

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EGZERSİZDE ENERJİ TÜKETİMİNİN DÖRT
SENSÖRLÜ KOL BANDI CİHAZI İLE
ÖLÇÜLMESİNİN GEÇERLİLİĞİNİN
SINANMASI**

LEMAN KIRICI
SPOR FİZYOLOJİSİ BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR-2011

TEZ KODU: DEU.HSI.MSc -2005970026

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EGZERSİZDE ENERJİ TÜKETİMİNİN DÖRT
SENSÖRLÜ KOL BANDI CİHAZI İLE
ÖLÇÜLMESİNİN GEÇERLİLİĞİNİN
SINANMASI**

SPOR FİZYOLOJİSİ BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

LEMAN KIRICI

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ: Prof.Dr. Cem Şeref BEDİZ

TEZ KODU: DEU.HSI.MSc -2005970026

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı, Spor Fizyolojisi Yüksek Lisans programı öğrencisi Leman KIRICI ‘**EGZERSİZDE ENERJİ TÜKETİMİNİN DÖRT SENSÖRLÜ KOL BANDI CİHAZI İLE ÖLÇÜLMESİNİN GEÇERLİLİĞİNİN SINANMASI**’ konulu Yüksek Lisans tezini 06/07/2011 tarihinde başarılı olarak tamamlamıştır.

BAŞKAN

Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ

ÜYE

Prof. Dr. Osman AÇIKGÖZ

ÜYE

Yrd.Doç. İsmet TOK

ÜYE (YEDEK)

Prof. Dr. Muammer KAYATEKİN

ÜYE (YEDEK)

Yrd.Doç. Suphi TÜRKMEN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER.....	i
TABLO DİZİNİ.....	iv
ŞEKİL DİZİNİ.....	v
KISALTMALAR.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	2
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	4
2.GENEL BİLGİ.....	6
2.1. Fiziksel Aktivite.....	6
2.2. Fiziksel Aktivite ve Hastalık İlişkisi.....	6
2.3. Fiziksel Aktivite ve Yaş Grupları.....	7
2.4. Fiziksel Aktivite Sırasındaki Enerji Tüketiminin Bileşenleri.....	8
2.4.1. Günlük Toplam Enerji Tüketimi.....	8
2.4.2. Dinlenme Enerji Tüketimi (Bazal Metabolizma).....	8
2.4.3. Diğer Bileşenler.....	9
2.5. Fiziksel Aktivite Ölçümü Neden Gereklidir?.....	10
2.6. Fiziksel Aktivite Ölçüm Metotları.....	10
2.6.1. Direkt (Doğrudan) Kalorimetre.....	10
2.6.2. İndirekt (Dolaylı) Kalorimetre.....	11
2.6.3. Çift İşaretli Su Yöntemi (Doubly Labeled Water)	12
2.6.4. Adım Sayarlar (Pedometreler).....	13
2.6.5. Kalp Atım Monitörleri.....	13
2.6.6. Akselerometreler.....	14
2.6.7. Kombine Sistemler.....	14
2.6.8. Fiziksel Aktivite Anketleri, Kişisel Raporlar.....	15

2.6.9. Dört Sensörlü Kol Bandı (SenseWear Armband).....	15
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	19
3.1. Araştırmanın Tipi.....	19
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı.....	19
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örnekleme.....	19
3.4. Gönüllüler.....	19
3.5. Veri Toplama Araçları.....	19
3.5.1. SenseWear Armband.....	19
3.5.2. Oxycon Mobile.....	20
3.6. Deneysel Düzenek.....	22
3.7. Ölçümler.....	24
3.7.1. Antropometrik Ölçümler.....	24
3.7.2. Dinlenme Enerji Tüketimi Ölçümü.....	24
3.7.3. Aerobik Kapasite Ölçümü (VO_{2MAKS}).....	25
3.7.4. Laboratuvar Koşusu Testi.....	25
3.7.5. Saha Koşusu Testi.....	26
3.8. Verilerin Değerlendirilmesi.....	28
3.9. Etik Kurul Onayları.....	28
4.BULGULAR.....	29
4.1. Demografik Veriler.....	29
4.2. Dinlenme Enerji Tüketimi.....	29
4.3. Hafif Şiddette Laboratuvar Koşusu.....	30
4.4. Orta Şiddette Laboratuvar Koşusu	30
4.5. Hafif Şiddette Saha Koşusu.....	31
4.6. Orta Şiddette Saha Koşusu.....	31
4.7. Bland-Altman Grafikleri.....	32
4.8. Regresyon Analizleri.....	36
5.TARTIŞMA.....	39

5.1. Dinlenme Enerji Tüketimi.....	40
5.2. Laboratuvar Koşusunda Enerji Tüketimi.....	41
5.3. Saha Koşusunda Enerji Tüketimi.....	44
6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
7.KAYNAKLAR.....	47
8.EKLER.....	51
8.1.Etik Kurul Raporu 1.....	51
8.2.Etik Kurul Raporu 2.....	54
8.3.Özgeçmiş.....	57
8.4. Gönüllü Onam Formu.....	58

TABLO DİZİNİ

Tablo 1: Katılımcıların Demografik Özellikleri.....	29
---	----

SEKİL DİZİNİ

Şekil 1: Enerji Tüketimini Ölçme Yöntemleri.....	12
Şekil 2.1: SenseWear Armband.....	16
Şekil 2.2: SenseWear Armband.....	16
Şekil 2.3: SWA'ya Özel Bilgisayar Programı.....	17
Şekil 2.4: SWA'ya Özel Bilgisayar Programı- Grafik.....	17
Şekil 3.1: Jaeger Oxycon Mobile.....	21
Şekil 3.2: Jaeger Oxycon Mobile-Bilgisayar Görüntüsü.....	21
Şekil 3.3: Jaeger Oxycon Mobile-Bilgisayar Görüntüsü	22
Şekil 3.4: Deney Düzeneği.....	23
Şekil 3.5: Saha Koşusu.....	27
Şekil 3.6: Saha Koşusu.....	27
Şekil 3.7: Saha Koşusu.....	27
Şekil 4.1 : Dinlenim, Hafif ve Orta Şiddette Laboratuvar Koşularındaki Enerji Tüketimi	30
Şekil 4.2 : Dinlenim, Hafif ve Orta Şiddette Saha Koşularındaki Enerji Tüketimi.....	31
Şekil 4.3 : Dinlenimde SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği).....	33
Şekil 4.4 : Hafif Şiddette Laboratuvar Koşusunda SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği).....	34
Şekil 4.5 : Orta Şiddette Laboratuvar Koşusunda SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği).....	34
Şekil 4.6 : Hafif Şiddette Saha Koşusunda SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği).....	35
Şekil 4.7 : Orta Şiddette Saha Koşusunda SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği).....	35
Şekil 4.8 : Dinlenimde SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği.....	36
Şekil 4.9 : Hafif Şiddette Laboratuvar Koşusunda SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği.....	37
Şekil 4.10 : Orta Şiddette Laboratuvar Koşusunda SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği.....	37

Şekil 4.11 : Hafif Şiddette Saha Koşusunda SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği.....	38
Şekil 4.12 : Orta Şiddette Saha Koşusunda SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği.....	38
Şekil 5.1 : Dinlenimde ve Egzersizde Enerji Tüketimi Ölçümü.....	39

KISALTMALAR

Ark	Arkadaş
BKİ	Beden Kitle İndeksi
BM	Bazal Metabolizma
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
DEÜ	Dokuz Eylül Üniversitesi
DinET	Dinlenim Enerji Tüketimi
DLW	Doubly Labeled Water
dk	Dakika
DK	Direkt Kalorimetre
ET	Enerji Tüketimi
FA	Fiziksel Aktivite
gr	Gram
GTET	Günlük Toplam Enerji Tüketimi
H ⁺	Hidrojen
İK	İndirekt Kalorimetre
KAM	Kalp Atım Monitörü
KAH	Kalp Atım Hızı
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
MET	3,5 ml/kg/dk
m	Metre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Nitrojen
O ₂	Oksijen
OM	Oxycon Mobile

RMR	Resting Metabolik Rate (Dinlenim Enerji Tüketimi)
SWA	Sense Wear Armband
VCO ₂	Karbondioksit Tüketimi
VO ₂	Oksijen Tüketimi
VO _{2max}	Maksimal Oksijen Tüketimi
VYO	Vücut Yağ Oranı
YVA	Yağsız Vücut Ağırlığı

TEŞEKKÜR Tez çalışmam esnasında hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve sonsuz sabırla çalışmama katkıda bulunan danışmanım Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ'e sonsuz teşekkür ederim.

Desteğini esirgemeyen Spor Fizyolojisi Bilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. B. Muammer KAYATEKİN'e, gönüllülerin bulunması gibi bir çok konuda yardımları olan DEÜ Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. M. İsmet Tok'a, sahanın temin edilmesinde yardımcı olan ve bizi konuk edip sevecenlikle karşılayan Balçova Belediyesi Spor Okulları Sorumlusu Faruk Sanatçı'ya , Oxycon'u kullanımımıza sunan ve desteklerini esirgemeyen DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu öğretim üyesi Doç. Dr. Mehtap MALKOÇ'a, Oxycon'un temini, kullanılması ve ölçümler sırasında çok emeği geçen FTR Ar.Gör. Uzman Fizyoterapist Serap ACAR'a,

Çalışmamın her aşamasında yardımcı olan arkadaşlarım Spor Fizyolojisi Ar. Gör. Celal Gençoğlu'na, Fizyoloji Bölümü Ar. Gör.'leri Ayşegül Taş ve Emre Karşlı'ya, çalışmama katılan, hep yardıma koşan, her zaman moral veren DEÜ Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu öğrencilerine desteklerinden dolayı teşekkürü borç bilirim.

Son olarak bu uzun ve zorlu yüksek lisans dönemi boyunca desteklerini hiç esirgemeyen aile büyüklerime, her zaman ve her koşulda bana sonsuz destek veren sevgili eşime ve zamanını, ilgisini aldığım güzel kızım Defne'ye gönülden teşekkür ederim.

EGZERSİZDE ENERJİ TÜKETİMİNİN DÖRT SENSÖRLÜ KOL BANDI CİHAZI İLE ÖLÇÜLMESİNİN GEÇERLİLİĞİNİN SINANMASI

Leman KIRICI, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,

leman_kirici2@hotmail.com

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, egzersiz esnasındaki enerji tüketimin SenseWear Armband ve İndirekt Kalorimetre ile ölçülerek karşılaştırılması, SWA'nın geçerliliğinin sınanmasıdır.

Yöntem: Yaş ortalaması 21,38 ($\pm 2,2$) olan 10 erkek, 11 kadın toplam 21 kişiye dört bölümden oluşan egzersiz yaptırılmıştır. Kişilerin dinlenme enerji tüketimi, maksimal oksijen tüketimi ölçülmüş, ölçülen değerlerin %30 ve %60'ı hızında laboratuvar ve saha koşusu yaptırılmıştır. SenseWear Armband, katılımcıların sağ kol triseps kasının üzerine yerleştirilmiş ve enerji tüketimi özel olarak üretilen eşitliklere göre hesaplanmıştır. SenseWear Armband ve Oxycon Mobile (açık sistem taşınabilir bir İndirekt Kalorimetre olan) ile ölçülen enerji tüketimi karşılaştırılmıştır.

Bulgular: SenseWear Armband, dinlenme enerji tüketimini indirekt kalorimetre'den 0,080 kcal/dk fazla, %30 laboratuvar koşusunda 0,265 kcal/dk, %60 laboratuvar koşusunda 1,20 kcal/dk, %30 saha koşusunda 0,165 kcal/dk ve %60 saha koşusunda 1,153 kcal/dk az ölçmüştür. İstatistiksel olarak sadece %30 saha koşusunda anlamlı bir fark yoktur ($P=0,17$). Dinlenimde ($P=0,0005$), %30 laboratuvar koşusunda ($P=0,022$), %60 laboratuvar koşusunda ($P=0,003$), ve %60 saha koşusunda ($P=0,0008$) istatistiksel olarak fark vardır. Bu farklara rağmen SenseWear Armband ve Oxycon arasında dinlenimde ($r=0,837$) ve %30 saha koşusunda ($r=0,725$) güçlü, %30 laboratuvar koşusunda çok güçlü ($r=0,877$), %60 laboratuvar koşusunda ($r=0,516$) ve %60 saha koşusunda ($r=0,511$) orta korelasyon bulunmuştur.

Sonuç: Çalışmanın sonuçlarına göre SenseWear Armband enerji tüketimini Oxycon'a göre genelde az ölçmüştür. Aradaki fark egzersizin şiddeti arttıkça artmaktadır. Ancak sonuçlar arasındaki güçlü korelasyona bakarak SenseWear Armband'ın dinlenme ve egzersizde enerji tüketimini ölçmede geçerli bir yöntem olduğu söylenebilir. Özellikle egzersiz sırasındaki enerji tüketimini daha doğru ölçebilmek için SenseWear Armband'ın kişiye özel eşitlikleri geliştirilebilir.

Anahtar Sözcükler: Enerji Tüketimi, SenseWear Armband, İndirekt Kalorimetre, Fiziksel Aktivite.

TESTING FOR VALIDATION OF MEASUREMENT OF ENERGY CONSUMPTION IN EXERCISES WITH FOUR-SENSOR ARM BAND DEVICE

Leman KIRICI, Dokuz Eylul University, Institute of Medical Sciences

leman_kirici2@hotmail.com

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to measure and compare energy consumption during exercise by SenseWear Armband and indirect calorimeter and test the validation of SWA.

Method: An exercise consisting of four parts is practiced on total 21 individuals with 21,38 age average ($\pm 2,2$) ; 10 male, 11 female. Recovery-energy consumption, maximal oxygen consumption of individuals have been measured and at a speed about 30% and 60% of measured value laboratory and site running have been done. SenseWear Armband has been placed on right triceps of participants and energy consumption has been calculated in accordance with the equalities produced specifically. Energy consumption has been measured with SenseWear Armband and Oxycon Mobile (an open-system, portable indirect calorimeter)

Results: SenseWear Armband measured recovery-energy consumption 0,080 kcal/minute more than, 0,265 kcal/minute in 30% laboratory running, 1,20 kcal/minute in 60% laboratory running, 0,165 kcal/minute in 30% site running and 1,153 kcal/minute in 60% site running less than indirect calorimeter. Statistically there is not any important difference only in 30% site running ($P=0,17$). In recovery there is statistically important difference respectively in recovery ($P=0,0005$), 30% laboratory running ($P=0,022$), 60% laboratory running ($P=0,003$), 60% site running ($P=0,0008$). In spite of these differences, Powerful, very powerful and middle correlation has been found respectively in recovery between SenseWear Armband and Oxycon($r=0,837$), 30% site running ($r=0,725$) and 30%

laboratory running ($r=0,877$), 60% laboratory running($r=0,516$) and 60% site running($r=0,511$).

Conclusion: : In accordance with the results of study, SenseWear Armband energy consumption has been measured generally less than Oxycon. Difference between them increases as long as energy strength increases. But considering the powerful correlation between results, it is quite possible to say that SenseWear Armband is a valid method in measuring recovery and exercise. Especially specific equalizations of SenseWear Armband can be developed in order to measure energy consumption during exercise.

Keywords: Energy Consumption, Sense Wear Armband, Indirect Calorimeter, Physical Activity.

1.GİRİŞ ve AMAC

Fiziksel aktivite (FA), kas kasılmasıyla birlikte enerji tüketimini artıran vücut hareketlerinin tümüdür (3,14). Toplumlardaki teknolojik gelişmelerle birlikte FA düzeyleri düşmektedir. Düşük FA düzeyi birçok hastalıkla (obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, osteoporoz, özellikle göğüs ve kolon kanseri olmakla birlikte bir çok kanser türü v.s.) çok yakından ilişkilidir. Bu hastalıkların önlenmesinde ve hastalık sonrasındaki tedavi süreçlerinde FA düzeyleri önemlidir. Hastalığın tedavisinden çok daha kabul gören fikir, daha hastalanmadan koruyucu önlemler alınması ve bunun için harcanacak insan, para ve iş gücü kaynağının daha farklı yerlere aktarılmasıdır. Bu nedenle insanların FA düzeylerini bilmeleri ve daha aktif bir yaşam tarzı belirleyebilmeleri için bilinçlendirilmeleri gerekmektedir.

Sağlık Örgütleri sağlıklı yetişkinlerin haftada en az 5 gün 30 dk orta yoğunlukta FA, ya da haftada en az 3 gün 20 dk şiddetli FA yapmalarını önermektedir. Çocuklarda çok daha fazla süre ve sayıda FA, yaşlılarda ise normal yetişkinlere önerilen doza ek olarak esneklik ve denge aktiviteleri eklenmelidir (19,30). Bireylere uygulanacak FA'nın şiddeti kişiden kişiye ve yaşa göre farklılık gösterir. Kişiye uygun yüklemenin bulunabilmesi ve hastalıkların tedavi süreçleri için FA esnasındaki enerji tüketiminin (ET) doğru ve güvenilir ölçülmesi büyük önem taşımaktadır. FA ölçümünde birçok metot vardır. Bu metotlar; İndirekt Kalorimetre (İK), Çift İşaretli Su (DLW: *Doubly Labeled Water*), anketler, kişisel raporlar, akselerometreler, pedometreler, kalp atım monitörleri (KAM) ve kombine sistemlerdir. Bu yöntemlerin hepsinin avantaj ve dezavantajları vardır. Laboratuvar çalışmalarının yanında serbest yaşam etkinliklerinde de kullanılmaktadırlar. Dezavantajları azaltarak iyileştirmeler yapmak ya da yeni cihazlar geliştirmek bilim insanlarını meşgul etmektedir.

Nispeten yeni geliştirilen kombine bir cihaz olan SenseWear Armband (SWA), çok sensörlü, hafif, konforlu, kullanımı rahat, uzun süreler kayıt yapabilen bir cihazdır. Birçok yaş grubunda (çocuk, adolesan, genç yetişkin, yetişkin, yaşlılar), sağlıklı bireyler yanında hastalarda (obezite, diyabet, kanser, kardiyovasküler hastalıklar) ve farklı aktivite türlerinde (dinlenme, serbest yaşam, hafif-orta-şiddetli aktiviteler) yapılan çalışmalarda kullanılmıştır. Yetişkinlerde yapılan güvenilirlik çalışmalarında sonuçlar ümit vericidir. SWA bir eksenli ve çok eksenli akselerometrelerle karşılaştırıldığında doğruluğu yüksektir (2). SWA'yı laboratuvar koşullarında ve serbest yaşam etkinliklerinin ölçülmesinde güvenilir bulan pek

çok araştırma vardır (18,22,24,26,37). Ancak SWA'nın sahada kullanılabilirliği ile ilgili bilgi sınırlıdır (18).

