

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

**MENSTRUAL DÖNGÜNÜN KOŞU EKONOMİSİNE  
ETKİSİ: KALORİK DEĞERLENDİRME**

**BİRCAN AKDOĞAN**

**SPOR BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA,2014**



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

**MENSTRUAL DÖNGÜNÜN KOŞU EKONOMİSİNE ETKİSİ:  
KALORİK DEĞERLENDİRME**

**BİRCAN AKDOĞAN**

**TEZ DANIŞMANI  
DOÇ. DR. TAHİR HAZİR**

**SPOR BİLİMLERİ VE TEKNOLJİSİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA,2014**

Anabilim Dalı : SPOR BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ  
Program : SPOR BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ  
Tez Başlığı : MENSTRUAL DÖNGÜNÜN KOŞU EKONOMİSİNE  
ETKİSİ: KALORİK DEĞERLENDİRME  
Öğrenci Adı- Soyadı : BİRCAN AKDOĞAN  
Savunma Sınavı Tarihi : 24.07.2014

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/~~doktora tezi~~ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. AYŞE KİN İŞLER  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
Tez danışmanı: Doç. Dr. TAHİR HAZİR  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
Üye: Yrd. Doç. Dr. HAYRİYE Ç. ATABEK  
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ  
Üye: Yrd. Doç. Dr. HÜSREV TURNAGÖL  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
Üye: Yrd. Doç. Dr. ALPAN CİNEMRE  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Ersin FADILLIOĞLU

Müdür 4.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezim için yaptığım araştırma boyunca üniversitemiz laboratuvarlarını kullanmamızı sağlayan H.Ü. Spor Bilimleri Fakültesi Dekanı, değerli hocamız Sayın Prof. Dr. Haydar Ali DEMİREL'e, yüksek lisans dönemim boyunca bana verdiği eğitim ve katkılardan dolayı hocam Sayın Prof. Dr. Caner AÇIKADA'ya ve araştırmam boyunca daima yanımda olan hiçbir konuda yardımını esirgemeyen ve tüm eğitim hayatım boyunca hem akademik hem de hayat felsefesi olarak bana kattığı tüm güzel deneyimlerden dolayı tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Tahir HAZIR hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Lisans ve yüksek lisans eğitim hayatım boyunca Hacettepe Üniversitesi'nin bünyesinde bulunmak, değerli hocalarımdan ders almış olmak ve tecrübelerinden yararlanmak benim için mükemmel bir deneyim oldu. Hacettepe Üniversitesi kadrosun da bulunan tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Geçirdiğim iki senelik yüksek lisans dönemi ardından, benim için zor bir süreç olan tez dönemimde bana katlanan ve elinden geldiğince yardımcı olan aileme, sevdiklerime...

## ÖZET

**Akdoğan B., Menstrual Döngünün Koşu Ekonomisine Etkisi: Kalorik Değerlendirme. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Program Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2014.** Bu çalışmanın amacı menstrual döngünün koşu ekonomisine (KE) etkisini incelemektir. Düzenli menstrual döngüye sahip (menstruasyon gün sayısı:  $29.8 \pm 0.98$ ) sağlıklı 11 kadın sporcuda (9'u atletizm, 1'i voleybol, 1'si hentbol) (yaş:  $21.18 \pm 3.65$  yıl, boy:  $170.2 \pm 6.6$  cm,  $VO_{2maks}$ :  $49.25 \pm 9.15$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>) menstrual döngünün midfoliküler (MF) (7 - 9.gün) ve luteal (LF) (21- 23. gün) fazlarında antropometrik değişkenler (Vücut ağırlığı, 7 bölge deri kıvrımı toplamı, vücut yağ yüzdesi, yağsız vücut kitlesi), dinlenik  $VO_2$ , laktik asit (LA), kalp atım hızı (KAH), dakika ventilasyonu( $V_E$ ), solunum değişim oranı (SDO) ve koşu bandında 3.5 mmol sabit laktat eşliğine karşılık gelen koşu hızının % 75, % 85 ve % 95'inde KE belirlenmiştir. MF ve LF hormonla teyit edilmiştir (Progesteron MF =  $1.79 \pm 1.09$  nmol.L<sup>-1</sup>, LF =  $37.78 \pm 15.08$  nmol.L<sup>-1</sup>;  $p < 0.05$ , Estradiol MF =  $292.68 \pm 188.09$  pmol.L<sup>-1</sup>, LF =  $589.70 \pm 262.25$  pmol. L<sup>-1</sup>;  $p < 0.05$ ). Her iki fazda KE, ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>, ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> ve  $VO_2$ 'nin kalorik değerinden kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> olarak değerlendirilmiştir.  $VO_2$ 'nin kalorik değeri Weir'in formülünden hesaplanmıştır. Menstrual döngünün farklı fazlarında antropometrik ve dinlenik metabolik ölçümlerde anlamlı bir değişim saptanmamıştır ( $p > 0.05$ ). KE'enasında ölçülen SDO değerleri fazlar arasında benzerdir ( $p > 0.05$ ). Her üç birimde (ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>, ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> ve kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup>) LF'da ölçülen KE, MF'dan daha iyidir ( $p < 0.05$ ). ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak değerlendirilen KE, laktat eşliğinin % 75, 85 ve 95'ine karşılık gelen tempolarda önemli derecede farklıdır ( $p < 0.05$ ). Buna karşılık KE, ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> ve kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> birimlerinde değerlendirildiğinde koşu tempolarından bağımsız ve sabit bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Giderek artan tempolarda ölçülen KE esnasında kayıt edilen KAH, LA ve SDO değerlerindeki artışlarda önemlidir ( $p < 0.05$ ). Bu çalışmanın bulguları menstrual döngünün antropometrik değişkenler ve dinlenik metabolik hız üzerine anlamlı etkisi olmadığını, LF'da ölçülen KE'nin MF'dan daha iyi ve KE, ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> ve kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> biriminden değerlendirildiğinde koşu hızından bağımsız ve sabit olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Menstrual döngü, koşu ekonomisi, kalorik harcama

## ABSTRACT

**Akdoğan B., Effects of menstrual cycle on running economy : caloric evaluation. Hacettepe University . Institute of Health Science, Sports Science and Technology Program, Master Thesis, Ankara, 2014.** The purpose of this study was to investigate effect of menstrual cycle on running economy(RE). Eleven healthy female athletes (age:  $21.18 \pm 3.65$  year, height:  $170.2 \pm 6.6$  cm,  $VO_{2max}$ :  $49.25 \pm 9.15$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>, menstrual cycle:  $29.8 \pm 0.98$ ) with a regular menstrual cycle were tested anthropometric variables (Body mass, 7 sum of skinfold, body fat percentage, lean body mass), resting  $VO_2$ , lactate (LA), heart rate (HR), minute ventilation ( $V_E$ ), respiratory Exchange ratio (RER) and RE was determined at %75 %85 and % 95 of speed at 3.5mmol lactate threshold on running treadmill at midfoliküler(MF) (7-9.days) and luteal phase(LF) (21-23.days) of their menstrual cycle. MF and LF were confirmed by hormonal analyzes (Progesterone MF =  $1.79 \pm 1.09$  nmol.L<sup>-1</sup>, LF =  $37.78 \pm 15.08$  nmol.L<sup>-1</sup>;  $p < 0.05$ , Estradiol MF =  $292.68 \pm 188.09$  pmol.L<sup>-1</sup>, LF =  $589.70 \pm 262.25$  pmol. L<sup>-1</sup>;  $p < 0.05$ ). RE was evaluated ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> and kcal. kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> from caloric unit cost of  $VO_2$ . Weir's formula was used to calculate caloric cost of  $VO_2$ . There was no significant differences between anthropometric and resting metabolic measurements during different phase of menstrual cycle ( $p > 0.05$ ). RER values were similar measuring during RE between phases ( $p > 0.05$ ). In all three units (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> and kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup>) RE that was measured at LF was better than MF ( $p < 0.05$ ). RE that was evaluated with ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> was significantly different at %75, %85 and %95 of speed at lactate threshold. In contrast, when assessed with ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> and kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup>, RE was found stable and independent from speeds ( $p > 0.05$ ). Increases were important in HR, LA and RER which were recorded during RE at incremental speed ( $p < 0.05$ ). The findings of this study the menstrual cycle has no effect of anthropometric variables and resting metabolic rate. RE that was measured at LF was better than MF and RE was stable and independent from running speed when evaluated with ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> and kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup>.

Keywords: Menstrual cycle , Running Economy , Caloric Evaluation

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
TABLolar.....	xii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	2
1.2. Problemler.....	2
1.3. Alt Problemler.....	2
1.4. Denenceler.....	2
1.5. Araştırmanın Önemi.....	3
BÖLÜM II.....	5
GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Dayanıklılık Fizyolojisi.....	5
2.1.1. Maksimal Oksijen Tüketimi (VO <sub>2</sub> maks).....	5
2.1.2. Maksimal oksijen tüketimi sınırlayan faktörler.....	6
2.1.3. Solunum sistemi.....	6
2.1.4. Maksimal kalp debisi.....	7
2.1.5. Oksijen Taşıma Kapasitesi.....	8
2.2. İskelet Kası Sınırlamaları.....	8
2.2.1. Periferel Difüzyon Geçişleri.....	8
2.2.2. Mitokondriyal Enzim Seviyeleri.....	9
2.2.3. Kapillar Yoğunluk.....	9



2.3. Dayanıklılık Performansını Belirleyen Faktörler.....	10
2.3.1. Dayanıklılık Performansında Maksimum Oksijen Tüketiminin Önemi.....	11
2.3.2. Laktat Eşiği ve Dayanıklılık Performansı.....	11
2.3.3. Koşu Ekonomisi.....	12
2.4. Menstrual Döngü.....	22
2.4.1. Menstrual Döngü ve Yakıt Metabolizması.....	25
2.5. Menstrual Döngü ve Performans.....	26
2.5.1. Menstrual Döngü ve Kuvvet.....	26
2.5.2. Menstrual Döngü ve Anaerobik Kapasite.....	27
2.5.3. Menstrual Döngü ve Aerobik Kapasite.....	27
BÖLÜM III.....	29
YÖNTEM.....	29
3.1. Araştırma Grubu.....	29
3.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI.....	29
3.2.1. Antropometri.....	29
3.2.2. Kalp atım hızı (KAH).....	29
3.2.3. Oksijen Tüketimi (VO <sub>2</sub> ).....	29
3.2.4. Laktik asit analizi (LA).....	30
3.2.5. Maksimal oksijen tüketimi (VO <sub>2</sub> maks), Anaerobik eşik (AnE) ve koşu ekonomisi(KE).....	31
3.2.6. Hormon Analizi.....	31
3.3. Verilerin Toplanması.....	31
3.3.1. Antropometrik ölçümler.....	32
3.3.2. VO <sub>2</sub> maks ve AnE'nin belirlenmesi.....	32
3.3.3. Dinlenik metabolik Hız (DMH).....	34

3.3.4. Koşu ekonomisi.....	34
3.3.5. Hormon Analizi.....	36
3.4. Verilerin Analizi.....	36
BÖLÜM IV.....	37
BULGULAR.....	37
BÖLÜM V.....	45
TARTIŞMA.....	45
BÖLÜM VI.....	50
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR.....	52
EKLER	
EK-1 ETİK KURUL VE SENATO İZİNLERİ	
EK-2 KATILIMCI BİLGİ FORMU	
EK-3 ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU	
ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇOCUK RIZA FORMU	
EK-4 KATILIMCILARA VERİLEN İKİ FARKLI KAHVALTI İÇERİĞİ	
EK-5 SPORCU TAKİP FORMU	

## SİMGELER VE KISALTMALAR

KE	Koşu Ekonomisi
VO <sub>2</sub> maks	Maksimal Oksijen Tüketimi
SDO	Solunum Değişim Oranı
AnE	Anaerobik Eşik
LE	Laktat Eşiği
ETK	Etki Tepki Kuvveti
MF	Midfoliküler Faz
LF	Luteal Faz
VO <sub>2</sub>	Oksijen Tüketimi
vVO <sub>2</sub> maks	VO <sub>2</sub> maks Koşu Hızı
% VO <sub>2</sub> maks	Maksimum Oksijen Tüketimi Yüzdeleri
VYY	Vücut Yağ Yüzdesi
YVK	Yağsız Vücut Kütlesi
SaO <sub>2</sub>	arteriyel oksijen doygunluğu
a- $\bar{O}_2$	arteriyer venöz oksijen farkı

## ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Uzun mesafe performansının fizyolojik bileşenleri

Şekil 1.2.3.3. Koşu Ekonomisini Etkileyen Faktörler

Şekil 3.3.1. Araştırma Yöntemi Dizaynı

Şekil 4.1. MF ve LF’de Farklı Koşu Tempolarında SDO Değişimi

Şekil 4.2. Menstrual döngü esnasında MF ve LF’de farklı tempolarda koşu ekonomisine ait  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  olarak ölçülen  $\text{VO}_2$ ’nin değişimi

Şekil 4.3.  $\text{kcal. kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  Olarak Değerlendirildiğinde Menstrual Döngü Esnasında MF Ve LF’de Farklı Tempolarda Koşu Ekonomisindeki Değişimi

Şekil 4.4.  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  Olarak Değerlendirildiğinde Menstrual Döngü Esnasında MF Ve LF’de Farklı Tempolarda Koşu Ekonomisindeki Değişimi

Şekil 4.5.. MF ve LF’de Ölçülen KAH Değerleri

Şekil 4.6. Menstrual Döngünün MF Ve LF Dönemlerinde Farklı Hızlarda LA Konsantrasyon Değişimi

## TABLOLAR

Tablo 2.4. Menstrual döngüden etkilendiği düşünölen metabolik, fizyolojik, psikolojik bileşenler.

Tablo 4.1. Menstrual Döngünün Farklı Fazlarında Fiziksel Özelliklerde ve Vücut Kompozisyonundaki Değişimler

Tablo 4.2. Menstrual Döngünün Farklı Fazlarında Dinlenik Durumda Metabolik ve Fizyolojik Değişimler

Tablo 4.3. Menstrual Döngünün Farklı Fazlarında Üç Farklı Koşu Temposunda Ölçölen Koşu Ekonomisi Ve Fizyolojik Değişkenler

## **BÖLÜM I**

### **MENSTRUAL DÖNGÜNÜN KOŞU EKONOMİSİNE ETKİSİ: KALORİK DEĞERLENDİRME**

#### **GİRİŞ**

Başarılı bir mesafe koşusu özellikle de uzun mesafe koşusu maksimal oksijen tüketimi ( $VO_{2maks}$ ), laktat eşliğinde kullanılan oksijen miktarı ve koşu ekonomisi(KE) gibi birçok fizyolojik faktörün etkileşimine bağlıdır (8). KE belirli bir submaksimal koşu temposunda enerji harcaması olarak tanımlanmakta ve tüketilen oksijen miktarı olarak değerlendirilmektedir (139). Aynı koşu temposunda iyi KE'ye sahip atletlerin zayıf koşu ekonomisine sahip atletlerden daha az oksijen tükettikleri saptanmıştır (139). Birçok çalışmada elit veya elit olmayan sporcularda koşu ekonomisini değerlendirmek için absolut koşu hızında relatif oksijen tüketimi ( $ml. kg^{-1}. dk^{-1}$ ) değeri kullanılmıştır (57). Bununla beraber bazı çalışmalarda, verili bir koşu hızındaki relatif oksijen tüketiminden çok, kat edilen mesafe başına oksijen tüketiminin ( $ml. kg^{-1}. km^{-1}$ ) farklı gruplarda KE'nin daha iyi değerlendiren bir parametre olduğu saptanmıştır (88). Verili bir absolut koşu hızının oluşturduğu fizyolojik zorlanma atletten atlete değişkenlik gösterir ve kullanılan yakıt tipinden etkilenir (142). Kullanılan oksijenin her litresinden sağlanan enerji egzersizde kullanılan yakıt tipine bağlı olarak değişmektedir (152). Solunum değişim oranı (SDO) egzersizde hangi yakıtın baskın olarak kullanıldığını belirlemede kullanılabilir ve verili bir tempoda tüketilen oksijenden sağlanan enerji hesaplanabilir. Kadınlarda midfoliküler fazla karşılaştırıldığında luteal fazda yapılan egzersizlerde daha az kas glikojeni daha fazla yağ asiti kullanıldığı ve SDO'nun daha düşük olduğu belirlenmiştir (161). Bu bulgular yakıt kullanımındaki değişim nedeniyle tüketilen oksijenin kalorik değerinin de değiştiğini gösterir. Bütün bunlara bağlı olarak koşu ekonomisinin menstrual döngünün farklı hormon seviyelerinde önemli ölçüde etkilendiği (61) ve luteal fazda yapılan egzersizde (% 80  $VO_{2maks}$ ) koşu ekonomisinin düşük ( $VO_2$  yüksek) olduğu saptanmıştır (159). Ancak KE geleneksel olarak  $ml.kg^{-1}. dk^{-1}$  cinsinden değerlendirilmiş, hormonal dalgalanmaya bağlı olarak yakıt kullanımındaki değişimden kaynaklanan oksijenin kalorik değerinde ortaya çıkan değişimler dikkate alınmamıştır. Yapılan bu çalışmanın

bulguları, kadın sporcularda geleneksel değerlendirme yöntemlerinin ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  ve  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$ ) yanında KE'nin menstrual döngüde hormonal dalgalanma esnasında egzersizde kullanılan yakıt tipindeki değişime bağlı olarak değerlendirilmesine ve eğer KE'de bir değişim varsa bunun daha hassas bir şekilde belirlenmesine olanak sağlayacaktır.

### **1.1. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı menstrual döngü esnasında hormonal dalgalanmaya bağlı olarak egzersiz metabolizmasının ve koşu ekonomisinin nasıl değiştiğini tüketilen oksijenin kalorik eşdeğeri üzerinden belirlemektir.

### **1.2. Problemler**

- 1- Menstrual döngünün farklı fazlarında yapılan egzersiz esnasında substrat kullanımı (solunum değişim oranı) değişmekte midir?
- 2- Menstrual döngünün farklı fazlarında koşu ekonomisi değişmekte midir?

### **1.3. Alt Problemler**

- 1- Menstrual döngünün midfoliküler ve luteal fazında yapılan egzersizler esnasında substrat kullanımı (solunum değişim oranı) değişmekte midir?
- 2- Menstrual döngü esnasında koşu ekonomisi  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  olarak ölçüldüğünde midfoliküler ve luteal fazda değişmekte midir?
- 3- Menstrual döngü esnasında koşu ekonomisi  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  olarak ölçüldüğünde midfoliküler ve luteal fazda değişmekte midir?
- 4- Menstrual döngü esnasında koşu ekonomisi  $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  olarak ölçüldüğünde midfoliküler ve luteal fazda değişmekte midir?

### **1.4. Denenceler**

- 1- Menstrual döngü esnasında hormonal dalgalanmaya bağlı olarak substrat kullanımı değişecektir.

- 2- Menstrual döngü esnasında koşu ekonomisi  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  olarak değerlendirildiğinde mid foliküler ve luteal fazda değişecektir.
- 3- Menstrual döngü esnasında koşu ekonomisi  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  olarak değerlendirildiğinde midfoliküler ve luteal fazda değişecektir.
- 4- Menstrual döngü esnasında koşu ekonomisi  $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  olarak değerlendirildiğinde midfoliküler ve luteal fazda değişecektir.

### 1.5. Araştırmanın Önemi

KE, uzun mesafe dayanıklılık sporlarında benzer  $\text{VO}_{2\text{maks}}$  kapasitesine sahip sporcular arasında performansı belirleyen önemli bir faktördür. KE klasik olarak verili bir tempoda tüketilen oksijen miktarı üzerinden değerlendirilmektedir. Bununla beraber tüketilen oksijenin kalorik değeri egzersizde kullanılan yakıtla bağlı olarak değişmektedir. Egzersizde kullanılan yakıt SDO'dan ( $\text{VCO}_2/\text{VO}_2$ ) belirlenmektedir. Menstrual döngü esnasında hormonal dalgalanma (Östrogen/Progesteron kombinasyonu) SDO'da dolayısıyla egzersizde kullanılan yakıtta değişime neden olmaktadır. KE'nin klasik değerlendirmesi bazı durumlarda KE'de meydana gelen değişimleri tam olarak yansıtmamakta ve değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır. Buna karşılık egzersiz esnasında kullanılan yakıtta meydana gelen değişimi de dikkate alarak KE'nin değerlendirilmesini sağlayan kalorik hesaplama daha hassas sonuçlar vermektedir. Örneğin KE'nin koşu temposundaki değişime bağlı olarak değişip değişmediğini sorgulayan bir çalışmada, farklı koşu tempolarındaki oksijen tüketimi (KE)  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  biriminden değerlendirildiğinde benzer bulunurken, kalorik hesaplama yapılarak  $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  biriminden değerlendirildiğinde KE'nin koşu temposundaki değişime (yakıt kullanımındaki değişime) bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. Genel olarak kadın sporcularda KE'nin menstrual döngüye bağlı olarak nasıl değiştiği çok az incelenmiştir. Bu konuda yapılan az sayıdaki çalışmada da KE'nin menstrual dalgalanmadan bağımsız olduğu ve önemli ölçüde değişmediğine dair bulgular vardır. Ancak bu çalışmalarda KE oksijen tüketimi üzerinden değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonunda kadın sporcularda menstrual döngüye bağlı olarak KE'deki değişim yeni bir yaklaşım olan kalorik hesaplama ile değerlendirilecektir. Böylece hormonal dalgalanmaya bağlı olarak enerji harcamasındaki olası değişim daha hassas olarak belirlenebilecektir. Bu durum



örneğin antrenman etkisi ile koşu ekonomisinde meydana gelen değişimlerin daha hassas değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır. Çünkü antrenmanlarda menstrual döngüye benzer olarak egzersiz metabolizmasında (yakıt kullanımında) önemli değişime neden olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kadın sporcular üzerinde yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışma ayrıca kadın sporcu fizyolojisi ile ilgili olarak literatüre katkı da sağlayacaktır.

## BÖLÜM II

### GENEL BİLGİLER

#### 2.1. Dayanıklılık Fizyolojisi

Dayanıklılık, Harre (69) tarafından yapılan tanımlamada sporcunun oluşan yorgunluğa karşı direnme yeteneği veya kapasitesi olarak literatüre geçmiştir. Bir başka tanımlama da ise dayanıklılık, yapılan egzersizi aynı şiddette uzun süre sürdürebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (92). Dayanıklılık türleri aerobik ve anaerobik dayanıklılık olmak üzere farklılaşmaktadır. Bunun yanı sıra dayanıklılık fizyolojik temelleri açısından ele alındığında aerobik dayanıklılık performansı,  $VO_{2maks}$  kapasitesi, maksimal oksijen kullanım kapasitesi ( $\%VO_{2maks}$ ), anaerobik eşik (AnE) ve KE gibi faktörlerden etkilenmektedir (123). Yapılan egzersizin türü ve süresi değişikçe ihtiyaç duyulan enerji kaynağı da değişmektedir (9). Düşük egzersiz şiddetlerinde enerji, aerobik sistemden sağlanır ve serbest yağ asitleri egzersiz için temel yakıttır (26).

##### 2.1.1. Maksimal Oksijen Tüketimi ( $VO_{2maks}$ )

$VO_{2maks}$ , ilk kez 1920'lerde Hill ve diğ. (79,80) ve Herbst (75) tarafından şiddetli bir egzersiz esnasında vücut tarafından alınan ve kullanılan en yüksek  $O_2$  miktarı olarak tanımlanmıştır. Bir başka ifadeyle  $VO_{2maks}$ , dolaşım sisteminin oksijeni taşıyabilme kapasitesi ve egzersiz esnasında çalışan kasın maksimal oksijen kullanımı(enerjinin aerobik yolla uzun süreli üretilebilmesi) olarak da tanımlanmaktadır (7).

