzersizin Bazı Fizyolojik Parametrelere Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14 (1), 277-284.
118. Stasiulis, A., Mockienė, A., Vizbaraitė, D. (2010). Aerobic Exercise-Induced Changes in Body Composition and Blood Lipids in Young Women. *Pranas: Medicina (Kaunas)*, 46 (2), 129-34.
119. Lee, Y.H., Song, Y.W., Kim, H.S., Lee, S.Y., Jeong, H.S., Suh, S.H., Park, J.K., Jung, J.W., Kim, N.S., Noh, C.I., Hong, Y.M. (2010). The Effects of An Exercise Program on Anthropometric, Metabolic, and Cardiovascular Parameters in Obese Children. *Korean Circulation Journal*, 40 (4), 179-84.
120. Çolakoğlu, F.F. ve Genel, Ö. (2003). Sekiz Haftalık Aerobik Egzersiz Programının Sedarer Orta Yaşlı Bayanların Vücut Kompozisyonu ve Kan Lipidleri Üzerindeki Etkileri. *Spormetre*, 1- 57.
121. Getchel, L.H. and Moore, J.C. (1975). Physical Training: Comparative Responses of Middle Aged Results. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 56 (6), 250-254.
122. Thompson, D.L., Rakow, J., Perdue, S.M. (2004). Relationship Between Accumulated Walking and Body Composition in Middle-Aged Women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 911- 4.
123. Sevimli, D. (2008). Erişkinlerde Fiziksel Aktivite-Beden Kitle İlişkisinin Araştırılması. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 7 (6) , 523-528.
124. Karakas, S., Taşer, F. , Yıldız, Y. , Köse, H. (2005). Tıp Fakültesi ve Spor Yüksek Okulu Öğrencilerinde Biyoelektriksel İmpedans Analiz Yöntemi ile Vücut Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 6 (3), 5 – 9.
125. Çakmakçı, O. (2011). The Effect of 8 Week Pilates Exercise on Body Composition in Obese Women. *Collegium Antropolologicum*, 35 (4), 1045-50.

126. Donges, C.E., Duffield, R. (2012). Effects of Resistance or Aerobic Exercise Training on Total and Regional Body Composition in Sedentary Overweight Middle-Aged Adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* Jun; 37 (3): 499-509.
127. Zouhal, H., Groussard, C., Vincent, S., Jacob, C., Abderrahman, A.B., Delamarche, P., Gratas-Delamarche A. (2009). Athletic Performance and Weight Changes During the "Marathon of Sands" in Athletes Well-Trained in Endurance. *Int J Sports Med.* Jul; 30 (7):516-21.
128. Broeder, C.E., Keith, A. Burrhus, Lars, S. Wilmore, J., Wilmore,H. (1992). The Effects of Aerobic Fitness on Resting Metabolic Rate. *American Journal of Clinical Nutrition*, 55, 795-801.
129. Geliebter, A., Maher, M.M., Gerace,L., Gutin, B., Heymsfield,B.S., Hashim, A.S. (1997). Effects of Strenght or Aerobic Training on Body Composition, Resting Metabolic Rate, and Peak Oxygen Consumption in Obese Dieting Subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, 66, 557-63.
130. Douglas, L.B. ,Poehlinan, E.T. (1992). Resting Metabolic Rate and Coronary Heart Disease Risk Factors in Aerobicallay and Resistance Trained Women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 968-974.
131. Shaikh, M.G., Grundy, R.G., Kirk, J.M. (2008). Reductions in Basal Metabolic Rate and Physical Activity Contribute to Hypothalamic Obesity. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 93 (7), 2588-2593.
132. Carlsohn, A., Rohn, S., Mayer, F., Schweigert, F.J. (2010). Physical Activity, Antioxidant Status, and Protein Modification in Adolescent Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42 (6), 1131-1139.
133. Carlsohn, A., Rohn, S., Bittmann, F., Raila, J., Mayer, F., Schweigert, F.J. (2008). Exercise Increases the Plasma Antioxidant Capacity of Adolescent Athletes. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 53 (2), 96-103