SWA'nın geçerli bulunması durumunda, kişilerin farkındalığı yükseltilerek hayat tarzlarında olumlu değişiklikler yapmalarında ve enerji alımı ile tüketiminin dengelenmesinde etkili olabilir. Bu taşınabilir cihaz enerji dengesinin düzenlenmesinde, günlük enerji tüketimi seviyelerinin artırılmasında ve fiziksel inaktivite ile ilgili kronik hastalıklardaki enerji ihtiyacının ölçülmesinde faydalı olabilir (24). Günlük enerji tüketimi seviyelerinde kişilerin yaş ya da teşhis temel alınarak bir eşik belirlenebilir. Yapılan aktiviteler sırasında bu eşğin aşılmaması fayda sağlar. Fiziksel aktiviteyi artırmak için motivasyon sağlar. Egzersizden olabilecek en yüksek faydayı alabilmek için günlük aktivite düzeyinin iyi bilinmesi ve egzersiz reçetesinin bu verilere göre kişiye özel düzenlenmesi gerekir. Ayrıca, bazı ilaç tedavilerinde ve özellikle de diyet tedavisinde düzenlemelerin daha hassas yapılmasına katkıda bulunur. Böylece diğer tedavilerden alınacak faydaların da artmasını sağlar.

SWA'nın sahada yapılan çalışmalarda da geçerli ve güvenilir bulunması durumunda, sedanter kişilere sağlıklı yaşam edinme ve kilo kontrolü gibi konularda fayda sağlamanın yanında, sporcuların enerji tüketiminin ölçülerek bu değere göre antrenman periyotlarına uygun beslenme programlarının planlanması ve optimal verimin alınmasında etkili olabilir.

Bu çalışmanın amacı, egzersiz esnasındaki enerji tüketiminin SWA ve İK ile ölçülerek karşılaştırılması, SWA'nın geçerliliğinin sınanmasıdır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Fiziksel Aktivite

Fiziksel aktivite, iskelet kasının ürettiği, enerji harcamasıyla sonuçlanan bütün vücut hareketleridir (3,14). FA sırasındaki ET, besinlerin oksidasyonu esnasında ortaya çıkan ısının ölçülmesi ile belirlenir. FA düzeyi, yapılan aktivitenin yoğunluğu, sıklığı ve süresi ile nitelendirilir (26). Bu aktiviteler sportif (yapılandırılmış ve planlanmış) aktiviteler olabileceği gibi sportif olmayan (boş zaman etkinlikleri, ev işleri, hobiler v.b.) aktiviteler de olabilir. Ayrıca “FA seviyesi = Günlük toplam enerji tüketimi/Bazal metabolizma” formülü ile de hesaplanır (33).

2.2. Fiziksel Aktivite ve Hastalık İlişkisi

FA azlığı birçok hastalık ile ilişkilidir. Obezite, fiziksel inaktivite ile ilişkili ve oldukça yaygın olan başlıca hastalıklardan biridir. Yüksek ($25 > \text{kg/m}^2$) ya da düşük ($18,5 < \text{kg/m}^2$) Beden Kütle İndeksi (BKİ) yüksek sağlık riskine neden olur. Vücut yağ oranının özellikle karın bölgesinde artmasıyla obezite riski de artar (4). Enerji alımı ve enerji tüketimi arasındaki dengesizlik obezitenin en temel nedenidir. Buna karşılık dengesiz kilo kaybı da ölüm riskini artırır. FA, kilo kontrolü ve doğru kilo kaybını sağlar (17). Obeziteden sonra kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve hipertansiyon gelir. Bu hastalıkların birbirine sıkı sıkıya bağlı olduğu bilinmektedir. Yaşın ilerlemesi ile birlikte kas dokusunun kaybı yaşanır ve yerini yağ dokusuna bırakır. Kassal güçsüzlük ve esneklik kaybı sonucu denge problemleri yaşanır. Kemik erimesi sonucu kemikler daha kolay kırılabilir hale gelir. Kalp ve solunum sisteminin FA'ya adaptasyonu azalır. Bazal metabolizmanın azalması sonucu yağlanma artar. Bu durum obezite habercisidir (29). İstenmeyen bu değişiklikler sonucunda ilerleyen yaşlarda kardiyovasküler hastalıklardan ve diğer nedenlerden ölümlerde artış olur (36).

Yeterli ve düzenli FA, tüm bu hastalıklardan koruyucu rol oynar. Haftada 1000 kcal enerji tüketiminin, ölüm riskini %20-30 oranında azalttığı görülmüştür (25). Haftada 2.6-5.0 Met/saat yürüme (yaklaşık olarak 45-75 dk hızlı yürüme) koroner kalp hastalığı ve kardiyovasküler hastalık riskini önemli ölçüde azaltır (19). Son yapılan tip 2 diyabet çalışmalarında FA

düzeyinde azalma ve obezitedeki artışın rolü açık olarak ortaya konmuştur. Özellikle tip 2 diyabet için kilo kontrolü çok önemlidir. Düzenli FA kan glikozunun düşmesinde olumlu bir etki yaratarak, vücudumuzda insülinin daha fazla kullanılmasında yardımcı olabilir (1).

2.3. Fiziksel Aktivite ve Yaş Grupları

Yaşlılar, yetişkinler, genç yetişkinler ve çocuklarda, FA aktivite tipi ve yoğunluğu açısından farklılıklar gösterir (29). Hayatımıza yön veren davranışlar ve alışkanlıkların çoğu çocukluk döneminde kazanılır. Bu dönemde kazandırılacak düzenli ve yeterli FA alışkanlığı çocuğu ileride birçok hastalıktan koruyacaktır. Bu nedenle sağlıklı ve hasta (özellikle obez) çocuklarla ilgili birçok çalışma yapılmıştır (2,3,5,10,15). Çocuklardaki FA, tüm yaş grupları içinde doğal olarak en fazla düzeyde olanıdır. Yapılandırılmış FA yanında, doğalarında bulunan oyun oynama süreleri arttırılmalıdır. Ek olarak çocuklarda FA ölçümünde kolay giyilen, kullanımı rahat ve konforlu cihazlar kullanmak gerekmektedir.

Adolesanlarda yapılan çalışmalar görece daha kısıtlıdır (12,39). Bu yaş, fiziksel ve ruhsal gelişimlerinin patlama yaptığı bir dönemdir. Özellikle kardiyovasküler sistemlerinin geliştiği ve görece adaptasyon sorunu yaşadıkları bir dönemdir. Bu nedenle yapılan FA düzeyleri ve şiddetlerinin doğru ölçülerek bilinçli bir şekilde uygulanması önemlidir. Ülkemizde adolesanlarda yapılan bir çalışmada FA'ları yetersiz bulunmuştur. FA'nın arttırılmasının her yaş grubu için geçerli olduğu vurgulanmıştır (39). Yine genç yetişkin üniversite öğrencilerinde yapılan çalışmada FA düzeyleri belirgin oranda düşük bulunmuştur. Sağlığın korunması ve geliştirilmesi için FA düzeylerini arttırmaya yönelik gerekli destek, eğitim ve fırsatın verilmesi gerektiği belirtilmiştir (34).

Çalışmaların büyük çoğunluğu 18-65 yaş arası yetişkinlerle ilgilidir. Sağlıklı bir yetişkin haftada en az 5 gün 30 dk orta yoğunlukta FA, ya da haftada 3 gün en az 20 dk şiddetli FA yapmalıdır. Orta ve şiddetli aktiviteler kombine edilmeli ek olarak haftada en az iki gün germe ve ağırlık çalışılmalıdır. Her hafta yaklaşık olarak 45-75 dk hızlı yürüme koroner kalp hastalığı ve kardiyovasküler hastalık riskini önemli ölçüde azaltır (19). Haftada en az 1000 kcal enerji tüketen FA yapmak ölüm riskini %20-30 azaltmıştır. 1000 kcal'nin altında ise riskteki bu düşüş açık değildir (25).

Yaşlılarda ise yetişkinlerin yapması gereken FA'ye esneklik ve denge için özel aktiviteler eklenmelidir (30). İlerleyen yaşlarda FA'nın sürdürülmesi kritik önem taşır. Gençlerle karşılaştırıldığında, yaşlılarda düşük yoğunluktaki FA'nın günlük hayatlarında büyük yer kapladığı görülür. Kişilerde esneklik kaybı, kemik ve kas kütlelerinin azalması, kardiyak ve solunum sisteminin FA'ya daha zor adaptasyonu gibi yaşla ilgili istenmeyen değişiklikler görülür (29,36). Diğer yaş gruplarında nispeten daha güvenilir olan aktivite anketlerinin, yaşlılardaki hafıza sorunları nedeniyle güvenilirliğinin daha da azaldığını görüyoruz. Bu nedenlerle yaşlılarda FA'nın geçerli ve güvenilir ölçümü önemli bir problemidir (36).

2.4. Fiziksel Aktivite Sırasındaki Enerji Tüketiminin Bileşenleri

2.4.1. Günlük Toplam Enerji Tüketimi

Günlük toplam enerji tüketimi (GTET), dinlenme enerji tüketimi (bazal metabolizma) ve FA ölçülerek hesaplanır (7). Diğer bir ifadeyle GTET, bazal metabolizma için gereken ET, besinlerin oksidasyonu, sindirimi ve depolanması için gerekli ET ve FA sırasında harcanan ET'nin toplamıdır. Düzenli egzersiz, GTET'yi artırır. GTET'nin doğru ölçülmesi, onu oluşturan bileşenlerinin doğru ölçülmesine bağlıdır (4). ET doğru ölçülmesi kilo kontrolü ve obezitenin değerlendirilmesinde önemli rol oynar (7).

2.4.2. Dinlenme Enerji Tüketimi (Bazal Metabolizma)

Her insanın uyanık durumda yaşamsal fonksiyonlarını devam ettirebilmek için minimum seviyede enerjiye ihtiyacı vardır. Bu enerjiye "Bazal Metabolizma (*Basal Metabolic Rate*)" denir. Bazal metabolizma, vücudun ısı üretimini yansıtır. Sindirim işlemlerinin bitmesi için 12 saatlik açlık, ve en az 2 saatlik minimum FA durumunda ölçüm yapılır. Ölçüm için sırt üstü rahat bir durumda uzanan kişinin, uyumadan yaklaşık 10 dk O₂ tüketimi hesaplanır. Dinlenme ET (*Resting Metabolic Rate:RMR*) ise daha farklıdır. Esas olarak RMR, aktif hücre kütlelerinin

normal düzenleme dengesini ve vücut fonksiyonlarını sürdürebilmesi için gerekli işlemlerin tümüdür. Çoğu durumda BM, RMR'nin çok az altına düşer. Bu önemli bir fark değildir. RMR'nin tekrar edilebilirliği ve stabilitesi yüksektir. Bu nedenle aynı durumu yansıtmamalarına rağmen BM ve RMR terimi daha çok kullanılmaktadır (28). GTET'nin %60-75'lik oranıyla en büyük bileşenidir. Yaşa, cinsiyete, vücut ağırlığına, yağsız vücut ağırlığına göre değişir. Bazal metabolizma (BM), ağırlık arttıkça artar. Yaşla ters orantılıdır. Yaş arttıkça BM değerleri azalır (28). DinET ölçümü yapan birçok çalışma vardır (18,20,26). Bu çalışmaların bazıları sadece DinET ölçümüne odaklanırken diğer çalışmaların çoğunun içinde DinET ölçümü bulunmaktadır. Özellikle obezite çalışmalarında DinET ölçümü çok önemli bir yer tutmaktadır. DinET ölçümünde dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Bunlar;

- Ölçüm sabah saat 09-11:00 arasında yapılmalıdır.
- Besinlerin tamamen sindirilip ET'de hatalara neden olmaması için 12 saat açlık olmalıdır.
- Ölçüm öncesi FA kısıtlanmalı, testten 2 saat önce aşırı FA'dan kaçınılmalıdır.
- Ölçüm yapılan kişi sırtüstü yatar ve rahat bir pozisyonda olmalıdır.
- Oda sıcaklığı 21-22 C° olmalıdır. Oda aşırı ses ve ışıktan izole edilmelidir.
- İlk 10-15 dk alışma dönemi kabul edilmeli, ölçümün sonlandırılabilmesi için 12-15 dk arası kararlı durum (*steady state*) gözlenmelidir.
- Ölçümü yapılan kişi uyumamalı, konuşmamalı ve hareket etmemelidir.

DinET'ni fizyolojik herhangi bir ölçüm (O₂ tüketimi v.b.) yapmadan hesaplamak için birçok formül (Weir Formülü, Dünya Sağlık Örgütü formülü, Harris-Benedict Formülü) vardır. İK ve SWA DinET'ni kendi özel formüllerine göre hesaplarlar (20,26,31,37).

2.4.3. Diğer Bileşenler

GTET'nin hesaplanmasında DinET'nin ölçümünden sonra %10 'luk kısımla besinlerin termik etkisi ve %15-30'la FA esnasında harcanan ET gelir. Besinlerin termik etkisi, alınan besinlerin oksidasyonu, sindirilmesi ve depolanması için harcanan enerji miktarıdır.

“Besinlerin termik etkisi= GTET x 0,10” formülüne göre hesaplanır (37).

FA esnasındaki ET'nin daha doğru ölçülebilmesi için daha objektif, geçerli, yaygın olarak kullanıma uygun, kullanımı kolay ve rahat cihazlara ihtiyaç vardır.

2.5. Fiziksel Aktivite Ölçümü Neden Gereklidir?

FA ölçümü, kişilerin harcadığı enerji miktarını gösterir. FA düzeyi, miktarı, yoğunluğu ve BM kişiye göre farklılıklar gösterir. Ne kadar enerji harcadığının bilinmesi, ne kadar enerji alınmasının bilinmesine neden olur. Böylece bazı hastalıkların tedavisinde çok önemli olan kilo kontrolü kolaylaşır. Kronik hastalığı bulunan ve belirli bir eşiği aşmaması gereken bireylerde bir sınır çizerek olası zararları azaltır. Gelişmiş toplumlara uzayan insan ömrüyle birlikte ortaya çıkan birçok hastalığa karşı, FA düzeyinin bilinmesi bilinçlenme yaratır. Çocukluk döneminde düzenli FA yapma alışkanlığı kazandırılarak hem çocukluk çağı hastalıkları azaltılmış olur, hem de ileri yaşlardaki olası hastalıklardan koruyucu bir rol üstlenir. Hastalıklarda oluşan zaman, emek, iş gücü, para kaybı ve manevi kayıpları azaltacağından toplum bütçesine faydalı olacaktır. Sporcularda kapasite ölçümü sporcunun bulunduğu düzeyi göstererek antrenmanların daha planlı ve yürütülmesini sağlar.

2.6. Fiziksel Aktivite Ölçüm Metotları

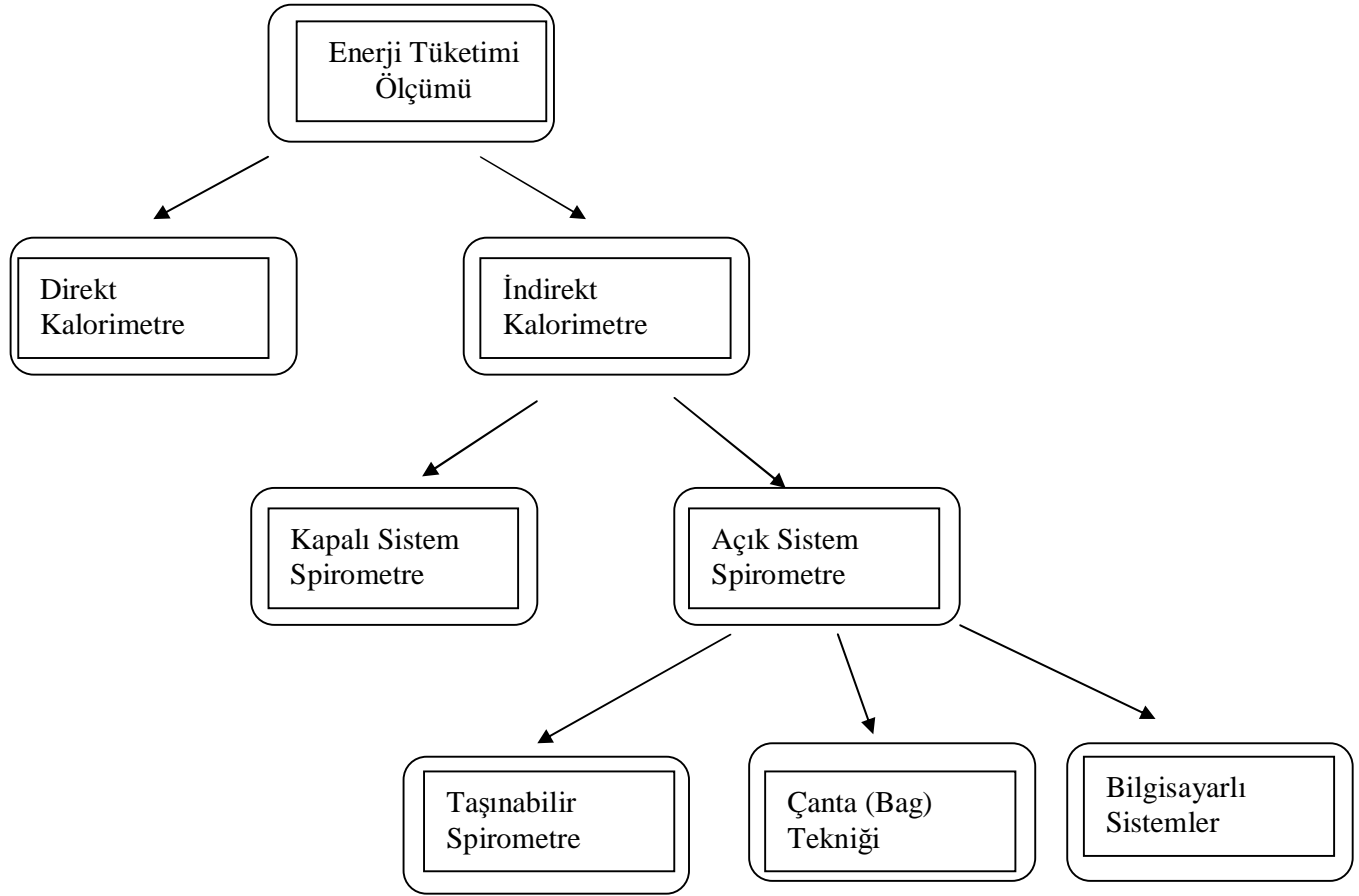
2.6.1. Doğrudan Kalorimetrik Yöntem (Direkt Kalorimetre)

İnsan organizmasının devamının sağlanabilmesi için alınan besinlerin O₂ kullanılarak oksidasyonu da dahil bir çok metabolik olay sonucu ortaya bir miktar ısı çıkar. Harcanan ET'nin ölçümü de işte oluşan bu ısının ölçülmesi ile yapılır. Bu fikrin kökeni 18. yüzyıla kadar gider. Fransız bir kimyager olan Natoire Lavoisier tarafından ortaya atılmıştır. Onu diğer bilim insanların çalışmaları takip etmiştir. İnsan vücudunda oluşan ısıyı ölçebilmek için çevreden

tamamen izole edilmiş oda yapılmış, hava giriş ve çıkışını düzenleyen cihazlar konmuştur. Odaya giren ve odadan çıkan suyun derece farkını ölçmek için her iki tarafa da termometreler konmuştur. Sudaki ısı değişimine bakılarak yapılan aktiviteler sırasındaki ET ölçülmüştür. Çok geçerli bir yöntem olmasına rağmen çok maliyetli, içeriye giren birey için konforsuz olması ve özel ekipman ve uzman gerektirmesi gibi nedenlerle kullanımını kısıtlı olmuştur. Onun yerine ET'yi indirekt yollarla ölçmek için farklı yöntemler geliştirilmiştir (28).