$VO_{2maks}$ , egzersiz fizyolojisi alanında ana değişkenlerden birisidir ve genellikle bireysel olarak kardiyovasküler sistemin fizyolojik sınırlarının göstergesi olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda bilimsel literatürde  $VO_{2maks}$ 'daki değişim, antrenman etkisini gösteren en yaygın fizyolojik parametredir.

Hill ve Lupton'un (79)  $VO_{2maks}$  tanımı, oksijen tüketiminin bir üst limiti olduğunu, bireyler arası farklılıklar gösterdiğini, yüksek  $VO_{2maks}$  seviyesinin iyi bir orta-uzun mesafe performansı için ön koşul olduğunu ve oksijeni kaslara taşıyan dolaşım-solunum sistemi tarafından sınırlandırıldığını göstermektedir (8). Hill ve Lupton'un (79) yaptığı çalışmalar,  $VO_{2maks}$  değerinin koşu hızı artmaya devam etse de ulaşabildiği en yüksek değerde kaldığı ve ötesine geçemediğini göstermiştir.

Günümüzde de dünya genelinde vücudun oksijen tüketme kapasitesi olarak bir üst limitin var olduğu kabul edilmiştir (8). Şiddeti giderek artan test protokollerinde katılımcıların yaklaşık %50'sinde  $VO_2$  değerlerinde plato saptanmamaktadır (86).  $VO_2$ 'de platoya ulaşılmaması deneğin  $VO_{2maks}$ 'ına ulaşamadığı anlamına gelmemektedir (51). Dereceli olarak artan egzersiz protokollerinde denek  $VO_{2maks}$  değerine ulaşmadan önce yorgunluk ortaya çıkabilir (130). Bu nedenle  $VO_2$  değerinde plato tek başına  $VO_{2maks}$ 'a ulaşma kriteri olarak kullanılmamaktadır. İkincil kriter olarak tanımlanan yumuşatılmış plato kriterleri  $VO_{2maks}$ 'ın belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu kriterler; son iki iş yükünde ölçülen  $VO_2$  değerleri arasında  $150 \text{ ml} \cdot \text{dk}^{-1}$ 'den az fark olması, SDO'nun 1.15'in üzerine çıkması, kan laktik asit değerlerinin  $8-9 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 'ü aşması, kalp atım hızının(KAH) teorik maksimum KAH'ın %90'ını aşmasıdır (88).

### 2.1.2. Maksimal oksijen tüketimi sınırlayan faktörler

Oksijenin atmosferden mitokondri içerisine alınana kadar geçen süreç içerisinde potansiyel engel oluşturan birçok aşama vardır. Bunlar; pulmoner difüzyon kapasitesi, maksimal kalp debisi, kanın oksijen taşıma kapasitesi ve iskelet kası fibril tipidir (65). Yukarıda sayılan ilk üç faktör merkezi faktörler sonuncusu periferik faktörler olarak adlandırılmaktadır (8).

### 2.1.3. Solunum sistemi

Ortalama deniz seviyesinde bireysel bir egzersiz esnasında akciğerlerde arterial kanın oksijen doygunluğu ( $SaO_2$ ) en üst değerdedir. Maksimal bir egzersiz esnasında bile  $SaO_2$  % 95 civarındadır (130). Araştırmacılar, solunum sisteminin belirli koşullar altında  $VO_{2maks}$ 'ı sınırlayıcı bir etken olabileceğini kabul etmiştir (8). Demsey ve diğ.(47) elit sporcuların maksimal egzersiz esnasında normal bireylere göre daha düşük  $SaO_2$ 'na sahip olduklarını göstermiştir. Antrene bireyler, antrene olmayan bireylere göre çok daha yüksek maksimal kalp debisine ( $40 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ - $25 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ) sahiptir (8). Bu durum kırmızı kan hücrelerinin akciğer kapillerinden geçişini hızlandırmakta ve oksijen bağlama zamanının azalmasına neden olmaktadır (8). İyi antrenmanlı sporcuların oksijen zengin hava ile bu solunumsal sınırlamanın üstesinden geldikleri gösterilmiştir. Antrenmanlı ve antrenmansız bireylerde oda

koşullarında ve % 26 oksijen oranına sahip ortamda  $VO_{2maks}$ 'ları ölçüldüğünde antrenmanlı bireylerde  $VO_{2maks}$  70,1'den oksijen yoğunluğu fazla olan ortamda 74,7  $ml.kg^{-1}.dk^{-1}$  'ya,  $SaO_2$ 'nin % 90,6'dan %95,9'a yükseldiği, bu türden değişimlerin hiçbirinin antrenmansız bireylerde ( $VO_{2maks}$  56,5  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) görülmediği saptanmıştır (8). Bu yöntemle egzersiz kapasitesinin artırılması solunumsal sınırlamaların varlığının bir göstergesidir (128). Solunumsal sınırlamalar yüksek rakımlarda (3,000-5,000 m) antrenman yapan bireylerde de belirgindir (40,43, 55).

#### 2.1.4. Maksimal kalp debisi

Hill ve diğ.(79,80) dayanıklılık sporcularının daha yüksek pompalama kapasiteli kalp yapısına sahip oldukları ve bu nedenle maksimal kalp debisinin  $VO_{2maks}$ 'da bireysel farklılıkları açıklayan birincil faktör olduğunu savunmuştur (79,80). Gerçekten de çok sonraları dayanıklılık fiziolojisinde antrenmanlı bireylerin submaksimal egzersizlerde yüksek atım hacmi nedeniyle daha düşük kalp atım hızına sahip oldukları saptanmıştır (18). Hill ve Lupton (79) kalp debisinin antrenmanlı bireylerde 30 – 40  $L.dk^{-1}$  civarında olabileceğini tahmin etmiştir. Günümüzde sedanter ve aynı yaş grubundaki antrenmanlı erkek ve kadınların  $VO_{2maks}$  değerleri arasındaki farkların, maksimal atım hacmi, maksimal kalp atım hızı ve arteriyo-venöz oksijen farkından( $a-\bar{v} O_2$ ) kaynaklandığı bilinmektedir. Maksimal egzersiz esnasında aktif kaslara iletilen arterial kanın oksijen içeriği yaklaşık olarak 200  $ml.dk^{-1}$ , venöz kanın oksijen içeriği 20 – 30  $L.dk^{-1}$  civarındadır (54). Bunun anlamı ağır bir egzersiz esnasında oksijenin büyük bir bölümü doku tarafından alınmakta ve çok az oksijen venöz kanla dokudan uzaklaştırılmaktadır. Bu nedenle antrenmanla  $VO_{2maks}$ 'ın artışında kan akımı ve kanın oksijen taşıma kapasitesi baskın mekanizmalardır. Araştırmalara göre  $VO_{2maks}$ 'ın %70 - 85 oranında maksimal kalp debisi ile bağlantılı olduğunu tahmin edilmektedir (23). Uzun süreli yapılan çalışmalar,  $VO_{2maks}$ 'da antrenman kaynaklı artışların öncelikli olarak  $a-\bar{v} O_2$ 'dan çok maksimal kalp debisindeki artıştan kaynaklandığını göstermektedir. Saltin ve diğ.(136) sedanter bireylerde 20 gün yataklı istirahati takiben 50 gün antrenman sonrasında  $VO_{2maks}$ 'daki değişimlerin büyük oranda kalp debisindeki değişimden kaynaklandığını göstermişlerdir. Ekblom ve diğ.(52) yaptığı benzer bir çalışmada fiziksel antrenman sonrasında  $VO_{2maks}$ 'da artışla beraber kalp

debinin % 8 (22.4'den 24.2 L.dk<sup>-1</sup>) ve a- $\bar{v}O_2$ ' nin % 3.6 (138'den 143 L.dk<sup>-1</sup>) oranında değiştiğini saptamışlardır.

### 2.1.5. Oksijen Taşıma Kapasitesi

Perifere taşınan oksijen seviyesini artıran bir diğer faktör kanın hemoglobin içeriğidir. Kan dopingi ile ilgili çalışmalar, kanın oksijen taşıma (hemoglobin) kapasitesi artırıldığında  $VO_{2maks}$ 'ın arttığını göstermiştir (8,62). Kan dopingi; kanın alınması, depolanması ve tekrar enjekte edilmesi şeklinde uygulanan bir yöntemdir. 900-1,350 mL arasında kanın tekrar enjekte edildiğinde  $VO_{2maks}$ 'ın % 4-9 arttığı kaydedilmiştir (58,62). Bu çalışmaların sonuçları kanın oksijen taşıma kapasitesi ve  $VO_{2maks}$  arasındaki sebep-sonuç ilişkisini kanıtlamaktadır (8,66).

## 2.2. İskelet Kası Sınırlamaları

### 2.2.1. Periferik Difüzyon Geçişleri

Honig ve diğ. (82) periferik oksijen difüzyonunun kırmızı kas hücrelerinde sınırlandığını gösteren çalışmalar yapmıştır. alışmalarına ve matematiksel modellemelerine göre, oksijen difüzyonunun ilk olarak gerçekleştiği alan kırmızı kan hücrelerinin yüzeyi ve sarkolemma arasında olmaktadır. Bu kısa mesafede oksijen basıncı çok yüksek bir düşüş yaşamaktadır. Honig ve diğ.(82) yaptıkları bu çalışmada sınırlayıcı faktörün oksijenin taşınması değil, oksijenin taşınması ve difüzyon yapılabilmesi için gerekli olan kan oksijen basıncı ile bağlantılı olan düşük hücre içi oksijen basıncı olduğu sonucuna varmışlardır. Deneysel alışma modelleri egzersiz yapan bir insanda görülenden oldukça farklıdır. İzole bir kas da basit bir şekilde kan akışını arttırmanın  $VO_{2maks}$ 'ı arttırmak için yeterli olmadığını kaydetmişlerdir. İzole kasın da kasılmalara maruz kalması gerekir, böylece mitokondri  $O_2$  kullanabilir ( hücre içi  $PO_2$ 'yi aşağı ekme). Periferik difüzyon geçişleri olmadan oksijen alımı ykselmemektedir. Honig ve diğ.(82) yaptıkları çalışmanın sonucunda  $VO_{2maks}$ 'ın, oksijen taşınması ve oksijenin mitokondriyal alımına bağlı olarak değiştiği sonucunu saptamıştır. Fakat bu model maksimal efor gerçekleştirecek bir insanda  $VO_{2maks}$ 'ı sınırlayan belirleyici faktör olarak görülmemektedir.

### 2.2.2. Mitokondriyal Enzim Seviyeleri

Egzersiz fizyologları şiddetli egzersizlerde mitokondriyal enzim seviyelerinin  $VO_{2maks}$ 'ı sınırlayan faktörlerden birisi olup olmadığını araştıran çalışmalar yapmıştır. Mitokondri, aerobik enerji sisteminde ATP üretiminde rol oynayan Krebs döngüsü ve elektron transfer zincirini içerir.

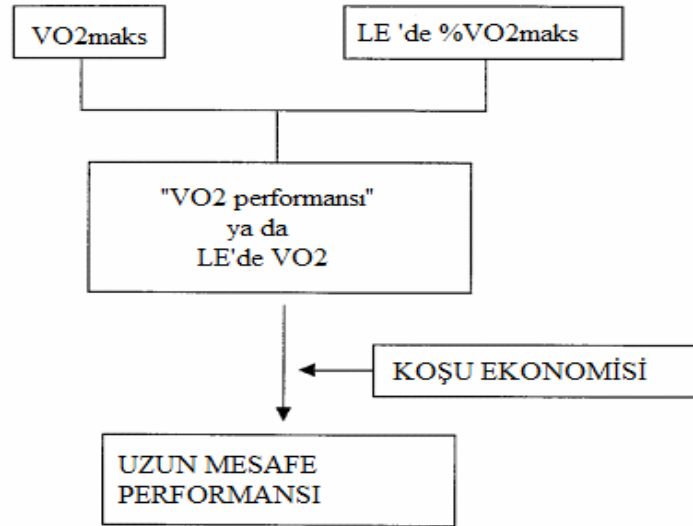
Teoride mitokondri sayısının iki katına çıkması, kaslarda oksijen alımı için kas yüzeyinin de iki katına çıkması anlamına gelmektedir. İnsan çalışmalarında mitokondriyal enzimlerin 2.2 katına çıkmasına rağmen  $VO_{2maks}$ 'da orta düzeyli bir (%20-40) artış meydana gelmektedir (137). Mitokondrinin aerobik yolla enerji üretimindeki bu etkisinden dolayı egzersiz esnasında ölçülen  $VO_{2maks}$ 'ın oksijen taşınma sistemi (kas mitokondrisi tarafından değil) tarafından kısıtlandığı görülmektedir. Mitokondri enzimleri artışının, dayanıklılık egzersizlerine adapte olmuş kasların, kas içi glikojeni ve kan glikozunu koruyarak enerji metabolizmasını daha fazla serbest yağ asitlerine kaydırmak ve egzersiz esnasında daha az laktat üretilmesini sağlamak gibi iki önemli metabolik etkisi mevcuttur. Antrenmanla meydana gelen bu adaptasyonlar dayanıklılık performansındaki artışı açıklamanın en önemli göstergesidir. Mitokondriyal enzimlerin artışının en önemli etkisi  $VO_{2maks}$ 'ın artışı yerine dayanıklılık performansının artışı olarak kaydedilmiştir (8). Diğer yandan mitokondri artışının  $VO_{2maks}$  artışına neden olduğunu gösteren bazı çalışmalarda bulunmaktadır (30,81). Kas mitokondri sayısının artışı  $O_2$ 'nin kandan çalışkan kasa daha fazla oranda geçişine izin verdiği için,  $VO_{2maks}$  da küçük bir artışa katkı sağlayabildiği düşünülmektedir (81).

### 2.2.3. Kapillar Yoğunluk

Andersen ve Henrikson 1977 yıllarında kapillar yoğunluğun antrenmanla arttığını göstermiştir (3). Yapılan farklı çalışmalarda ise vastus lateralis kasında fibril başına düşen kapiller sayısı ile  $VO_{2maks}$  arasında çok güçlü bir bağ olduğu kaydedilmiştir (137). Kapiller yoğunluğun artması kan akışının hızlanmasına değil, oksijenin kandan kasa geçiş zamanını korumasına ya da ortalama geçiş zamanının uzamasına neden olmaktadır (138). a-v  $O_2$  ile oksijen dağıtımı damardan kanın en yüksek hızlı geçişlerinde bile değişebilir. İskelet kaslarının antrenman ile bu şekilde bir adaptasyon oluşturması, akciğerlerde görülenden çok daha fazladır (45).

### 2.3.Dayanıklılık Performansını Belirleyen Faktörler

Egzersiz fizyolojisinin ilk prensibi yapılan işin enerji gerektirmesidir. Uzun mesafeler boyunca verili bir tempoyu korumak için kas içinde ATP'nin olabildiğince hızlı parçalanması gerekmektedir. Tüm performans boyunca oksidatif fosforilasyon aracılığıyla çapraz köprü döngüsünü devam ettirmek için ATP üretimine büyük ölçüde ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla uzun süreli egzersiz boyunca kullanılan oksijen oranı üretilen ATP oranı ile ölçülmektedir (8). Şekil-1'de dayanıklılık koşusu sırasında koşucunun performansını belirleyen üç bileşen gösterilmiştir. Bu bileşenler;  $VO_{2maks}$ , laktat eşliğindeki %  $VO_{2maks}$  ve KE'dir (8).  $VO_{2maks}$ 'ın yüzdesi Laktat eşliğinde (LE) ölçülen  $VO_2$  ile alakalıdır. LE'deki %  $VO_{2maks}$  Coyle (33) tarafından  $VO_2$  performansı veya LE'deki oksijen tüketimi olarak adlandırılmıştır. Bu nedenle dayanıklılık sporlarında performans LE'de ölçülen  $VO_2$  ile yakından alakalıdır. %  $VO_{2maks}$  öncelikli olarak kasın uzun süreli egzersizlere adaptasyonu ile belirlenirken,  $VO_{2maks}$  öncelikli olarak merkezi kardiyovasküler faktörler tarafından sınırlanmaktadır (81).



**Şekil 2.1.** Uzun mesafe performansının fizyolojik bileşenleri. Bassett ve diğ. (8).

### 2.3.1. Dayanıklılık Performansında Maksimum Oksijen Tüketiminin Önemi

Yapılan çalışmalarda dayanıklılık sporlarında dayanıklılığı etkileyen faktörler arasından  $VO_{2maks}$  atletik performansın en iyi belirleyicisi değil (119), dayanıklılık performansını etkileyen üst limit olduğu belirtilmiştir (7). Costill ve diğ.(31) yaptığı bir çalışmada 10 km koşu zamanı ile  $VO_{2maks}$  arasında negatif yüksek ilişki saptamıştır ( $r = -0.91$ ). Bu iki değişken arasında bu şekilde bir ilişkinin olup olmadığını değerlendirmek için iyi dizayn edilmiş yöntemler uygulanması gerekmektedir. Araştırmacılar bu çalışmada ilişkiyi değerlendirmek için geniş aralıkta  $VO_{2maks}$  değerleri ( $54.8-81.6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) kullanmıştır (31). Bir başka deyişle  $VO_{2maks}$ 'ın geniş bir aralıkta değerlendirildiğinde  $VO_{2maks}$  ve performans arasında yüksek ilişkiler saptanırken, iyi antrenmanlı  $VO_{2maks}$  değerleri yüksek ve dar bir aralıkta değişen sporcularda bu ilişki önemini kaybetmektedir. Bu nedenle biliyoruz ki  $VO_{2maks}$  benzer değerlere sahip bireyler arasında iyi bir performans belirleyicisi değildir (7). Uzun mesafe  $VO_{2maks}$ 'ın % 100'nde koşulmasa bile, mesafe koşusu boyunca aerobik sistemden sürekli ATP üretim miktarına bağlıdır (8). ATP üretim miktarı, şekil 2.1.'de gösterildiği gibi deneğin/sporcunun sergileyebildiği  $VO_{2maks}$  kapasitesi ve %  $VO_{2maks}$  tarafından belirlenen, koşu boyunca devam eden  $VO_2$ 'ye bağlıdır. Bu nedenle  $VO_{2maks}$ 'ın dayanıklılık performansında enerji üretimi için üst sınırı belirleyen bir faktör olduğu söylenebilir, ancak performansı doğrudan etkileyen faktör değildir. Dayanıklılık performansı için  $VO_{2maks}$  ve diğer faktörler üzerinde durulmasına rağmen, hem koşu hızı hem de sürdürülebilir koşu hızı üzerinde önemli etkisi olmasına rağmen koşu ekonomisini sorgulayan çok az çalışma bulunmaktadır (7).

### 2.3.2. Laktat Eşiği ve Dayanıklılık Performansı

LE, uzun süreli egzersizlerde, kanda laktatın birikmesi ve uzaklaştırılması arasındaki dengenin sürdürüldüğü, yorgunluğun meydana gelmediği ve devamlı olarak yüksek veya submaksimal düzeydeki egzersiz şiddetini sürdürebilme kapasitesi olarak açıklanmaktadır (89). Bu dengeyi en iyi düzeyde sağlayabilen bireyler yüksek maksimal oksijen kapasitesine sahip bireyler olarak karşımıza çıkmakta ve yüksek laktat seviyelerinde dahi egzersizi devam ettirebilmektedirler.



Şekil 2.1.'den de anlaşılacağı gibi  $VO_{2maks}$  ve  $\%VO_{2maks}$ 'ın,  $VO_2$  performansını belirlemek için nasıl etkileşimde olduklarını ve koşu ekonomisinin final performansını nasıl etkilediği görülmektedir (8). Bu modelde LE'de  $VO_2$ 'i,  $VO_{2maks}$  ve  $\%VO_{2maks}$ 'ın her ikisiyle de kaynaşmış şekildedir. LE'nin belirlenmesi çalışmalarında denek, koşu hızının arttırılan ve her koşu hızında laktat analizi yapılmak üzere kan alınan bir dizi testleri tamamlamak zorundadır. Laktat konsantrasyonunun değiştiği nokta (konsantrasyonda mutlak değişim, eğride kırılma, değerler arasında oluşan fark) LE hızı olarak belirlenir ve performans belirleyicisi olarak kullanılır. Birçok çalışma da dayanıklılık aktivitelerinde (koşu, yürüme, bisiklet) LE'nin iyi bir performans belirleyicisi olduğu savunulmaktadır (153). Bu çalışmaların çoğunda LE ve dayanıklılık performansı arasındaki ilişki, performans açısından göreceli olarak heterojen sporcular arasında değerlendirilmiştir. Heterojen grupla yapılan çalışma LE ve performans arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak ve belirlemek için uygun bir yöntemdir. Bu ilişkinin yüksek olması LE'de koşu hızının uzun mesafe yarışmalarında öncelikli etken olduğunu gösterir (54) buna rağmen, final performansı konusunda diğer faktörlerin hala etkili olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Antrenman sonucu oluşan LE gelişimleri kısmen mitokondriyal enzimlerin farklılığı ve artışıyla bağlantılıdır (33,87).

### 2.3.3. Koşu Ekonomisi

KE terimi verilen koşu hızında gerekli olan oksijen alımını ifade etmek için kullanılır. Benzer  $VO_{2maks}$  değerlerine sahip katılımcılarda KE'nin uzun mesafe performansını değerlendirmede etkili olduğu gösterilmiştir (7). Conley ve Krahenbuhl (28) benzer  $VO_{2maks}$  değerlerine sahip sporcularda KE ve 10 km koşu performansı arasında güçlü korelasyon ( $r=0.82$ ) olduğunu göstermiştir. Böyle bir değerlendirmenin yapılması için grupların homojen dağılım sergilemesi gerekmektedir (28). Her birey için koşu hızı ve  $VO_2$  ( $ml.kg^{-1}.dk^{-1}$ ) arasında doğrusal bir ilişki vardır. Ancak, her birey için verilen koşu hızında ne kadar oksijen harcandığı ile ilgili düşündürücü çeşitlilik mevcuttur, bu da KE olarak karşımıza çıkmaktadır (15,111). Morgan ve diğ.(113) tarafından yapılan bir çalışmada, elit koşuculardan oluşan grubun KE'si antrenmanlı koşucu grubundan çok daha iyi durumda görünürken, her iki koşucu grubunun KE'leri sedanter bireylerden daha

yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan bir pilot çalışmada aynı  $VO_{2maks}$  değerine sahip kadın ve erkek koşucuların farklı KE'ne sahip olduğu gösterilmiştir (39).

KE dayanıklılık sporlarında performans belirleyicisi olarak en net bilgileri veriyor olması, dayanıklılık sporları ve performans konusunda daha iyi bilgiler elde etmek için araştırma yapılması gereken konulardan birisidir.