134. Leelarungrayub, D., Saidee, K., Pothongsunun, P., Pratanaphon, S., YanKai, A., Bloomer, R.J. (2011). Six Weeks of Aerobic Dance Exercise Improves Blood Oxidative Stress Status and Increases Interleukin-2 in Previously Sedentary Women. *Journal of Bodywork Movement Therapies*, 15 (3), 355-362.
135. Kurban, S., Mehmetoğlu, İ., Yerlikaya, H.F, Gonen, S, Erdem, S. (2011). Effect of Chronic Regular Exercise on Serum Ischemia-Modified Albumin Levels and Oxidative Stress in Type 2 Diabetes Mellitus. *Endocrine Research*, 36 (3), 116-123.
136. Savu, O., Ionescu-Tirgoviste, C., Atanasiu, V., Gaman, L., Papacoccea, R., Stoian, I.J. (2012). Increase in Total Antioxidant Capacity of Plasma Despite High Levels of Oxidative Stress in Uncomplicated Type 2 Diabetes Mellitus. *Int Med Res.* 40 (2): 709-16.
137. Mendeş, B. (2012). Profesyonel Futbolcularla Sedanterlerde Akut Egzersiz ile Oluşan Total Oksidan ve Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Fırat Üniversiresi, Elazığ.

EKLER

EK-1 Hasta (Veli/Vasi) Bilgilendirme Formu

EK-1.1. Hasta (Veli/vasi) Rıza Formu

EK-2 İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Kararı

EK-1**BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU (İlaç-dışı Araştırmalar için)****HASTA (Veli/Vasi) BİLGİLENDİRME FORMU**

Bu klinik çalışmanın amacı sedanter bayanlarda aerobik egzersizlerin vücut kompozisyonu, bazal metabolizma hızı, total oksidan ve antioksidan parametreleri üzerine etkilerini değerlendirmektir. Bu uygulamanın obezite, fazla kilolu olma, hareketsiz bir yaşam tarzından dolayı vücudun doğal enerji tüketme metabolizması olan bazal metabolizma ve egzersizle ortaya çıkan antioksidan denen, kanser riskini azaltan vücut üretimi maddelerin artışı ile ilgili problemlere iyi gelme olasılığı söz konusudur. Çalışmamızda deney grubuna alınacak olan gönüllülerimize uygulanacak program öncesinde egzersiz yapmaya engel bir sağlık probleminizin olup olmadığının anlaşılması için İnönü üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Zuhâl Altay tarafından istenecek olan EKG (elektrokardiyografi) incelemesi yapılacaktır. Çalışmada yoğun bir efor yüklemesi yapılmayacağı için ek tetkike gerek görülmemiştir. Gönüllülerimizin tanısı konmuş herhangi bir hastalık öyküsü olup olmadığı, sigara kullanımı, gebelik, gibi risk faktörleri araştırmacı Fzt. Fatma Kızılay tarafından yapılacak anketle sorgulanacak tüm bu değerlendirmeler sonunda uygun olmayan gönüllüler çalışmaya alınmayacaktır. Ayrıca uygulanacak program öncesi de program sonrası değerlerle karşılaştırılmak üzere Prof. Dr. Zuhâl Altay tarafından istenecek kan örnekleri Turgut Özal Tıp Merkezi Kan Alma laboratuvarında alınacak İnönü Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Laboratuvarına gönderilecek, gerekli total oksidan ve antioksidan kapasite incelemesi Yrd. Doç. Dr. Osman Çiftçi tarafından yapılacaktır. Çalışmaya katılmaya engel herhangi bir sağlık problemi olmayan gönüllülerimiz 8 haftalık haftada 3 gün günde 1'er saat olmak üzere aerobik egzersiz programına tabi tutulacaktır. 20 kişiden oluşan kontrol grubuna ise hiçbir egzersiz yaptırılmayacaktır. Çalışmamızda size egzersiz dışında hiçbir girişimde bulunulmayacak, herhangi bir ilaç verilmeyecek, herhangi bir tıbbi girişim uygulanmayacaktır. Çalışma öncesi ve 8 haftalık haftada 3 gün günde 1'er saat aerobik egzersiz programından sonra çalışma söz konusu oksidan ve antioksidan ölçümleri alınan kan örnekleriniz kullanılarak değerlendirilecektir. Yine çalışma öncesinde ve 8 haftalık haftada 3 gün günde 1'er saat aerobik egzersiz programı

sonrasında bazal metabolizma ve vücut kompozisyonu ölçümlerinizi gerekli araç-gereçler kullanılarak belirlenecektir. Tüm ölçüm ve tetkikler 8 haftalık aerobik egzersiz programının uygulanmasından sonra öncesi ile karşılaştırılmak üzere tekrarlanacaktır. Yapacağımız aerobik egzersiz uygulamasının egzersize engel herhangi bir rahatsızlığı olmayan bireylerde bilinen herhangi bir yan etkisi yoktur, ortaya çıkabilecek egzersiz kaynaklı durumlar çalışma sorumlunuz tarafından kontrol edilecektir. Yapılacak vücut kompozisyonu ve bazal metabolizma ölçümlerinde kullanılacak cihazların, tetkik yöntemlerinin de sağlığınıza bilinen herhangi bir zararı yoktur.