2.6.2. Dolaylı Kalorimetrik Yöntem (İndirekt Kalorimetre)

DK'nin sınırlılıklarına karşı geliştirilen İndirekt Kalorimetre (İK), vücudun ürettiği ısıyı değil, enerjiyle ilgili tüm süreçlerde yer alan O₂ tüketimine göre ölçüm yapar. 1 L O₂'nin yaklaşık olarak 5,0 kcal enerji harcamasına neden olduğu temel alınır. Kapalı bir sistem içinde belirli bir oranda (%20.93 O₂, %0.03 CO₂ ve %79.4 N) bulunan gaz karışımının solunması ve verilen havanın analizine dayanan bir yöntemdir. Yaygın olarak üç türü vardır; **Taşınabilir Spirometre, Çanta (Bag) Tekniği ve Bilgisayarlı Sistem.** En gelişmiş ve son yıllarda yaygın olarak kullanılanı bilgisayarlı sistemlerdir. Bir ağızlık kullanılarak alınan verilen havanın içindeki gaz oranlarının gaz analizörleri tarafından analiz edilmesiyle uygulanır. Metabolik hesaplamaları bilgisayara gönderilen elektronik bir sistemle yapar. Daha gelişmiş cihazlar kan basıncı, kalp atımı gibi verilerin yanında, yapılan egzersizin türü (koşu bandı, bisiklet ergometre v.b.), süresi ve hızı gibi verileri de kaydetmektedir. İK, enerji tüketiminin ölçülmesinde DLW yöntemi ile birlikte en geçerli metotlardan biridir (28).



Şekil 1: Enerji Tüketimini Ölçme Yöntemleri

2.6.3. Çift İşaretli Su (*Doubly Labeled Water*) Yöntemi

Doubly Labeled Water (DLW) yöntemi, serbest yaşam aktivitelerindeki GTET'nin ölçülmesinin en geçerli ve güvenilir yoludur. Her yaş gurubunda (5,23,36) ve birçok hastalıkta - özellikle obezitede - (1,5,21,35,41) yaygın olarak kullanılır. Kişilere içinde O_2 ve H^+ kararlı izotoplarının bulunduğu su içirilir. İçirilen solüsyon beş saat içinde vücut sıvılarında dağılmaya başlar. Zenginleştirilmiş (işaretlenmiş) izotoplar, 7 ve 14 gün içinde belli aralıklarla idrar örnekleri alınarak takip edilir. İşaretlenmiş sudaki O_2 ve H^+ kararlı izotoplarının CO_2 üretimine bağlı olarak, vücuttan atılmalarındaki farka göre ET ölçümü yapılır.

Bu kadar avantajlı bir yöntem olmasına rağmen bazı sınırlılıkları vardır. Çok pahalı bir süreç olması, uygulanması için laboratuvar ortamının gerekmesi, verilerin toplanması ve analizi için uzman desteği şartı gibi nedenlerle özellikle geniş popülasyonlarda yaygın olarak kullanılamamaktadır (1,12,33).

2.6.4. Adım Sayarlar (Pedometreler)

Pedometreler, içindeki elektronik hareket sensörleri ile adım sayarak alınan mesafeyi ve GTET'yi verir. Kullanımı basit, takılması rahat, hafif ve diğer yöntemlere göre nispeten daha ucuzdur. Özellikle yaşlıların yürüyerek ne kadar mesafe aldıklarını ve ne kadar ET bilmeleri açısından kullanımı yaygındır. Ancak hata oranı çok yüksektir. Aktivitenin süresi ve yoğunluğu hakkında bilgi vermez. Elde ağırlık olan veya sabit olan aktivitelerde doğru ölçüm yapmayabilir. Bu sınırlılıkları nedeniyle ET'nin ölçülmesinde geçerliliği düşük bir yöntem olarak kabul edilir (1).

2.6.5. Kalp Atım Hızı Monitörleri

Kalp atım hızı (KAH), özellikle egzersizlerdeki yüklenmelerin sınırlarını çizmede çok önemlidir. KAH, O₂ tüketimi artışı ile doğru orantılı olarak artar. KAH ile dolaylı yoldan O₂ tüketimi ve ET hesaplanabilir. Ucuz, kullanımı nispeten kolay bir cihazdır. Özellikle kalp hastaları başta olmak üzere bir çok hastada kullanımı, belirlenen tehlikeli eşiğin geçilmemesinde rol oynar. Ritim bozukluğunda uyarı verir. Bu avantajlarının yanında ciddi dezavantajları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaz. Çünkü KAH aktiviteden başka pek çok etkenden etkilenebilir. Örneğin duygusal stres, anksiyete, fitnes düzeyi, kas kasılması tipi, aktif kas grubu, hidrasyon ve çevresel şartlar gibi... Ayrıca oturma gibi sabit aktivitelerde ET'yi olduğundan az ölçtüğü görülmüştür (1,12,29,33).

2.6.6. Akselerometreler

Akselerometre, rezistif basınç ya da elektrik basıncı sensörlerinden oluşan bir elektronik hareket sensörüdür. Vücudun parçalarının hareketleri ile oluşan basınç değişikliklerinin elektronik sensörlerle kaydedilmesiyle ölçüm yapar. İlk kullanılmaya başlanıldığı zamanlarda tek eksenli (sadece vertikal planda ölçen) akselerometreler kullanılırken, zamanla iki eksenli (*biaxial*) ve üç eksenli (*triaxial*) akselerometreler geliştirilmiştir (32). Bir ve iki eksenli akselerometrelerin tam olarak ölçemediği aktiviteleri, üç eksenli akselerometreler (mediolateral, anteroposterior ve vertikal planda) daha doğru ölçmüşlerdir. Bu nedenle üç eksenli akselerometrenin daha geçerli olduğu söylenebilir (36). Bu kadar geliştirme çalışması yapılmasına rağmen akselerometrelerin yük taşıma, eğimli yüzeyde yürüme ve sabit aktivitelerde ET doğru olarak ölçemediği görülmüştür. Bu nedenle kombine sistemler geliştirilmiştir (23).

2.6.7. Kombine Sistemler

Akselerometrelerin sınırlılıkları nedeniyle ET'nin doğru ölçülebilmesi için kombine sistemler geliştirilmiştir. Kalp atım monitörü ve çok yönlü akselerometreyi birleştiren cihazlar (Örneğin; Actiheart, Act 1) geliştirilmiştir. Ayrıca vücudun farklı bölgelerine yerleştirilen sensör sayısındaki artış da bu cihazların (Örneğin; DynaPort, IDEEA) geçerliliğini yükseltmiş, kullanım alanını genişletmiştir (1,12).

2.6.8. Fiziksel Aktivite Anketleri, Kişisel Raporlar

FA anketleri, kişisel raporlar, aktivite günlükleri, görüşme ve telefonla cevap verme ET'nin geçerli ve güvenilir ölçülmesi için kullanılan yöntemlerden birkaçıdır. Uygulanması kolay, geniş popülasyonlarda ve uzman desteği olmadan kolaylıkla uygulanır. En ucuz yöntemdir denebilir. Günlük aktivite çeşitleri ile ilgili (uyuma, yürüme, oturma, çalışma, yeme davranışları) sorular sorulur. Verilen cevaplardan kimin ne kadar süreyle ne tür aktivite yaptığı MET cinsinden hesaplanarak ET bulunur.

Yaşlılardaki hafıza sorunları, çocuklardaki ne zaman ne kadar süreyle aktivite yaptıklarını tam olarak bilmemeleri nedeniyle sonuçlar çok kuşkuludur. Ayrıca soruların yaş grubunun anlayabileceği şekilde ve o yaş grubunun daha çok yaptığı aktivitelere yönelik olması geçerliliği biraz daha yükseltebilir. Yine de FA esnasındaki ET'yi ölçmek için kullanılan yöntemlerden en subjektifdir denebilir (1,14,29,33,41).

2.6.9. Dört Sensörlü Kol Bandı (SenseWear Armband)

SenseWear Armband (SWA), BodyMedia tarafından üretilen kombine sistemlerden biridir. Sağ kolda triseps kasının orta noktasına yerleştirilir. Küçük (85x53x19 mm) ve hafif (79 gr) olduğundan kullanımı çok rahat ve konforludur. Takıp çıkarması kolaydır. İK ve DLW gibi kriter metotlarla karşılaştırıldığında daha ucuzdur. İki eksenli akselerometre ve fiziksel parametrelerin birleşmesiyle ET daha doğru ölçülebilmesi için geliştirilmiştir. Hareket ve ısı sensörleri içermektedir. İki eksenli akselerometre, cilt sıcaklığı sensörü, galvanik cilt cevabı ve ısı akısı sensöründen oluşur. Cilt sıcaklığı sensörü, vücudun yüzey sıcaklığını ölçer. Galvanik Cilt Cevabı sensörü, cildin su içeriğini ve vasküler periferin konstrüksiyon ve dilatasyonunu yansıtan cilt empedansını ölçer. Isı Akısı Sensörü (*heat flux*), ısının vücuttan yayılma hızını ölçer. İki eksenli akselerometre, hareketi ölçer.

Sensörlerden gelen veriler ve dışarıdan girilen demografik veriler (cinsiyet, yaş, boy, kilo, aktivite türü) ile birlikte kişiye özel algoritmalarla ET'yi hesaplar. Hesaplamalarını 1 dk'lık arayla yapar. 10 gün kayıt yapabilir. Bir adet normal kalem pille çalışır. Toplanan veriler kablolu ya da kablosuz bilgisayar bağlantısı ile kendi özel programına "InnerView

Professional Software” girilir. Program yardımıyla kişiye özel bilgilerin girildiği ekranda harcanan kalori, MET cinsinden değeri, adım sayısı, dinlenme, yatar pozisyon ve FA süresi, FA tipi (hafif, orta, şiddetli) parametreler görülebilmektedir. Ortaya çıkan verilerin grafikleri görülüp çıktı sayfasından çıktıları alınabilmektedir. Yeni versiyonları ile bir önceki cihazdaki hatalar düzeltilmeye çalışılmaktadır. Her yaş gurubunda [çocuklarda (10), adolesan (12), yetişkin 22), yaşlı (20)], hasta gruplarında [kalp hastalığı (38), obezite (31)], değişik aktivitelerdeki [serbest yaşam etkinliği (37), dinlenme (7), egzersiz (18), şiddetli egzersiz (16)] ET ölçümleri yapan çalışmalarda sıkça kullanılmıştır. Geniş popülasyonlarda kullanıma uygundur.

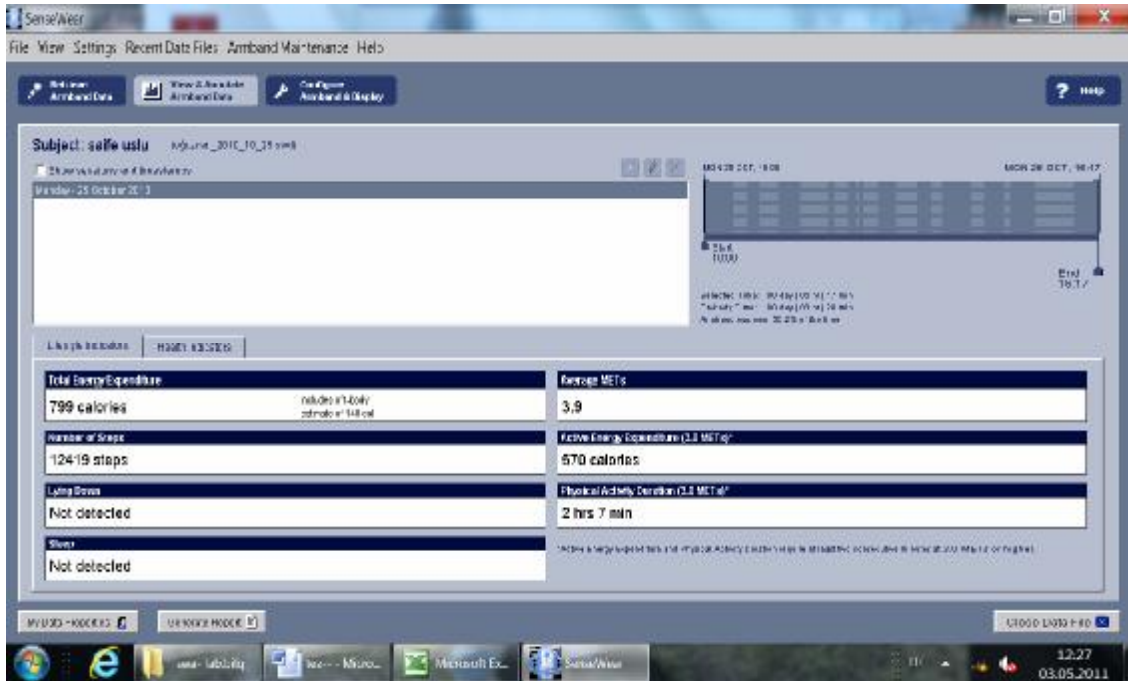
Kişiye özel algoritmalarla sağlıklı, normal kilolu yetişkinlere göre hesaplandığından, aşırı kilolu veya obez kişilerde ve yaşlı ya da çocuklarda ölçümlerde hata oranı artmaktadır. Bu durum yeni versiyonlarda algoritmaların düzenlenmesi durumunda minimum seviyeye indirilebilir. Yapılan çalışmalarda kol hareketlerinin fazla olduğu aktivitelerde ET’yi olduğundan fazla, sabit bisiklet gibi çok hareket edilmeyen aktivitelerde, eğimin arttığı durumlarda ve yüksek şiddetli aktivitelerde ise ET’yi olduğundan az ölçtüğü görülmüştür (5,12,13,40).



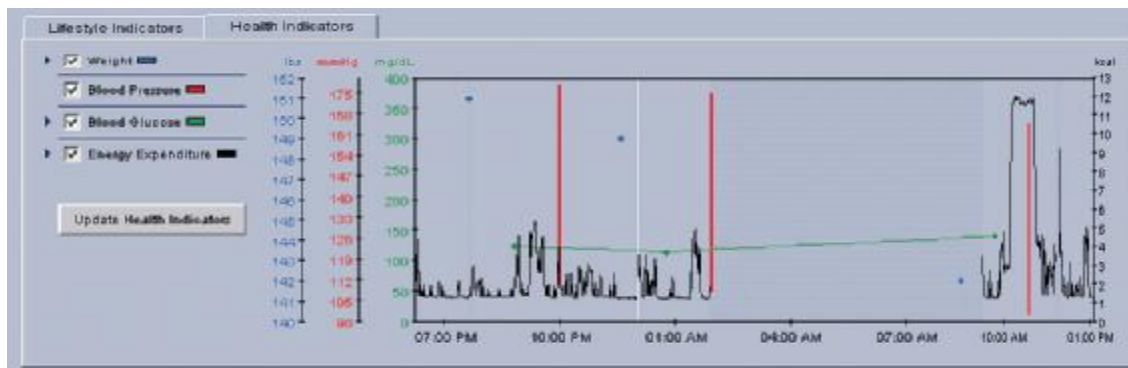
Şekil 2.1 : SenseWear Armband



Şekil 2.2 : SenseWear Armband



Şekil 2.3 : SWA'ya Özel Bilgisayar Programı



Şekil 2.4: SWA'ya Özel Bilgisayar Programı- Grafik

3.GEREC VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma deneysel niteliktedir.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma DEÜ Spor Fizyolojisi Laboratuvarı'nda ve Balçova Belediyesi Futbol Sahası'nda Ekim-Kasım 2010 tarihleri arasında yapılmıştır.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Çalışmamıza DEÜ Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu öğrencilerinden rastgele seçilen 10 erkek, 11 kız olmak üzere toplam 21 gönüllü dahil edildi. Tablo 1'de katılımcıların demografik özellikleri gösterilmektedir.

3.4. Gönüllüler

Bu çalışma 21,38 ($\pm 2,2$) yaş arası genç yetişkin, 10 erkek, 11 kadın toplam 21 gönüllü üzerinde yapılmıştır. ET'yi etkileyebilecek kronik bir hastalığı olmayan, ilaç almayan, sigara içmeyen, fiziksel olarak aktif sağlıklı gönüllüler çalışmaya kabul edildi. Gönüllülerin laboratuvarı ziyaret ettikleri ilk gün çalışma hakkında bilgi verildi ve "Gönüllü Onam Formu" imzalatılarak yazılı izinleri alındı. Çalışmayı etkileyebilecek, dikkat etmeleri gereken davranışlar konusunda ayrıntılı olarak bilgi verildi.