### 2.3.3.1. Koşu Ekonomisini (KE) Ölçme Yöntemleri

KE genellikle sporcunun motorize koşu bandında koşmasıyla laboratuvar ortamında ölçülmektedir. Bu uygulamalar kısmen alanda olan güvenilir veriler için zorlukların aşılmasını sağlamaktadır (13). Laboratuvar ortamında koşu esnasında hava ve rüzgâr etkisi genellikle ortadan kaldırılmaktadır, ancak koşu bandı verilerinin koşu zeminine aktarma işlemi dikkatle bir şekilde yapılmalıdır (40,44). Pugh (129) yaptığı bir çalışmada orta uzun mesafede toplam enerji harcamasının % 8' lik kısmının hava direncine karşı konmak için harcadığını kaydetmiştir. Yapılan bir başka çalışma da ise, orta uzun mesafe (5000m) koşucularında hava direncine karşı koymak için gerekli enerji toplam enerjinin % 4'ü iken, maraton koşusunda sadece % 2'si olarak kaydedilmiştir (44). Esen rüzgârın hızı koşu hızına eşit olduğu zaman, sahadaki  $VO_2$  değeri koşu bandı  $VO_2$ 'sine eşittir (43). Pistte yapılan koşu ve koşu bandında yapılan koşu arasındaki fark genellikle en sık gündeme gelen hava direnci ve artan koşu hızından kaynaklanmaktadır (38). Hagerman ve diğ. (68) hava direncinin daha az olduğu yükseltide  $VO_2$  değerlerini deniz seviyesinden daha düşük olarak kaydetmişlerdir. Çalışmalarında saha koşullarını oluşturmak için  $14.5 \text{ km.h}^{-1}$  ön taraftan rüzgâr kullanılmıştır. Costill ve Fox (32) yaptıkları çalışmada kontrol grubu(rüzgârsız) ile ön taraftan rüzgâr kullanılan grup arasında submaksimal  $VO_2$  değerlerinde % 15 fark olduğunu kaydetmişlerdir. Pistte ve koşu bandında koşmanın özellikle hava direncinin  $VO_2$  üzerindeki etkisi nedeniyle aynı olmadığı açıkça görülmektedir (139). Ancak pistte ölçülen KE ile koşu bandında ölçülen KE arasında yüksek oranda ilişki olduğu belirlenmiştir (139). Aslında koşu bandında ölçülen KE sonuçlarının pistte ölçülen KE kadar güvenilir ve geçerli olduğundan emin olabiliriz. Laboratuvar ortamında yapılan çalışmalarda güvenilir bir KE için iyi antrenmanlı sporcularda koşu hızının  $VO_{2maks}$ 'ın %85 ve altında olması gerektiği kaydedilmiştir (139). KE günümüzde elimizde olan teknolojilerle pistte de ölçülebilmektedir. Bunun

için portatif oksijen analizörleri kullanılmaktadır. Cosmed K4 (Roma, Italy) Hausswirth ve diğ.(71) tarafından hem submaksimal hem de maksimal egzersizler esnasında hem laboratuvar hem de sahada hatasız ve telemetrik ölçüm yapmaya izin veren portatif bir cihaz olarak tanımlanmıştır (71).

### 2.3.3.2. Koşu Ekonomisi ve Performans

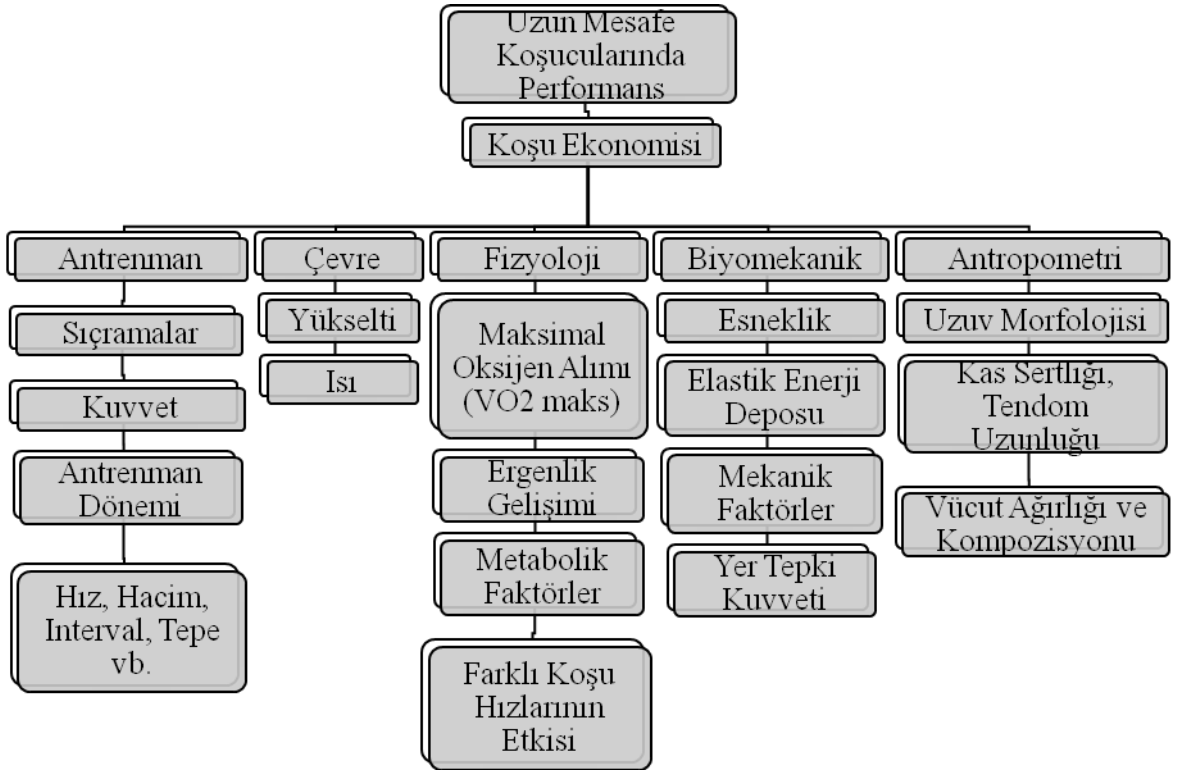
KE ve performans arasındaki ilişki iyi bir şekilde analiz edilmiştir (139). Son çalışmalardan birinde elit Amerikalı uzun mesafe koşucuları ile ( $VO_{2maks}$  79 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>) iyi koşucular ( $VO_{2maks}$  69.2 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>) arasında yapılan bir çalışmada elit koşucuların iyi koşucularından daha iyi KE'ne sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında farklı  $VO_{2maks}$  değerlerine sahip oldukları göz önünde bulundurularak  $VO_{2maks}$  değerlendirilmesi yapıldığında elit koşucuların  $VO_{2maks}$ 'larının daha düşük yüzdesini kullandıkları da kaydedilmiştir (127). Di Prampero ve diğ.(48) KE'de %5'lik bir artışın dayanıklılık performansının yaklaşık olarak % 3.8 artmasını sağladığını belirtmiştir. KE ve dayanıklılık performansı arasındaki ilişki için Amerika Ulusal bir mil ( $\approx 1609m$ ) rekorunu elinde bulunduran Steve Scot'ın 6 aylık antrenman periyodu içinde  $VO_{2maks}$ 'ını % 3.8 (74.4-77.2 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>), aynı antrenman döneminde 16 km/h koşu hızı için KE'ni % 6.6 (48.5-45.3ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>) geliştirdiği kaydedilmiştir(38).

Dünya da dayanıklılık koşularında ilk sıralarda bulunan atletler genellikle Afrikalı atletlerdir. Afrikalı (Kenyalı) atletler ve beyaz atletler arasında KE'nin değerlendirildiği başka bir çalışma da ise Kenyalı atletlerin % 13 daha düşük  $VO_{2maks}$  kapasitesine sahip olmalarına rağmen 10 km yarış performansının beyaz atletlere benzer olduğu ancak KE değerlendirildiğinde %5 daha iyi oldukları belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Kenyalı atletler 10 km yarışını benzer La konsantrasyonlarına sahip olsalar da daha yüksek % $VO_{2maks}$  değerleriyle tamamlamaktadır(154).

Birçok diğer çalışmalarda da KE ve dayanıklılık performansı arasında kuvvetli ilişki olduğu gösterilmiştir(143). KE dayanıklılık performansının artışında önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle dayanıklılık performansının geliştirilmesi için KE geliştirilmesinin de yolları aranmalıdır. Çünkü homojen gruplar arasında performansı belirleyen en önemli belirleyici KE olarak karşımıza çıkmaktadır.

### 2.3.3.3. Koşu Ekonomisini Etkileyen Faktörler

Son yapılan çalışmalarda KE'nin birçok faktör ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. KE'ni etkileyen bu faktörler bireysel değişkenlik (42), yaş (99), sıcaklık (106), yorgunluk (21), antrenman (124), psikolojik ruh hali (159) birçok biyomekanik parametre (159) ve cinsiyet (15,40) olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil-2.3.3.3. Koşu Ekonomisini Etkileyen Faktörler Saunders ve diğ.(139)

#### 2.3.3.3.1. Koşu Ekonomisi ve Biyomekanik Faktörler

Koşu, vücuttaki tüm büyük kas gruplarını içeren karmaşık hareketler yoluyla üretilen kas kuvvetinin vücudu yer değiştirmeye zorlayan sistemleri içermektedir. Yüksek koşu performansı, fonksiyonların doğru zamanda yapılması ve becerisi üzerine kuruludur (4). Koşu mekaniğinde bir değişme koşucunun herhangi bir hızda daha az enerji kullanmasıyla performansta avantaj sağlamasına neden olmaktadır (22). KE ile ilişkili olan yaylanma-vücut ağırlığı modeli önemli bir faktördür. Koşu esnasında eksentrik evre de; mekanik enerji, eklemlere zıt hareket eden kas, tendon ve ligamentlerde depo edilir. Konsentrik evrede depo edilen elastik enerji harcanır

(36). KE ve koşu biyomekaniği arasındaki ilişkiyi araştıran birçok çalışmada yorgunluk oluşturacak bir egzersizden sonra yapılmıştır ve KE’ndeki düşüşün koşu kinamatiğinde meydana gelen ufak değişikliklerden kaynaklandığı kaydedilmiştir (27,117). Bunun tam tersi olarak Hausswirth ve diğ. (70) yaptıkları çalışma da KE’nin, koşu bandında koşturulan maraton koşusunun son 45 dakikası sırasında düzeldiğini kaydetmişlerdir. Benzer bir çalışmada maraton koşmanın KE üzerindeki etkisi araştırılmış hem submaksimal  $VO_2$  hem de SDO’nun maraton sırasında ve maratondan 2 saat sonra arttığı kaydedilmiştir. Bozulan KE maraton koşusuyla ilişkilendirildiğinde tamamen koşu mekanizmasında oluşan değişikliklerle açıklanamamakta, aynı zamanda fizyolojik stresin (sıcaklık artışı ve yağ metabolizmasından daha fazla yararlanma) artmasına da bağlanmaktadır (81). Thomas ve diğ. (147) antrenmanlı kadın sporcularda koşu mekaniğine ve KE’ne temsili 5 km yarışının etkisini araştırmışlardır. 5 km yarışı sırasında sporcunun aynı hızda metabolizmada daha fazla oksijen kullanmasıyla birlikte KE düşmüştür. Bu çalışma da ortaya konan sonuçlara göre KE’deki düşüşün sebebi koşu mekaniğinin değişmesinden değil, fizyolojik faktörlerin değişmesi olarak kaydedilmiştir (147). KE ve biyomekanik faktörler arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmalarda öncesinde KE düşüşünü sağlayan yorgunluk oluşturacak bir aktivite yaptırıldığı dikkat çekmektedir (8). Bu nedenle yapılan çalışmalar da KE’nde görülen düşüşün biyomekanik faktörlerden kaynaklanıp kaynaklanmadığı kesin olarak açıklanamamıştır.

#### **2.3.3.3.1.1. Antropometri**

Boy, kalça boyutu, vücut yağı, ek olarak vücut ağırlığı(VA) gibi antropometrik özelliklerin KE’si üzerinde potansiyel etkisi vardır. Koşu esnasında bacak uzunluğu açılmal momentum ve bacağın hareketiyle metabolik harcamaya katkı sağlar(4). Yaklaşık 10 km performansları 35 dakika olan 31 erkek uzun mesafe koşucusunda yapılan bir araştırmada KE ‘nde büyük bir varyasyon olmasına rağmen segmental olarak bacak kütlelerinden kaynaklanan herhangi bir farklılık kaydedilmemiştir (11). Bu çalışmanın aksine bacak kütlesi ve kütlelerin dağılımının KE etkilediği yönünde çalışma sonuçları bulunmaktadır (139). Williams ve Cavanagh (155) yaptıkları çalışmada vücut ağırlığı ve submaksimal  $VO_2$  ( $r = -0.52$ )

ve maksimal bacak çevresi ve submaksimal  $VO_2$  ( $r = -0.58$ ) arasında orta dereceli negatif bir ilişki kaydetmişlerdir. Myers ve Steudel (115) oransal olarak daha küçük VA konsantrasyonuna sahip (özellikle bacak bölgesinde) olan koşucularda diğer faktörlerin değişmediği kabul edildiğinde (hız, VA, koşu stili) koşu sırasında vücut segmentlerini hareket ettirmek için daha az iş yaptıklarını varsaymışlardır.

#### **2.3.3.3.1.2. Kinematik ve Kinetik**

Yapılan çalışmalarda 14 ve 16  $km.h^{-1}$ 'da koşan iyi antrenmanlı sporcuların kendi belirledikleri adım uzunluğunda koştuklarında önceden belirlenen adım uzunluğuna göre çok daha ekonomik oldukları belirlenmiştir. Koşucu tarafından seçilen adım uzunluğu ister uzun olsun ister kısa submaksimal  $VO_2$ 'nin eğrisel şekilde katlanarak devam ettiği gösterilmiştir (22,87,128). Cavanagh ve Williams (22) iyi antrene sporcuların optimal düzeye yakın adım uzunluğu sergiledikleri için adım uzunluğu konusunda çok az bir veriye ihtiyaç olduğu sonucuna varmışlardır. KE fenomeni için iki mekanizma olduğunu varsaymışlardır. Birincisi, algılanan yorgunluk temeline dayalı olarak sporcular zaman geçtikçe doğal bir şekilde optimal adım uzunluğu ve adım frekansına ulaşırlar. İkinci olarak, sporcular verilen koşu hızında belirli adım uzunluğu/adım frekansına tekrarlayan antrenmanlar sonucunda adapte olmuş olabilirler (22). Elit sporcular ve iyi sporcular arasında yapılan biyomekanik özelliklerle ilgili karşılaştırma çalışmasında, elit sporcuların daha iyi KE'ne, daha simetrik ve belli belirsiz şekilde daha az dikey salınıma sahip olduğu kaydedilmiştir (20). Williams ve Cavanagh (157) yaptıkları çalışmada elit sporcuların iyi koşu ekonomisine sahip olmalarını ayak salınımında daha geniş alt bacak, daha düşük dikey güç zirvesine ve daha uzun temas süresine sahip olmalarıyla ilişkilendirmişlerdir. Adım esnasında el bileğinde hareket algılayan bir sistemle koşu mekanizması ölçüldüğünde, daha ekonomik sporcuların daha az kol hareketleri sergilediklerini saptanmıştır (5;157).

#### **2.3.3.3.1.3. Esneklik**

Birçok çalışma gövde ve alt ekstremitte esnekliğinin KE üzerine etkisine yoğunlaşmaktadır (35). Godges ve diğ.(63) yaptıkları çalışmada kalça fleksiyon ve ekstansiyonunu geliştirerek KE'nin tüm hızlarda ( $VO_{2maks}$ 'ın %40-60 ve 80)

arttığını belirlemişlerdir. Bu bulgular sporcular ve antrenörler arasında var olan genel inanışları da destekler niteliktedir ve esnekliğin artırılması KE arttırmak için kabul edilebilir bir yöntemdir (35). Bunun aksine Gleim ve diğ.(62) daha az esnekliğe sahip sedanter bireylerde 3-11 km.h<sup>-1</sup> aralığında yapılan aktivitelerde çok daha ekonomik olduklarını kaydetmişlerdir. Bu bulgular, gövdenin transvers ve frontal düzleminde ve vücudun kalça bölgesinde esnekliğin olmaması, kalçanın yer ile ayak etkileşmesinde stabilize edici rol oynamasından kaynaklanması ile açıklanmıştır. Bu etki büyük ölçüde hareket genişliğini azaltırken aynı zamanda metabolik harcamayı artırıcı etkiye sahiptir (62). Elastik enerji deposunun ve geri dönüşümünün daha sıkı kas-tendon sistemi tarafından geliştirildiği varsayılmaktadır. Kasların ve tendonların sıklığı elastik enerji depolanmasının artırıyor ve enerjiyi dönüştürüyor ve böylece submaksimal VO<sub>2</sub> gereksinimini azaltıyor olabilir (95). Craib ve diğ. (35) iyi antrenmanlı erkek uzun mesafe koşucularında seçilen gövde kasları ve alt ekstremite kasları ile KE arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarında, kalça ve baldır bölgesinin esnek olmamasının kasın stabilizasyon aktivitesini minimuma indirerek elastik enerjinin depo edilmesi ve kullanılmasını sağladığı için daha iyi KE sonuçları elde edildiğini savunmuşlardır. Bir başka çalışmada ise, 16 km.h<sup>-1</sup>'da submaksimal VO<sub>2</sub> ve otur-eriş test sonuçları arasında anlamlı bir ilişki olduğu, alt gövde ile üst gövde esnekliğinin KE ile negatif bir ilişkiye sahip olduğu kaydedilmiştir (2). Kyrolainen ve diğ.(101) ayak bileği ve diz eklemi etrafında olan kasların daha sert olmasının koşunun frenleme fazında ve itme fazında kuvvetin artışını sağladığını savunmaktadırlar. Kas sertliğinin artması, daha esnek olmayan bacak ve alt gövde kaslarının oksijen harcamasına gerek duyulmayan elastik enerji depolamasını ve kullanımını artırarak KE'ni iyileştirdiğini açıklamışlardır (101). Bu çalışmaların bulguları ele alındığında, kas sertliğinin gövde ve bacaklarda elastik enerjinin maksimize edilmesini ve kullanımını sağlamasına rağmen, esnekliğin optimal düzeyde olması gerektiğini göstermektedir. Yine optimal düzeyde yapılan esneklik çalışmalarının yüksek hızlarda adım uzunluğu için gerekli olduğu kaydedilmiştir (139).

#### 2.3.3.3.1.4. Etki - tepki kuvveti

Kram ve Taylor (124) hayvan katılımcılar üzerinde koşma, zıplama ve hızlı yürüme için aerobik gereksinimler üzerinde araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında hayvan katılımcıların boyutları ile aerobik gereksinim arasında basit negatif ilişki olduğunu kaydetmişlerdir (100). Etki Tepki Kuvveti (ETK) duruş sırasında fonksiyonel ve mekanik gereksinimleri ifade etmektedir. Yer teması sırasında, sporcu stabilizasyonu sağlamak ve öne hareketi devam etmek için kasları aktivite eder. Dikey düzlemde gerçekleşen aşırı momentum değişimi, ön-arka ve orta-yatay yönlerde boşa enerji harcama anlamına gelmektedir. Lineer uyarım momentumdaki değişimler ve ETK zamanı ile ölçülmektedir. Yer ile temas sırasında destek ve itme kuvvetlerinin büyüklük miktarları en azından bireyler arasında KE'deki farklılıkları açıklayabilir (73).

Heise ve Martin (73) yaptıkları iyi kontrollü bir çalışmada 16 orta dereceli antrenmanlı erkek koşucuda ( $VO_{2maks}$  62 m.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>) ayağın yer teması sırasında destek gereksinimlerini ortaya koymuşlardır. Daha az ekonomik olan koşucular daha büyük toplam ve net dikey uyarımlar ve boşuna dikey hareketler sergilemektedirler. VA'nı destekleme gereksinimi koşunun en temel metabolik harcamalarındandır (99). Yatay ETK ise, koşu sırasında metabolik harcama için en temel etkidir (73,100). Ancak yatay kuvvetler koşunun metabolik harcamasını etkileyebilir ve bu rüzgârlı bir günde antrenman yaparken açıkça görülmektedir (101). Pugh (129) yatay engelleme kuvvetini oluşturmak için rüzgâr tüneli kullanarak yaptığı çalışma da, koşunun metabolik harcamasının baş üstü rüzgârın karesi ile arttığını göstermiştir. Benzer şekilde, engelleme kuvvetini oluşturmak için kullanılan araç ve gereçlerin koşunun metabolik harcamasını orantısız olarak yapılan dış iş ile birlikte arttırmaktadır (29). Bu nedenle metabolik harcamanın belirleyicisi olarak dikey ve yatay ETK'nin KE'si açısından tartışılmaya uygun olmadığı sonucuna varılmıştır (101).

#### 2.3.3.3.2. Koşu Ekonomisi ve Fizyolojik Faktörler

##### 2.3.3.3.2.1. Koşu Ekonomisinde Bireysel Farklılıklar

KE'nde bireysel farklılıklar yeteri kadar ilgi gören etkenler değildir. Daniels ve diğ.(41) koşu ekonomisini 10 iyi antrenmanlı erkek sporcuda ölçmüştür. Testlerde 7 aylık dönemde 268 ml.dk<sup>-1</sup>'da 15 koşu bandı testi kullanmışlardır (her biri 3 veya 6



koşudan oluşan 4 eşit periyoddan oluşmaktadır). Yaptıkları çalışmanın sonucuna göre koşu hızı öğrenme, ayakkabı, test malzemeleri kontrol edildiğinde belirli test döneminde koşu ekonomisinde bireysel istikrarın etkisi % 2 oranındadır. Morgan ve diğ.(110) yaptıkları çalışmada, 10 elit erkek koşucuya koşu bandında 4 kez 6 dakika 230, 248, 268 ve 293 ml.dk<sup>-1</sup>'da 3 farklı günde test yapmıştır. Bu çalışmanın sonunda ise, KE'deki bireysel farklılıkların her hızda VO<sub>2</sub>'yi yaklaşık %3 - %5 oranında etkileyebildiğini kaydetmişlerdir. Bunun yanı sıra katılımcılar arası VO<sub>2</sub> deki varyasyonun yaklaşık % 9 seviyelerine çıktığını da göstermişlerdir. Günlük varyasyonlar, antrenmanlar ve koşu bandı uzunluğu yapılan çalışmalarda çok kontrol edilemeyen faktörler olduğu için, bireysel farklılıkların çalışmalarda araştırılmasının mümkün olmadığı belirtilmiştir (96). Morgan ve diğ.(113) KE'de günlük istikrar kontrolünü benzer fiziksel uygunluk ve 10 km performans geçmişine sahip 16 erkek koşucuda değerlendirmiştir. 4 günlük dönemde günün aynı saatinde 2 kez 30 dakikalık koşu bandında yaptırılan koşuyu takiben 2 kez 10 dakika 200 m.dk<sup>-1</sup> aynı ayakkabı ile KE testini tamamlamışlardır. İlk test değerinin bireysel ekonomi varyasyonu olarak %1.6 (% 0.4-3.4 aralığında) ve iki test arasında sınıf içi korelasyon kat sayısı 0.97 olarak ifade edilmiştir. Bireysel varyasyonların araştırıldığı diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında (%3'den %2'ye) (41,113), Morgan ve diğ.(120) çalışmalar da koşu bandı deneyimi, ayakkabı, günün saati ve antrenman kontrol edildiğinde iyi antrenmanlı erkeklerde istikrarlı ekonomi elde edilebileceğini ileri sürmüşlerdir.

#### 2.3.3.3.2.2. Yaş

Yaş ve KE ile ilgili yapılan çalışmalarda çocukların kendinden yaşça daha büyük çocuklardan ve yetişkinlerden daha düşük ekonomiye sahip oldukları kaydedilmiştir (107,114). Leger ve Mercier (104) tarafından yapılan çalışmada 8 yaşından 18 yaşına kadar KE'nin her yıl % 2 oranında arttığı belirtilmiştir. Uzun süreli olarak gerçekleştirilen birkaç çalışmada ise, hem antrenmanlı hem de antrenmanlı olmayan ergenlik öncesi erkeklerde KE'nin yaş ile birlikte arttığı gözlemlenmiştir (75,97). Daha genç çocukların verilen hızda VO<sub>2maks</sub>'larının daha büyük bir yüzdesini kullandıkları için dayanıklılık sporlarında daha dezavantajlı

konumda oldukları saptanmıştır. Ariens ve diğ.(59) aynı grupta uzun süreli ölçümler sonucu yaptıkları çalışmalarında KE'nin yaşla birlikte arttığını kaydetmişlerdir.