Fakültemiz Etik Kurulu tarafından, bu çalışmanın Helsinki Deklarasyonu'nda belirtilen maddelere göre ahlaki, vicdani ve tıbbi kurallara uygun olduğu onaylanmıştır.

Çalışma öncesinde bu tıbbi uygulama ile ilgili tedaviyi istediğinize dair bir evrak imzalamanız gerekmektedir.

Bu çalışmaya katılmakta karar tamamen size aittir (özgürsünüz). Başlangıçta kabul edip, daha sonra fikir değiştirip, hiç gerekçe göstermeden çalışmadan ayrılabilirsiniz. Bu durumda sizinle ilgili tıbbi özende bir değişiklik olmayacaktır.

EK 1.1.

HASTA (Veli/vasi) RIZA FORMU

Aşağıda imzası bulunan ben, "aerobik egzersizin sedanter bayanlarda vücut kompozisyonu, bazal metabolizma hızı total oksidan ve antioksidan parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi" adlı klinik çalışma hakkında, araştırmacı Fatma Kızılay'dan tam olarak bilgi aldığımı beyan ederim.

Bu uygulamanın etik açısından Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nun kurallarına uygun olarak incelendiğini ve insanlara uygulanmasının sakıncalı olmayacağı bana anlatıldı. Ayrıca bana, bu çalışmanın tıbbi olarak geçerli olduğu ve en son bilimsel yöntemlere uygun olarak yapılacağı bildirildi. Bunun açık bir çalışma olduğu bana anlatıldı.

Yapılacak olan uygulamayı tam olarak bildiğimi teyid ederim. Son dört haftadır herhangi bir çalışmada yer almadım.

Aşağıda imzası bulunan araştırmacıdan bu bilgileri aldıktan sonra ben, yapılması planlanan çalışmanın özelliklerini ve sonuçlarını (muhtemelen geçici yan etkiler de dahil) anlıyorum.

Bana verilen bu bilgiler temelinde, istediğim herhangi bir zaman, hiç bir sakınca olmadan, çalışmadan çekilebileceğimi teyid ediyorum.

Hasta No:

Gönüllünün Adı, Soyadı / İmzası:

Gönüllünün Doğum tarihi:

EK 2: ETİK KURUL KARARI

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
İNSAN ETİK KURUL KARARI



Toplantı Tarihi : 05/04/2011
 Toplantı Yeri : TÖTM -MALATYA
 Araştırmanın Protokol No.su : 2011/32
 Sorumlu Araştırmacı Ünvanı/Adı/Soyadı : Doç.Dr. Cengiz ARSLAN

“Aerobik egzersizin sedanter bayanlarda vücut kompozisyonu, bazal metabolizma hızı, total oksidan ve antioksidan kapasite üzerine etkisinin incelenmesi” konulu araştırma incelenmiştir.

Adı geçen araştırmanın; araştırma protokolüne tamamen uyulmak, İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi yönergesinde belirtilen hususlar yerine getirilmek ve sorumluluk araştırmacıya ait olmak üzere çalışmanın yapılmasında herhangi bir etik sakıncanın bulunmadığına oy birliği ile karar verildi.

 Prof.Dr. Metin GENÇ Başkan	 Prof. Dr. Tamer BAYSAL Üye	 Doç. Dr. Hakan PARLAKPINAR Başkan Yardımcısı
 Doç. Dr. M. Tayyar KALCIOĞLU Üye	 Doç. Dr. Ahmet KARADAĞ Üye	 Yrd. Doç. Dr. Arzu KARAKURT Üye
 Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÇİĞLİ Üye	 Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARATAŞ Üye	

ÖZGEÇMİŞ

15.08.1984 tarihinde Malatya' da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Malatya'da tamamladı. 2007 yılında İstanbul Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu'ndan fizyoterapist ünvanıyla mezun oldu. 2007-2010 yılları arasında özel bir sağlık kuruluşunda çalıştıktan sonra 2010 yılından itibaren İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi'nde fizyoterapist olarak çalışmaya başladı ve halen bu görevini sürdürmektedir.