3.5. Veri Toplama Araçları

3.5.1. SenseWear Armband

SWA (Body Media, Inc. Pittsburg, PA, ABD), ET'yi fizyolojik ve demografik verileri kaydederek kendine özel üretilen tescilli eşitliklere göre hesaplayan bir cihazdır. İki eksenli

akselerometre, cilt sıcaklığı sensörü, galvanik cilt cevabı ve ısı akısı sensörlerinden oluşur. Sağ kolda omuz ve dirsek ekleminin tam ortasına triseps kasının üzerine yerleştirilir (14). Her kola uygun kayışı, hafifliği, kullanım kolaylığı, uzun kayıt süreleri ve toplanan verilerin girildiği bilgisayar programı ile çok kullanışlıdır. Ölçümden 15 dk önce yerleştirilir ve ölçüm bittikten sonra kuru bir peçete yardımıyla kolaylıkla temizlenir. Bir kalem pille uzun süreler ölçüm yapılabilir. Ölçüm bittikten sonra kablo ile veriler bilgisayara girilir. Fizyolojik ölçümler yanında cinsiyet, boy, kilo, yaş gibi demografik veriler girilir. Veriler grafik olarak düzenlenip çıktı alınabilir.

3.5.2. *Oxycon Mobile*

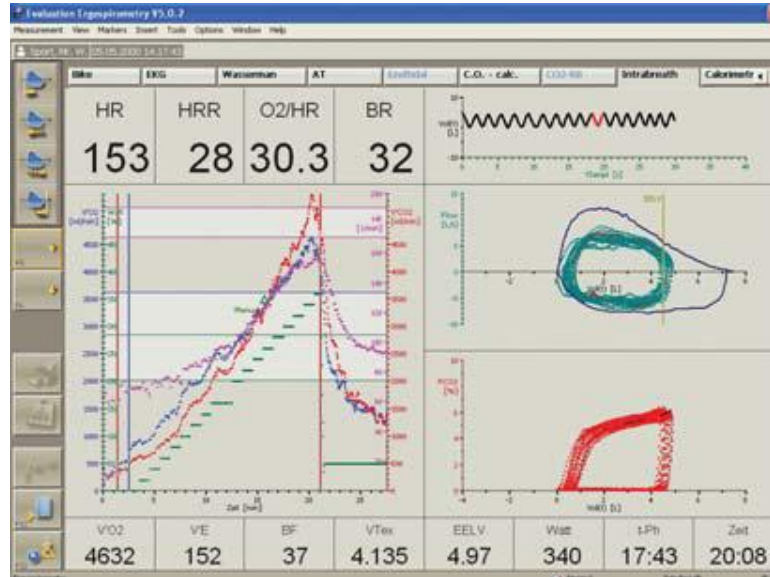
Oxycon Mobile (VIASYS Healthcare, Conhohocken, PA); pille çalışan, taşınabilir, kablosuz, bir yelekle vücuda giyilen, nefes alış verişi esnasındaki gaz değişimini ölçen açık sistem bir İK'dir. Maskeye bağlı bir akış sensör ünitesi, tanımlayabilmek için düşük dirençli havanın çift yönlü türbinden geçişiyle havalanmayı algılar. Akış sensör ünitesine bağlı ince bir kablo aracılığıyla (*sampling line*) verilen hava, içinde O₂ ve CO₂ konsantrasyonları olan analizöre gönderilir. Analizör tarafından toplanan veriler, bilgisayara bağlı bir baz istasyonuna telemetrik olarak gönderilir. Bilgisayar ekranında birçok veri aynı anda görülebilmekte, istenildiğinde kalp atım sayısını kaydetmek için elektrot bağlanabilmektedir. Veri toplamaya başlamadan 30 dk önce sistem açılarak ısınır. Bu arada hava akım kalibrasyonu, otomatik akım kalibratörü tarafından yapılır. Isınma süresi içinde gaz analizörleri oda havası ve oranları %16 O₂, %5 CO₂ ve %79 N olan sertifikalı gaz karışımı (Reissner-Gase GmbH & Co, Lichtefels, Almanya) ile kalibre edilir. ET'yi gaz değişim verilerini kullanarak Weir formülü ile hesaplar.

$$\text{Weir Formülü; } ET \text{ (kiloJoule)} = 4,184 (3,9 VO_2 + 1,1 VCO_2)$$

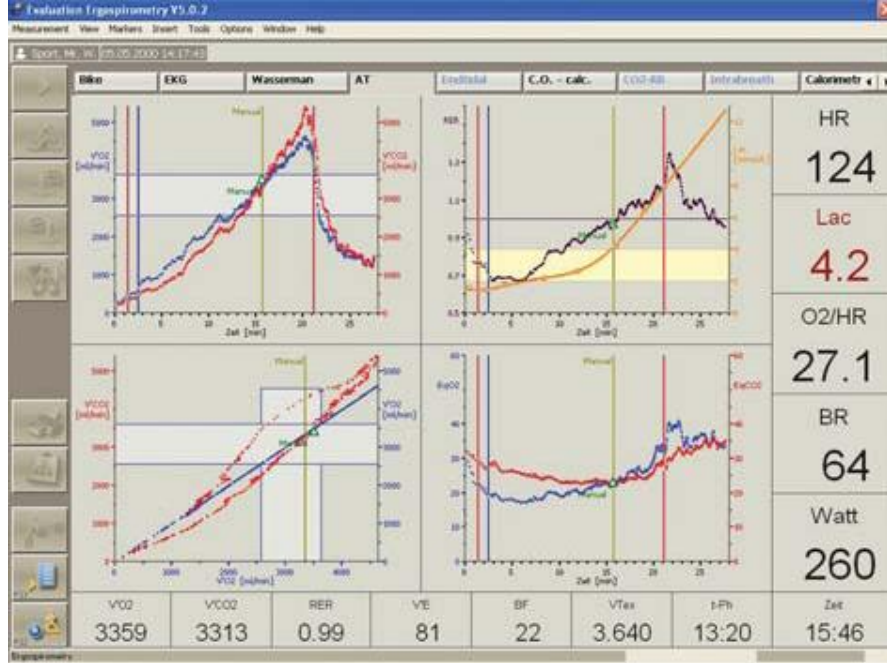
Bilgisayara kaydedilen veriler kopyalanabilir, tablolar düzenlenerek çıktısı alınabilir. Veri toplamaya başlamadan önce, yüz maskesinde sızıntı olup olmadığı ve gaz alış verişi değerlerinin normal sınırlarda olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir (10,16).



Şekil 3.1 : Jaeger Oxycon Mobile



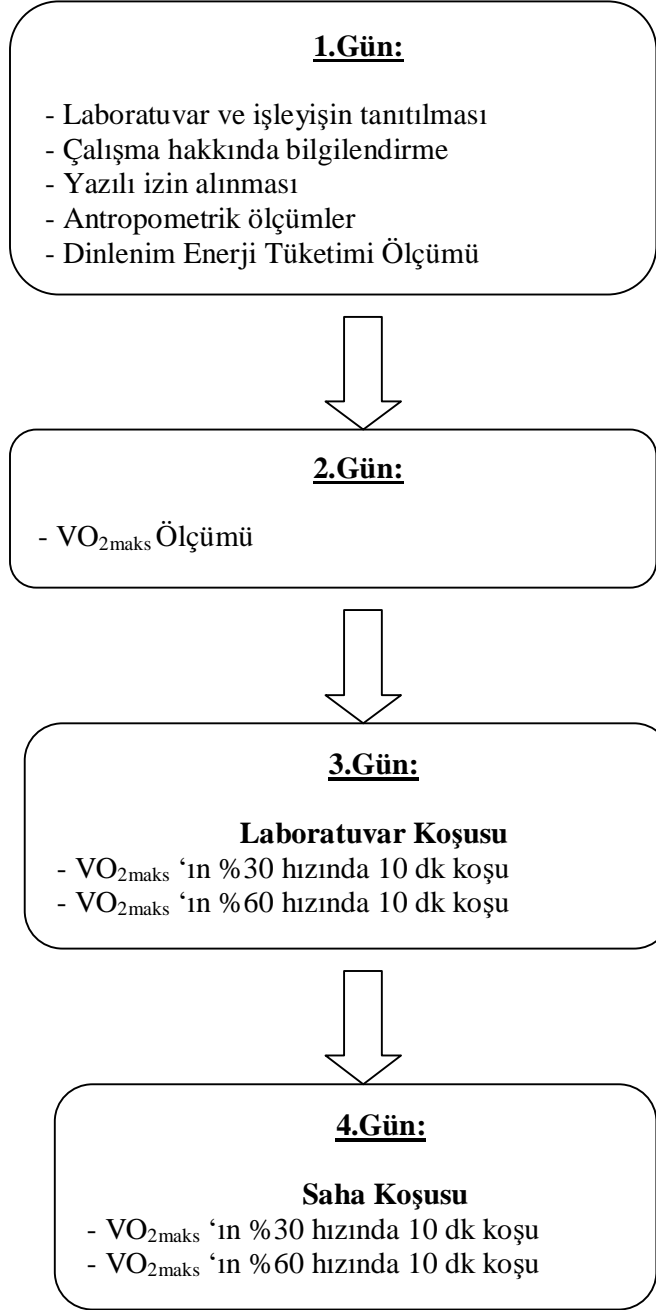
Şekil 3.2 : Jaeger Oxycon Mobile-Bilgisayar Ekran Görüntüsü



Şekil 3.3 : Jaeger Oxycon Mobile-Bilgisayar Ekran Görüntüsü

3.6. Deney Düzenegi

Çalışmamıza katılan her gönüllü için deney dört bölümden oluşmaktadır. Deney günleri arasında en az 48 saat dinlenme dönemi verildi. Bütün çalışma boyunca gönüllüler ağır fiziksel aktivite yapmamaları ve metabolik ölçümleri etkileyecek ilaç ya da kafein gibi maddelerden uzak durmaları konusunda testten önce uyarıldı. Bu davranışların yapılması durumunda çalışmanın olumsuz etkilenebileceği vurgulandı.



Şekil 3.4: Deney düzeneği

3.7. Ölçümler

3.7.1. Antropometrik Ölçümler

Gönüllüler laboratuvara ulaştıktan sonra bilgilendirilip gönüllü onam formu imzalatıldı. Sonrasına aşağıdaki sıra izlenerek ölçümler yapıldı.

- **Boy Ölçümü:** Gönüllülerin boyları Stadiometre (G-Tech International, Kore) ile ayakkabısız olarak ölçüldü.

- **Ağırlık, Beden Kütle İndeksi, Vücut Yağ Oranı(VYO) ve Yağsız Vücut Ağırlığı(YVA) Ölçümü:**

Gönüllülerin boy ölçümünden sonra Inbody Vücut Kompozisyon Analizörü (Biospace 720, Kore) ile BKİ, VYO ve YVA ölçümleri yapıldı. Hafif kıyafetlerle, vücuttaki metal nesnelere, ayakkabı ve çoraplar çıkarılarak ölçüm yapıldı. Kullanım kılavuzundaki yönergeler takip edilerek, kişisel bilgiler ekrana girilmiş ve BKİ (kg/m² formülüne göre) hesaplanmıştır. Ölçümün tamamlanmasından sonra veriler yazıcıdan çıkarıldı.

3.7.2. Dinlenme Enerji Tüketimi Ölçümü

Gönüllüler, 12 saatlik açlık ve 6-8 saat uykudan sonra katılımcıların laboratuvara geldikleri sabah 9-11:00 saatleri arasında ölçüm yapıldı. Deneklerden testten önceki 24 saat içinde alkol tüketmemeleri, fiziksel aktivite düzeylerini azaltmaları ve test sabahı aktivitelerini en az düzeyde tutmaları istendi. Ölçümden önce katılımcılar 30 dk dinlendirilirken antropometrik ölçümler yapıldı. DinET ölçümü başlamadan 15 dk önce, denekler oturur pozisyonda iken SWA (sağ üst kollarına triseps kasının üzerine) ve İK (Oxycon Mobile) yerleştirildi. SWA'nın pil durumu ve yerleşim hatası olup olmadığı kontrol edildi. OM'nin yerleştirme ve kalibrasyonu yapıldıktan sonra gönüllüler kendileri için hazırlanan yatağa sırt üstü yattılar. Gönüllülerden ölçüm boyunca konuşmamaları, uyumamaları ve hareket etmemeleri istendi. Oda sıcaklığı 22°C'de tutularak fazla ışık ve sestten izole edildi. İlk 10 dk alışma dönemi olarak kabul edilip ve DinET ölçümü için 12

dk'lık kararlı durum (steady state) gözlemlendiğinde ölçüm sonlandırıldı. Bu süre içinde OM ile toplanan gaz örnekleri analiz edilerek DinET hesaplandı. SWA ile DinET ise üretici firmanın hazırladığı kendine özel ticari yazılımı ve kişiye özel algoritmalar kullanılarak hesaplandı.

3.7.3. Aerobik Kapasite Ölçümü (VO_{2maks})

Gönüllülere test başlamadan 15 dk önce OM yerleştirildi. OM'nin kalibrasyonu yapıldı. OM ile kalp atımını da takip edebilmek için gönüllülerin işaret parmaklarına prop bağlandı. Tüm test boyunca kalp hızları takip edildi. Gönüllülere koşu bandının kullanımı, testin nasıl olacağı, acil durumda dur butonuna basabilecekleri ve tükendiklerinde ikaz etmeleri söylendi. Koşu bandında (Cosmed T 150, İtalya) Bruce Protokolü'ne göre (9) düşük seviyelerde başlayıp 3 dk'da bir hız ve eğim artırılarak tükenene kadar koşturuldu. Tam olarak zirveyi görebilmek için katılımcılar sözle cesaretlendirildi.

Gönüllünün ikazı dışında aşağıdaki kriterlerden ikisinin gerçekleşmesi tükenme olarak kabul edilerek ölçüm sonlandırıldı.

- a) RER değerinin 1.15'in üstüne çıkması,
- b) Egzersizin son aşamasında yükün artmasına karşın VO_2 'nin plato yapması,
- c) Kalp atım sayısının, maksimal KAH'ın ± 10 olması (9).

3.7.4. Laboratuvar Koşusu

Laboratuvarda gönüllüler önce %30 şiddetinde, 5-10 dakikalık bir dinlenmeden sonra da %60 şiddetinde koşu bandında koşularını yaptılar. Gönüllülerin %30 ve %60 şiddette koşacakları koşu hızlarını belirleyebilmek için gönüllülerin bir önceki VO_{2maks} testlerindeki değerleri tablo haline getirildi ve maksimal KAH'ları tablollaştırıldı. Her kişi için VO_{2maks} değerinin %30 ve %60'ındaki VO_2 ve kalp hızları belirlendi. Testten önce OM ve armband yerleştirilip kalibrasyonları yapıldı. Koşu bandında %5 eğimle koşturuldu. OM'nin ekranından

VO₂ seviyesi ve KAH takip edildi. Düşük hızla başlayan koşuda %30 VO₂ ve KAH değerleri görüldüğünde 10 dakikalık süre başlatıldı. 10 dk sonra %30 koşusu sona erdi. İsteyen gönüllüler maskelerini çıkarıp sadece su içtiler ve ikinci koşu için dinlendiler. Birinci koşu şiddetli bir koşu olmadığından genellikle sadece 2-3 dk dinlendikten sonra bir üst hız olan %60'a çıktılar. Koşu bandının hızı, gönüllünün oksijen tüketimi maksimalin %60'ına ulaşmaya kadar artırıldı. Bu seviyede de 10 dk'lık kayıttan sonra ölçüm sonlandırıldı. %30 ve %60 sabit hız koşularında VO₂ ölçümleri koşu boyunca \pm %2'den fazla değişmedi.

3.7.5. Saha Koşusu

Laboratuvar koşusu için yapılan tüm işlemler saha koşusunda tekrarlandı. Armband ve OM benzer şekilde gönüllüye yerleştirildi. Açık alanda monitörü izleyen kişi ile sahada gönüllüyü yönlendirecek kişi arasındaki iletişim için telsiz kullanıldı. Sahada gönüllünün önce VO_{2maks}'ının %30'una ulaştığı koşu uygulandı. Oksijen tüketimi ve kalp hızı telemetrik olarak takip edilerek gönüllünün istenen %30 düzeyine ulaşması kontrol edildi ve bu değeri koruması için uyarılarak sabit hızda koşması sağlandı. %30 şiddetinde 10 dakika koşturulduktan sonra 2-3 dk'lık durarak dinlenme verildi. Daha sonra ikinci koşuya başlandı. Koşu hızı artırılarak %60 şiddetine ulaşıldı. % 60 şiddete ulaştığı monitörde görüldüğünde koşu hızını sabit tutması söylendi. Monitör takibi ile iki seviye arasında istenilen değerlerde 10 dk'lar tamamlandı ve ölçüm bitirildi.



Şekil 3.5: Saha Koşusu



Şekil 3.6: Saha Koşusu



Şekil 3.7: Saha Koşusu

3.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen sonuçlar, ortalama \pm standart sapma olarak sunuldu, verilerin istatistiksel değerlendirilmesi, SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA, sürüm 15.0) kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenebilmesi için normal dağılıma uygunluk testi olarak tek örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi uygulanmıştır. Testin sonucunda verilerin normal dağılıma uyduğu bulunmuştur ($P=0,283$. $p>0,05$). Testlere ilişkin ortalamalar arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek için İlişkili Ölçümler için T Testi (*Paired-Samples T Test*), iki ölçüm arasındaki ilişkiyi açıklamak için Regresyon Analizi, ilişkinin düzeyini ve yönünü belirlemek için Pearson Korelasyon Testi uygulandı. İki yöntem arasındaki uyumu gösterebilmek için Bland-Altman grafiği (8,11,27) kullanıldı. Bland-Altman grafikleri Medcalc paket programında yapıldı. İstatistik anlamlılık düzeyi ise $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

3.9. Etik Kurul Onayı

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu'nun 12.05.2010 tarihli, 10-İOÇ/2010 protokol numarasıyla, “yapılması etik açıdan uygundur” raporu alındıktan sonra yapılmıştır.