### 2.3.3.3.2.3. Cinsiyet

KE ve cinsiyet farklılığı konusunda yapılan çalışmalarda vücut ağırlığına göre düzeltmeler yapıldığında antrenmanlı kadın ve erkekler arasında anlamlı derecede farklar olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur (38). Bransford ve Howley (15)antrenmanlı ve antrenmanlı olmayan erkeklerin antrenmanlı ve antrenmanlı olmayan kadınlara göre vücut ağırlığı ile ilişkilendirildiğinde daha düşük aerobik gereksinimleri olduğunu bulmuştur. Benzer şekilde Cureton ve Sparling (34) vücut ağırlığı ile ilişkili olarak erkeklerin kadınlara göre daha yüksek  $VO_{2maks}$  seviyesine sahip olduğunu ve cinsiyet varyasyonu olarak vücut yağı hesaba katıldığında ise daha ekonomik olduklarını kaydetmiştir. Bu sonuçlar temel alınarak, kadınların uzun mesafe branşlarında koşu hızını koruyamadıkları için belirgin bir dezavantaja sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmaların aksine, günümüzde birçok çalışma da koşu ekonomisi ve dayanıklılık performansı açısından kadınların daha büyük miktarlarda yağ asidini yakıt (110) olarak kullanabilmelerinden dolayı erkeklere göre dayanıklılık sporlarına kısmen daha uygun oldukları konusunda yaygın bir algı mevcuttur. Bu konu da yapılan çalışmalar, kadınların erkeklere göre daha düşük SDO sonuçlarından dolayı dayanıklılık sporlarında yakıt olarak daha az karbonhidrat kullandıklarını kaydetmiştir (19,58,85,144). Bunun anlamı kadınların erkeklere göre dayanıklılık sporlarında verilen hızda daha az karbonhidrat tüketip daha çok yağ metabolizmasından yararlandığıdır. Bunlara ek olarak, erkeklerle karşılaştırıldığında kadınlar dayanıklılık sporları esnasında daha az kas glikojen kullanımına (144), daha yüksek gliserol dönüşümüne (19), daha düşük plazma laktat konsantrasyonuna (58), daha yüksek plazma serbest yağ asidi konsantrasyonuna (17,135), daha düşük katekolamin seviyelerine (19,58,85), daha düşük glikoz kullanma oranına (58) ve daha yüksek hücre içi yağ oksidasyonuna (132) sahip oldukları gösterilmiştir. David ve diğ.(44) kadınların KE ve KE'nin dayanıklılığı etkileyen diğer etkenlerle ilişkisini inceleyen çalışmalarında, kadınların erkeklerle karşılaştırıldığında daha iyi KE ve KE-dakika ventilasyonu ( $V_E$ ) ilişkisine, aynı zamanda daha yüksek KE-LA ilişkisine

sahip olduklarını kaydetmiştir. Egzersiz esnasında oluşan bu cinsiyet farkının kadın hormonlarının özellikle östrojen hormonunun sürekli değişen konsantrasyonundan kaynaklı olduğu ileri sürülmektedir (18). Arieéns ve diğ.(59) KE değerlendirmesinde yaptıkları uzun süreli ölçümlerin ardından kadınların erkeklere göre daha ekonomik olduklarını kaydetmiştir.

KE ve cinsiyet konusuna baktığımızda yapılan çalışmalarda genellikle farkın kadınların östrojen ve progesteron gibi cinsiyet hormonlarından kaynaklandığını düşündürmektedir. Kadınların cinsiyet hormonlarının menstrual dönemde sürekli değişiyor olması performanslarının da dalgalanmasına sebep olan birçok değişimide beraberinde getirmektedir. Bu değişimlerin performansı olumlu ya da olumsuz etkilediği ile ilgili bilgiler kesin değildir. Bunun sebebinin bu dönemin kontrol edilebilirliğinin çok az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (116).

#### **2.4. Menstrual Döngü**

Menstrual döngü hipotalamus, hipofiz bezi ve ovaryum hormonları arasında etkileşim sonucu meydana gelen ve sadece kadın üreme sistemi içinde değil, vücutta da birçok değişikliğe yol açan en önemli biyolojik ritimlerden birisidir (6). Menstrual döngü ovaryum fonksiyonuna bağlı olarak genellikle iki faz şeklinde (foliküler ve luteal) ya da üç fazda (foliküler, ovulasyon ve luteal) ele alınmaktadır. Foliküler faz, folikül stimulan hormonun (FSH) etkisi altında gelişir ve kanamanın ilk günü başlayan yaklaşık dokuz gün süren bir dönemi kapsar. Bu dönemde FSH etkisi ile folikül olgunlaşır ve östrojen seviyesi yavaş bir şekilde artarken luteinleştirici hormon (LH) (28) salgılanır. Östrojen seviyesinin daha da artmasıyla, çok miktarda LH salgılanır ve bundan yaklaşık bir gün sonra yumurtlama gerçekleşir. Bu yaklaşık 5 gün süren yumurtlama fazının başlangıcıdır. Bu dönem boyunca endometrium kalınlaşır. Birkaç gün sonra folikülden yumurta serbestleşir ve corpus luteum progesteron hormonu salgılamaya başlar ve luteal faz başlar. Luteal fazın sonunda progesteron salınımı durur. Embriyo endometriuma yerleşmezse endometrium kanama şeklinde dışarı atılır ve döngü yeniden başlar. Döngünün üç fazı östrojen ve progesteron seviyeleri ve oranlarına bağlı olarak birbirinden ayrılır. Bu fazlar: 1- foliküler faz esnasında görülen düşük östrojen ve düşük progesteron seviyeleri, 2- yumurtlama fazı görülen yüksek östrojen ve düşük progesteron seviyeleri, 3-Luteal fazda görülen yüksek östrojen ve yüksek progesteron seviyeleri şeklindedir.

Ortalama bir menstrual döngü 28 gün olmakla beraber, 20-45 gün arasında değişiklik gösterebilir (131). Kadınların ergenlikten menapoza kadar olan yaşamları boyunca hormon seviyelerinin dalgalanması fizyolojik, biyolojik, metabolik ve psikolojik açıdan değişikliklere yol açtığı düşünülmektedir. Bu durum kadın sporcular için de geçerlidir. Kadın cinsiyet hormonlarının atletik performansı etkileyebilecek birçok fizyolojik parametre üzerinde etkisi bulunmaktadır (131). Bu etkiler Tablo 2.4.'de özetlenmiştir (116).

**Tablo 2.4.** Menstrual Döngüden Etkilendiği Düşünülen Fizyolojik Bileşenler  
 Nama ve diğ. (116)

1- Beyin Fonksiyonu
Ruh Hali
Uyarılma
Bilişsel
2- Kardiyovasküler sistem
Kalp Atım Hızı ve Ritm
Strok Hacmi
Kan Basıncı
Vücut Sıvı Hacmi
Pıhtılaşma
Vasküler Fonksiyon
Sempatik Aktivite
3- Solunumsal Sistem
Ventilasyon
Astım
4- Metabolik
Core Vücut Sıcaklığı
Termoregülasyon
Dinlenik Oksijen Tüketimi
Yakıt Kullanılabilirliği ve Metabolizması
Asit- Baz Dengesi
5- Kuvvet
6- Aerobik Kapasite (VO <sub>2</sub> maks)
7- Anerobik Kapasite
8- Ergojenik İlaçlara Cevaplar
Glukoz
Kafein
9- Ortopedi

Ligament gevşekliği
---------------------

Bel Ağrsı
-----------

#### 2.4.1. Menstrual Döngü ve Yakıt Metabolizması

Enerji metabolizmasında cinsiyetler arasındaki fark, büyük oranda cinsiyet hormonlarının farklı yöndeki etkilerinden kaynaklanmaktadır. Hayvanlar ve insanlarda yapılan çalışmalarda, östrojenin glikoz alımı ve karaciğerde glikojenin depolanmasını, yağ sentezini, kasda lipolizi artırdığı gösterilmiştir (88). Yüksek östrojen seviyesi (ve daha az seviyede progesteron) metabolizmayı serbest yağ asitleri yönünde kaydırarak glikojen depolarının muhafaza edilmesini sağlamaktadır (18).

Düşük şiddette egzersizlerde, büyük ölçüde öncelikli olarak, yağ asidi metabolizması baskınken, daha yüksek efor gerektiren durumlarda kan glikoz ve kas glikojeninin substrat olarak kullanımı artar (17). Genellikle progesteron östrojenin lipolitik etkisine ek olarak dayanıklılık egzersizlerinde enerji yakıt metabolizmasını daha çok serbest yağ asidi metabolizmasına kaydırmaktadır ve bu durum karbonhidrat depolanmasını ve depoların muhafazasını desteklemektedir. Kadın cinsiyet hormonlarının hangisinin ve menstrual döngü döneminde ne zaman daha baskın olduğu konusunda tartışmalar mevcuttur (118). Bunun yanında, ovülasyon hormonları özellikle egzersiz esnasında katekolaminler gibi diğer hormonlarla etkileşerek enerji / yakıt metabolizmasında indirek etkiye de sahiptirler (16).

Östrojen ve progesteron birlikte glikojen alımını ve depo edilmesini teşvik eder. Yapılan çalışmalar sonucu luteal faz esnasında kas glikojen depolarının arttığı kaydedilmiştir. Hackney ve diğ.(66) ovülasyon döneminde yağ kullanımı ve oksidasyonunun daha yüksek olmasının, daha yüksek östrojen seviyeleri ile bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir. Luteal faz döneminde yapılan egzersizlerde daha düşük SDO, daha yüksek oranda serbest yağ asitlerinin kullanıldığının bir göstergesidir (50). Bunun yanında fazlar arasında bu konuda herhangi bir farklılık olmadığını gösteren çalışmalarda mevcuttur (91). 9 düzenli menstruasyona sahip kadın da yapılan çalışma da düşük ve orta şiddetli submaksimal egzersiz de ( 10 dak. %35 VO<sub>2</sub>maks, 10 dak %60 VO<sub>2</sub>maks) midluteal fazda yüksek yağ kullanımı ve oksidasyonu ile bağlantılı olarak karbonhidrat kullanımı ve oksidasyonunun düşük

olduğu gösterilmiştir (159). Glikolizin anaerobik katkısının göstergesi olan kan laktatı, genellikle egzersiz şiddeti arttıkça orantılı olarak artar. Birçok çalışmada luteal fazda laktat üretiminin azaldığı ve egzersiz süresinin arttığı kayıt edilmiştir (50,61). Bunun yanında luteal fazda bu değişimlerin olmadığını gösteren çalışmalarda vardır (103). 9 atlet üzerinde yapılan bir çalışmada menstrual döngü esnasında dinlenik kan laktat konsantrasyonu ya da yorgunluk zamanında bir fark gözlenmemiş ancak, toparlanma esnasında laktat seviyeleri luteal fazda anlamlı olarak düşük bulunmuştur (109). Bu bulgular luteal fazda yağ asidi metabolizmasının baskın olduğunu göstermektedir. Çalışmalardaki farklılıkların araştırma desenlerinden, çalışma öncesinde beslenme durumunun ve başlangıç kas glikojen depolarının bilinmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

## **2.5. Menstrual Döngü ve Performans**

Menstrual döngü ile ilişkili olarak psikolojik ve fiziksel faktörler atletik performansı etkilemektedir. Menstrual döngünün etkilerinin özetlendiği tablo 2.4.'de gösterildiği gibi hormonal değişkenliklerin kadın sporcularda atletik performansı değiştirebilecek birçok etkiye sahip olduğu görülmektedir.

### **2.5.1. Menstrual Döngü ve Kuvvet**

Menstrual döngünün kas kuvveti üzerine etkisi ile ilgili olarak yapılan çalışmaların sonuçları, metodoloji farklılıklar nedeniyle oldukça farklıdır. Menstrual döngü ve kuvvet ilişkisi ile ilgili yapılan çalışmalarda daha çok maksimal kuvvet değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar menstrual döngü öncesinde durarak uzun atlama testinde kalça fleksiyonu (151), menstrual döngünün ovülasyon fazında ön kolun izometrik kuvvette devamlılığı, menstrual döngünün foliküler fazında maksimal kavrama kuvvetinde ve menstrual döngü (Menstrual kanama) sırasında kavrama kuvveti ile ilgilidir (131). Yapılan çalışmalarda kuvvet ve menstrual döngü arasında anlamlı bir ilişki olmadığı kaydedilmiştir (49). Bazı araştırmacılar menopoza ile birlikte kas kuvvetinin azalması nedeniyle östrojenin kas kuvveti üzerinde kasılma gücünü artıran bir etkiye sahip olabileceğini belirtmişlerdir. Östrojenin ovülasyon (126) ve mid foliküler fazlarının (138) hemen öncesinde zirve kuvvet değerlerine pozitif etkisi olduğu öne sürülmüştür.

### 2.5.2. Menstrual Döngü ve Anaerobik Kapasite

Anaerobik kapasite büyük oranda Tip II fibrillerde, ATP ve kreatin fosfat depolarının kullanım hızını yansıtan bir özelliktir (116). Anaerobik dayanıklılık ya da anaerobik glikoliz birçok saha ve laboratuvar testleriyle ortalama güç, güç çıktısı ve zirve güç çıktısı gibi değişkenler üzerinden değerlendirilmektedir. Düzenli menstruasyona sahip yedi kadında menstrasyon, midfoliküler ve midluteal fazda ve doğum kontrol hapı kullanan on kadında kuvvet-hız (bisiklet ergometresinde maksimal gücü), çoklu sıçrama (maksimal sıçrama gücü) ve skuat sıçrama (maksimal sıçrama yüksekliği) değerleri test edilmiştir (60). Çalışmanın sonucunda ne menstrual döngünün fazları arasında ne de doğum kontrol hapı kullanan grupta anaerobik performans açısından herhangi bir farklılık saptanmamıştır. Menstrual döngü ve anaerobik kapasite ile ilgili bazı çalışmalarda anaerobik performansın değiştiği savunulurken (116), bazı çalışmalar da ilişki olmadığı kaydedilmektedir (60). Menstrual döngü ve anaerobik performans arasındaki ilişki ile ilgili bulgularda çelişkilidir.

### 2.5.3. Menstrual Döngü ve Aerobik Kapasite

Maksimal oksijen kapasitesi ve submaksimal egzersiz cevabı olarak aerobik kapasite, düzenli menstrual döngüye sahip kadınlarda anlamlı olarak değişmediği saptanmıştır (11). 16 elit sporcuyla yapılan bir çalışmada luteal faz esnasında  $VO_{2maks}$ 'da hafif bir azalma olduğu saptanmıştır (11). Bir diğer çalışmada luteal fazda % 5,6'lık metabolik hız artışı ve net verimde %5,3 düşüşle birlikte oksijen tüketiminin %5,2 arttığı belirlenmiştir (77). 8 düzenli menstruasyona sahip koşucuda yapılan maksimal oksijen kapasitesinin %55 ve % 80'nine karşılık gelen tempolarda KE, erken foliküler, geç foliküler, erken luteal, midluteal ve geç luteal fazlarda da benzer olduğu kaydedilmiştir (158). Koşu hızlarının %80'ninde erken foliküler faz ile karşılaştırıldığında KE'nin, solunumsal faktörler ve menstrual kanamada değişen ruh hali ile bağlantılı olarak anlamlı derecede daha düşük olduğu belirlenmiştir (158). 3600 m yükseltide yaşayan kadınlarda yapılan bir çalışmada LF'da ölçülen dakika ventilasyonu ve SDO MF'dan daha yüksek ölçülmüştür. Benzer şekilde maksimal iş yükü yaklaşık %5 daha yüksek olmasına rağmen,  $VO_{2maks}$ 'da herhangi



bir değişiklik saptanmamıştır (10). Daha düşük yer seviyesinde yapılan ve yükselti etkisi yaratmak için hipobarik çember kullanılan bir diğer çalışma da menstrual döngünün foliküler ve luteal fazlarında fiziksel performans açısından anlamlı değişikler olmadığı kaydedilmiştir (116). 8 orta seviyede aktif kadında menstrual döngünün erken foliküler (düşük östrojen ve progesteron seviyesi), midfoliküler (yüksek östrojen, düşük progesteron) ve midluteal (yüksek östrojen ve yüksek progesteron) dönemlerinde yapılan testlerde laktat eşiği,  $VO_{2maks}$  ya da kardiyovasküler değişkenlerin hiç birisinde anlamlı farklar kaydedilmemiştir (47).

Kadın üreme hormonlarının substrat metabolizması üzerine etkisi nedeniyle teorik olarak dayanıklılık performansını etkilemesi beklenir ancak, yapılan çalışmaların sonuçları çelişkilidir (116). LF'da dayanıklılık performansındaki gelişime, artan kas glikojen depoları (67,118) ya da azalan kan laktat konsantrasyonu ile bağlantılıdır (11). Böyle bir etki sadece hormon değişimlerinden değil, diyetten de kaynaklanıyor olabilir. Örneğin LF döneminde alınan düşük karbonhidrat diyetleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek karbonhidrat içerikli diyetlerden yararlanıldığında %8 daha yüksek aerobik dayanıklılık kapasitesi ve kas glikojen deposu bulguları kaydedilmiştir (102). Yapılan testlerin protokollerinin farklı olması ve diyet faktörünün kontrol edilmemesi bu tür belirsizliklere yol açmaktadır. Şiddetli egzersiz sonrasında ya da şiddetli egzersizler esnasında oluşan oksijen açığı olarak adlandırılan, egzersiz sonrası aşırı oksijen tüketimi (toparlanma oksijeni), daha fazla yağ kullanımı olduğu savunulan LF'da foliküler faz ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksek, buna karşılık SDO daha düşük kaydedilmiştir (108).

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmaya son 6 aydır düzenli menstrual döngüye sahip ( $29,8 \pm 1,0$ ), herhangi bir hormon preparatı ya da başka bir ilaç kullanmayan, son bir ay medikal destek almamış, haftada 7 gün, günde ortalama 2 saat antrenman yapan 11 (on bir) kadın sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların 9'u atletizm (orta uzun mesafeci), 1'i voleybol ve 1'si hentbol sporcusudur. Atletler sezon başı hazırlık döneminde, voleybol ve hentbolcular sezon sonunda çalışmaya katılmışlardır. Katılımcılara çalışma hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş, aydınlatılmış onam formları ve 18 yaş altında olan katılımcılar için ayrıca ebeveyn rıza formu imzalatılmıştır (Ek 3). Araştırma için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Çalışmalar Etik Kurulundan (Sayı: 16969557 No: 725) izin alınmıştır (Ek 1).

#### 3.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

##### 3.2.1. Antropometri

Boy uzunluğu  $\pm 0.1$  cm hatalı duvara monte stadiometrede (Holtain Ltd, England), vücut ağırlığı (VA)  $\pm 0.1$  kg hatalı baskülde (Tanita TBF 350 USA) vücut yağ yüzdesi (VYY) ayaktan ayağa biyoelektrik impedans analizöründe (Tanita TBF 350 USA) ölçülmüştür. Yedi bölge deri kıvrımı kalınlıkları skinfold kaliper (Holtain Ltd, England) ile ölçülmüştür.

##### 3.2.2. Kalp atım hızı (KAH)

Katılımcıların kalp atım hızlarını (KAH) ölçmek için telemetrik KAH monitörü (Polar 810i, Finland) kullanılmıştır.

##### 3.2.3. Oksijen Tüketimi ( $VO_2$ )

Her ekspirasyon havasından otomatik gaz analizi yapan portatif gaz analizörü (Cosmed k4b<sup>2</sup>, Italy)(resim 1) ile ölçülmüştür. Analizör testler esnasında deneğin

üzerine sabitlenmiştir. Analizörün çalışma ağırlığı (Ana ünite, türbin, kablolar ve batarya) toplam 550 gr'dır.



**Resim 1:** Oksijen analizörü (Cosmed k4b<sup>2</sup> Italy)

### 3.2.4. Laktik asit analizi (LA)

Kan LA konsantrasyonları elektro enzimatik olarak ölçüm yapan analizörde (YSI Sport 1500, Ohio, USA) hemolize tam kan olarak ölçülmüştür(resim 2).



**Resim 2:** Laktik Asit analizörü (YSI Sport 1500, Ohio USA)

### 3.2.5. Maksimal oksijen tüketimi ( $VO_{2maks}$ ), Anaerobik eşik (AnE) ve koşu ekonomisi (KE)

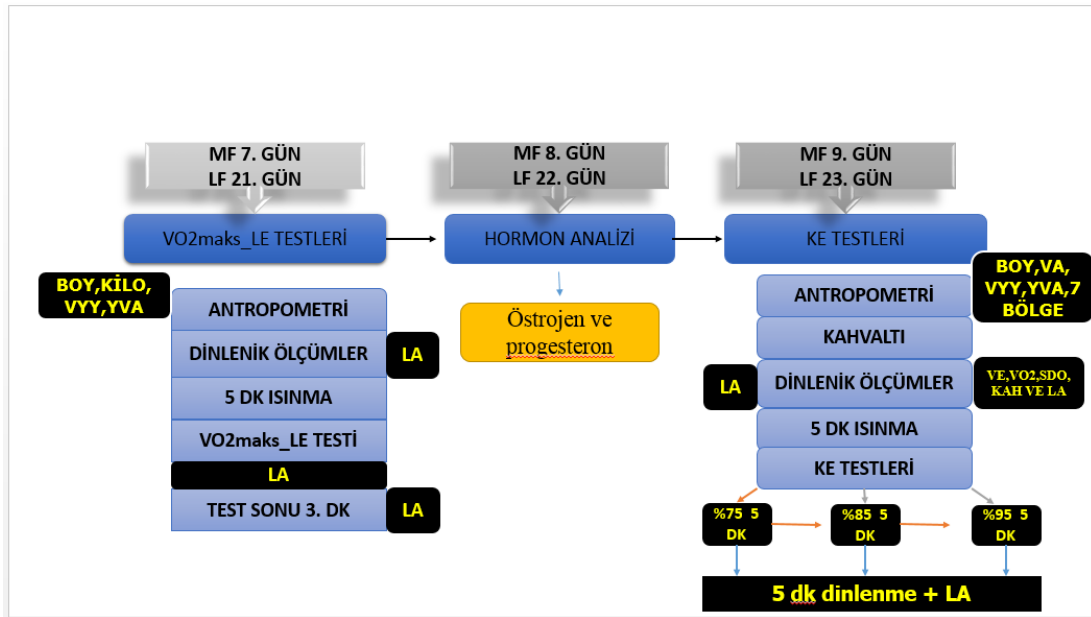
$VO_{2maks}$  ve AnE koşu bandında (Woodway, Germany) kesintili, şiddeti giderek artan protokolle saptanmıştır. Koşu ekonomisi de aynı ergometrede belirlenmiştir.

### 3.2.6. Hormon Analizi

Katılımcılardan, TS EN ISO/IEC 17025 akreditasyonuna sahip Düzen Laboratuvarlarında hormon analizi için kan alınmıştır. Katılımcılardan alınan kan örnekleri laboratuvarında biyokümülyasyon yöntemiyle analiz edilmiştir.

### 3.3. Verilerin Toplanması

Bu çalışmanın verileri, menstrual döngünün midfoliküler(MF) ve luteal fazlarında (LF) tekrarlı ölçüm yapılarak toplanmıştır (Şekil 3.3.1).



Şekil 3.3.1. Araştırma Yöntemi Dizaynı

MF ölçümleri döngünün 7. 8. ve 9. günlerinde, LF ölçümleri döngünün 21. 22 ve 23. günlerinde yapılmıştır. Verilerin toplanması için katılımcılar üç kez performans laboratuvarına, iki kez biyokimya laboratuvarına davet edilmiştir. Katılımcılar MF ve LF'daki ölçümlere rastgele sırada girmişlerdir.  $VO_{2maks}$  testi de rastgele olarak MF (7. gün) veya LF'da (21. gün) yapılmıştır.  $VO_{2maks}$ 'ın ölçüldüğü faza ait KE testi,

VO<sub>2maks</sub> testinden 48 saat sonra uygulanmıştır (MF faz için 9. gün, LF için 23. gün). Tüm testlerden önceki akşam alkollü ve kafeinli içecek tüketmemeleri ve son 24 saat içerisinde şiddetli egzersizlerden kaçınmaları istenmiştir. Diyetin dinlenik veya egzersiz esnasında ölçülen fizyolojik değişkenler üzerine etkisini(136; 137) sabitlemek için her iki fazda testlerden önce yaklaşık 920 kcal'lik (% 62,8 CHO, % 9,4 Protein, % 27,8 Yağ) standart bir kahvaltı verilmiştir (Ek 4). Her iki fazda tüm ölçümler kahvaltıdan en az 90 dk sonra ve günün aynı saatinde (sabah 10.30 – 11.30) yapılarak sirkadian ritmin etkisi en aza indirilmiştir. Katılımcılar her iki fazda KE testlerine aynı ayakkabı ve spor kıyafeti (şort, t-şort, tayt) ile girmişlerdir.

### 3.3.1. Antropometrik ölçümler

Boy, katılımcılar laboratuvara ilk kez geldiklerinde ölçülmüştür. VA, VO<sub>2maks</sub> ve AnE testinden ve her iki fazda KE testlerinden önce olmak üzere üç kez ölçülmüştür. Vücut kompozisyonu ve 7 bölge (Subskapula, Trisept, Bisept, Supraspinale, Karın, Uyluk, ve Baldır) deri kıvrım kalınlıkları her iki fazda KE testlerinden önce belirlenmiştir. VA ve vücut yağ yüzdesi (VYY) aç karnına kahvaltıdan önce, 7 bölge deri kıvrımı kalınlıkları kahvaltıdan sonra ölçülmüştür. VYY, ayaktan ayağa biyoelektrik impedans analizörü (Tanita TBF 350 USA) ile belirlenmiştir. Bunun için denek standart spor kıyafeti içerisinde çıplak ayakla analizörün tablasına çıkmış ve ölçüm “atlet” modunda yapılmıştır. VYY, yağ kitle, yağsız vücut kitlesi (YVK) ve total vücut suyu değerleri analizörün yazıcısından çıktı olarak alınmıştır. Deri kıvrımı kalınlıkları Heyward (78) tanımlandığı gibi skinfold kaliper (Holtain Ltd, England) ile ölçülmüştür. Ölçümler iki kez yapılmış ve ortalamaları dikkate alınmıştır. Deri kıvrım kalınlıklarının test-tekrar test sınıfı güvenirlilik katsayıları MF için >0,979, LF için >0,991 ve ölçümün teknik hatası (ÖTH) MF ölçümleri için < % 2,59, LF ölçümleri için < % 2,01'dir.

### 3.3.2. VO<sub>2maks</sub> ve AnE'nin belirlenmesi

VO<sub>2maks</sub> ve AnE, katılımcılar herhangi bir fazda (MF veya LF) laboratuvara ilk geldikleri gün belirlenmiştir. VO<sub>2maks</sub> ve AnE'i belirlemek için katılımcılar, % 0 eğimde 6 km.h<sup>-1</sup> hızda 5 dk ısındıktan sonra ısınma hızından itibaren her 3 dk'da bir hız 1.2 km.h<sup>-1</sup> artırılmıştır(89). Hız artımları arasında 30 sn pasif toparlanma

verilmiştir. Kan LA konsantrasyonu  $3.5 \text{ mmol.L}^{-1}$ 'ü aşıttıktan sonraki hız sabitlenmiş ve denek tükenene kadar kesintisiz olarak her dakika eğim % 2 artırılmıştır. 3 dk'da bir hız artırımını submaksimal şiddetlerde fizyolojik değişkenlerin ölçümü için geçerli ve güvenilir sonuçlar verdiği için tercih edilmiştir(15). Test esnasında  $\text{VO}_2$ , deneğin üzerine sabitlenen otomatik gaz analizörü (Cosmed k4b<sup>2</sup>, Italy) ile ölçülmüştür. Gaz analizörü üretici firmanın yönergesine uygun olarak her test öncesinde içerisinde konsantrasyonu bilinen gaz karışımı (% 14.70  $\text{O}_2$ , % 4.10  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  Balans) ile kalibre edilmiştir. Analizörün türbini 3 L'lik sertifikalı şırınga (Cosmed, Italy) ile kalibre edilmiştir. Gaz analizöründe ölçülen spirometrik değişkenlere ait değerler software programında edit edilmiştir. Bu işlem için software yardımı ile geçersiz değerler çıkarıldıktan sonra birbirini takip eden 5 ekspirasyon havasına ait değerlerin ortalaması alınmış ve 3 nokta smooting uygulanmıştır. Daha sonra kayıt edilen değerler excel formatına çevrilmiştir. KAH, analizör ile entegre telemetrik KAH monitörü (Polar 810i, Finland) ile kayıt edilmiştir. Her iş yükünün son 30 sn'sinin  $\text{VO}_2$  ve KAH ortalaması o yüke ait fizyolojik cevap olarak kabul edilmiştir. En yüksek  $\text{VO}_2$  değeri  $\text{VO}_{2\text{maks}}$  kabul edilmiştir. Birbirini takip eden iki iş yükünde  $\text{VO}_2$ 'de  $< 150 \text{ ml.dk}^{-1}$ 'den veya  $2.1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ 'dan az artış,  $1.10$ 'dan daha yüksek solunum değişim oranı (SDO),  $8 \text{ mmol.L}^{-1}$ 'den yüksek kan LA konsantrasyonu, 220-yaş formülünden hesaplanan maksimum kalp atım hızının  $\pm 10$  atıma ulaşması (108) kriterlerinden en az ikisinin gerçekleşmesi  $\text{VO}_{2\text{maks}}$ 'sın belirlenmesinde fizyolojik kriter olarak kullanılmıştır. LA için testten önce dinlenik, test esnasında, test sonlandıktan hemen sonra ve toparlanmanın 3. dk'da parmak ucu alkole temizlendikten sonra lanset tabancası (Soft Clix II) kullanılarak delinmiş ve ilk damla silindikten sonra 50-60  $\mu\text{l}$  kapiler kan alınmıştır. Kan örnekleri hemen hemolize tam kan olarak LA analizöründe (YSI Sport 1500, Ohio USA) ölçülmüştür. LA analizörü her katılımcıda üretici firmanın yönergesi doğrultusunda  $5.0 \text{ mmol.L}^{-1}$  standart ile kalibre edilmiştir. Her bir deneğin AnE'sini belirlemek için test esnasında ölçülen LA değerleri koşu hızının bir fonksiyonu olarak grafiklenmiştir. Koşu hızı-LA grafiklerinde üçer dk'lık aralıklarla yer alan kesikli verilere 2. veya 3. dereceden polinom eğriler uygulanmıştır. Heck ve diğ., (72) tarafından önerildiği gibi  $3.5 \text{ mmol.L}^{-1}$  sabit kan LA konsantrasyonuna karşılık gelen koşu hızı ve fizyolojik değişkenler ( $\text{VO}_2$ , KAH) AnE değerleri olarak dikkate alınmıştır.  $3.5 \text{ mmol.L}^{-1}$

karşılık gelen koşu hızı ve fizyolojik değişkenler, polinom eğrilere ait denklemler yardımı ile hesaplanmıştır (32,148). Tüm katılımcılarda polinom denklemler için  $R^2 > 0,95$ 'dir.

### 3.3.3. Dinlenik metabolik Hız (DMH)

DMH menstrual döngünün her iki fazında katılımcılara standart kahvaltı verildikten en az 90 dk sonra ve en az 60 dk oturduktan sonra oksijen analizörü ile 5 dk  $VO_2$  ölçülerek belirlenmiştir. 5 dk  $VO_2$  ölçümünün son bir dakikasının ortalaması DMH olarak kayıt edilmiştir. DMH ölçümü esnasında kayıt edilen  $V_E$ , KAH ve SDO'da dinlenik fizyolojik değerler olarak kabul edilmiştir.  $VO_2$  ölçümünden önce dinlenik LA'yı belirlemek için parmak ucundan kapiler kan alınmıştır.

### 3.3.4. Koşu ekonomisi

KE, her iki fazda standart laboratuvar şartlarında belirlenmiştir (MF için sıcaklık 18.1-22.7 °C, nem %21-50, LF için sıcaklık °C 18.0-22.4 nem % 24-49). KE'ni belirlemek için antropometrik ölçümler ve kahvaltıdan 90 dk sonra DMH ölçümünü takiben denekler 6 km/h hızda 5 dakika ısındıktan sonra, 3 dk pasif dinlenme sonrasında AnE koşu hızının %75, %85 ve %95'ne karşılık gelen hızlarda 5 dakika koşmuşlardır. Her hızın sonunda bir sonraki hıza geçmeden önce 5 dk pasif olarak dinlenmişlerdir. Her katılımcıda rüzgâr etkisi için test esnasında koşu bandı % 1 eğimde sabit tutulmuştur (115). LA için her hız sonunda ilk 30 sn içerisinde parmak ucundan 50-60  $\mu$ l kapiler kan alınmıştır. Koşu esnasında  $VO_2$  ve diğer spirometrik ölçümler ve KAH,  $VO_{2maks}$  testinde kullanılan portatif gaz analizörü ile ölçülmüştür.  $VO_{2maks}$  test verilerine uygulanan edit işleminden sonra veriler excel dosyasına çevrilmiştir. Her koşu hızında  $VO_2$ 'nin bir sabit değere (Steady state) ulaşip ulaşmadığı belirlemek için ölçülen  $VO_2$  ve diğer spirometrik değişkenlerin birbirini takip eden 30 sn'lik ortalamaları alınmıştır. Son 2 dk'da  $<100 \text{ ml.dk}^{-1}$ 'dan düşük artış sabit  $VO_2$  olarak kabul edilmiştir (55). Son 2 dk'da  $>100 \text{ ml.dk}^{-1}$ 'dan büyük artış varsa sabit değere ulaşana kadar bir sonraki 30 sn ortalaması dikkate alınmıştır. KE her hızda  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ,  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  ve  $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. KE'ni  $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  olarak hesaplamak için koşu hızında tüketilen  $VO_2$ 'nin kalorik eşdeğeri ,

1 L VO<sub>2</sub> (kcal) = 3.941 + 1.106 SDO formülü ile hesaplanmıştır (152).

KE'nin ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> değeri,

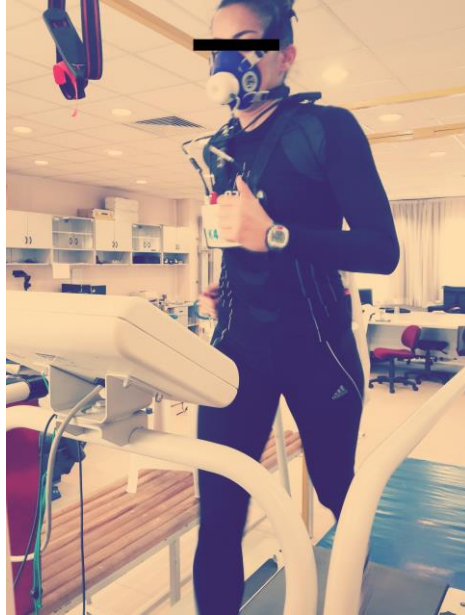
ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> = VO<sub>2</sub> x hız<sup>-1</sup> x VA<sup>-1</sup> x K formülünden,

kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> değeri, VO<sub>2</sub>'nin kalorik eşdeğeri hesaplandıktan sonra,

kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> = VO<sub>2</sub> x VO<sub>2</sub>'nin kalorik eşdeğeri x hız<sup>-1</sup> x VA<sup>-1</sup> x K

Formüllünden hesaplanmıştır.

Formüllerde, VO<sub>2</sub> = koşu esnasında ölçülen VO<sub>2</sub> (L.dk<sup>-1</sup>), kalorik eşdeğer = 1 L O<sub>2</sub>'nin kalorik değeri, Hız = Koşu hızı (m.dk<sup>-1</sup>), VA: Vücut ağırlığı (kg), K : 1000 m/km



**Resim 3:** Koşu Ekonomisi Testleri



### 3.3.5. Hormon Analizi

Katılımcıların MF ve LF’da estradiol ve progesteron konsantrasyonları MF için 8. gün, LF için 22. günde laboratuvarında alınan kan örneklerinden belirlenmiştir. Katılımcılardan venöz olarak alınan kan santirüj işlemiyle serum haline getirilmiştir. Elde edilen serum numunesinden 300 µl örnek alınarak otoanalizör çalışma yapılmıştır. Testler Roche Estradiol II ve Progesteron II kiti kullanılarak Roche Cobas e601 sisteminde Electrochemiluminescence Immunoassay (“ECLIA”, [elektrokemilüminesans]) yöntemiyle yapılmıştır.

### 3.4. Verilerin Analizi

Tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ( $X \pm Sd$ ) yapıldıktan sonra, menstrual döngü fazlarının farklı hızlardaki KE üzerine etkisi, Çift Yönlü (2 Faz x 3 Hız) Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi saptanmıştır. Tekrarlı ölçümlerin küresellik varsayımının geçerliği Mauchly Testi ile saptanmıştır. Küresellik varsayımı yerine gelmeyen değişkenlerde Epsilon ( $\epsilon$ ),  $< 0.75$  ise Greenhouse-Geisser,  $> 0.75$  ise Huynh-Feldt düzeltmesi uygulanmıştır(160). Deneme etkisinin boyutu için (Effect Size), kısmi eta kare ( $\eta^2$ ) hesaplanmıştır. Eta kare ( $\eta^2$ )  $\leq 0.2$  küçük,  $\leq 0.6$  orta,  $\leq 1.2$  büyük,  $\leq 2.0$  çok büyük,  $\leq 4.0$  mükemmel yakın olarak sınıflandırılmıştır (84). Deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinin test-tekrar test güvenilirliği Tek Yönlü Varyans Analizinden sınıf içi korelasyon katsayıları, ÖTH’nin mutlak ve oransal değerleri aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır;

$$\text{Mutlak ÖTH (mm)} = \sqrt{\Sigma d^2 / 2n} \text{ ve oransal ÖTH (\%)} = \text{ÖTH} / X \quad (124)$$

Formüllerde  $d$  = ölçüm farklarının karesi,  $n$  = denek sayısı,  $X$  = iki ölçümün ortalaması. İstatistiksel işlemler SPSS 15.0 paket programında yapılmış ve yanılma düzeyi  $p < 0.05$  olarak belirlenmiştir.

## BÖLÜM IV

### BULGULAR

Katılımcıların boy ortalaması  $170.3 \pm 6.62$  cm, menstrual döngü gün sayısı ortalama  $29,8 \pm 0,98$  gün'dür. Katılımcıların hormon konsantrasyonları, LF'da ölçülen Progesteron'nun ( $37,78 \pm 15,08$  nmol.L<sup>-1</sup>) ve Estradiol'ün ( $589,70 \pm 262,25$  pmol.L<sup>-1</sup>) ortalama konsantrasyonları MF'da ölçülen ortalama konsantrasyonlarından (sırasıyla  $1,79 \pm 1,09$  nmol.L<sup>-1</sup>,  $292,68 \pm 188,09$  pmol.L<sup>-1</sup>) önemli derecede yüksektir ( $p < 0,05$ , Progesteron için ES kısmi  $\eta^2 = 0.86$ , Estradiol için ES kısmi  $\eta^2 = 0,54$ ). Katılımcıların  $VO_{2maks}$  ortalaması  $49,25 \pm 9,15$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>,  $3.5$  mmol.L<sup>-1</sup> sabit laktat eşiğine karşılık gelen ortalama koşu hızı  $12,2 \pm 1,70$  km.h<sup>-2</sup>'dir. Koşu ekonomisinin değerlendirildiği  $3.5$  mmol.L<sup>-1</sup> sabit laktat eşisinin % 75, %85 ve %95 karşılık gelen koşu tempoları sırasıyla  $9,17 \pm 1,26$ ,  $10.36 \pm 1,44$ ,  $11,58 \pm 1,62$ 'dir. Menstrual döngünün farklı fazlarında fiziksel özelliklerde ve vücut kompozisyonunda meydana gelen değişimler Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. MF ve LF'da ölçülen VA, TDK, VYY ve YVK'da anlamlı bir değişim saptanmamıştır ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 4.1.** Menstrual Döngünün Farklı Fazlarında Fiziksel Özelliklerde Ve Vücut Kompozisyonundaki Değişimler

	MF	LF	F	ES Kısmi $\eta^2$
<b>VA (kg)</b>	$57.86 \pm 7.72$	$57.60 \pm 7.40$	0.59	0.06
<b>TDK (mm)</b>	$75.96 \pm 15.54$	$76.21 \pm 15.62$	0.35	0.00
<b>VYY (%)</b>	$16,07 \pm 2,46$	$16,24 \pm 2,27$	0.34	0.03
<b>YVK (kg)</b>	$48,45 \pm 5,65$	$48,09 \pm 5,48$	1.19	0.11

VA: Vücut ağırlığı, TDK: Toplam deri kıvrımı kalınlığı, VYY: Vücut yağ yüzdesi, YVK: Yağsız vücut kitlesi

MF ve LF'da dinlenik durumda ölçülen metabolik ve fizyolojik değişimler Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Menstrual döngünün farklı fazlarında dinlenik durumda  $V_E$ ,  $VO_2$ , KAH, LA ve SDO gibi metabolik ve fizyolojik değişkenlerde anlamlı bir

fark saptanmamıştır ( $p > 0.05$ ). Bu bulgu katılımcıların menstrual döngünün her iki fazında ölçülen koşu ekonomisi testlerine aynı metabolik ve fizyolojik düzeyde girdiklerini göstermektedir.

**Tablo 4.2.** Menstrual Döngünün Farklı Fazlarında Dinlenik Durumda Metabolik ve Fizyolojik Değişimler

	<b>MF</b>	<b>LF</b>	<b>F</b>	<b>ES</b> <b>Kısmi <math>\eta^2</math></b>
<b>VE<sub>din</sub> (L.dk<sup>-1</sup>)</b>	9.53 ± 1.94	10.41 ± 2.12	3.13	0.24
<b>VO<sub>2din</sub> (ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>)</b>	4.49 ± 0.98	4.52 ± 0.90	0.01	0.00
<b>KAH<sub>din</sub> (a.dk<sup>-1</sup>)</b>	64.33 ± 7.03	67.00 ± 8.53	0.84	0.10
<b>LA<sub>din</sub> (mmol.L<sup>-1</sup>)</b>	1.82 ± 0.50	1.84 ± 0.57	0.01	0.00
<b>SDO</b>	0.894 ± 0.031	0.907 ± 0.05	0.89	0.08

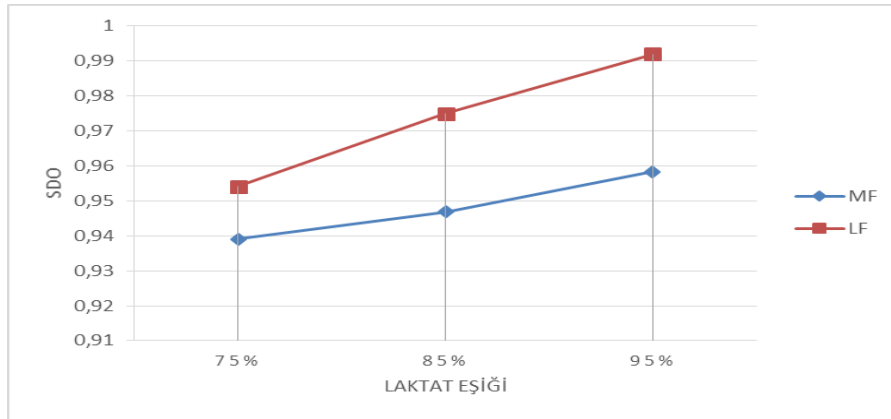
VE: Dakika ventilasyonu, VO<sub>2</sub>: Oksijen tüketimi, KAH: Kalp atım hızı,  
LA: Laktik asit, SDO: Solunum değişim oranı

3.5 mmol.L<sup>-1</sup> sabit LA eşliğinin % 75, % 85 ve %95'ine karşılık gelen tempolarda belirlenen koşu ekonomisi ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> ve ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> VO<sub>2</sub> ve kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> enerji harcaması olmak üzere üç farklı birim üzerinden değerlendirilmiştir. Menstrual döngünün farklı fazlarında, üç farklı koşu temposunda ölçülen fizyolojik değişkenlerde ve koşu ekonomisinde ortaya çıkan değişimler Tablo 4.3.'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.3.** Menstrual Döngünün Farklı Fazlarında Üç Farklı Koşu Temposunda Ölçülen Koşu Ekonomisi ve Fizyoloji Değişkenler

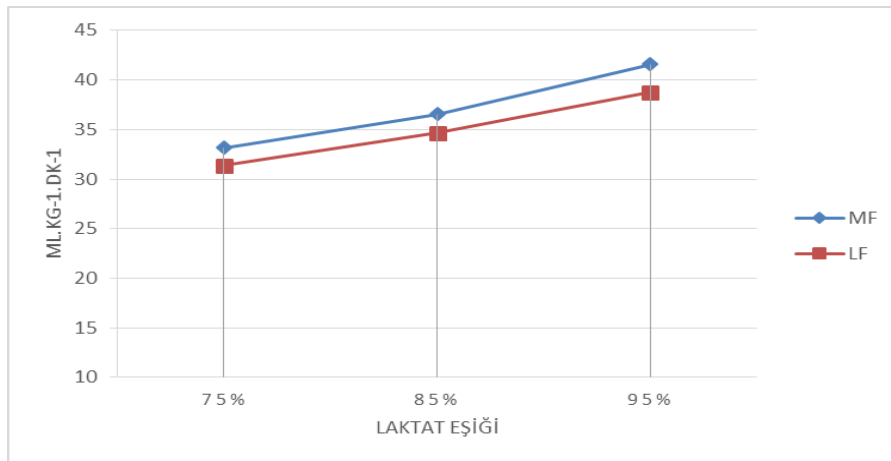
	% 75_LE	% 85_LE	% 95_LE
<b>KE<sub>SDO_MF</sub></b>	0.94 ± 0.054+	0.95 ± 0.052+	0.96 ± 0.055+
<b>KE<sub>SDO_LF</sub></b>	0.95 ± 0.036+	0.97 ± 0.031+	0.99 ± 0.027+
<b>KE<sub>MF</sub></b> (ml.kg <sup>-1</sup> .dk <sup>-1</sup> )	33.14 ± 5.52*+	36.57 ± 6,72*+	41.57 ± 7.49*+
<b>KE<sub>LF</sub></b>	31.36 ± 5.86*+	34.64 ± 6,70*+	38.78 ± 7.56*+
<b>KE<sub>MF</sub></b> (ml.kg <sup>-1</sup> .km <sup>-1</sup> )	218.28 ± 35.60*	212.52 ± 33.85*	215.76 ± 29.52*
<b>KE<sub>LF</sub></b>	205.76 ± 27.74*	200.46 ± 23.39*	201.45 ± 21.77*
<b>KE<sub>MF</sub></b> (kcal.kg <sup>-1</sup> .km <sup>-1</sup> )	1.08 ± 0.172*	1.06±0.164*	1.08±0.142*
<b>KE<sub>LF</sub></b>	1.03 ± 0.136*	1.00±0.114*	1.01±0.109*
<b>KE<sub>KAH_MF</sub></b> (a.dk <sup>-1</sup> )	155.6 ± 10.88+	160.0 ± 16.17+	172.2 ± 10.12+
<b>KE<sub>KAH_LF</sub></b>	153.4 ± 13.93+	159.2 ± 18.44+	175.1 ± 11.41+
<b>KE<sub>LA_MF</sub></b> (mmol.L <sup>-1</sup> )	2.36 ± 0.27+	2.35 ± 0.18+	3,12 ± 0,23+
<b>KE<sub>LA_LF</sub></b>	2.07 ± 0.14+	2.05 ± 0.19+	2.80 0.28+

LE: 3.5 mmol.L-1 laktat eşiği, KE: Koşu Ekonomisi, KAH: Kalp Atım Hızı, SDO: Solunum Değişim Oranı, LA: Laktik Asit, \* İstatiksel olarak fazlar arasında fark vardır(p<0.05), + istatiksel olarak koşu hızları arasında fark vardır(p<0.05).