Tez başlığı, Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'nun 12.05.2011 tarih ve 10-İOÇ protokol numaralı 2011/16-11 karar numarası ile “Egzersizde Enerji Tüketiminin Dört Sensörlü Kol Bandı Cihazı İle Ölçülmesinin Geçerliliğinin Sınanması” olarak değiştirilmiştir.

4.BULGULAR

4.1. Demografik Veriler

Tablo 1'deki verilere göre erkekler kızlardan (1,19 yıl) daha büyük, (10,87 cm) daha uzun, (18,14 kg) daha ağır, BKİ'leri (3,28 kg/m²) daha fazla, yağsız vücut ağırlıkları (11,33 kg) daha fazla, Maksimal VO₂ değerleri (8,77 dk/kg/litre) daha yüksek ve Maksimal KAH'ları (4,56) daha fazladır. Kızlarda ise sadece vücut yağ oranları (5,22 kg) erkeklerden yüksek çıkmıştır.

Tablo 1: Katılımcıların Demografik Özellikleri (Ort. ± SD)

Değişkenler	Kadın (n=11)	Erkek (n=10)	Toplam (n=21)
<i>Yaş (yıl)</i>	20,81 (±2,0)	22 (±2,3)	21,38 (±2,2)
<i>Boy (cm)</i>	164 (±6,0)	174,87 (±4,8)	169,18 (±7,8)
<i>Kilo (kg)</i>	58,16 (±6,5)	76,3 (±6,6)	66,8 (±11,4)
<i>BKİ(kg/m²)</i>	21,68 (±2,1)	24,96 (±2,7)	23,24 (±3,0)
<i>VYO</i>	21,67 (±4,8)	16,45 (±6,2)	19,18 (±6,2)
<i>YVA</i>	25,05 (±3,0)	36,38 (±2,8)	30,45 (±6,5)
<i>VO₂maks ort. (kg/dk)</i>	38,59 (±4,5)	47,36 (±4,8)	42,76 (±6,5)
<i>Maks. KAH (dk)</i>	188,54 (±7,7)	193,1 (±6,1)	190,71 (±7,3)

4.2. Dinlenme Enerji Tüketimi

Dinlenimde enerji tüketimini SWA 1,05 kcal/ dk, OM 0,97 kcal/dk (±0,05) ölçmüştür. SWA OM'a göre 0,080 kcal/dk daha fazla ölçmüştür. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark vardır (P=0,0005). Bu farka karşılık SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre güçlü bir korelasyon görülmüştür (r=0,837).

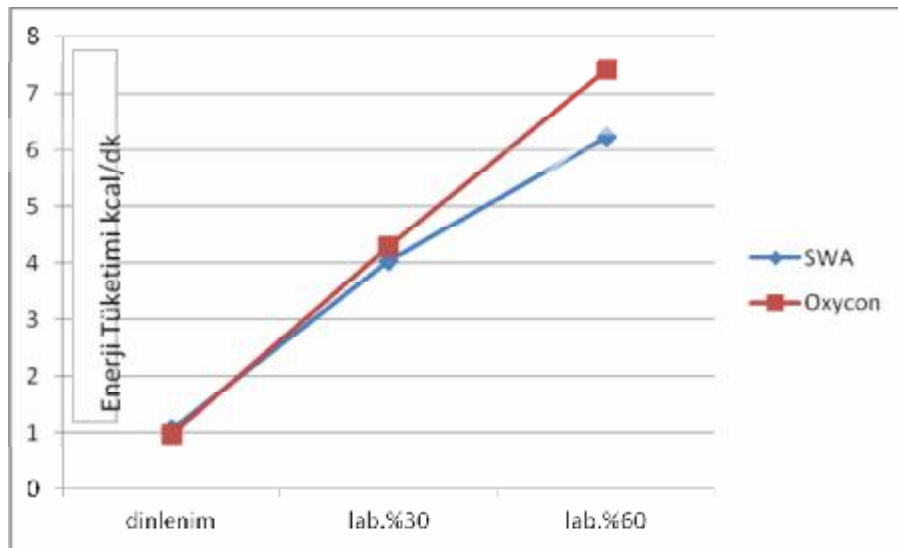
4.3. Hafif Şiddette (VO_{2maks} 'ın %30'u) Laboratuvar Koşusu

Hafif şiddette laboratuvar koşusu sırasındaki enerji tüketimini SWA 4,03 kcal/dk, OM 4,29 kcal/dk ($\pm 0,18$) ölçmüştür. SWA enerji tüketiminin OM'dan 0,26 kcal/dk daha az ölçmüştür. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P=0,022$). Bu farka karşılık SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre çok güçlü bir korelasyon görülmüştür ($r=0,877$).

4.4. Orta Şiddette (VO_{2maks} 'ın %60'ı) Laboratuvar Koşusu

Orta şiddette laboratuvar koşusu sırasındaki enerji tüketimini SWA 6,23 kcal/dk, OM 7,43 kcal/dk ($\pm 0,84$) ölçmüştür. SWA enerji tüketiminin OM'dan 1,20 kcal/dk daha az ölçmüştür. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P=0,003$). SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre orta güçlülükte bir korelasyon görülmüştür ($r=0,518$).

Şekil 4.1'de SWA ve OM'un dinlenme, hafif şiddette laboratuvar koşusu ve orta şiddette laboratuvar koşusu esnasında enerji tüketimi grafiği verilmiştir.



Şekil 4.1 : Dinlenme, Hafif ve Orta Şiddette Laboratuvar Koşularındaki Enerji Tüketimi

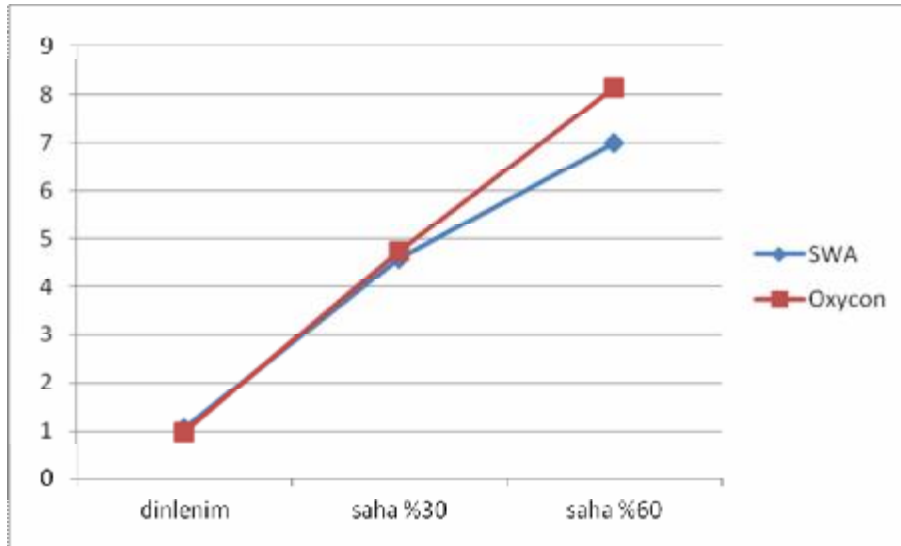
4.5. Hafif Şiddette (VO_{2maks} 'ın %30'u) Saha Koşusu

Hafif şiddette saha koşusu sırasındaki enerji tüketimini SWA 4,58 kcal/dk, OM 4,74 kcal/dk ($\pm 0,11$) ölçmüştür. SWA enerji tüketiminin OM'dan 0,16 kcal/dk daha az ölçmüştür. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P=0,17$). SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre güçlü bir korelasyon görülmüştür ($r=0,725$).

4.6. Orta Şiddette (VO_{2maks} 'ın %60'ı) Saha Koşusu

Orta şiddette saha koşusu sırasındaki enerji tüketimini SWA 6,99 kcal/dk, OM 8,14 kcal/dk ($\pm 0,81$) ölçmüştür. SWA enerji tüketiminin OM'dan 1,15 kcal/dk daha az ölçmüştür. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P=0,0008$). SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre orta güçlülükte bir korelasyon görülmüştür ($r=0,511$).

Şekil 4.2'de SWA ve OM'un dinlenme, hafif şiddette saha koşusu ve orta şiddette saha koşusu esnasında enerji tüketimi grafiği verilmiştir.



Şekil 4.2 : Dinlenme, Hafif ve Orta Şiddette Saha Koşularındaki Enerji Tüketimi

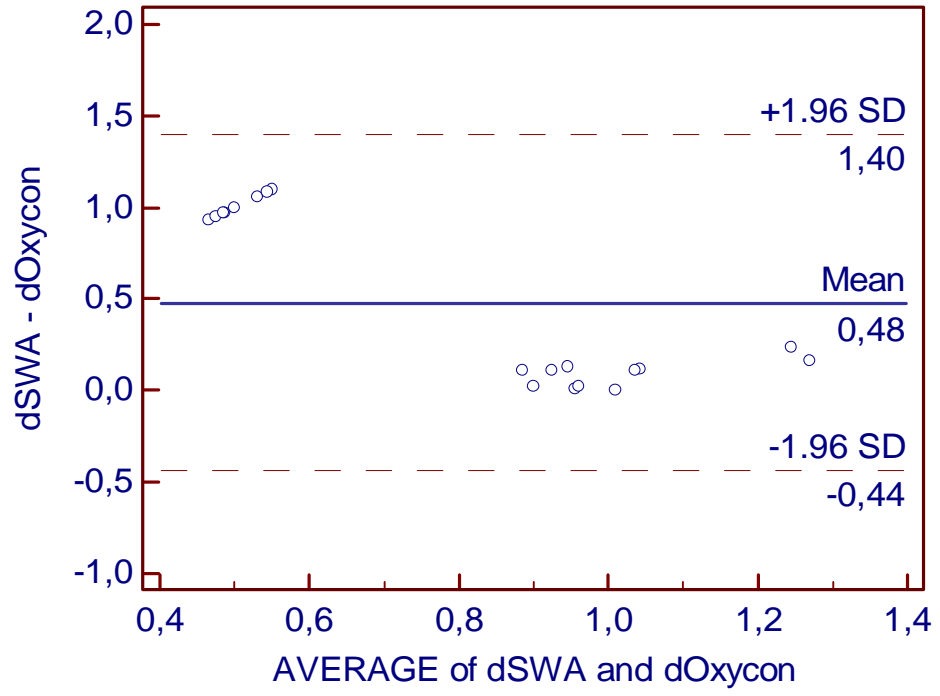
4.7. Bland-Altman Grafikleri

Kullanılan iki yöntem karşılaştırırken aralarında güçlü korelasyonun olması, aralarındaki uyumun da güçlü olacağı anlamına gelmemektedir. Bu nedenle korelasyon ve regresyon analizlerine ek olarak farklı istatistik yöntemleri kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda daha çok kullanılmaya başlanan Bland-Altman grafiği, iki yöntem arasındaki uyumu daha iyi belirlemede etkili olmaktadır. Bu grafiği yorumlamada üç önemli nokta bulunmaktadır.

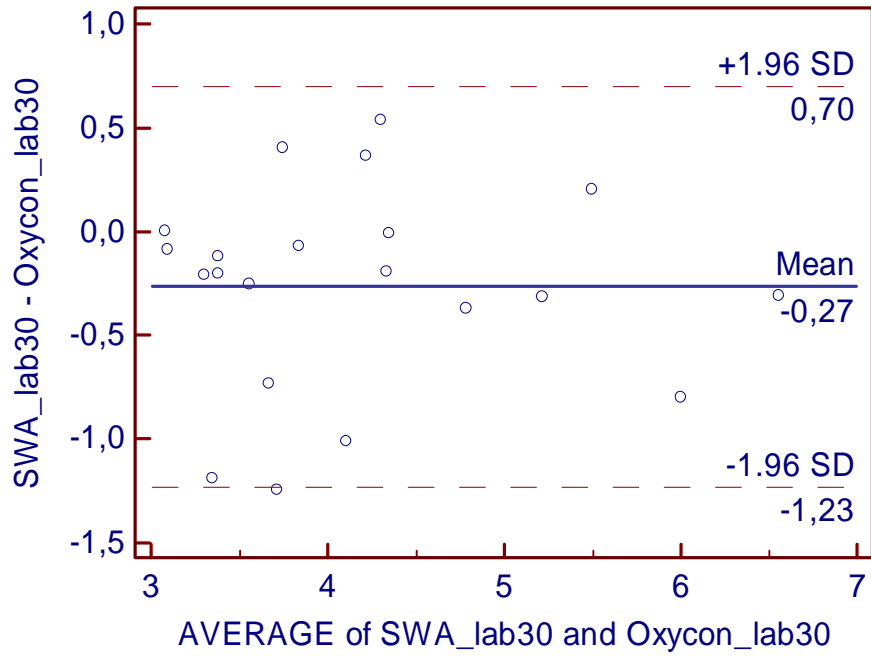
Bunlar;

- a) Ortalama değer 0 (sıfır)'a yakın olması,
- b) Saçılımın orta çizgide kümelenmesi,
- c) Değerlerin $\pm 1,96$ standart sapma çizgilerinin içinde kalması'dır (8,11).

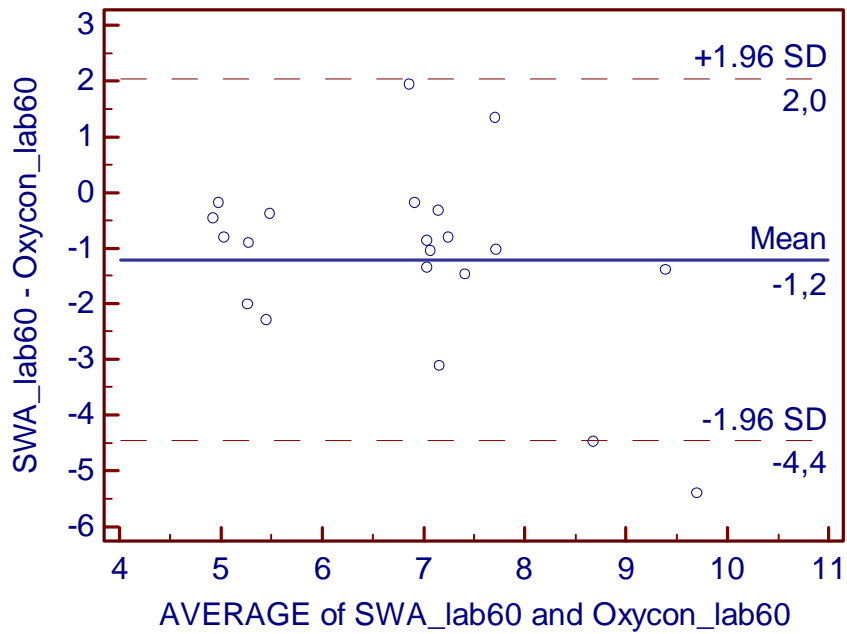
Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7 'de (Bland-Altman grafikleri) dinlenim, hafif şiddette laboratuvar koşusu, orta şiddette laboratuvar koşusu, hafif şiddette saha koşusu ve orta şiddette saha koşusu esnasında SWA ve İK arasındaki uyum gösterilmiştir. En iyi uyum hafif şiddette saha koşusunda (ort= -0,17) bulunmuştur. Bunu sırasıyla hafif şiddette laboratuvar koşusu (ort=0,27), dinlenim (ort=0,48) ve orta şiddette laboratuvar koşusu (ort= -1,2), orta şiddette saha koşusu (ort= -1,2) takip etmektedir. Uyum hız arttıkça azalmaktadır. Saçılımlar kümelenmiş, değerler ± 1.96 güven aralığı içinde kalmıştır. Dinlenim ve hafif şiddette koşularda uyum daha iyi iken orta şiddette koşularda uyum daha az görülmektedir. Bland-Altman grafiklerine bakarak SWA'nın İK ile karşılaştırıldığında dinlenim ve hafif şiddetteki koşularda daha fazla olmak üzere dinlenimde ve tüm hızlarda geçerlidir.