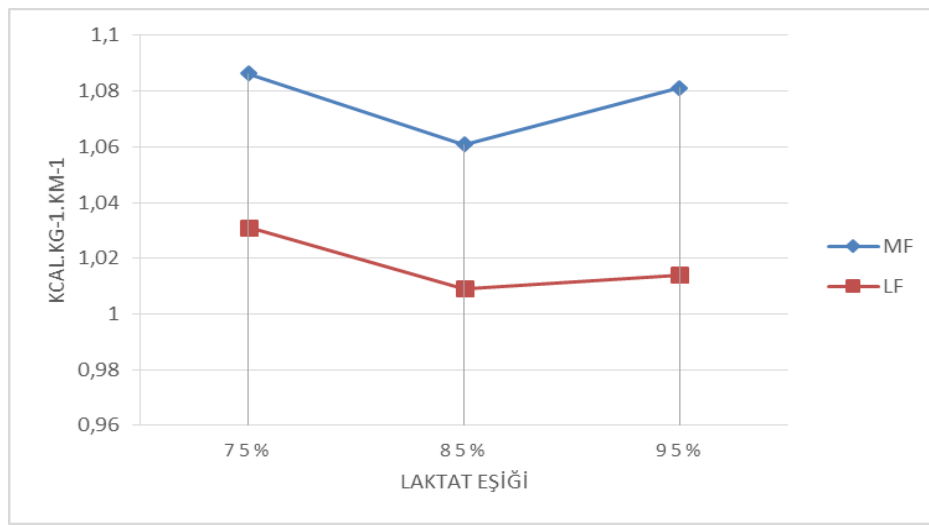
**Şekil 4.1.** MF ve LF'de Farklı Koşu Tempolarında SDO Değişimi

MF ve LF'da KE ölçümü esnasında kayıt edilen SDO değerleri arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $F_{(1, 10)} = 2.25$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.18$ ). LE'nin % 75, 85 ve 95'ine karşılık gelen tempolarda metabolik harcamadaki artışa ( $VO_2$ ) bağlı olarak SDO da önemli derecede artmıştır (Tablo 4.3). ( $F_{(2, 20)} = 21.37$ ;  $p < 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.68$ ). Faz x hız etkileşimi de (Şekil 4.1) anlamlı değildir ( $F_{(2, 20)} = 3.31$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.25$ ). Bu bulgu her bir fazda hız değişimine bağlı olarak SDO'da meydana gelen değişimin benzer olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.2.** Menstrual döngü esnasında MF ve LF'de farklı tempolarda koşu ekonomisine ait ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak ölçülen  $VO_2$ 'nin değişimi

Menstrual döngünün farklı fazlarında üç farklı koşu temposunda ölçülen koşu ekonomisi 2 x 3 (Faz x Koşu Temposu) Tekrarlı ölçümlerde Varyans Analizi ile değerlendirilmiştir. KE,  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$   $\text{VO}_2$  olarak değerlendirildiğinde MF ve LF'de ölçülen koşu ekonomileri arasında anlamlı fark saptanmıştır ( $F_{(1, 10)} = 6.55$ ;  $p < 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.40$ ). MF'de ölçülen KE, LF'da ölçülenden daha düşüktür (Tablo 4.3). Benzer şekilde farklı tempolarda ölçülen koşu ekonomileri arasında da anlamlı fark saptanmıştır ( $F_{(1,28, 20)} = 78.71$ ;  $p < 0.01$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.89$ ) Koşu



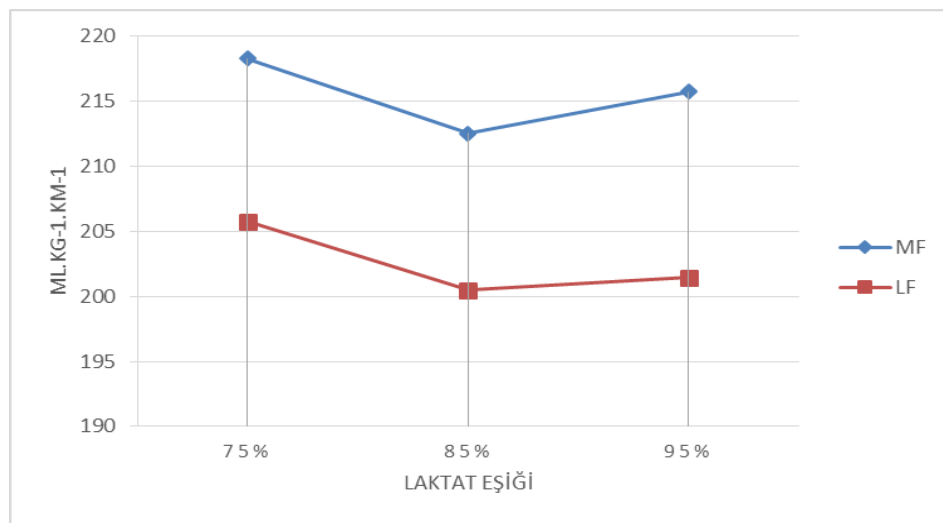
**Şekil 4.3.** kcal.  $\text{kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  Olarak Değerlendirildiğinde Menstrual Döngü Esnasında MF ve LF'da Farklı Tempolarda Koşu Ekonomisindeki Değişimi

temposundaki artışa bağlı olarak  $\text{VO}_2$ 'de artmıştır (Tablo 4.3). Bu bulgular koşu ekonomisi  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  olarak değerlendirildiğinde tempo arttıkça koşu ekonomisinin düştüğünü göstermektedir. Bununla beraber Faz x Koşu temposu etkileşimi (Şekil 4.2.) anlamlı bulunmamıştır ( $F_{(2, 20)} = 1.66$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.14$ ). Bu bulgu, her bir fazda koşu temposundaki artışa bağlı olarak ortaya çıkan  $\text{VO}_2$ 'deki değişimin benzer olduğunu gösterir (Şekil4.2).

KE,  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$   $\text{VO}_2$  olarak değerlendirildiğinde de MF ve LF'da ölçülen koşu ekonomileri arasında anlamlı fark saptanmıştır ( $F_{(1, 10)} = 5.78$ ;  $p < 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.37$ ). MF'de ölçülen KE, LF'de ölçülenden daha düşüktür (Tablo 4.3.). Buna karşılık  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$   $\text{VO}_2$ 'nin aksine farklı tempolarda  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  ölçülen

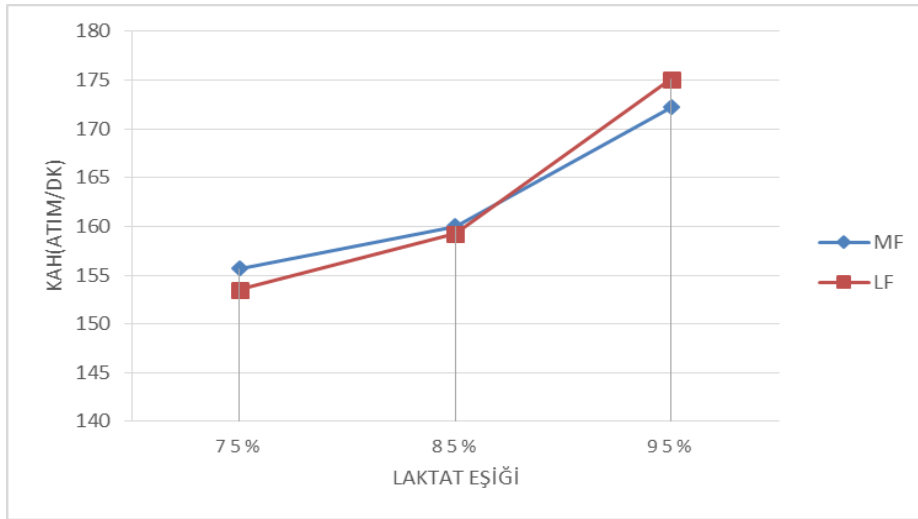
koşu ekonomileri arasındaki farklar anlamlı değildir ( $F_{(2, 20)} = 1.61$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.14$ ). Koşu temposu artmasına rağmen km başına  $VO_2$  (koşu ekonomisi) değişmemiştir. Bu bulgular koşu ekonomisi  $ml.kg^{-1}.km^{-1}$  olarak değerlendirildiğinde tempo artmasına rağmen koşu ekonomisinin hızdan bağımsız ve sabit olduğunu göstermektedir. Faz x Koşu temposu etkileşimi de (Şekil 4.3) anlamlı değildir ( $F_{(2, 20)} = 0.23$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.02$ ).

KE,  $kcal.kg^{-1}.km^{-1}$  enerji harcaması olarak değerlendirildiğinde önceki değerlendirmelerde olduğu gibi MF ve LF'da ölçülen koşu ekonomileri arasında



**Şekil 4.4.**  $ml.kg^{-1}.km^{-1}$  Olarak Değerlendirildiğinde Menstrual Döngü Esnasında MF Ve LF'de Farklı Tempolarda Koşu Ekonomisindeki Değişimi

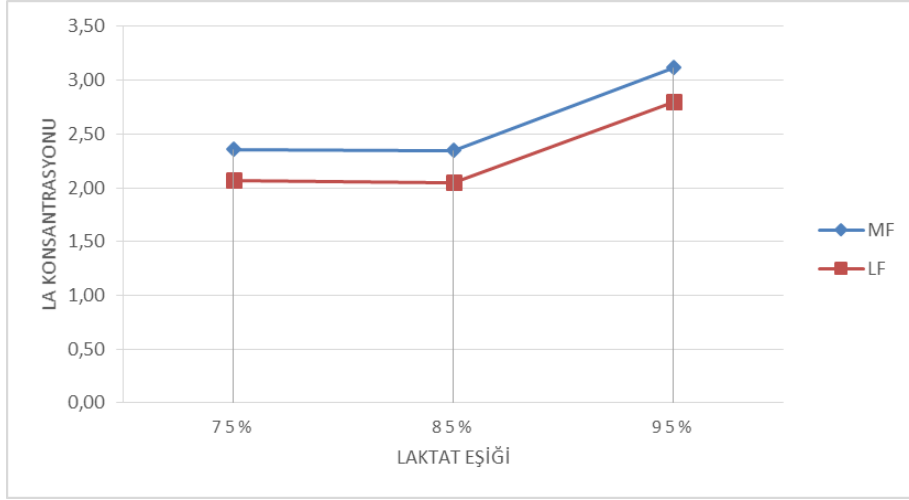
anlamlı fark saptanmıştır ( $F_{(1, 10)} = 5.35$ ;  $p < 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.35$ ). MF'de ölçülen KE, LF'da ölçülenden daha düşüktür (Tablo 4.3). Benzer şekilde  $ml.kg^{-1}.km^{-1} VO_2$ 'de olduğu gibi farklı tempolarda  $kcal.kg^{-1}.km^{-1}$  enerji harcaması olarak ölçülen koşu ekonomileri arasındaki farklar anlamlı değildir ( $F_{(2, 20)} = 1.25$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.11$ ). Koşu temposu artmasına rağmen km başına kalorik harcama (koşu ekonomisi) değişmemiştir. Bu bulgular koşu ekonomisi  $kcal.kg^{-1}.km^{-1}$  olarak değerlendirildiğinde tempo artmasına rağmen koşu ekonomisinin hızdan bağımsız ve sabit olduğunu göstermektedir. Faz x Koşu temposu etkileşimi de (Şekil 4.4.) anlamlı değildir ( $F_{(2, 20)} = 0.47$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.05$ ).



**Şekil 4.5.** MF ve LF’de Ölçülen KAH Değerleri

LE’nin %75, 85 ve 95’nına karşılık gelen tempolarda MF ve LF’da ölçülen KE esnasında kaydedilen KAH değerleri arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $F_{(1, 8)} = 0.00$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.00$  )(Tablo 4.3). Tablo 4.3’de gösterildiği gibi koşu temposundaki artışa bağlı olarak KAH’da önemli derecede artmıştır ( $F_{(2, 16)} = 20.25$ ;  $p < 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.72$ ). Faz x hız etkileşimi de (Şekil 4.5) anlamlı değildir ( $F_{(2, 16)} = 1.05$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.12$ ). Bu bulgu her bir fazda hız değişimine bağlı olarak KAH’da meydana gelen artışın benzer olduğunu göstermektedir.





**Şekil 4.6.** Menstrual Döngünün MF ve LF’da Farklı Hızlarda LA Konsantrasyonunda Değişimi

KE ölçümü esnasında kan LA değerleri fazlar arasında benzer bulunmuştur ( $F_{(1, 11)} = 3.48$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.24$ ). Buna karşılık tempo arttıkça LA’da önemli miktarda artmıştır ( $F_{(2, 22)} = 12.57$ ;  $p < 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.53$ )(tablo 4.3). Faz x hız etkileşimi de (Şekil 4.6) anlamlı değildir ( $F_{(2, 22)} = 0.008$ ;  $p > 0.05$ , ES kısmi  $\eta^2 = 0.001$ ). Tempo artışına bağlı olarak her bir fazda LA’da meydana gelen değişim benzerdir.

## BÖLÜM V

### TARTIŞMA

Bu çalışmanın ana bulgusu, menstrual döngünün farklı fazlarında KE'nin değiştiğini ve KE,  $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  enerji harcaması biriminden yapılan değerlendirmenin  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  ve  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  birimlerinden yapılan değerlendirmelerden farklı sonuçlar vermediğini göstermiştir.

Katılımcıların  $\text{VO}_{2\text{maks}}$  değerleri ( $49.25 \pm 9.15 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ) güncel literatür bilgisinde yer alan sedanter tanımlamasından yüksek iken (15), elit sporcular için tanımlanan değerlerden düşüktür(40).

Her iki fazda ölçülen vücut kompozisyonu (tablo 4.1.) değerleri benzerdir. Menstrual döngünün farklı fazlarında vücut ağırlığının değişmediğini kaydeden çalışmalar mevcuttur(110). Çalışmamızda elde ettiğimiz menstrual döngünün farklı fazlarında değerlendirilen antropometrik ölçümler literatürü destekler niteliktedir (103,159).

Katılımcıların menstrual döngünün MF ve LF'da KE testlerinde dinlenik metabolik ve fizyolojik değerleri ölçülmüştür. Ölçülen dinlenik ve metabolik cevaplar menstrual döngünün MF ve LF'da benzer bulunmuştur (tablo 4.2.). Menstrual döngünün dinlenik metabolik ve fizyolojik cevaplarının değerlendirildiği birçok çalışma da bulgular çalışmamızı destekler niteliktedir (91,143). Smekal ve diğ. (140) menstrual döngünün iki farklı fazında (MF ve LF'da) ölçtükleri dinlenik  $\text{VO}_2$ , KAH ve SDO'nı benzer, VE'nin LF'da MF'den yüksek olduğunu kaydetmişlerdir. Bu bulguların aksine Williams ve Krahenbuhl (159) menstrual döngünün farklı fazlarında dinlenik ve metabolik cevapların değiştiğini kaydetmişler; fakat sebebinin araştırma grubunda bulunan iki deneğin hormonal verilerine göre ovulasyon döngüsüne sahip olmamalarından kaynaklandığını kaydetmişlerdir. Çalışmamızın bulguları katılımcıların her iki fazda da testlere aynı metabolik ve fizyolojik düzeyde katıldığını göstermektedir.

Kadınların yaşadıkları hormonal dalgalanmalardan dolayı performanslarının etkilendiği görüşü oldukça yaygındır. Kadınların yaşadıkları bu hormonal dalgalanmaların substrat metabolizması üzerine etkisinden dolayı teorik olarak dayanıklılık performansını etkilediği düşünülse de çalışmaların sonuçları çelişkilidir. Bu çalışmada menstrual döngünün MF ve LF'da KE esnasında (submaksimal koşu

temposunda) ölçülen SDO benzer bulunmuştur (tablo 4.3). Kendrick ve Ellis(94) östrojenin dinlenik kas glikojen depolarını artırdığını ve uzun süreli egzersizlerde yakıt metabolizmasını serbest yağ asitlerine kaydırarak glikojen kullanımını azalttığını kaydetmişlerdir. Devries ve diğ.(110) LF'da MF'a göre daha yüksek yağ oksidasyonu ve daha düşük glikoz kullanımı ve daha düşük SDO değerlerinin olduğunu saptamışlardır. Hackney (65) ise, foliküler faz ile karşılaştırıldığında luteal fazdaki kadınların daha düşük SDO, daha az kas glikojen tüketimine sahip olduklarını kaydetmişlerdir. Benzer şekilde Wearing ve Campbell (150) yine luteal fazdaki kadınların foliküler fazdakilere göre daha düşük CHO oksidasyonu ve daha fazla yağ oksidasyonuna sahip olduğunu göstermişlerdir. Zderic ve diğ.(161) Hackney (65)'in bulgularını destekler nitelikte, LF'de yağ asiti oksidasyonunun yüksek, glikoz kullanımı ve SDO'nun düşük olduğunu saptamışlardır. Hormonal dalgalanmaların substrat metabolizmasını etkilediği bulguların aksine; Smekal ve diğ. (140) 19 düzenli menstrual döngüye sahip kadında yaptıkları çalışmalarında, SDO'nun foliküler ve luteal fazlarda değişmediğini kaydetmişlerdir. Bunun yanı sıra Hackney ve diğ.(66) hormonal değişimlere bağlı olarak total enerji harcamasının değişmediğini kaydetmişlerdir. Buna ek olarak iki çalışmada uzun süreli(>90dk) egzersizlerde menstrual döngünün metabolizma üzerine etkisi olmadığı kaydedilmiştir (5,91). Bu çalışmada da menstrual döngünün LF'da artan progesteron ve östrojen konsantrasyonuna rağmen LE'nin %75, %85 ve %95'ne denk gelen submaksimal koşu hızlarında substrat metabolizmasında (SDO'da) belirgin bir değişim saptanmamıştır.

KE, belirli bir hızda ya da egzersiz şiddetinde kasların kullandığı O<sub>2</sub> miktarı olarak tanımlanır. Sporcu verili tempoda ya da egzersiz şiddetinde ne kadar az enerji harcayarak aynı işi yapıyorsa o kadar ekonomiktir. Yaptığımız çalışmada KE, menstrual döngünün MF ve LF'da ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>, ml.kg<sup>-1</sup>. km<sup>-1</sup> ve kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> birimlerinden değerlendirilmiş ve her üç birimde de KE'sinin LF'da MF'a göre daha yüksek olduğu saptanmıştır(tablo 4.3). Smekal ve diğ.(140) menstrual döngünün MF ve LF 19 kadın sporcu da bisiklet ergometresinde yaptıkları submaksimal bir çalışmada, oksijen tüketiminin benzer olduğunu kaydetmişlerdir. KE çalışılmamasına rağmen submaksimal egzersizlerde oksijen tüketiminin değişmediği bulgusu çalışmamızı destekler niteliktedir. KE'nin kadınların hormonal dalgalanmalarına

bağlı olarak değişimini değerlendiren çalışma çok azdır. Menstrual döngünün KE üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada  $VO_{2maks}$ 'ın %55'ine karşılık gelen tempoda MF ve LF'da ölçülen KE'nin benzer, buna karşılık % 80'ine karşılık gelen tempoda MF'da LF'a göre daha yüksek KE ölçüldüğü kaydedilmiştir (159). Williams ve Krahenbuhl (159) çalışmalarında  $VO_{2maks}$ 'ın %55 ve %80'inde  $V_E$ 'nin foliküler fazda luteal faza göre daha düşük olduğunu da saptamışlardır.

KE, yapılan çalışmalarda genellikle  $ml.kg^{-1}.dk^{-1}$  biriminden ölçülmektedir. Chen ve diğ. (25) KE'nin farklı şiddetlerdeki egzersizlerde ( $VO_{2maks}$ 'ın %70-80 ve 90) değiştiğini kaydetmişlerdir. Benzer şekilde Daniels ve Daniels (42)  $VO_{2maks}$ 'ın %70 ve %100 Aralığındaki koşu hızlarında KE'nin değiştiğini saptamışlardır. Bunun aksine Helgerud ve diğ. (74) iyi antrenmanlı kadın ve erkek sporcularda yaptıkları çalışmalarında KE'sinin farklı hızlarda değişmediğini göstermişlerdir. Yaptığımız çalışma da  $ml.kg^{-1}.dk^{-1}$  biriminden değerlendirildiğinde KE'nin koşu hızları arasında değiştiği gözlemlenmiştir (tablo 4.3). KE'nde görülen bu değişimin sebebi ise; artan koşu hızıyla birlikte kg başına düşen oksijen miktarının artışı olduğu görülmektedir.

Fletcher ve diğ.(55) yaptıkları çalışmada KE'sinin  $ml.kg^{-1}.dk^{-1}$  biriminden ölçümlerin KE hakkında yeterli detaylı bilgi vermediğini savunmuşlardır. KE'nin  $ml.kg^{-1}.dk^{-1}$  biriminden değerlendirildiğinde, ölçümün ya da egzersizin farklı hızlarında devreye giren farklı substrat maddelerinin etkisinin göz ardı edildiğini vurgulamışlardır. Çalışmalarında 16 elit antrenmanlı erkek sporcunun KE'sini  $ml.kg^{-1}.km^{-1}$  ve  $kcal.kg^{-1}.km^{-1}$  birimlerinden değerlendirmişlerdir.  $3.5 mmol.L^{-1}$  LE'nin %75, %85 ve %95'ne denk gelen tempolarda  $ml.kg^{-1}.km^{-1}$  birimiyle ölçümlerde koşu hızları arasında fark olmadığını,  $kcal.kg^{-1}.km^{-1}$  birimiyle yapılan ölçümlerde fark olduğunu kaydetmişlerdir. Sonuç olarak,  $kcal.kg^{-1}.km^{-1}$  birimiyle ölçümlerde KE değerlendirmenin daha hassas sonuçlar verdiğini saptamışlardır. Shaw ve diğ. (141) laktat eşiğinin altına denk gelen 4 farklı koşu hızında, koşu hızı arttıkça  $kcal.km^{-1}$  biriminden değerlendirmelerinde arttığını,  $L.km^{-1}$  biriminden ölçümlerin ise hızdan bağımsız olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde Fletcher ve diğ.(56) kadın ve erkeklerde yaptıkları çalışmalarında koşuda harcanan enerjinin  $kcal.kg^{-1}.km^{-1}$  ve  $ml.kg^{-1}.km^{-1}$  biriminden değerlendirilmelerde hem kadınlarda hem de erkeklerde koşu hızı ile birlikte arttığını saptamışlardır. Shaw ve diğ. (140) bir başka çalışmada, koşu ekonomisini ölçme yöntemlerinin güvenilirliğini

değerlendirmişler ve oksijen harcaması ve kalorik değerlendirmenin denek varyasyonları ile birlikte aynı seviyede olduğunu kaydetmişlerdir. Çalışmamızda  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  biriminde hızlar arasında fark saptanmamıştır. Bununla birlikte, Fletcher ve diğ.(55) bulgularının aksine  $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  birimiyle yapılan ölçümlerde de hızlar arasında anlamlı fark saptanmamıştır(tablo 4.3). KE'nin  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  ve  $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  birimlerinden değerlendirilmeleri arasında fark olmadığı çalışmamızın bulguları ile birlikte elde edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular, KE'nin kalori harcaması ve oksijen harcamasının ölçülmesi ile değerlendirilmesinin herhangi bir farklılık ifade etmediğini göstermiştir.

Koşu bandı egzersizlerinde artan hız ile birlikte substrat metabolizması değişmektedir. Artan koşu hızıyla birlikte egzersizde kullanılan substrat maddesi de değişmektedir. SDO değerlerinin koşu hızı arttıkça arttığını kaydeden birçok çalışma mevcuttur (56,141). Achten ve Jeukendrup (1) artan koşu hızıyla birlikte SDO'nun da arttığını göstermişlerdir. Bunun aksine Romijn ve diğ.(133)  $\text{VO}_{2\text{maks}}$ 'ın % 25,65 ve 85'ne denk gelen koşu hızlarında SDO değerlerinde anlamlı değişme olmadığını kaydetmişlerdir. Katılımcıların farklı hızlarda elde edilen SDO değerlerinin, değişen koşu hızı ile birlikte arttığı saptanmıştır(tablo 4.3). Bunun önemli sebeplerinden birisinin artan hız ile birlikte artan metabolik ihtiyaç ( $\text{VO}_2$ ) olduğu görülmektedir.

Egzersiz esnasında meydana gelen LA değişimleri hakkında farklı sonuçlar mevcuttur. Karlsson ve Saltin (94) hem kan hem de kas LA'nın uzun süreli egzersizlerde zamanla artacağını kaydetmişlerdir. Bunun yanı sıra Hermansen ve Stensvold (76) çalışmalarında LA'nın düşük şiddetlerde (%30-%60  $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ) değişmediğini, daha yüksek şiddetli egzersizlerde (%70-%80) ise, arttığını saptamışlardır. Bulgularımızda LE'nin %75, %85 ve %95'ne denk gelen koşu hızlarında, hız arttıkça LA'nın arttığı bulunmuştur. Bunun en önemli sebebinin ise, artan hız ile birlikte artan oksijen açığı olduğu görülmektedir. Menstrual döngü döneminde LA değişiminin fazlardan bağımsız olduğu birçok çalışmada kaydedilmiştir. Dean ve diğ.(46) menstrual döngünün farklı fazlarında LA'da bir değişiklik olmadığını kaydetmişlerdir. Benzer şekilde Wearing ve Campbell (150) da menstrual döngünün farklı fazlarında LA konsantrasyonunun değişmediğini kaydetmişlerdir. Yine bu bulguları destekler nitelikte Middleton ve diğ.(111) menstrual döngünün farklı fazlarında LA'nın değişmediğini saptamışlardır.

Menstrual döngünün MF ve LF fazlarında elde ettiğimiz LA değerleri literatürü destekler niteliktedir ve fazlar arasında benzer olduğu saptanmıştır.

Egzersizde süre ve şiddetin değişmesine göre değişen fizyolojik değişkenlerden birisi de KAH'dır. Braun ve diğ.(16) menstrual döngünün foliküler, midfoliküler ve midluteal fazlarında KAH değerlerinde anlamlı bir değişim olmadığını kaydetmişlerdir. Benzer şekilde Constance ve diğ.(103) de KAH değerlerinin menstrual döngünün farklı fazlarından etkilenmediğini kaydetmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler literatürü destekler niteliktedir ve KAH değerlerinde menstrual döngü fazları arasında anlamlı değişiklik olmadığını göstermektedir. Uyguladığımız test protokolü esnasında, hız arttıkça KAH da önemli ölçüde artış göstermiştir(tablo 4.3). KAH'nın artan hız ile birlikte artması; egzersiz şiddetinin artmasıyla birlikte kardiyovasküler sistemin yükünün artmasından kaynaklanmaktadır.

Geleneksel olarak menstrual döngü foliküler ve luteal faz olarak iki ana faza ayrılmakta ve fazlar, sorumlu hormonların serum konsantrasyonlarındaki değişimlerle teyit edilmektedir. Foliküler fazda estrogen ve progesteron konsantrasyonu düşükken, luteal fazda her iki hormon konsantrasyonu da yüksektir. Bu çalışmada menstrual döngünün farklı hormon analizi teyit yöntemiyle belirlenmiştir. Katılımcıların her iki fazda ölçülen estradiol ve progesteron seviyeleri arasında önemli ölçüde anlamlı fark olduğu saptanmıştır. Tüm katılımcıların hormon ölçümlerinde dalgalanmaları literatürde kabul edilen değerler aralığında olduğu görülmektedir (116).

## BÖLÜM VI

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Katılımcıların MF ve LF'de ölçülen vücut ağırlıkları arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p>0.05$ ).

Her iki fazda ölçülen yedi bölge deri kıvrım kalınları toplamı benzerdir ( $p>0.05$ ).

MF ve LF'de ölçülen VYY benzerdir ( $p>0.05$ ).

Fazlar da ölçülen YVA arasındaki fark anlamlı değildir ( $p>0.05$ ).

KE testlerinden önce her iki fazda da ölçülen dinlenik  $V_E$  değerleri arasında fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

MF ve LF'de ölçülen  $KAH_{din}$  değerleri her iki fazda da benzer bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Katılımcıların dinlenik durumda alınan LA değerleri açısından her iki faz arasında anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).

Aynı diyet uygulandıktan sonra dinlenik durumda ölçülen SDO değerleri açısından her iki faz arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

MF ve LF'de katılımcıların ölçülen  $VO_{2din}$  değerleri benzer bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Katılımcıların MF ve LF'de KE testleri esnasında ölçülen SDO değerleri açısından fazlar arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

KE'nin  $ml.kg^{-1}.dk^{-1}$  biriminden ölçümlerinde MF ve LF arasında anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ).

$ml.kg^{-1}.km^{-1}$  biriminden yapılan KE değerlendirmesinde MF ve LF arasında anlamlı fark vardır ( $p<0.05$ ).

KE  $kcal.kg^{-1}.km^{-1}$  birimi ile değerlendirilğinde de her iki faz da anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0.05$ ).

KE testlerinde ölçülen SDO değerleri açısından hızlar arasında fark vardır ( $p<0.05$ ).

MF ve LF'de Ölçülen LA değerleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

KE test hızlarında ölçülen  $KAH$  değerleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

Katılımcıların LE'nin %75, %85 ve %95'ne denk gelen koşu hızlarında KE'nin  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  biriminden değerlendirilmelerinde hızlar arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

$\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  biriminden değerlendirmelerde koşu hızları arasında anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).

Katılımcıların KE ölçümlerinde  $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$  birimi değerlendirilmelerde koşu hızları arasında anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).

Katılımcıların farklı 3 hızda alınan LA değerleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

KE testlerinde elde edilen KAH değerleri açısından hızlar arasında fark vardır ( $p<0.05$ ).

İleride bu konuda yapılacak çalışmalarda menstrual döngünün farklı fazlarda psiko fizyolojik (örneğin: borg skalası) etkileri ve menstrual döngünün farklı fazlarında KE'sini etkileyen biyomekanik faktörlerin etkisinin de göz önünde bulundurulması ve katılımcıların test öncesi ve sonrası glikojen depolarının ölçülmesi sonuçların yorumlanmasında daha uygun olabilir.



## KAYNAKLAR

1. Achten J. and Jeukendrup A.E.(2003). Maximal Fat Oxidation During Exercise in Trained Man. *Int J. Sports Med.* 24: 603-608.
2. Am. J. (2002). Running Economy Is Negatively Related To Sit-And Reach Test Performance In International-Standard Distance Runners. *Int J Sports Med* 23 40
3. Andersen P. and Henrikson J.(1977). Capillary Supply Of The Quadriceps Femoris Muscle Of Man: Adaptive Response To Exercise. *J.Physiol* 270:677–90
4. Andersen T.(1996). Biomechanics And Running Economy. *Sports Med*:76.89
5. Anderson T. and Tseh W.(1994). Running Economy, Anthropometric On Dimensions And Kinematic Variables [Abstract]. *Med Sci Sports Exerc* 26 (5) S170.
6. Bailey SP, Zacher CM, and Mittleman KD. (2000).Effect of menstrual cycle phase on carbohydrate supplementation during prolonged exercise to fatigue. *J Appl Physiol* 88: 690–697,
7. Bassett DR JR, Howley ET (1997). Maximal Oxygen Uptake: “Classical”Versus “Contemporary” Viewpoints. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29:591–603
8. Bassett DR, Howley ET(2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc* 32:70–84.
9. Baysal A. (1997). *Beslenme*. 7. Baskı, H.Ü. Yayınları, Ankara,
10. Beidleman BA, Rock PB, Muza SR, Fulco CS., Forte VA Jr.,Cymerman A.(1999). Exercise VE and physical performance at altitude are not affected by menstrual cycle phase. *Journal of applied physiology* 86(5):1519– 26.
11. Bemben DA SP, Salm AJ.(1995). Ventilatory and blood lactate responses to maximal treadmill exercise during the menstrual cycle. *J Sports Med Phys Fitness* 35(4):257– 62.

12. Bentley DJ, Newell, J. And Bishop, D. (2007). Incremental Exercise Test Design And Analysis: Implications For Performance Diagnostics in Endurance Athletes. *Sports Medicine* 37:575-86.
13. Bisdee JT JW, Shaw MA Br (1989). Changes in energy expenditure during the menstrual cycle. *J Nutr* 61:187-99
14. Blatchford F KR, and Schneider D. (1985). Plasma FFA responses to prolonged walking in untrained men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 53:343–7
15. Bransford, DR. and Howley ET.(1977). Oxygen cost of running in trained and untrained men and women. *Med. Sci. Sports* 9:41-44,
16. Braun B. and Horton T.(2001). Endocrine regulation of exercise substrate utilization in women compared to men. *Exerc Sport Sci Rev* 29:149-54
17. Brooks G.A. (1998). Mammalian fuel utilization during sustained exercise.*Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol* 120:89– 107
18. Bunt J. (1990). Metabolic actions of estradiol: significance for acute and chronic exercise responses. *Med Sci Sports Exerc* 22: 286–290. 22:286-90
19. Carter SL RC, and Tarnopolsky MA. (2001). Substrate utilization during endurance exercise in men and women after endurance training. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 280:E898–E907
20. Cavanagh PR, Landa J.(1977). A Biomechanical Comparison Of Elite and Good Distance Runners. *Ann N Y Acad Sci* 301:328-45
21. Cavanagh PR, Andrew GC, Kram R, Sanderson DJ and Hennig EM.(1985).An approach to biomechanical profiling of elite distance runners. *Int. J.Sports Biomech.* 1:36-62
22. Cavanagh PR, Williams KR. (1982). The Effect Of Stride Length Variation On Oxygen Uptake During Distance Running. *Med Sci Sports Exerc* 14 305
23. Cerretelli P and Di Prampero PE. (1987). *Gas Exchange In Exercise*. In:Hanbook Of Physiology. 297–339 pp.
24. Chan NN MR, Colhoun HM, et al.(2001). Changes in endothelium

- dependent vasodilatation and alpha-adrenergic responses in resistance vessels during the menstrual cycle in healthy women. *J Clin Endocrinol Metab* 86:2499–504
25. Chen TC., Nosaka K., Lin M., Chen H. and Wu C. (2009). Changes in running economy at different intensities following downhill running. *Journal of Sports Sciences*, 27(11): 1137–1144
  26. Chryssanthopoulos C, Hennessy LC, Williams C .(1994). The influence of pre-exercise glucose ingestion on endurance running capacity. *British Journal of Sports Medicine* 28: 105-9
  27. Collins Mh PD, Zavorsky Gs, (2000). Acute Effects Of Intense Interval Training On Running Mechanics. *J Sports Sci* 18:83-90
  28. Conley DL, Krahenbuhl GS.(1980). Running Economy And Distance Running Performance Of Highly Trained Athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 12:357-6
  29. Cooke CB., McDonagh MJ., Nevill AM., Davies CT.(1991). Effects Of Load On Oxygen Intake In Trained Boys And Men During Treadmill Running. *J Appl Physiol* 71 1237-44
  30. Costill DL, Fink WJ., And Pollock ML.(1976). Muscle Fiber Composition and Enzyme Activities Of Elite Distance Runners. *Med. Sci. Sports* 8:96.100
  31. Costill DL, Thomason H. and Roberts E.(1973). Fractional Utilization Of The Aerobic Capacity During Distance Running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 5:248–52
  32. Costill DL. (1969). Fox El. Energetics Of Marathon Running. *Med Sci Sports* 1:81-6
  33. Coyle EF.(1995). Integration Of The Physiological Factors Determining Endurance Performance Ability. pp 25–63. *Baltimore: Williams & Wilkins*
  34. Craib Mw MV, Fields Kb.(1996). The Association Between Flexibility and Running Economy In Sub-Elite Male Distance Runners. *Med Sci Sport Exerc* 28:737-43
  35. Cureton K. and Sparling P. (1980).Distance running performance and

- metabolic responses to running in men and women with excess weight experimentally equated. *Medicine and Science in Sports* 12: 288-294.
36. D. M. (1988). *Effects Of A Prolonged Maximal Run On Running Economy and Running Mechanics*.
  37. Dalleau G BA, Bourdin M, et al. (1998). The spring-mass model and the energy cost of treadmill running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 77: 257-63
  38. Daniels J. (1985). A Physiologist's View Of Running Economy. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17:332-8
  39. Daniels J. and Daniels N. (1991). Running Economy Of Elite Male and Female Runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24:483-9
  40. Daniels J, Krahenbuhl G., Foster C., Gilbert J., and Daniels. (1977). Aerobic responses of female distance runners to sub- maximal and maximal exercise. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 301:726- 733,
  41. Daniels J, Scardina N., Hayes J., and Foley P.(1984). Variations in VO<sub>2</sub> submax during treadmill running. *Med. Sci. Sports* 16:108
  42. Daniels J. and Daniels N. (1992). Running Economy of Elite Male and Female Runners. *Med Sci Sports Exerc* 24(4): 483-489
  43. Daniels N DJ, Baldwin C, Et Al. (1986). The Effect Of Wind On The Aerobic Demand Of Running. National Meeting Of The American College Of Sports Medicine
  44. David Q. Thomas BF, And Hilary G. (1999). Changes in Running Economy During a 5-km Run in Trained Men and Women Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research* 13:162-7
  45. Davies CTM. (1980). Effects Of Wind Assistance And Resistance On The Forward Motion Of A Runner. *J Appl Physiol* 48 702-9
  46. Dean TM., Mazzeo RS. (2003). No effect of Menstrual cycle phase on lactate threshold. *J. Appl Physiol* 95: 2537-43
  47. Dempsey JA. (1986). Is The Lung Built For Exercise? *Med. Sci. Sports Exerc.* 18:143-55
  48. Di Prampero P. E., Capelli C., Pagliaro P. , Antonutto G. , Girardis M.,Zamparo P., Soule R. G.(1993). Energetics of best performances

- in middle-distance running. *J Appl Physiol Phys Fitness* 74 2318-24
49. Dibrezzo R FI, Brown B. (1991). Relationships among strength, endurance, weight, and body fat during three phases of the menstrual cycle. *J Sports Med Phys Fitness* 31:89-94
  50. Dombovy ML, Bonekat HW, Williams TJ, Staats BA.(1987). Exercise performance and ventilatory response in the menstrual cycle. *Med Sci Sports Exerc* 19:111-117
  51. Duncan GE, Howley ET. and Johnson BN. (1997). Applicability Of VO<sub>2</sub>max Criteria: Discontinuous Versus Continuous Protocols. *Med. Sci.Sports Exerc.* 29:273–8
  52. Ekblom B, Astrand PO., Saltin B., Stenberg J. and Wallstrom B. (1968). Effect Of Training On Circulatory Response To Exercise. *J. Appl.Physiol.* 24:518–28
  53. Ekblom. B. (1977). Oxygen Cost Of Running in Trained And Untrained Men And Women. *Medicine And Science in Sports* 9:41-4
  54. Farrell PA, Wylmore J. H., Coyle E. F., Billing J. E. and Costill D. L.(1979). Plasma Lactate Accumulation And Distance Running Performance. *Med. Sci. Sports Exerc* 11:338–44
  55. Fletcher JR, Macintosh BR. (2009). Economy Of Running: Beyond The Measurement Of Oxygen Uptake. *J Appl Physiol* 107:1918–22
  56. Fletcher JR, Pfister TR. and MacIntosh BR.(2013). Energy cost of running and Achilles tendon stiffness in man and woman trained runners. *Physiol Rep*, 1 (7).
  57. Foster C, Daniels J.(1975). *Running By The Numbers.* . Runners World 10:14–7
  58. Friedlander AL CG, Horning MA, Huie MJ, Piacentini MF, Trimmer JK,and Brooks GA.(1998). Training-induced alterations of carbohydrate metabolism in women: women respond differently from men. *J Appl Physiol* 85:1175–86
  59. Geertje A.M. Arieéns á Willem van Mechelen Han C.G. Kemper á Jos WR. Twisk (1997). The longitudinal development of running economy in males and females aged between 13 and 27 years: The

- Amsterdam Growth and Health Study. *Eur J Appl Physiol* 76:214-20
60. Giacomoni M, Bernard T, Gavarry O, Altare S, Falgairette G.(2000). Influence of the menstrual cycle phase and menstrual symptoms on maximal anaerobic performance. *Med Sci Sports Exerc* 32:486– 92
61. Giacomoni M. and Falgairette G.(2000). Decreased submaximal oxygen uptake during shortduration oral contraceptive use: a randomized cross over trial in premenopausal women. . *Ergonomics* 43:1559-70
62. Gleim Gw SN, Nicholas Ja.(1990). The influence Of Flexibility On The Economy Of Walking And Jogging. *J Orthop Res* 8 814-23
63. Godges J.J, MPT, MacRae H., MEd, Longdon C., Christine Tinberg, Priscilla MacRae, PhD.(1989). The Effects Of Two Stretching Procedures On Hip Range Of Motion And Gait Economy. *J Orthop Sports Phys Ther* 7:350-7
64. Hackney AC. (1990).Effects of the menstrual cycle on resting muscle glycogen content. *Horm Metab Res* 22:647.
65. Hackney AC. (1999).Influence of oestrogen on muscle glycogen utilization during exercise. *Acta Physiol Scand* 167: 273–274.
66. Hackney AC MD, Meyer WR. (2000). The effect of sex steroid hormones on substrate oxidation during prolonged submaximal exercise in women.*Jpn J Physiol* 50:489– 94
67. Hackney AC, McCracken-Compton MA, Ainsworth B. (1994).Substrate responses to sub- maximal exercise in the midfollicular and midluteal phases of the menstrual cycle. *Int J Sport Nutr* 4:299-308,
68. Hagerman F AW, Gaensler Ea. (1975). Severe Steady State Exercise At Sea Level And Altitude in Olympic Oarsmen. *Med Sci Sports* 7:275-9
69. Harre D. (1982). *Principles Of Sports Training*. Berlin: Sportverlag
70. Hausswirth C BA, Guezennec CY. (1997). Relationships Between Running Mechanics And Energy Cost Of Running At The End Of A Triathlon And A Marathon. *Int J Sports Med* 18

71. Hausswirth C BA, Le Chevalier JM.(1997). The Cosmed K4 Telemetry System As An Accurate Device For Oxygen Uptake Measurement During Exercise. *Int J Sports Med* 18 449-53
72. Heck H, Mader, A., Hess, G., Mücke, S., Müller, R. And Hollmann, W.(1985). Justification Of The 4-Mmol/L Lactate Threshold. *International Journal Of Sports Medicine* 6:117-30
73. Heise G.D. and Martin .E.(2001). Are Variations in Running Economy in Humans Associated With Ground Reaction Force Characteristics? *Eur J Appl Physiol* 84 438-42
74. Helgerud J., Storen O., and Hoff J.(2010). Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance runners. *Eur J Appl Physiol* 108:1099–1105
75. Herbst R.(1928). The gas metabolism as a measure The power Communication: Determination Of Oxygen healthy leg. *Deut. Arch. Klin.Med.* 162
76. Hermansen, L. and Stensvold I. (1972).Production and remocal of lactate during exercise in man. *Acta physiol. scand.* 86. 191-201.
77. Hessemer V. and Bruck K. (1985). Influence of menstrual cycle on shivering, skin blood flow, and sweating responses measured at night. *J Appl Physiol*:902-1910
78. Heyward VH. (1996). *Applied body composition assessment*. Champaign (IL): Human Kinetics
79. Hill AV,Long CH., and Lupton H. (1923). Muscular Exercise, Lactic Acid, And The Supply And Utilization Of Oxygen. *Q. J. Med.* 16:135–71
80. Hill AV. and Lupton H.(1924). Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. *Proc. Roy. Soc. B PARTS VI VIII*:155-76
81. Holloszy JO,Coyle E.F. (1984). Adaptations Of Skeletal Muscle To Endurance Exercise And Their Metabolic Consequences. *J. Appl. Physiol.* 56:831–8
82. Honig CR, R. J. Connett, And T. E. J. Gayesk1. (1992). O<sub>2</sub> Transport

- and its Interaction With Metabolism: A Systems View Of Aerobic Capacity. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24:47–53
83. Hoogeveen AG. (1997). The Plasma Lactate Response to Exercise and Endurance performance: Relationships in Elite Triathletes. *International Journal of Sports Medicine* 18:526-30.
84. Hopkins WG. (2002). A scale of magnitudes for effect statistics: A new view of statistics. Available from URL:  
**<http://sportsoci.org/resource/stats/effectmag.html>**
85. Horton TJ PM, Hobbs K, and Hill JO. (1998). Fuel metabolism in men and women during and after long-duration exercise. *J Appl Physiol* 85:1823–32
86. Howley ET, Bassett, DR. Jr. and Welch HG.(1995). Criteria For Maximal Oxygen Uptake: Review And Commentary. *Medicine and Science In Sports And Exercise* 27:1292-301
87. Högberg P.(1952). How do stride length and stride frequency influence the energy output during running. *Arbeitsphysiologie* 14:437-41
88. Ingham SA. WG, Pedlar C., Bailey DM., Dunman N., Nevill AM. (2008). Determinants of 800-m and 1500-m running performance using allometric models. *Med Sci Sports Exerc* 40:345–50
89. Jones AM CH.( 2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med* 29:373-459.
90. Jones AMAD, J.H. (1996). A 1% Treadmill Grade Most Accurately Reflects The Energetic Cost Of Outdoor Running. *Journal Of Sports Science* 14:321-7
91. Kanaley JA, Boileau RA, Bahr JA, Misner JE, Nelson RA(1992). Substrate oxidation and GH responses to exercise are independent of menstrual phase and status. *Med Sci Sports Exerc* 24:873-880
92. Karabük. (2008). *Futbol Eğitimi (14-6 Yaş)*. Ankara: Tüfav Yayınları
93. Karlsson, J. and Saltin B., (1970). Lactate, ATP and CP in working muscles during exhaustive exercise in man. *J. appl. Physiol.* 29. 598-602.



94. Kendrick ZV and Ellis GS.(1991). Effects of estradiol on tissue metabolism and lipid availability in exercised male rats. *J Appl Physiol* 71: 1694-1699.
95. Kerr RF.(1981). Dynamic tensile properties of the plantaris tendon of sheep (*Ovis aries*). . *J Exp Biol* 93:283-302
96. Krahenbuhl GS. , Morgan DW. , Pangrazi RP. (1989). Longitudinal Changes In Distance-Running Performance Of Young Males. *International Journal Of Sports Medicine*
97. Krahenbuhl GS. Skinner JS. and Korth WM.(1985). *Developmental Aspects Of Maximal Aerobic Power In Children*. pp 503-538. New York: Macmillan
98. Krahenbuhl GS. (1989). Factors Affecting Running Economy. *Sports Medicine* 7:310-30
99. Krahenbuhl GS. and Williams TJ.(1992). Running economy: changes with age during childhood and adolescence. *Med. Sci. Sports Exerc* 24:462-6.
100. Kram R TC. 1990. *Energetics Of Running: A New Perspective*. Nature 346 265-7
101. Kyrolainen H BA, Komi Pv.(2001). Biomechanical Factors Affecting Running Economy. *Med Sci Sports Exerc* 33 1330-7
102. Lebrun CM. (1994). The effect of the phase of the menstrual cycle and the birth control pill on athletic performance. *Clinics in sports medicine* 13:419-41
103. Lebrun CM., Kenzie MD, Prior JC, Taunton JE.(1995). Effects of menstrual cycle phase on athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc* 27:437-44
104. Leger L. and Mercier D. (1984). Gross Energy Cost Of Horizontal Treadmill And Track Running. *Sports Medicine*:270-7
105. M. BYS. 1985. Metabolic And Cinematographic Analysis Of Walking and Running In Men And Women. *Medicine And Science In Sports and Exercise* 17:131-7.