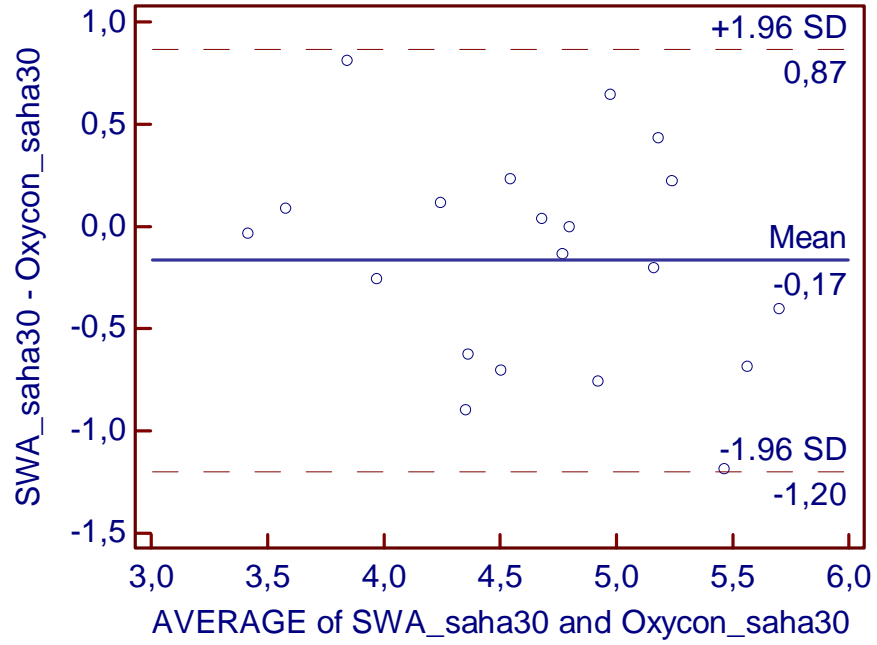
Şekil 4.3 : Dinlenimde SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği)



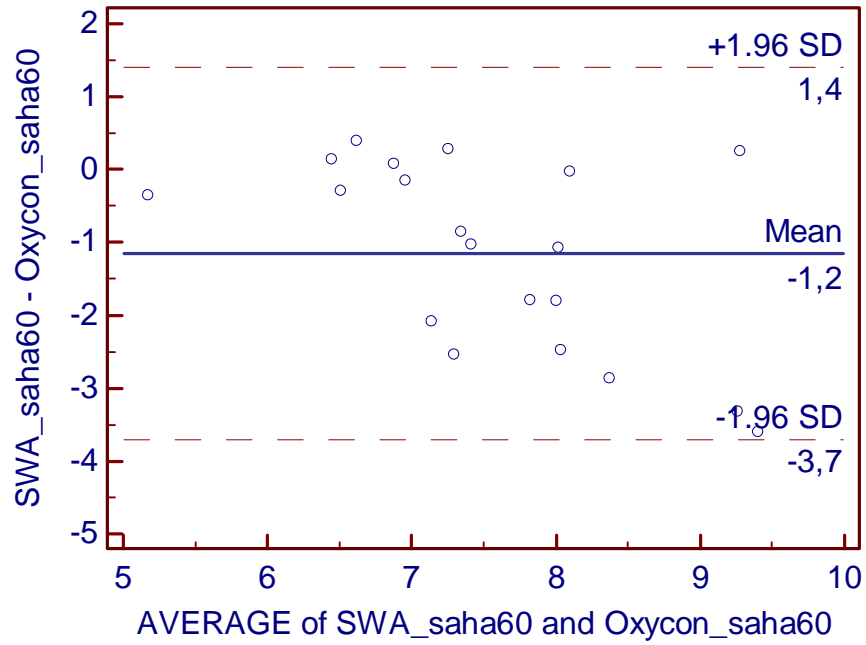
Şekil 4.4 : Hafif Şiddette Laboratuvar Koşusunda SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği)



Şekil 4.5 : Orta Şiddette Laboratuvar Koşusunda SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği)



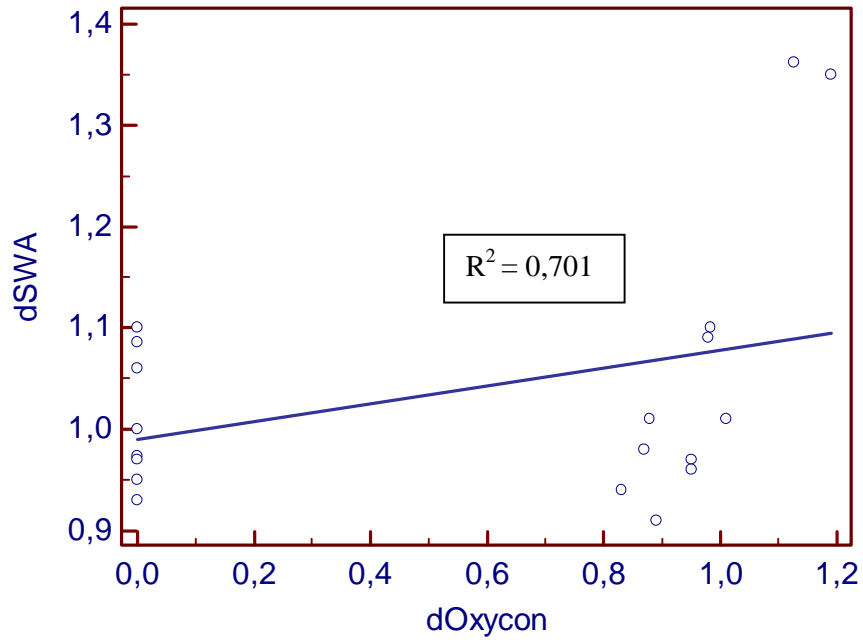
Şekil 4.6 : Hafif Şiddette Saha Koşusunda SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği)



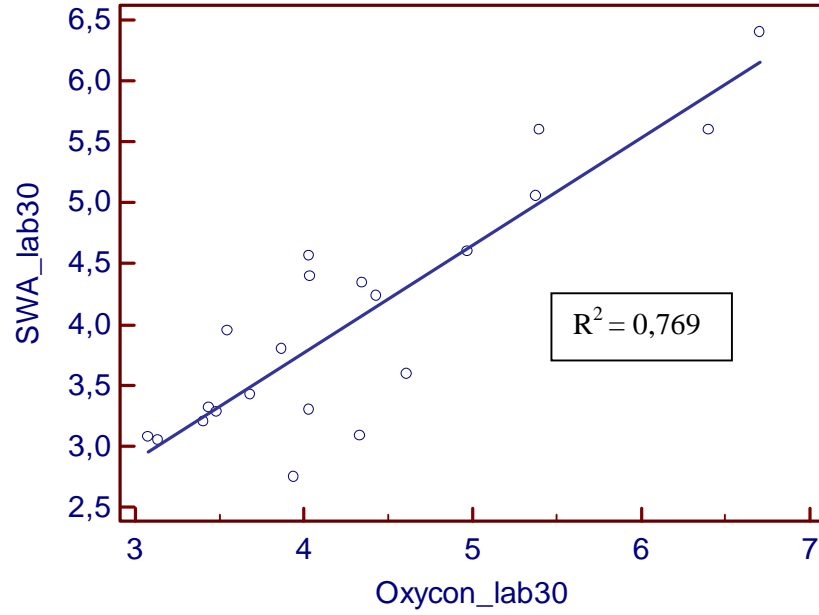
Şekil 4.7 : Orta Şiddette Saha Koşusunda SWA ve OM arasındaki uyum (Bland-Altman Grafiği)

4.8. Regresyon Analizleri

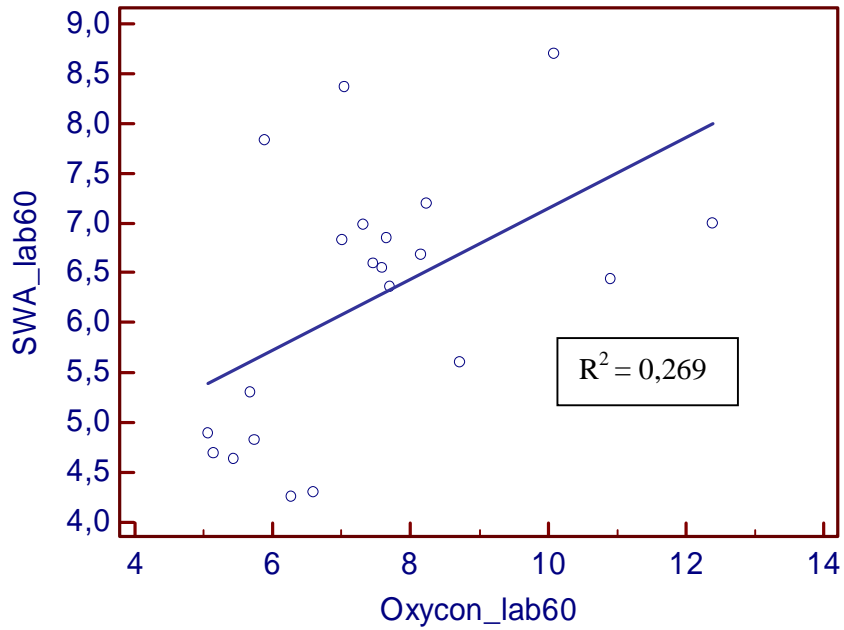
Regresyon analizlerinde dinlenme ($r^2 = 0,701$) ve hafif şiddetteki koşullarda (laboratuvar $r^2 = 0,769$, saha $r^2 = 0,526$) yüksekten orta şiddetteki koşullarda (laboratuvar $r^2 = 0,269$, saha $r^2 = 0,261$) daha düşüktür.



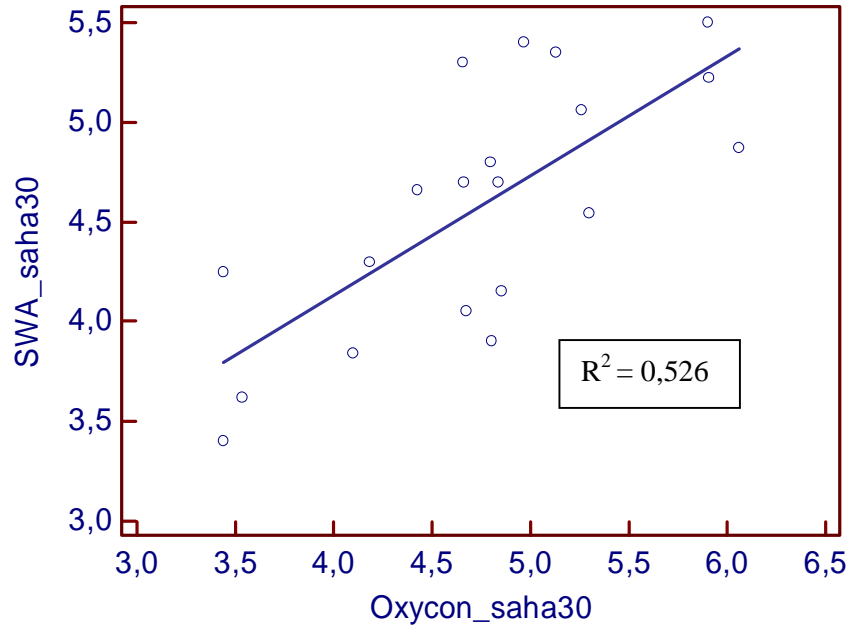
Şekil 4.8 : Dinlenimde SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği



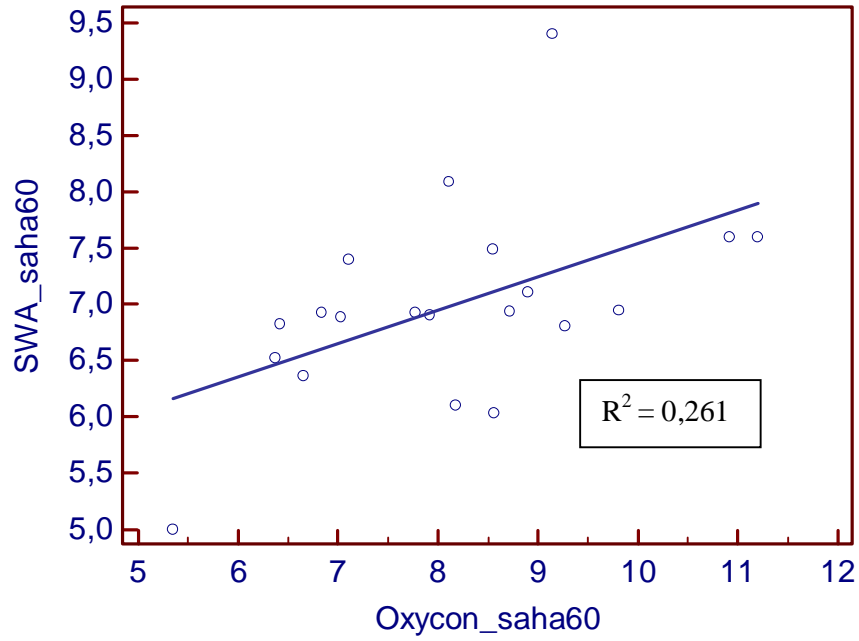
Şekil 4.9 : Hafif Şiddette Laboratuvar Koşusunda SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği



Şekil 4.10 : Orta Şiddette Laboratuvar Koşusunda SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği



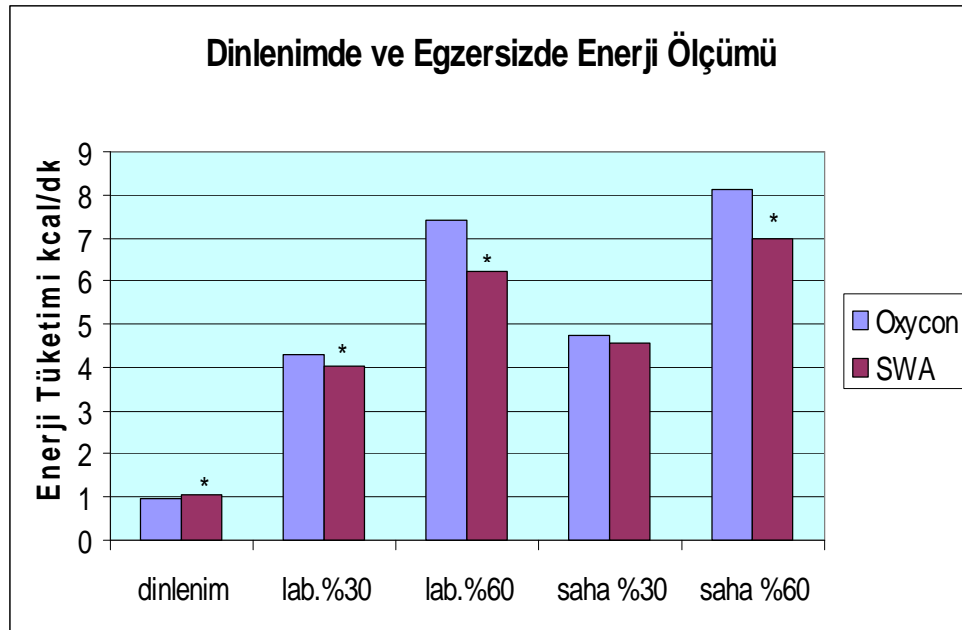
Şekil 4.11 : Hafif Şiddette Saha Koşusunda SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği



Şekil 4.12 : Orta Şiddette Saha Koşusunda SWA ve OM arasındaki ilişkinin Scatter Regresyon Grafiği

5.TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonucunda Şekil 5.1’de görüldüğü gibi; SWA ve OM’la yapılan ölçümlerde dinlenim, hafif şiddette laboratuvar koşusu, orta şiddette laboratuvar koşusu ve orta şiddette saha koşusunda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar çıkmıştır (sırasıyla $P=0,0005$, $P=0,022$, $P=0,003$, $P=0,0008$). Sadece hafif şiddette saha koşusunda iki ölçüm arasında anlamlı bir fark yoktur ($P=0,17$). Verilerdeki farklılara rağmen tüm ölçümlerde SWA ve OM ile bulunan enerji tüketimi değerleri arasında yüksek korelasyon bulunmuştur.



* Aynı ölçümde Oxycon ile SWA arasındaki istatistiksel farklılık, $p < 0,05$.

Şekil 5.1 : Dinlenimde ve Egzersizde Enerji Tüketimi Ölçümü

5.1. Dinlenme Enerji Tüketimi

Bu çalışmada dinlenimde enerji tüketimini SWA 1,05 kcal/ dk, OM 0,97 kcal/dk ($\pm 0,05$) ölçmüştür. SWA'nın, OM'a göre 0,080 kcal/dk daha fazla ölçtüğü bulunmuştur. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P=0,0005$). Bu farka karşılık SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre güçlü bir korelasyon görülmüştür ($r=0,837$).

St-Onge ve ark. (37) çalışmaları bulgularımızı destekler niteliktedir. 32 kadın, 13 erkek toplam 45 sağlıklı yetişkin üzerinde yapılan çalışmada dinlenme ve GTET'yi SWA ve İK ile ölçerek karşılaştırmışlardır. SWA'nın DinET'yi ($1,05 \pm 0,17$ kcal/dk), İK'ye göre ($0,96 \pm 0,17$ kcal/dk) daha fazla ölçtüğünü bulmuşlardır. Aynı çalışmada SWA GTET'yi (2375 ± 366 kcal/dk), DLW'den (2492 ± 444 kcal/dk) 117 kcal/dk daha az ölçmüştür. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < 0,01$). Regresyon analizi orta derecede uyum göstermiştir ($r^2 = 0,74$). Yapılan bu çalışmanın sonucunda SWA'nın GTET'de faydalı olduğu ve yetişkinlerde DLW ile uyum gösterdiği bulunmuştur.

Yine Hiermann ve ark. (20) çalışmalarında SWA'nın normal kilolu ve sağlıklı yaşlılarda DinET ölçümünde geçerliliği ve güvenilirliği değerlendirilmiştir. 60-85 yaş arası 24 erkek, 25 kadın toplam 49 gönüllü üzerinde 20 dk'lık sabah ve akşam DinET ölçümü yapılmıştır. DinET'yi SWA'nın sabah (1.543 ± 181 kcal/24 saat), akşamdan (1.564 ± 192 kcal/24 saat) daha az ölçtüğü bulunmuştur. DinET'yi İK 1.377 ± 228 kcal/24 saat ölçmüş, SWA sabah %12, akşam %14 fazla ölçmüştür. Çalışmanın sonucunda SWA'nın yaşlı ve sağlıklı kişilerde DinET ölçümünde geçerli bir yöntem olduğu vurgulanmıştır. Ölçümlerdeki hataların yaşın ilerlemesine bağlı olarak derinin iletkenliği ve ısı düzenleme mekanizmalarındaki değişiklikler ve SWA'nın ET hesaplama formüllerinin sağlıklı ve yetişkin kişiler baz alınarak hesaplanması nedenleriyle olabileceği belirtilmiştir.

Malavolti ve ark.'larının (26) 52 kadın, 47 erkek toplam 99 normal kilolu ve sağlıklı yetişkin (38 ± 14 yaş) gönüllüler üzerinde yaptıkları çalışmada DinET'ni SWA ve İK ile ölçerek karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak DinET'yi SWA (1540 ± 280 kcal/gün) ve İK'den (1700 ± 330 kcal/dk) daha az ölçtüğünü bulmuşlardır. Bu fark istatistiksel olarak önemli değildi. İki yöntem arasında çok güçlü korelasyon ($r=0,86$) bulunmuştur. Bu verilere dayanarak SWA'yı sağlıklı kişilerdeki DinET ölçümünde kullanılabilir ve geçerliliği yüksek bulmuşlardır.

.Fruin ve ark. (18) iki deneyden oluşan çalışmalarında SWA ve İK ile egzersizdeki ET'yi ölçerek karşılaştırmışlardır. İlk deneylerinde 18-25 yaş arası 13 sağlıklı erkek gönüllü üzerinde

iki DinET ve VO_{2maks} 'ının %60 hızında 40 dk bisiklet ergometre egzersizi yaptırılmıştır. İkinci deneyde 18-35 yaş arası, normal kilolu, sigara içmeyen, sağlıklı antrenmansız 10 kadın, 10 erkek toplam 20 gönüllü üzerinde çalışmışlardır. 10'ar dk'lık 3 setten oluşan (%0 eğim 80,5 m/dk, %0 eğim 107,3 m/dk, %5 eğim 107,3 m/dk) toplam 30 dk'lık koşu bandında yürüme egzersizi yaptırılmıştır. Çalışmanın sonucunda dinlenimde SWA (1.3 ± 0.1 kcal/dk) ve İK (1.3 ± 0.1 kcal/dk) aynı ölçmüş, ölçümler arasında yüksek korelasyon bulunmuştur ($r=0,76$, $P<0,004$). İki dinlenim ölçümü karşılaştırıldığında da yüksek bir korelasyon bulunmuştur ($r=0,95$, $P<0,001$)

Ancak, DinET ölçümünde SWA'yı genel olarak güvenilir bulan bu çalışmalara karşı olan bir çalışma vardır. Bertoli ve ark.'ları (7) 127 kadın, 42 erkek toplam 169 gönüllüde (44 ± 12 yaş ve $BKİ 30,2 \pm 5,4$ kg/m^2) DinET ölçmüştür. DinET İK, SWA ile ölçülmüş ve Schofield's formülü ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda SWA ve İK arasındaki uyum hem kadınlarda hem de erkeklerde düşük bulunduğu ve birbirlerinin yerine kullanılamayacağı bildirilmiştir.