106. MacDougall J, Reddan W., Layton C., and Dempsey J. (1974). Effects of metabolic hyperthermia on performance during heavy prolonged exercise. *J. Appl. Physiol* 36:538-44
107. MacDougall JD., Roche PD., Bar-Or O., Moroz J JR.(1983). Maximal Aerobic Capacity Of Canadian School Children: Prediction Based On Age- Related Oxygen Cost Of Running. *International Journal Of Sports Medicine* 4:194-8
108. Matsuo T SS, Suzuki M. (1999). Effects of the menstrual cycle on excess postexercise oxygen consumption in healthy young women. *Metabolism* 48:275– 7
109. McCracken MA, Hackney AC. (1994). Effects of menstrual cycle phase on the blood lactate responses to exercise. *Eur J Appl Physiol* 69:174-5
110. Michaela C. Devries, Phillips SM, and Tarnopolsky MA.(2006). Menstrual cycle phase and sex influence muscle glycogen utilization and glucose turnover during moderate-intensity endurance exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 291:R1120–R8
111. Middleton Laura E. and Howard A. (2006) .Wenger Effects of menstrual phase on performance and recovery in intense intermittent activity. *Eur J Appl Physiol* 96: 53–58.
112. Morgan DW, Bransford DR., Costill DL., Daniels JT., Howley ET., and Krahenbuhl GS.(1995). Variation In The Aerobic Demand Of Running Among Trained And Untrained Subjects. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27:404–9
113. Morgan DW. and Baldini FD. (1987).Day-To-Day Stability In Running Economy And Step Length Among Well-Trained Male Runners. Abstract. *International Journal Of Spons Medicine* 8:242
114. Munksgaard E. and Astrand P.(1952). Experimental Studies Of Physical Working Capacity In Relation To Sex And Age. *Copenhagen.*
115. Myers MJ and Steudel K. (1985). Effect of limb mass and its distribution on the energetic cost of running. . *J Exp Biol* 116:363-73

116. Nama WC, Gal D., Lebrun CM.(2005). The Menstrual Cycle and sports performance. *Clinics in sports medicine* 24: 51-82
117. Nichol C KP, Marconnet P. . 1991. Effects Of Marathon Fatigue On Running Kinematics And Economy. *Scand J Med Sci Sports* 1:195-204
118. Nicklas BJ HA, Sharp R. (1989). The menstrual cycle and exercise: performance, muscle glycogen, and substrate responses. *Int J Sports Med* 10:264-9
119. Noakes TD. (1998). Maximal Oxygen Uptake: “Classical” Versus “Con- Temporary” Viewpoints: *A Rebuttal*. 1381-1398, 30:1381-98
120. Okano G(1) SY, Murata Y. (1998). Effect Of Elevated Blood Ffa Levels On Endurance Performance After A Single Fat Meal Ingestion. *Med Sci Sports Exerc* May30:763-8
121. Okano G(1) SY, Takumi Y, Sugawara M.(1996). Effect Of 4h Preexercise High Carbohydrate And High Fat Meal Ingestion On Endurance Performance And Metabolism. *Int J Sports Med* Oct17:530-4
122. P CKS.( 1980). Distance Running Performance And Metabolic Responses To Running in Men And Women With Excess Weight Experimentally Equated. 9
123. Pate Rr BJ. (1992). Training For Endurance Sport. *Medicine And Science In Sports And Exercise* 24: 340-3
124. Patton JF and Vogel JA. (1977). Cross-sectional and longitudinal evaluations of an endurance training program. *Med. Sci. Sports* 9:100-3
125. Perini Ta. OG, Ornellas Js., Oliveira Fp.(2005). Technical Error Of Measurement In Anthropometry. *Rev Bras Med Esporte* 11:86-90
126. Phillips SK., Sanderson AG., Birch K, Bruce SA. and Woledge RC.(1996). Changes in maximal voluntary force of human adductor pollicis muscle during the menstrual cycle. *Journal of Physiology* 496:551-7
127. Pollock ML.(1977). Submaximal and maximal working capacity of

- elite distance runners. I. Cardiorespiratory aspects. *Ann NY Acad Sci* 301: 310–22
128. Powers SK, Lawler J., Dempsey JA., Dodd S., and Landry G.(1989). Effects Of Incomplete Pulmonary Gas Exchange Of  $\dot{V} O_2$ max. *J. Appl. Physiol.* 66:2491–5
129. Pugh Lg. (1970). Oxygen Intake In Track And Treadmill Running With Observations On The Effect Of Air Resistance. *The Journal of physiology* 207 823-35
130. Puhg Lg. (1971). The Influence Of Wind Resistance In Running And Walking And The Mechanical Efficiency Of Work Against Horizontal Or Vertical Forces. *The Journal of physiology* 213 255-7
131. Reneta JF. and Constance LM.(2000). Menstrual Cycle, Contraception, and Performance. *Clinics Sports Medicine* 19:2
132. Roepstorff C SC, Madsen M, Stallknect B, Kanstrup I, Richter EA, and Kiens B.(2002). Gender differences in substrate utilization during submaximal exercise in endurance-trained subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 282:E435–E47
133. Romijn, JA., Coyle,EF., Sidossis LS., Rosenblatt J., and Wolfe RR.(2000). Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women. *J Appl Physiol* 88: 1707–1714,
134. Rowland TW. (1993). Does Peak  $\dot{V} O_2$  Reflect  $\dot{V} O_2$ max In Children?: Evidence From Supramaximal Testing. *Med. Sci. Sports Exerc* 25:689–93
135. Saltin B, Blomquist B., Mitchell JH., Johnson RL., Wildenthal K., and Chapman CB. (1968). Response To Submaximal And Maximal Exercise After Bed Rest And After Training. *Circulation* 38:1–78
136. Saltin B, Henriksson J., Nygaard E., And Andersen P..(1977). Fiber Types And Metabolic Potentials Of Skeletal Muscles In Sedentary Man And Endurance Runners. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 301:3–29
137. Saltin B. (1985). Hemodynamic Adaptations To Exercise. *Am. J. Cardiol.* 55:42d-7d
138. Sarwar R NB, Rutherford OM.(1996). Changes in muscle strength,

- relaxation rate, and fatiguability during the human menstrual cycle. *Journal of Physiology* 493 267- 72
139. Saunders PU PD, Telford RD, Hawley JA. (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Med* 34: 465–85
140. Shaw AJ, Ingham SA, Fudge BW, Folland JP.(2013). The reliability of running economy expressed as oxygen cost and energy cost intrained distance runners. *Appl Physiol Nutr Metab.* 38(12):1268-72.
141. Shaw AJ, Ingham SA, Folland JP. (2014). The Valid Measurement of Running Economy in Runners. *Med Sci Sports Exerc.* [Epub ahead of print]
142. Smekal, G., S. P. Von Duvillard, P. Frigo, T. Tegelhofer, R. Pokan, P. Hofmann, H. Tschan, R. Baron, M. Wonisch, K. Renezeder, And N. Bachl. (2007).Menstrual Cycle: No Effect on Exercise Cardiorespiratory Variables or Blood Lactate Concentration. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 39, No. 7, pp. 1098–1106,
143. Spriet LL. MR, Burke LM (eds). (2011). Metabolic regulation of fat use during exercise and in recovery Sports Nutrition: More Than Just Calories– Triggers for Adaptation 69:39–58
144. Stephenson, L. A., M. A. Kolka, and J. E. Wilkerson. (1982). Metabolic and thermoregulatory responses to exercise during the human menstrual cycle. *Med.Sci. Sports Exerc.* 14:270-275., Serials Solutions 360Link Bibliographic Links
145. Svedenhag J SB. (1985. Physiological Characteristics Of Elite Male Runners In And Off-Season. *Can J Appl Sport Sci* 10 127-33
146. Tarnopolsky LJ MJ, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, and Sutton JR..(1990). Gender differences in substrate for endurance exercise. *J Appl Physiol* 68:302–8
147. Thomas D.Q.Fernhall, B.O; Granat, H. (1995). Changes In Running Economy And Mechanics During A 5 Km Run. *J Strength Cond Res* 9:170-5
148. Vachon AJ, Basset, D.R.Jr. & Clarke, S.(1999). Validity of the heart rate deflection point as a predictor of lactate threshold during running.

- J Appl Physiol* 87:452-9
149. Van Beek E HA, Van Es PN. (1997). Peripheral haemodynamics and renal function in relation to the menstrual cycle. *Clin Sci* 91:163-8
  150. Wagner JD KJ, Burkman RT. (2002). Reproductive hormones and cardiovascular disease: Mechanism of action and clinical implications. *Obstet Gynecol Clin North Am* 29:475– 93
  151. Wearing MP YM, Campbell R. (1972). The effect of the menstrual cycle on tests of physical fitness. *J Sports Med Phys Fitness*
  152. Weir Jb. (1949). New Methods For Calculating Metabolic Rate With Special Reference To Protein Metabolism. . Aug(109):1-9
  153. Weltman A. (1995). *The Blood Lactate Response To Exercise. Champion II*. pp 1–117. Human Kinetics,
  154. Weston Ar MZ, Myburgh Kh.(2000). Running Economy Of African and Caucasian Distance Runners. *Med Sci Sports Exerc* 32 1130-4
  155. Williams Kr and Cavanagh P.(1987). Relationship Between Distance Running Mechanics, Running Economy, And Performance. . *J Appl Physiol* 63 1236-45
  156. Williams KR and Cavanagh P.(1987). Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. *J. Appl. Physiol.* 63:1-9
  157. Williams Kr. and Cavanagh P.(1986). Biomechanical Correlates With Running Economy In Elite Distance Runners. ed. POTNACO *Biomechanics*, pp. 287-8. Montreal
  158. Williams TJ, G. S. Krahenbuhl, and D. W. Morgan.(1991). Mood states and running economy in moderately-trained male runners. *Med. Sci. Sports Exerc* 23:727-31
  159. Williams TJ., Krahenbulh G. (1997). Menstrual cycle phase and running economy. *Med Sci Sports Exerc* 29:1609-18
  160. Winter EM., Eston RG., Lamb KL (2001). Statistical analyses in the physiology of exercise and kinanthropometry, *Journal of Sports Sciences*, 19:10, 761-775.
  161. Zderic TW. CA, and Ruby BC. (2001). Glucose kinetics and substrate

oxidation during exercise in the follicular and luteal phases. . *J Appl Physiol.* 90:447–53



28 Hazir 2013

Sayı: 16969557 - 225

**ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU**

**Toplantı Tarihi** : 26.06.2013 ÇARŞAMBA  
**Toplantı No** : 2013/12  
**Proje No** : GO 13/347 (Değerlendirme Tarihi (12.06.2013))  
**Karar No** : GO 13/347 - 01

Üniversitemiz Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu öğretim üyelerinden Yrd.Doç.Dr.Tahir HAZIR'ın sorumlu araştırmacı olduğu Bircan AKDOĞAN'ın tezi olan GO 13/347 kayıt numaralı ve "**Menstrual Döngünün Koşu Ekonomisine Etkisi: Kalorik Değerlendirme**" başlıklı proje önerisi Kurulumuzda değerlendirilmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- |   |   |
|---|---|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan)     | 9 Prof. Dr. Melahat Görduysus (Üye)           |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye)    | İZİNLİ<br>10. Prof. Dr. Cansın Saçkesen (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye)     | 11. Doç. Dr. R. Köksal Özgül (Üye)            |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu (Üye)   | 12. Doç. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye)            |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmensüer (Üye)      | 13 Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye)           |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | 14. Prof. Dr Leyla Dinç (Üye)                 |
| 7. Prof. Dr. Songül Vaizoglu (Üye)      | 14. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye)    |
| 8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal (Üye)   | 15. Av. Meltem Onurlu (Üye)                   |



**EK-2 KATILIMCI BİLGİ FORMU**

Adınız – Soyadınız:

Doğum Tarihiniz:

1. Branşınız:

a. Kaç yıldır spor yapıyorsunuz:

b. Kaç yıldır düzenli yarışmacı olarak bu sporu yapıyorsunuz:

c. Haftalık antrenman hacmi: haftada.....gün,.....saat

2. Yaptığınız spor dalına bağlı olarak bir sakatlığınız var mı?

Evet Hayır 

3. Son bir ay içerisinde herhangi bir nedenle medikal destek aldınız mı?

Evet Hayır 

3. Son altı ayda adet düzensizliği yaşadınız mı?

Evet Hayır 

4. Son altı ayda herhangi bir hormon preparatı kullandınız mı / kullanıyor musunuz?

Evet Hayır 

4. Şu an bir ilaç kullanıyor musunuz?

Evet ..... kullanıyorum.

Hayır 

5. Ergojenik yardımcı (vitamin, kreatin, karnitin vb.) kullanıyor musunuz?

Evet .....kullanıyorum

Hayır

6. Adet döngünüz için uygun seçeneği işaretleyiniz.

- 21 günden kısa
- 21-27 gün
- 28-32 gün
- 33-35 gün
- 35 günden uzun

7. Şuan adet döngünüzün tam olarak kaçınıcı günde olduğunuzu kesin olarak biliyorsanız aşağıdaki boşluğa yazınız. (Not: menstruasyonun ilk günü, birinci gündür)

Adet günümün..... günündeyim

Bilmiyorum

### **EK-3 ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU**

*(Araştırmacının Açıklaması)*

#### **AYDINLATILMIŞ ( BİLGİLENDİRİLMİŞ) ONAM FORMU**

Sayın Katılımcı,

Bu araştırma, Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulunda öğretim üyesi olarak görev yapan Yrd. Doç. Dr. Tahir Hazır sorumluluğunda gerçekleştirilmektedir. Araştırmanın amacı, menstrual döngü döneminin farklı iki fazında koşu ekonomisinin değişip değişmediğini değerlendirmektir. Menstrual döngü, hormonla değişime bağlı olarak kadın vücudunda bir dizi değişimlere neden olmaktadır. Bu değişimler atletik performansı önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada menstrual döngünün koşu ekonomisi üzerindeki etkisi, substrat metabolizmasındaki yarattığı değişimler incelenerek değerlendirilecektir. Çalışma iki aşamalı ve üç ölçüm seansından oluşmaktadır. Bunun için bir tam menstrual döngü döneminde üç kez laboratuvara davet edileceksin. Birinci aşama menstrual döngünün mid-foliküler faz denilen dönemi diğeri luteal faz dönemidir. Bu dönemlerin herhangi birisinde antropometrik ve fizyolojik testler (1. ölçüm) her ikisinde koşu ekonomisi testleri (2. ve 3. ölçüm) yapılacaktır. Bir ölçüm seansında en fazla bir saatini bize ayırmanı isteyeceğiz. Antropometrik testler boy vücut ağırlı ve 8 bölge deri kıvrımı kalınlığı ölçümlerinden oluşmaktadır. Fizyolojik testler maksimal oksijen tüketimi, laktat eşiği ve koşu ekonomisi testlerinden oluşmaktadır. Bunlardan başka menstrual döngünün farklı fazlarının hormonal olarak teyit edilmesi için hizmet alınan bir biyokimya laboratuvarında iki kez hormon analizi yapılacaktır. Laboratuvara tarafımızdan götürülüp getirileceksiniz. Fizyolojik testler laboratuarda koşu bandında yapılacaktır. Maksimal oksijen tüketimi ve laktat eşiği testleri şiddeti giderek artan bir koşu protokolü ile ölçülecektir. Testler esnasında oksijen tüketimi yüzünüze bağlanan bir maske yardımı ile otomatik olarak ölçülecektir. Testler esnasında her iki dakikada bir parmak ucundan kapiler kan alınacak (1 damla) ve laktik asit analizi yapılacaktır. Test tükenme noktasında sonlandırılacaktır. Koşu ekonomisi menstrual

döngünün her iki fazında tek seansta aralarında 5 dakika dinlenme olacak şekilde 3 farklı submaksimal şiddette koşu bandında 5 dakika koşu esnasında ölçülecektir. Araştırmaya katılmanız halinde sizden elde edilen tüm bilgileri araştırmacı ve sizin dışınızda kimse bilmeyecek, bu bilgiler sadece eğitim ve araştırma amacı ile kullanılacaktır. Bu araştırma sırasında, size ait bilgilerin gizliliğine, büyük bir özen ve saygı ile yaklaşılacaktır. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgileriniz ihtimamla korunacaktır. Araştırmaya katılırsanız testler birbirini takip eden iki menstrual döngü döneminde tamamlanacaktır. Daha öncesinde sonuçların bilinmesinin bir yararı olmadığından sonuçlar hemen rapor edilmeyecektir. Çalışmanın bitiminde isterseniz sonuçlarınız hakkında size bilgi verilecektir. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için

size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

#### **Muhtemel risk ve rahatsızlıklar**

**Antropometrik testler:** Boy ve vücut ağırlığı ve 8 bölge deri kıvrımı kalınlığı ölçümleri hiçbir risk taşımamaktadır.

**Maksimal oksijen tüketimi ve laktat eşiği testi:** Bu test sonunda kendinizi çok yorgun hissedebilirsiniz. Geçici olan bu durum bir süre sonra ortadan kalkacaktır. Test esnasında yüzünüze bağlanacak maske nefes almanızı zorlaştırmayacaktır. Bununla beraber alışkın olmadığınız için yadırgayabilirsiniz ancak test başladıktan bir süre sonra alıştığınızı fark edeceksiniz.

**Koşu ekonomisi:** Bu test submaksimal olduğu için çok hafif ve geçici olarak yorgunluk hissedebilirsiniz.

**Laktik Asit Analizi:** Laktik asit analizi için parmak ucunun lanset tabancası ile delinmesi esnasında geçici acı ve ağrı hissedeceksiniz. Kan alımı esnasında hijyen kurallarına uyulacak, bir başkası için kullanılmış malzeme kesinlikle sizin için kullanılmayacaktır.

Yukarıda sayılanlar böyle bir çalışmada yaşanabilecek potansiyel risklerdir. Ancak bunlardan en az oranda zarar görmeyi sağlamak için elimizden geleni yapacağız. Çalışmanın devamı sırasında ortaya çıkabilecek sorun ve riskler size iletilecektir.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Katıldığınız takdirde çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak istediğiniz veya herhangi bir sorunla karşılaştığınız takdirde araştırma sorumlusu Yrd. Doç. Dr. Tahir Hazır'ı 2976890/118'den arayabilirsiniz.

#### ***(Katılımcının/Hastanın Beyanı)***

Yrd. Doç. Dr. Tahir Hazır ve yardımcı araştırmacılar tarafından Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulunda bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

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

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak, araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim). Ayrıca, tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. Testler esnasında bir doktorun laboratuarda/sahada bulunacağı ve herhangi acil müdahalenin Dr. Murat Yıldırım tarafından yapılacağı konusunda gerekli güvence verildi. Çalışmaya bağlı doğacak sağlık sorunları ile karşılaştığımda hangi araştırmacıyı, hangi telefon ve adresten arayacağımı biliyorum.

**Sorumlu Araştırmacı**

Yrd. Doç. Dr. Tahir

Hazır

İş Tel: 2976890/118

Cep Tel: 05367731502

e-Mail:

thazir@hacettepe.edu.tr

**Hekim**

Dr. Murat Yıldırım

İş Tel: 305 13 47

Cep Tel: 05322382296

e-Mail:

myildirim@hacettepe.edu.tr

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir dūřünme sūresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

**Katılımcı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

**Görüşme tanığı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

### **EK-3 DEVAMI**

#### **ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇOCUK RIZA FORMU**

Sevgili Kardeşim,

Benim adım Yrd. Doç. Dr. Tahir Hazır Yüksek lisans öğrencim Bircan Akdoğan ile beraber bu araştırmayı planladık. Menstrual döngü dönemlerinde dayanıklılık performansının etkilenip etkilenmediği konusyla ilgileniyoruz ve bu araştırmanın kadın sporuna ve antrenmanlarına önemli katkı sağlayacağını düşünüyoruz. Bu araştırmaya katılmanı öneriyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan senden hızı giderek artan bir koşu testine girmeni isteyeceğiz ve bu test esnasında parmak ucundan az miktarda kan alımı yapacağız. Test sonunda yorgunluk hissedeceksin ancak bu geçici bir durumdur ve yorgunluk kendiliğinden geçici bir durum olacak, kan alımı ise seni doğrudan etkileyecek bir durum olmayacak ve tamamen hijyen koşullarında yapılacaktır. Kesinlikle bir başkası için kullanılan hiçbir malzeme senin için kullanılmayacaktır. Bunun yanında menstrual döngü esnasında kadınlık hormonlarının seviyesini belirlemek için konusunda uzman bir laboratuarda kan alınarak sadece kadınlık hormon testi uygulanacaktır. Yine bu ortamında tamamen sana özel, hijyenik olacağından emin olabilirsiniz. Bu araştırmanın sonuçları ileriye dönük olarak kadın sporcuların menstrual döngü dönemlerindeki performansı ile ilgili bilgi verecek ve önemli yarışma dönemlerinde göz önünde bulundurulmasını sağlayacaktır.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka araştırmacılarla da paylaşacağız ama senin adını söylemeyeceğiz. Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne, baban ve antrenörün ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne, baban ve antrenörün tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsiniz, bu tamamen sana bağlı. Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kağıtta yazıyor. Telefon numaramdan bana günün herhangi bir saatinde ulaşabilirsiniz. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzanı at. İmzaladıktan sonra sana ve ailine bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun Adı Soyadı:

Çocuğun İmzası:

Tarih:

Velisinin adı soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırcının adı soyadı, ünvanı:

Adres : Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu,

Beytepe – Ankara

Tel İş: 297 68 90 / 118

Tel Cep: 05367731502

İmza:

Tarih:



## EK-4 KATILIMCILARA VERİLEN İKİ FARKLI KAHVALTI İÇERİĞİ

### 1. SEÇENEK

Besin	Miktar	CHO(g)	Protein (g)	Yağ (g)
Meyve suyu	200 ml	29.8	0.6	-
Beyaz Peynir	60 g	1.0	10.0	12.0
Bal	15 g	15.0	-	-
Tereyağı	5 g	-	-	5
Zeytin	40 g	-	-	10
Mandalina	200 g	30.0	-	-
Domates	100 g	4.8	1.1	0.2
Salatalık	100 g	3.4	0.9	0.1
Ekmek	100 g	60.0	9	1
Toplam		144.8	21.6	28.3

CHO :  $144.0 \times 4 = 576.0$  kcal

PROTEİN :  $21.6 \times 4 = 86.4$  kcal

YAĞ:  $28.3 \times 9 = 254.7$  kcal

TOPLAM  $917.1$  kcal CHO: %62.8 PROTEİN :%9.4 YAĞ: % 27.8

**EK-4 DEVAMI****2. SEÇENEK**

Besin	Miktar	CHO(g)	Protein (g)	Yağ (g)
Meyve suyu	200 ml	29.8	0.6	-
Beyaz Peynir	60 g	1.0	10.0	12.0
Reçel	15 g	15.0	-	-
Tereyağı	5 g	-	-	5
Zeytin	40 g	-	-	10
Elma	200 g	30.0	-	-
Domates	100 g	4.8	1.1	0.2
Salatalık	100 g	3.4	0.9	0.1
Ekmek	100 g	60.0	9	1
Toplam		144.8	21.6	28.3

CHO :  $144.0 \times 4 = 576.0$  kcal

PROTEİN :  $21.6 \times 4 = 86.4$  kcal

YAĞ:  $28.3 \times 9 = 254.7$  kcal

TOPLAM 917.1 kcal CHO: %62.8 PROTEİN :%9.4 YAĞ: % 27.8

**EK-5 SPORCU TAKİP FORMU**

Adı Soyadı :

Tarih:...../...../2014

Doğum tarihi:

Branş : Menstrual Döngü Dönemi :

**Antropometri**

Boy (cm) :

Vücut Ağırlığı (kg) :

**Deri Kıvrımı (mm)**

Triceps: ...../.....

Subscapula: ...../.....

Biceps : ...../.....

Suprasipnale : ...../.....

Abdominal: ...../.....

Thigh : ...../.....

Calf : ...../.....

**Laktat Eşiği /VO<sub>2</sub>maks**

En son koşulan yarış derecesi: .....

Koşu temposu: .....

Dinlenik LA .....

<b>Laktat eşiği</b>	
<b>Test sonu La</b>	
<b>Test sonu 3. Dk La</b>	

	km/h	La (mmol.L <sup>-1</sup> )
<b>Hız 1</b>		
<b>Hız 2</b>		
<b>Hız 3</b>		
<b>Hız 4</b>		
<b>Hız 5</b>		

Koşu ekonomisi	ml/kg/dk	ml/kg/k m	Kcal/ kg/k m
% 75 LA			
% 85 LA			
% 95 LA			