Bu çalışmanın bulgularından ve belirtilen literatür bilgilerinde SWA DinET'yi İK'ye göre fazla ölçmüştür. Buna karşı veriler arasındaki güçlü korelasyon, regresyon ve Bland-Altman grafiğindeki uyum, SWA'nın DinET'yi ölçmede geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.

5.2. Laboratuvar Koşusunda Enerji Tüketimi

Bu çalışmada hafif şiddette laboratuvar koşusu sırasındaki enerji tüketimini SWA 4,03 kcal/dk, OM 4,29 kcal/dk ($\pm 0,18$) ölçmüştür. SWA enerji tüketiminin OM'dan 0,26 kcal/dk daha az ölçmüştür. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P=0,022$). Bu farka karşılık SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre çok güçlü bir korelasyon görülmüştür ($r=0,877$).

Orta şiddette laboratuvar koşusu sırasındaki enerji tüketimini SWA 6,23 kcal/dk, OM 7,43 kcal/dk ($\pm 0,84$) ölçmüştür. SWA enerji tüketiminin OM'dan 1,20 kcal/dk daha az ölçmüştür. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P=0,003$). SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre orta güçlülükte bir korelasyon görülmüştür ($r=0,518$).

Literatürde bu çalışmanın sonuçlarını destekleyen bir çok çalışma bulunmaktadır. Örneğin; Fruin ve ark. (18) iki deneyden oluşan çalışmalarında SWA ve İK ile egzersizdeki ET'yi ölçerek karşılaştırmışlardır. İlk deneylerinde 18-25 yaş arası 13 sağlıklı erkek gönüllü üzerinde iki DinET ve VO_{2maks} 'ının %60 hızında 40 dk bisiklet ergometre egzersizi yaptırılmıştır. İkinci deneyde 18-35 yaş arası, normal kilolu, sigara içmeyen, sağlıklı antrenmansız 10 kadın, 10 erkek toplam 20 gönüllü üzerinde çalışmışlardır. 10'ar dk'lık 3 setten oluşan (%0 eğim 80,5 m/dk, %0 eğim 107,3 m/dk, %5 eğim 107,3 m/dk) toplam 30 dk'lık koşu bandında yürüme egzersizi yaptırılmıştır. Bisiklet ergometrede istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamış buna karşıt olarak erken (1-10 dk), orta (19-23 dk), geç (31-40 dk) egzersiz dönemlerinde düşük korelasyon ($r=0,03-0,12$) bulunmuştur. Koşu bandında SWA, Eğimsiz hızlarda ($p<0,02$) önemli derecede fazla (%13-27), %5 eğimde ($p<0,002$) %2 önemli derecede az ölçmüştür. Korelasyon ise orta güçlülükte bulunmuştur ($r=0,47-0,69$).

Kim Crawford (12) çalışmasında 12 kız, 12 erkek toplam 24 sağlıklı adolesan (12-17 yaş) üzerinde bisiklet ergometre ve koşu bandı egzersizleri yaptırmıştır. Bisiklet ergometrede 4 dk'lık iki set (25 watt ve 50 watt) yaptırılmış, ısınma ve soğumalarla birlikte egzersiz süresi toplam 12 dk olmuştur. Koşu bandında ise 4 dk'lık dört set (%0 eğimde 3,0 mph, %0 eğimde 4,0 mph, %5 eğimde 4,0 mph ve %5 eğimde 4,5 mph) ısınma ve soğumalarla birlikte toplam 20 dk egzersiz yaptırılmıştır. Sonuçlarda SWA, kız ve erkeklerde bisiklet ergometrede ET'yi düşük ($1,53\pm 0,60$ kcal/dk), orta ($2,48\pm 0,95$) yoğunluklarda ve toplam enerji tüketiminde ($19,11\pm 7,43$ kcal/dk) önemli derecede az ölçmüştür. Koşu bandı egzersizinde kızlarda ve erkeklerde %0 eğimde 3,0 mph hızda önemli bir fark bulunamamıştır. SWA, %0 eğimde 4,0 mph hızda ($0,86\pm 0,84$ kcal/dk) , %5 eğimde 4,0 mph hızda ($2,13\pm 1,40$ kcal/dk), %5 eğimde 4,5 mph hızda ($2,97\pm 1,56$ kcal/dk) ve toplam ET'de ($23,66\pm 14,92$ kcal/dk) önemli derecede az ölçmüştür.

Yine Fruin ve ark. (18) bisiklet ergometrede önemli bir fark bulamamışlar; ancak zayıf korelasyon bulmuşlardır. Koşu bandında yürüme egzersizinde hız arttırıldığında SWA %13-27 arası daha fazla ölçmüş, ancak eğim arttırıldığında SWA önemli derecede (%22) az ölçmüştür. Korelasyon ise orta seviyededir ($r=0,47-0,69$).

Aynı şekilde Berntsen ve ark. (6) çalışmalarında 14 erkek, 6 kadın toplam 20 sağlıklı 19-56 yaş arası sağlıklı yetişkin gönüllü üzerinde orta ve çok şiddetli FA'da ET tüketimini İK ve dört farklı monitörle (SWPro₂Armband, ActiGraph, İlkcal ve ActiReg) ölçerek karşılaştırmışlardır. DinET ölçülmüş, herkesin DinET'sinin 3, 6 ve 9 katına karşılık gelen değerler FA şiddetini belirlemede kullanılmıştır. Farklı FA'ları içeren (25 dk hızlı yürüme, 15

dk koşu, 30 dk masa tenisi oynama ve 50 dk kitap veya gazete okuma) 120 dk'lık çalışma yapılmıştır. Sonucunda tüm monitörler toplam ET'yi %5-21 arasına az ölçmüşlerdir. SWA orta şiddetteki egzersizde %2.9 fazla, çok şiddetli egzersizde olduğundan daha az ölçmüştür. SWA toplam ET'yi %9 az ölçmüştür. FA'nın şiddeti arttıkça SWA daha az ölçmekte ve hata gittikçe artmaktadır.

Ek olarak Drenowatz ve ark. (16) çalışmaları da destekler niteliktedir. Çalışma 10 kadın, 10 erkek toplam 20 sağlıklı ve genç yetişkin ($24,3 \pm 2,8$ yaş) üzerinde yapılmıştır. Gönüllüler dayanıklılık koşucusuydular. Gönüllülerin VO_{2maks} 'larının %65, 75 ve 85'inde 10'ar dk'lık koşular ve 30 dk'lık saha koşusu yaptırılmış, İK ve SWA ölçümleri karşılaştırılmıştır. SWA yüksek hızlarda ET'yi önemli derecede az ölçmüştür. Hız arttıkça fark artmıştır. Sırasıyla SWA ve İK arasındaki farklar [VO_{2maks} 'ın %65'i(1,53 MET), 75'i (2,88 MET), 85'i (4,58 MET) ve saha koşusu (3,53 MET)]. Onlarda SWA'nın yüksek yoğunluktaki enerji tüketimini önemli ölçüde az ölçtüğünü bulmuşlardır. SWA ve İK arasında orta ($r=0,66 \pm 0,25$) korelasyon gösterdiğini ancak bu ilişkinin egzersizin yoğunluğu arttıkça azaldığını belirtmişlerdir. Özellikle SWA'nın 10 MET'in üstü ya da 161 m/dk hızda geçerliliğinin önemli ölçüde azaldığını bulmuşlardır. SWA düşük yoğunluklu koşularda nispeten geçerlilik sağlarken, yüksek yoğunluklu koşularda ET'nin ölçülmesinde geçerlilik ve güvenilirlik sağlamaz.

Bu çalışmalara karşıt olarak King ve ark. (24) 10 erkek, 11 kadın toplam 21 sağlıklı genç yetişkin ($25,2 \pm 4,5$ yaş) gönüllülerde yaptığı çalışmada dört akselerometre (CSA, TriTrac, R3D, RT3 ve BioTrainer-Pro) ve SWA'yı İK ile karşılaştırmışlardır. 10 dk'lık 3 set koşu bandında yürüme (53, 80, 107 m/dk) ve yine 10 dk'lık 4 set koşu bandında koşma (134, 161, 188, 214 m/dk) egzersizi yaptırılmıştır. Her set arasında 2 dk dinlenme verilmiştir. Tüm monitörlerin yürüme ve koşularda İK'den daha fazla ölçtüğünü bulmuşlardır ($P < 0,001$). SWA yürüyüş ve koşu hızlarının tümünde ET'yi önemli derecede fazla ölçmüştür ($P < 0,05$). SWA yavaş yürüme hariç koşu hızlarının çoğunda toplam ET'yi doğru ölçmüştür. SWA ve İK arasındaki korelasyon diğer monitörlere göre daha yüksektir. Aktivite esnasındaki ET ölçümünde korelasyon $r=0,50-0,84$, toplam ET ölçümünde korelasyon $r=0,65-0,85$ 'tir.

Bu bilgilerden hareketle SWA'nın yürüme, koşu, bisiklet ergometre egzersizleri gibi birçok farklı aktivitede İK'ye göre ET'yi az ölçtüğü görülmektedir. Hız arttıkça ölçümdeki farklar artmaktadır. Bu sonuç hızın artması ile birlikte terlemenin de artması, derideki iletim ve ısı düzenleme mekanizmalarındaki değişimlerin SWA'nın ısı sensörlerinde hatalara neden olabileceği şeklinde açıklanabilir. Bland-Altman grafiğinde hafif şiddette laboratuvar koşusunda

uyumun daha iyi olduğu, orta şiddette laboratuvar koşusunda uyumun daha az olduğu görülmüştür. Hız arttıkça SWA ve İK ölçümleri arasındaki fark artmakta ve yöntemler arasındaki uyum azalmaktadır. Bu azalmaya rağmen saha koşularında SWA ve İK'nin ET'nin ölçülmesinde uyumlu iki yöntem olduğu söylenebilir.

5.3. Saha Koşusunda Enerji Tüketimi

Bu çalışmada hafif şiddette saha koşusu sırasındaki enerji tüketimini SWA 4,58 kcal/dk, OM 4,74 kcal/dk ($\pm 0,11$) ölçmüştür. SWA enerji tüketiminin OM'dan 0,16 kcal/dk daha az ölçmüştür. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P=0,17$). SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre güçlü bir korelasyon görülmüştür ($r=0,73$).

Orta şiddette saha koşusu sırasındaki enerji tüketimini SWA 6,99 kcal/dk, OM 8,14 kcal/dk ($\pm 0,81$) ölçmüştür. SWA enerji tüketiminin OM'dan 1,15 kcal/dk daha az ölçmüştür. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P=0,0008$). SWA ve OM arasında Pearson korelasyon testine göre orta güçlülükte bir korelasyon görülmüştür ($r=0,51$).

Literatürde sahada egzersiz esnasında SWA ve İK ile ET'yi ölçen fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu az sayıda çalışmadan biri Drenowatz ve ark. (16) çalışmalarıdır. Çalışma 10 kadın, 10 erkek toplam 20 sağlıklı ve genç yetişkin ($24,3 \pm 2,8$ yaş) üzerinde yapılmıştır. Gönüllüler dayanıklılık koşucusuydular. Gönüllülere 30 dk'lık saha koşusu yaptırılmış, İK ve SWA ölçümleri karşılaştırılmıştır. SWA yüksek hızlarda ET'yi önemli derecede az ölçmüştür. Hız arttıkça fark artmıştır. SWA, saha koşusunda ET'yi İK'den 3,53 MET daha az ölçmüştür. Onlar da SWA'nın yüksek yoğunluktaki enerji tüketimini önemli ölçüde az ölçtüğünü bulmuşlardır. SWA ve İK arasında orta ($r=0,66 \pm 0,25$) korelasyon gösterdiğini ancak bu ilişkinin egzersizin yoğunluğu arttıkça azaldığını belirtmişlerdir. Özellikle SWA'nın 10 MET'in üstü ya da 161 m/dk hızda geçerliliğinin önemli ölçüde azaldığını bulmuşlardır. SWA düşük yoğunluklu koşularda nispeten geçerlilik sağlarken, yüksek yoğunluklu koşularda ET'nin ölçülmesinde geçerlilik ve güvenilirlik sağlamaz. Drenowatz ve ark.'larının bulguları bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir.

Egzersiz şiddeti arttıkça SWA'nın hatalı ölçme durumu artmaktadır. SWA'nın ısı sensörlerindeki ve akselerometrenin bazı aktiviteleri doğru olarak ölçmemesi gibi sorunları üzerinde çalışılarak geçerliliği artırılabilir. Ayrıca SWA'nın ET'yi hesaplarırken kullandığı

formüller yetişkin ve normal kilolu kişiler için oluşturulduğundan farklı yaş gruplarında (yaşlılar ve çocuklar gibi) ve aşırı kilolu kişilerde hata oranı yükselmektedir. Formüllerin yaş gruplarına ve aşırı kilolu veya obez kişilere göre yeniden üretilmesi ölçümlerdeki hataları azaltacaktır.

6.SONUC VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonucunda; SWA'nın dinlenim ve egzersizdeki enerji tüketimini ölçmede İK'ye göre farklılıklar gösterdiği, ancak bu farklılıklara rağmen yüksek korelasyon gösterdiği görülmüştür. SWA dinlenimde nispeten olduğundan fazla ölçerken, düşük hızlarda daha geçerli sonuçlar vermiştir. Ancak hız veya eğim arttığında ölçümde hataların çoğaldığı, geçerliliğin azaldığı görülmektedir. Genç, sağlıklı yetişkinlerde SWA'nın kişiye özel eşitlikleri kullanarak daha doğru enerji tüketimi tahmini yaparken, daha farklı gruplarda (yaşlı ve çocuk) ve farklı hastalıklarda (obezite, kalp hastalıkları v.b.) kullanılan formüllerde hata payı artmaktadır. Kişiyeye özel formüllerin yenilenmesi ve geliştirilmesi bir zorunluluk gibi görünmektedir. Eğimli yüzeyde veya elde yük taşıma gibi egzersizlerde akselometrelerin bu aktiviteleri doğru ölçmemesi nedeniyle sonuçlar hatalı olmaktadır. Bu duruma ek olarak yüksek şiddetli egzersizlerde terlemenin artması ile birlikte deri sıcaklığı sensörlerinde yanılgılar yaşanabilmektedir.

Tüm bu sınırlılıklara rağmen SWA, dinlenim ve egzersizde enerji tüketiminin ölçülmesinde güvenilir bir cihazdır. Kullanımının rahat ve kolay olması, konforlu olması, uzun süreler giyilebilir ve kayıt yapabilir olması, ucuz olması, geniş popülasyonlarda rahatlıkla kullanılabilmesi, veri aktarımının hızlı ve kolay olması gibi bir çok olumlu özelliği içinde barındırmaktadır. Koşulların her zaman tamamen kontrol edilemediği saha çalışmaları için çok faydalı olabilir. Kişiyeye özel eşitliklerinin farklı yaş gruplarına ve sağlık durumlarında göre geliştirilmesi geçerlilik düzeyini daha arttıracaktır.

Gelecekteki çalışmalarda daha farklı aktivitelerde, daha geniş popülasyonlarda kullanılabilir.

7.KAYNAKLAR

1. Andre D, Wolf DL. Recent advances in free-living physical activity monitoring: a review. *J Diabetes Sci Technol* 2007;1: 760-7.
2. Arvidsson D, Slinde F, Larsson S, Hulthen L. Energy cost of physical activities in children: validation of sensewear armband. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39: 2076-84.
3. Arvidsson D, Slinde F, Larsson S, Hulthen L. Energy cost in children assessed by multisensor activity monitors. *Med Sci Sport Exerc* 2009;41: 603-11.
4. Baak MA. Physical activity and energy balance. *Public Health Nutrition* 1999;2: 335-99.
5. Backlund C, Sundelin G, Larsson C. Validity of armband measuring energy expenditure in overweight and obese children. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42: 1154-61.
6. Berntsen S, Hageberg R, Anders A, Mowinckel P ve ark. Validity of physical activity monitors in adults participating in free living activities. *Br J Sports Med* 2010;44: 657-64.
7. Bertoli S, Posata A, Battezzati A, Spadafranca A ve ark. Poor agreement between a portable armband and indirect calorimetry in the assessment of resting energy expenditure. *Clinical Nutrition* 2008;27: 307-10.
8. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1: 307-10.
9. Byars A, Keith S, Simpson W, Mooneyhan A ve ark. The influence of a pre-exercise sports drink (PRX) on factors related to maximal aerobic performance. *J Int Soc Sports Nutr* 2010;7: 12.
10. Calabro MA, Welk GJ, Eisenmann JC. Validation of the sensewear pro armband algorithms in children. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41: 1714-20.
11. Chan YH. *Biostatistics I 04: correlational analysis*. Singapore Med J 2003;44: 614-19.
12. Crawford K. Validation of the sensewear pro 2 armband to assess energy expenditure of adolescents during various modes of activity. University of Pittsburgh. Doktora tezi. UMI Number: 3188259. 2004; 15-32.
13. Cole PJ, Lemura LM, Klinger TA, Strohecker K ve ark. Measuring energy expenditure in cardiac patients using the body media armband versus indirect calorimetry a validation study. *J Sports Med Phys Fitness* 2004;44: 262-71.

14. Çetin C, Erdoğan A, Yolcu M, Baydar ML. Metabolik holter ile fizik tedavi ve rahabilitasyon bölümü öğrencilerinin günlük fiziksel aktivitesinin ölçülmesi. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası 2008;61: 196-201.
15. Dorminy CA, Choi L, Akohoue SA, Chen KY ve ark. Validity of a multisensor armband in estimating 24-h energy expenditure in children. Med Sci Sports Exerc 2008;40: 699-706.
16. Drenowatz C, Eisenmann JC. Validation of the sensewear armband at high intensity exercise. Eur J Appl Physiol 2011;111: 883-7.
17. Elbelt U, Schuetz T, Hoffmann I, Pirlich M ve ark. Differences of energy expenditure and physical activity patterns in subjects with various degrees obesity. Clinical Nutrition 2010;29: 766-72.
18. Fruin ML, Rankin JW. Validity of a multi-sensor armband in estimating rest and exercise energy expenditure. Med Sci Sport Exerc 2004;36: 1063-69.
19. Haskell WL, Powel KE, Franklin BA, Heath GW. Physical activity and public health updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Circulation 2007;116: 1081-93.
20. Heiermann S, Hedayati KK, Müller MJ, Dittmar M. Accuracy of a portable multisensor body monitor for predicting resting energy expenditure in older people:a comparison with indirect calorimetry. Gerontology 2010; DOI:10.1159/000322109.
21. Jakicic JM, Winters C, Lagally K, Joyce H ve ark. The accuracy of the TriTrac-R3D accelerometer to estimate energy expenditure. Med Sci Sports Exerc 1999;31: 747-54.
22. Jakicic JM, Marcus M, Gallagher KI, Randall C ve ark. Evaluation of the SenseWear Pro Armbandto assess energy expenditure during exercise. Med Sci Sports Exerc 2004;36: 897-904.
23. Johannsen DL, Calabro MA, Stewart J, Franke W ve ark. Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in healthy adults. Med Sci Sports Exerc 2010;42: 2134-40.
24. King GA, Torres N, Potter C, Brooks TJ ve ark. Comparison of activity monitors to estimate energy cost of treadmill exercise. Med Sci Sports Exerc 2004;36: 1244-51.
25. Lee IM, Skerrett PJ. Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? Med Sci Sports Exerc 2001;33: 459-71.

26. Malavolti M, Pietrobelli A, Dugoni M, Poli M ve ark. A new device for measuring resting energy expenditure (REE) in healthy subjects. *Nutr Metabol Cardiovasc Dis* 2007;17: 338-43.
27. Mantha S, Roizen MF, Fleisher LA, Thisted R ve ark. Comparing methods of clinical measurement: Reporting standards for Bland and Altman analysis. *Anesth Analg* 2000; 90: 593-602.
28. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology Energy, Nutrition, & Human Performance*. Sixth Edition. USA, Lippincott Williams & Wilkins, 2007; 184-208.
29. Murphy SL. Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: considerations for research design and conduct. *Preventive Medicine* 2009;48: 108-14.
30. Oja P, Bull FC, Fogelholm M, Martin BW. Physical activity recommendations for health: what should Europe do? *BMC Public Health* 2010;10: 10. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/10/10>.
31. Papazoglou D, Augello G, Tagliaferri M, Savia G ve ark. Evaluation of a multisensor armband in estimating energy expenditure in obese individuals. *Obesity* 2006;14: 2217-23.
32. Plasqui G, Westerterp KR. Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity* 2007;15: 2371-9.
33. Rowlands AV. Field methods of assessing physical activity and energy balance. In: Eston R, Reilly T, editors. *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual*. 3rd ed. New York: Routledge; 2009. p. 163-183.
34. Savcı S, Öztürk M, Arıkan H, İnce Dİ ve ark. Üniversite öğrencilerinin fiziksel aktivite düzeyleri. *Türk Kardiyol Dern Arş* 2006;34: 166-72.
35. Schoeller DA. Recent advances from application of doubly labeled water to measurement of human energy expenditure. *J Nutr* 1999;129: 1765-8.
36. Starling RD, Matthews DE, Ades PA, Poehlman ET. Assessment of physical activity in older individuals: a doubly labeled water study. *J Appl Physiol* 1999;86: 2090-6.
37. St-Onge M, Mignault D, Allison DB, Lhoret RR. Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults. *Am J Clin Nutr* 2007;85: 742-9.
38. Troosters T, Sciruba F, Battaglia S, Langer D ve ark. Physical inactivity in patients with COPD, a controlled multi-center pilot-study. *Respiratory Medicine* 2010;104: 1005-11.
39. Vaizoğlu SA, Akça O, Akdağ A, Akpınar A ve ark. Genç erişkinlerde fiziksel aktivite düzeyinin belirlenmesi. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni* 2004;3: 63-71.

40. Welk GJ, McClain JJ, Eisenmann JC, Wickel EE. Field validation of the MTI actigraph and bodymedia armband monitor using the IDEEA monitor. *Obesity* 2007;15: 918-28.
41. Westerterp KR. Assessment of physical activity level in relation to obesity: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31: 522-5.

8.EKLER

8.1. Etik Kurul Raporu-1

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel (Invaziv) Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu

Sayı: 10-2010
Konu: Karar hk.

12.05.2010

Sayın Prof.Dr.Cem Şeref BEDİZ
Sayın Leman KIRICI

Kurulumuz tarafından 12.05.2010 tarih ve 10-İOÇ/2010 protokol numaralı "Egzersizde Enerji Tüketiminin beş sensörlü kol bandı cihazı ile ölçülmesinin geçerliliğinin sınanması" konulu araştırmanıza ilişkin Komisyonumuz kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Ayşegül YILDIZ
Başkan

Ek 1. Komisyon Kararı.



Üniversitesi Sağlık Yerleşkesi İnciraltı 35340 İZMİR-TÜRKİYE
Telefon: 0 232 4122258 Faks: 0232 4122243 Elektronik postacetiikkurul@deu.edu.tr

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİSYONU KARARI

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİSYONU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 1. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	10 -İOÇ
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/> AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Egzersizde Enerji Tüketiminin beş sensörlü kol bandı cihazı ile ölçülmesinin geçerliliğinin sınanması
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	-
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Leman KIRICI
	ARAŞTIRMA MERKEZİ ve AÇIK ADRESİ	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji A.D İnciraltı-İZMİR 35340
	DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ	-
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ	-
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/> TEK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input checked="" type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	-		Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>

	Karar No:2010/01-10	Tarih:12.05.2010
KARAR BİLGİLERİ	Leman KIRICI sorumluluğunda yapılması tasarlanan "Egzersizde Enerji Tüketiminin beş sensörlü kol bandı cihazı ile ölçülmesinin geçerliliğinin sınanması" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmacının gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına toplantıya katılan Komisyon üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.	
ETİK KURUL BİLGİLERİ		
ÇALIŞMA ESASI	DEU Girişimsel (İnvaziv) Olmayan Klinik Araştırmaları Değerlendirme Komisyonu Yönergesi, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu	
ETİK KURUL ÜYELERİ		

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile ilişkili mi?		İmza
				E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ayşegül YILDIZ (Başkan)	Psikiyatri	DEU Tıp Fakültesi Psikiyatri Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Dr.Ecz.İskender İNCE (Başkan yardımcısı)	Eczacı	Ege Üniversitesi ARGEFAR	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	İmza
Prof.Dr.Osman AÇIKGÖZ	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Ph.D. Z.Candan ALGUN	Ph.D.Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	İmza
Prof.Ph.D.Zuhal BAHAR	Ph.D. Yüksek Hemşire	DEU Tıp Fakültesi Hemşirelik Yüksekokulu	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediyatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Nuray DUMAN	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Derya ERÇAL	Genetik	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Genetik Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL	Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Ömer Selahattin TOPALAK	İç Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Hülya ELLİDOKUZ	Halk Sağlığı	DEU Onkoloji Enstitüsü Prevanatif Onkoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Mukaddes GÜNELİ	Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç Dr.Yeşim ÖZTÜRK	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Av. Tayfun OZANKAYA	Hukuk	Serbest	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
İhsan ÇELİKDEMİR	Sağlık mensubu olmayan üye	75. Yıl Özel İlköğretim Okulu Müdür Yrd.	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	

8.2. Etik Kurul Raporu-2

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Konu: Karar hk. - *YK*

16.05.2011

Prof.Dr.Cem Şeref BEDLİZ
Y.L.Öğr.Leman KIRICI
Fizyoloji A.D

Kurulumuz tarafından 12.05.2011 tarih ve 10-İOÇ protokol numaralı 2011/16-11 karar numarası ile görüşülen "Egzersizde Enerji Tüketiminin beş sensörlü kol bandı cihazı ile ölçülmesinin geçerliliğinin sınanması" konulu araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Banu
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL
Başkan

Ek: Etik Kurul Kararı

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Yerleşkesi İnciraltı 35340 İZMİR-TÜRKİYE
Tel:0 232 4122254 - 0 232 4122258 Faks: 0232 4122243 Elektronik posta:etikkurul@deu.edu.tr

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat Inciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BASVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	10-İOÇ	
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/>	AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Egzersizde Enerji Tüketiminin dört sensörlü kol bandı cihazı ile ölçülmesinin geçerliliğinin sınanması	
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	-	
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr.Cem Şeref BEDİZ Y.L.Öğr.Leman KIRICI Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji A.D	
	DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ	-	
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ	-	
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut	-	Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input checked="" type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	-	-	Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2011/16-11	Tarih:12.05.2011
	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Komisyonu'nun 12.05.2010 tarih 2010/01-10 sayılı ile onayladığı Prof.Dr.Cem Şeref Bediz'in sorumlusu, Y.L.Öğr.Leman Kırıcı'nın proje yürütücüsü olduğu "Egzersizde Enerji Tüketiminin beş sensörlü kol bantı cihazı ile ölçülmesinin geçerliliğinin sınanması" isimli klinik araştırmanın adı "Egzersizde Enerji Tüketiminin dört sensörlü kol bantı cihazı ile ölçülmesinin geçerliliğinin sınanması" olarak değiştirilmesi ile ilgili araştırmacı dilekçesi incelenerek bilgi edinilmiş ve uygun görülmüştür.	
ETİK KURUL BİLGİLERİ		
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Etik Kurullar Yönetmeliği , İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu	
ETİK KURUL ÜYELERİ		

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile ilişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL (Başkan)	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Ph.D.Besti ÜSTÜN (Başkan Yardımcısı)	Ph.D.Yüksek Hemşire	DEU Hemşirelik Yüksekokulu	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Osman AÇIKGÖZ	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Mehtap MALKOÇ	Ph.D.Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Ph.D.Zuhal BAHAR	Ph.D. Yüksek Hemşire, Halk Sağlığında doktora	DEU Hemşirelik Yüksekokulu	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Ömer Selahattin TOPALAK	İç Hastalıkları (Gastroenteroloji)	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediyatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Prof.Dr.Hüseyin BASKIN	Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Servet AKAR	İç Hastalıkları (Romatoloji)	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Mukaddes GÜNELİ	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÜTÜK	Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Doç.Dr.İşıl TEKMEK	Histoloji ve Embriyoloji	DEU Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.PhD.Meltem Kutlu GÜRSEL	Hukuk	D.E.Ü Hukuk Fakültesi İdare Hukuku Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
İhsan ÇELİKDEMİR	Sağlık mensubu olmayan üye	75. Yıl Özel İlköğretim Okulu Müdür Yrd.	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	

8.3. Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ FORMU

Ad:	Leman
Soyad:	KIRICI
Doğum Yeri:	Malatya/Yeşilyurt
Doğum Tarihi:	15.11.1981
Görev Yeri:	Behçet Uz anadolu Lisesi / Karşıyaka İZMİR
Yabancı Dil:	İngilizce
E-Posta Adresi	leman_kirici2@hotmail.com

Tarih	Eğitim
1997-2001	İnönü Üniv. Eğitim Fak. Beden Eğitimi ve spor Öğretmenliği
2005-	DEÜ Fizyoloji ABD Spor Fizyolojisi Yüksek Lisans Öğrencisi
Varsa, İyi Klinik Uygulamalar Kapsamında Aldığı Eğitimler.	
Akademik Ünvanları	
İş Tecrübesi	
2001-	MEB Beden Eğitimi Öğretmeni
Varsa, Araştırmacı Olarak Katıldığı Klinik Araştırmalar	

Özgeçmiş Sahibinin Adı ve Soyadı: Leman KIRICI

Tarih:06/07/2011

İmza:

8.4. Gönüllü Onam Formu

Gönüllü Bilgilendirme ve Çalışmaya Katılmak İçin Olur Formu

1-Bu araştırmanın amacı, “Egzersizde Enerji Tüketiminin Çok Sensörlü Kol Bandı Cihazı (SWA) ile Ölçülmesinin Geçerliliğinin Sınanması” dır.

2-Çalışmaya yaklaşık 10 bayan 10 erkek gönüllü katılacaktır. Sporcular belirlenen saha ve laboratuvar testlerini uygulayacaklardır. Katılımcıların önce tıbbi geçmişleri sorgulanacak ve fiziksel incelemeleri yapılacaktır. Fiziksel aktivite seviyelerini belirlemek için ön anket uygulanacaktır (FAADA). Bütün çalışma boyunca katılımcılar ağır fiziksel aktivite ve metabolik ölçümleri etkileyecek ilaç ve kafein gibi maddelerden uzak duracaklardır.

Testler:

Test protokolü 4 bölümden oluşacaktır. Her bölümden sonra en az 2 gün ara verilecektir.

1.Gün: Gönüllüler laboratuvarda bilgilendirilecek, laboratuvar ve işleyiş tanıtılacaktır. Antropometrik ölçümler ve dinlenme metabolik hız ölçümü (RMR) yapılacaktır. Boy, vücut ağırlığı, beden kütle indeksi (BKİ), vücut yağ oranı ve yağsız vücut ağırlığı (VYO, YVA), deri kıvrım kalınlıkları deney öncesi genel muayene içinde ölçülecektir.

-Antropometrik ölçümler:

Vücut ağırlığı, boy ölçülecek ve beden kütle indeksi (BKİ) kg/m^2 formülü kullanılarak hesaplanacaktır. Deri kıvrım kalınlıkları, biceps, triceps, subskapular, suprailak, kalf ve uyluğun orta noktasından ölçülecektir. Çevre ölçümleri kol, bel, kalça, kalf ve uyluğun orta noktasından yapılacaktır. Her ölçüm 3 kez yapılacak ve ortalaması alınacaktır.

-RMR ölçümü; 12 saatlik açlık ve 6-8 saat uykudan sonra katılımcıların laboratuvara geldikleri sabah 9-11:00 saatleri arasında ölçüm yapılacaktır. Denekler testten önceki 24 saat içinde alkol tüketmeyecekler, fiziksel aktivite düzeylerini azaltacak ve test sabahı aktivitelerini en az düzeyde tutacaklardır. Ölçümden önce katılımcılar 30 dk dinlendirilecek bu arada antropometrik ölçümler yapılacaktır. RMR ölçümü başlamadan 10 dk önce, denekler oturur pozisyonda iken SWA (sağ üst kollarına triceps kasının üzerine) yerleştirilecektir. Yerleştirme işlemleri İndirekt Kalorimetre için de tekrarlanacaktır. Oda sıcaklığı 22°C’de tutulacak ve ölçüm yaklaşık 30 dk sürecektir. Denekler sırt üstü pozisyonda yatarken ölçüm boyunca konuşmayacaklar, uyumayacaklar ve hareket etmeyeceklerdir. İlk 10 dk alışma dönemi olarak kabul edilecek ve REE ölçümü için 12 dk’lık kararlı durum (steady state) gözlemlendiğinde ölçüm sonlandırılacaktır. Bu süre içinde IC ile toplanan gaz örnekleri analiz edilerek REE hesaplanacaktır. SWA ile REE ise kendine özel yazılımı ve kişiye özel algoritmeler kullanılarak hesaplanacaktır.

2.Gün: Koşu bandında aerobik kapasite (MaxVO₂) ölçümü yapılacaktır.

-Max VO₂ ölçümü:

Bu test koşu bandında (Cosmed T150) Bruce protokolüne göre düşük seviyelerde başlayıp tükenene kadar her 3 dk'da bir hız arttırılarak yapılacaktır. Önceden içeriği bilinen gazlarla kalibre edilmiş gaz analizörleri sistemi kullanılacaktır (Oxycon). Test sırasında solunum havasından VO₂ ölçülecek ve VO₂max belirlenecektir. Polar kalp hızı monitörü ile kalp hızları kaydedilecektir.

Ölçüm esnasında aşağıdaki kriterlerden en az ikisinin gerçekleşmesi tükenme olarak kabul edilecek ve ölçüm sonlandırılacaktır.

a)RER değerinin 1.15'in üstüne çıkması, b) Egzersizin son aşamasında VO₂'nin plato yapması, c) Kalp atım sayısının Maksimal kalp atım sayısının ± 10 olması.

3.Gün:

- Koşu bandı testi:

Koşu bandı(Cosmed T150)'nda RMR değerlerinin katları olacak şekilde (3,6 ve 9 katı) 3 hızda 10'ar dk toplam 30 dk koşulacaktır. Metabolik ölçüm (oxycon) ve fiziksel aktivite ölçümü (armband) yapılacak ve kalp hızı monitörü ile kalp hızları izlenecektir.

4.Gün:

-Saha Testi:

Sahada kalp hızına göre belirlenmiş 3 hızda 10'ar dakika toplam 30 dk süre ile koşturulacaktır. Bu testte hem Armband ile fiziksel aktivite düzeyi, hem de taşınabilir analizör (oxycon) ile Metabolik ölçüm (oksijen tüketimi) ölçülecektir. Kalp hızı monitörü ile kalp hızları izlenecektir.

3-Araştırmaya katılmak kişinin kendi isteğine bağlıdır. Bu çalışma katılımcıya tıbbi yönden yarar sağlamayacaktır. İstediginde neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürdür.

4-Bu araştırmada gönüllüler hakkında elde edilecek tıbbi veriler ve bulgular gönüllülerin aleyhinde kullanılamaz; kimlikleri açıkça belirtilerek yayınlanamaz.

5-Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Spor Fizyolojisi Laboratuvarında, Etik Kurul izni ile yapılacaktır.

6-Araştırma ile ilgili tüm sorunlarda sorumlu kişi proje yürütücüsü Leman KIRICI' dır. İletişim numarası 0 505 948 84 17'dir.

7-Bu araştırmanın hiçbir aşamasında gönüllülere veya onların bağlı oldukları sağlık kurumlarına parasal yük getirilmeyecektir.

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken ve 7 maddeden oluşan bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

	Ad Soyad	Adres	Telefon	Tarih	İmza
Gönüllünün					
Araştırmacının					
Olur alma işlemine sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin					