

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**SEDENTER BAYANLARDA VÜCUT KOMPOZİSYONU
DEĞİŞİKLİĞİNİN KOŞU EKONOMİSİ ÜZERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

İ.TURGAY TURAN

DANIŞMAN PROF.DR. ÇETİN DERGİN

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İSTANBUL 1994

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Vücut Kompozisyonu.....	2
2.1.1. Depolanmış Yağ.....	2
2.1.2. Yağsız Vücut Ağırlığı.....	3
2.1.3. Vücut Kompozisyonunun Ölçülmesinde Kullanılan Metodlar.....	4
2.1.4. Vücut Kompozisyonunda Cinsiyet Farklılıkları.....	4
2.1.5. Antrenmanın Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkisi.....	6
2.2. Solunumun Düzenlenmesi ve Egzersize Uyumu.....	9
2.2.1. Egzersize Solunum Sisteminin Cevabı.....	9
2.2.1.1. Statik (İzometrik) Egzersizlere Solunum Sisteminin Cevabı.....	9
2.2.1.2. Dinamik (Ritmik) Egzersizlere Solunum Sisteminin Cevabı.....	9
2.2.1.2.1. Submaksimal Egzersizlere Solunum Sisteminin Cevabı.....	9
2.2.1.2.2. Maksimal Egzersizlere Solunum Sisteminin Cevabı.....	11
2.2.1.3. Toparlanmada Solunum Sisteminin Cevabı.....	11
2.2.2. Egzersizde Solunumun Kontrolü.....	11
2.3. Koşu Ekonomisi.....	14
2.3.1. Koşu Ekonomisinin Ölçülmesi.....	14
2.3.2. Koşu Ekonomisi ve Performans Arasındaki İlişki.....	22
2.3.3. Ekonomiyi Etkileyen Fizyolojik ve Çevresel Faktörler..	24
2.3.3.1. Koşu Ekonomisinde Bireyde Günlük Değişimler.....	24
2.3.3.2. Cinsiyet.....	25
2.3.3.3. Yaş.....	26
2.3.3.4. Treadmill ve Sahada Koşu.....	28
2.3.3.5. Isı.....	30
2.3.3.6. Yorgunluk.....	31
2.3.3.7. Antrenman.....	32

2.3.4. Ekonomik Koşu İçin Biomekanik Görüşler.....	33
2.3.4.1. Vücut Yapısı ve Ekonomi Arasındaki İlişki.....	34
2.3.4.1.1. Vücut Kütlesi.....	34
2.3.4.1.2. Vücut Kütlesi ve Ekstremitelerinin Dağılımı.....	34
2.3.4.2. Koşu Kinematiki ve Ekonomi Arasındaki İlişki.....	35
2.3.4.2.1. Koşu Hızı.....	35
2.3.4.2.2. Adım Uzunluğu.....	35
2.3.4.2.3. Diğer Kinematik Değişkenler.....	37
2.3.4.3. Koşu Kinetikleri ve Ekonomi Arasındaki İlişki.....	38
2.3.4.3.1. Zemin Reaksiyon Kuvveti (Ground Reaction Forces).....	38
2.3.4.3.2. Mekanik Güc (Mechanical Power).....	38
3. MATERYAL VE METOD.....	40
4. BULGULAR.....	51
4.1. Vücut Kompozisyonu.....	51
4.1.1. Vücut Yüzde Yağ Oranı (%Y).....	51
4.1.2. Yağ Ağırlığı (YA).....	51
4.1.3. Yağsız Vücut Ağırlığı (YVA).....	51
4.2. Dakikada 106 Metre Hızdaki Bulgular.....	53
4.2.1. Kalp Atım Frekansı (HR).....	53
4.2.2. Solunum Dakika Volümü.....	53
4.2.3. Koşu Ekonomisi (SubmaxVO ₂).....	53
4.2.4. Karbondioksit Üretimi (VCO ₂).....	54
4.2.5. Solunum Değişim Oranı (R).....	54
4.2.6. Tahmini Maksimum Oksijen Kullanım Yüzdesi (%MaxVO ₂ P).....	54
4.3. Dakikada 120 Metre Hızdaki Bulgular.....	56
4.3.1. Kalp Atım Frekansı (HR).....	56
4.3.2. Solunum Dakika Volümü (VE).....	56
4.3.3. Koşu Ekonomisi (SubmaxVO ₂).....	56
4.3.4. Karbondioksit Üretimi (VCO ₂).....	57
4.3.5. Solunum Değişim Oranı (R).....	57
4.3.6. Tahmini Maksimum Oksijen Kullanım Yüzdesi (%MaxVO ₂ P).....	57

4.4. Dakikada 133 Metre Hızdaki Bulgular.....	59
4.4.1. Kalp Atım Frekansı (HR).....	59
4.4.2. Solunum Dakika Volümü (VE).....	59
4.4.3. Koşu Ekonomisi (SubmaxVO ₂).....	59
4.4.4. Karbondioksit Üretimi (VCO ₂).....	60
4.4.5. Solunum Değişim Oranı (R).....	60
4.4.6. Tahmini Maksimum Oksijen Kullanım Yüzdesi (%MaxVO ₂ P).....	60
4.5. Koşu Ekonomisi İle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişki	62
4.5.1. Dakikada 106 Metre Hızdaki Koşu Ekonomisiyle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişki.....	62
4.5.2. Dakikada 120 Metre Hızdaki Koşu Ekonomisiyle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişki.....	62
4.5.3. Dakikada 133 Metre Hızdaki Koşu Ekonomisiyle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişki.....	63
5. TARTIŞMA.....	64
6. SONUÇ.....	67
7. ÖZET.....	68
8. SUMMARY.....	69
9. KAYNAKÇA.....	70

1. GİRİŞ

Uzun süreli dayanıklılık performansı (=aerobik güç), gerek dayanıklılığı gerektiren spor branşlarındaki sporcular için gerekse yaşam boyu spor uygulamalarına katılan bireyler için çok önemlidir. Bu performansın değerlendirilmesinde genellikle bireyin maksimal oksijen kullanımı (MaxVO_2), kas fibril tipi (Tip I ya da yavaş kasılan fibril tipi ve Tip II ya da hızlı kasılan fibril tipi), anaerobik eşik, laktat eşik, vücut kompozisyonu, vücut yüzde yağ oranı (%Y), yağsız vücut ağırlığı (YVA) ve yağ ağırlığı (YA) ölçülürken yakın zamanlarda submaksimal oksijen tüketiminin de (=Submax VO_2 veya seady-state VO_2) önemi ortaya konarak bu parametre de dikkate alınmıştır. Hatta bazı araştırmacılar submaksimal koşu esnasında yapılan metabolik ölçümlerin dayanıklılık performansını maksimal oksijen kullanımından (MaxVO_2) daha iyi ifade ettiğini de söylemişlerdir (70, 214).

Yapılan çalışmalarda antrenmanla maksimal oksijen kullanım kapasitesi (MaxVO_2) artışının vücut kompozisyonu değişimi (vücut yüzde yağ oranının azalması, yağsız vücut ağırlığının artışı ve yağ ağırlığının azalması) ile ilişkili olduğu saptanırken (1) yine antrenmanla koşu ekonomisindeki artışın (=submaksimal oksijen tüketimindeki azalma) vücut kompozisyonu değişimi ile arasındaki ilişki araştırılmamıştır.

Bizim bu çalışmadaki amacımız; öncelikle antrenmanın koşu ekonomisine (Submax VO_2 ye) ve vücut kompozisyonuna (vücut yüzde yağ oranı, yağsız vücut ağırlığı ve yağ ağırlığı) olan etkisini bulmak, sonra da böyle bir etki varsa yani antrenman koşu ekonomisini artırıyor (submaksimal oksijen tüketimini düşürüyorsa) bunun değişen vücut kompozisyonu ile bir ilişkisinin var olup olmadığını ortaya koymaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vücut Kompozisyonu

Vücudun başlıca yapısal kısımları kas kitlesi, yağ ve kemiktir. Bu yapısal kısımların oranları sporda yüksek performans için oldukça önemlidir. Normalde sporcuların daha çok kas kitlesine, daha az yağ kitlesine sahip oldukları düşünülür. Halbuki ağırlığın büyük bölümünü kas kütlesinin oluşturması her zaman için avantaj olmadığı gibi, yağ kütlesinin fazla olması da her zaman avantaj kabul edilmez (1, 2, 25). Bu yüzden sporcuların kendi branşlarına ait yapıya sahip olmaları veya ortalamaya yakın olmaları istenmektedir.

Vücut kompozisyonunun ölçümünde vücut iki unsura ayrılır:

- * Depolanmış yağ (yüzde yağ oranı ve yağ ağırlığı)
- * Yağsız vücut ağırlığı

2.1.1. Depolanmış yağ

Vücut yağ dokusu olarak belli miktarda depoya sahiptir. Bu inaktif doku deri altındaki yağ hücreleri içersinde birikmiş şekildedir. Bu kütlenin performansa etkisi olumsuz olduğundan özellikle dayanıklılık sporlarında performans düşmektedir (Ancak bazı spor branşlarında bu kitlenin yararı vardır. Örneğin maraton yürücülerinde vücut ısısının korunmasında ve enerji olarak deri altı yağ dokusunun yararlı olduğu kabul edilmektedir) (14).

Yağ performansı olumsuz olarak iki şekilde etkiler:

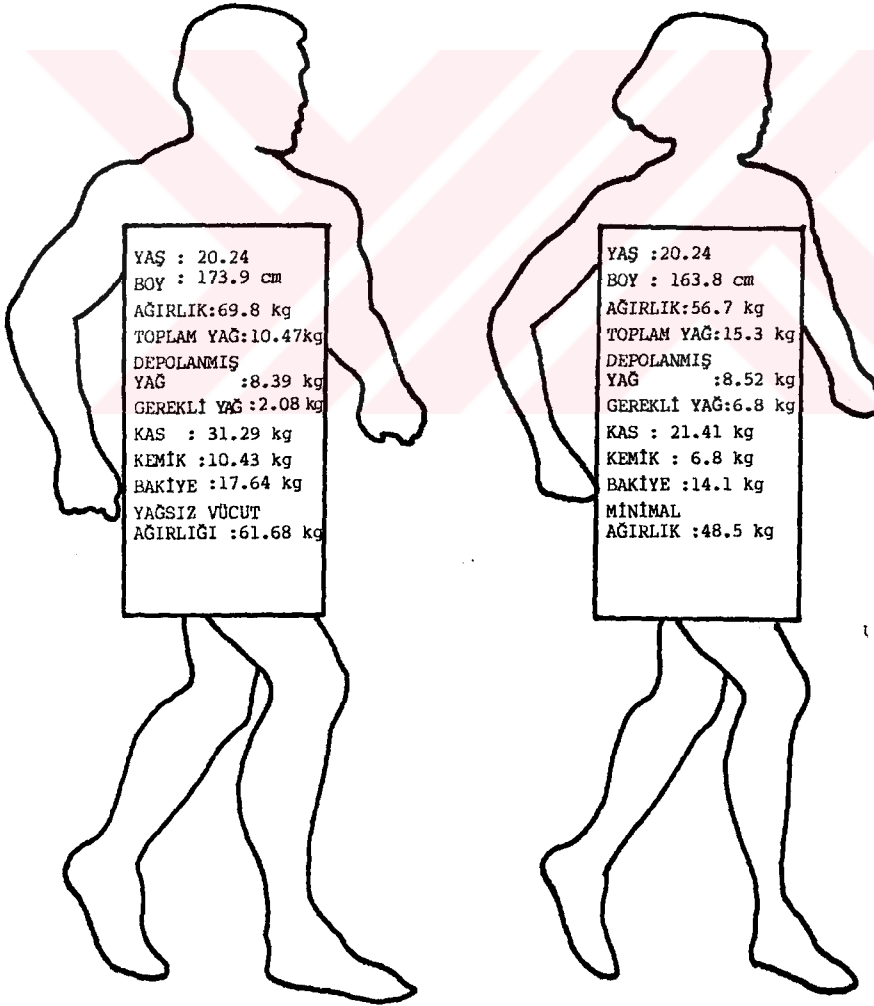
- * Yağ hücreleri kolay okside olup enerji üretemez.
- * Yağ taşınması gereken lüzumsuz bir ağırlık olduğundan aynı iş için daha fazla enerji kullanılmasına sebep olur (125, 218).

Sporcularda vücut yağ oranı branşın özelliğine göre artar veya azalır.

Mesela yüksek seviyede antrenman yapan atletlerde bu oran %6-8, yüksek kilolu sikletlerdeki güreşçilerde ise bu yağ oranı değeri şişmanlık için kabul edilen sınır değerlerinin üzerinde bulunmuştur (6, 159).

2.1.2. Yağsız Vücut Ağırlığı

İnsan vücudunun sağlığının bozulmadan olabileceği minimum bir ağırlık limiti vardır. Bu en alt limit "Yağsız Vücut Ağırlığı" olarak adlandırılır ve vücut ağırlığından depolanmış yağın çıkartılmasıyla hesaplanır (110). Erkeklerde vücut ağırlığı 61.68kg. eşit olarak kabul edilir. Bu da ortalama %3 gerekli yağ ağırlığını içerir. Behnke'ye göre bu en alt limittir. Bu miktardaki her türlü azalma fizyolojik fonksiyonları ve egzersiz kapasitemizi etkiler (18, 110) (Şekil 1).



Şekil 1 : Normal erkek ve kadında vücut kas ve yağ değerleri (Behnke'ye göre, 110).

2.1.3. Vücut Kompozisyonunun Ölçülmesinde Kullanılan Metodlar

Vücut kompozisyonunu değerlendirmede iki genel metod vardır (18):

Direkt Metod: Taze insan kadavralarının kesilmesi ile yapılır. Bu tür çalışmada gösterilen efor çok fazla olduğu gibi, sonuçtaki bilginin pratikte uygulanması şüphelidir. Bu yüzden vücut kompozisyonunu değerlendirmede yapılan araştırmaların büyük bir kısmı indirekt yollarla yapılmıştır.

İndirekt Metod: Yaşayan kişilerin yağsız vücut kütlesi, depolanmış yağ ve zayıflık durumlarını araştırmak için kullanılan metodlardır. Bu metodlar laboratuvar ve saha metodları olarak iki ana grupta toplanabilir:

Laboratuvar Metodları: Bu geniş çalışma alanını temel olarak anlamak için vücut yapı ve kompozisyonunu ortaya çıkarmada kullanılan çeşitli metodların temel bilgisi gereklidir.

Laboratuvar metodlarının en popüler olanları Hidrostatik tartma tekniği (18), boy/kilo indekslerini, deri kıvrımı yağlarını, vücut parçalarının çevrelerini ve kemik çaplarını kapsayan antropometrik tekniklerdir (87). Bu metodlar sıhhatlidir ama zaman, alet ve tecrübeli teknik eleman açısından dezavantajlıdır. Bu nedenle klinik ve kitle değerlendirmelerde hidrostatik metodlar genellikle kullanılmazlar. Bundan başka laboratuvarlarda izotopik dilüsyon (sulandırma) ve inert gaz absorpsiyonu gibi biokimyasal metodlar, radyolojik metodlar da vardır (117, 157, 187, 217).

Saha Metodları: Çok sayıdaki deneklerde vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi için birçok saha metodları geliştirilmiştir. Bu metodların güvenilirlikleri ve geçerlilikleri farklılıklar göstermiştir. Bazı araştırmacılar önce vücut yoğunluğunu bulmuş ve buradan yüzde yağ miktarı, yağ ağırlığı ve yağsız vücut ağırlığını bulmuştur (18, 66, 72, 103, 109, 126, 141, 185, 186). Bazı araştırmacılar ise direkt olarak yüzde yağı hesap etmek için metodlar geliştirmiştir (79, 201, 219) (Tablo 1).

2.1.4. Vücut Kompozisyonunda Cinsiyet Farklılıkları

Erkek ve bayan arasındaki performans farklılıkları kısmen bayanların vücudundaki daha fazla yağ yüzdesi ihtiva etmesiyle açıklanabilir. Vücut yağı yetişkin erkekte ortalama olarak ağırlığın %15-17 arasında iken, bayanlarda bu oran %25 civarında olmaktadır. Bu farklılık Tablo 2'de gösterilmiştir (73).

METODLAR	FORMUL
Deri kıvrımları	
BEHNKE, WILMORE	$VH= 1.08543 - 0.00086 (X_6) - 0.00040 (X_7)$
DURNIN, WOMERSLEY	$VH= 1.1561 - 0.0711 (\text{LOG}(X_1+X_2))$
FORSYTH, SINNING	$VH= 1.10647 - 0.00162 (X_2) - 0.00144 (X_6) - 0.00077 (X_1) + 0.00071 (X_3)$
JACKSON, POLLOCK	$VH= 1.11200 - 0.00043499 (X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7) + 0.00000055(X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7)^2 - 0.00028876(X_9)$
JACKSON, POLLOCK	$VH= 1.21394 - 0.03101 (\text{LN}(X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7)) - 0.00024 (X_9)$
JACKSON, POLLOCK	$VH= 1.10938 - 0.0008267 (X_4+X_6+X_7) + 0.0000016 (X_4+X_6+X_7)^2 - 0.0002574 (X_9)$
LOHMAN	$VH= 1.0982 - 0.000815 (X_1+X_2+X_6) + 0.00000084 (X_1+X_2+X_6)^2$
PARIZKOVA	$VH= 1.130 - 0.055 (\text{LOG}(X_1)) - 0.026 (\text{LOG}(X_2))$
POLLOCK ve ark.	$VH= 1.1125025 - 0.0013125 (X_1+X_2+X_4) + 0.0000055 (X_1+X_2+X_4)^2 - 0.000244 (X_9)$
SLOAN	$VH= 1.1043 - 0.001327 (X_7) - 0.001310 (X_2)$
Deri kıvrımları, çevreler ve çapların kombinasyonları	
BEHNKE, WILMORE	$VH= 1.05721 - 0.00052 (X_6) + 0.00168 (X_{21}) + 0.00114 (X_{10}) + 0.00048 (X_{11}) - 0.00145 (X_{13})$
FORSYTH, SINNING	$VH= 1.03523 - 0.00156 (X_2) + 0.00207 (X_{22}) - 0.00140 (X_6)$
JACKSON, POLLOCK	$VH= 1.10100 - 0.0004115 (X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7) + 0.00000069 (X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7)^2 - 0.00022631 (X_9) - 0.000059239 (X_{12}) + 0.000190632 (X_{16})$
JACKSON, POLLOCK	$VH= 1.099075 - 0.0008209 (X_4+X_6+X_7) + 0.0000026 (X_4+X_6+X_7)^2 - 0.0002017 (X_9) - 0.00005675 (X_{12}) + 0.00018586 (X_{16})$
KATCH, MC ARDLE	$VH= 1.12691 - 0.00357 (X_{17}) - 0.00127 (X_{14}) + 0.00524 (X_{16})$
MAYNEW ve ark.	$VH= 1.1078 - 0.00071 (X_6) - 0.00112 (X_8) + 0.00057 (X_{10}) - 0.00124 (X_{24})$
MICHAEL, KATCH	$VH= 1.08697 - 0.001123 (X_5) - 0.001698 (X_4) + 0.000472 (X_{19})$

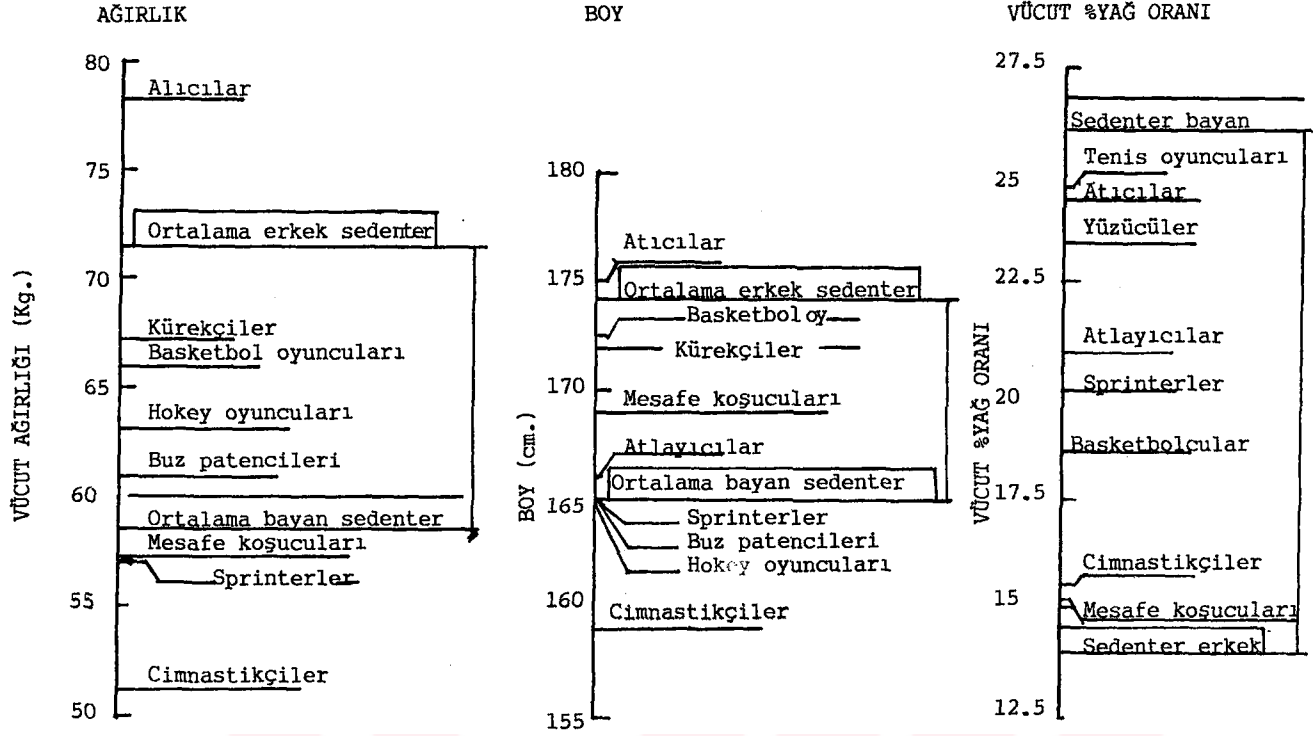
Adölesan erkek sporcularda vücut kompozisyonu formülleri

METODLAR	FORMUL
Deri kıvrımları	
BEHNKE, WILMORE	$VH= 1.06234 - 0.0008(X_2) - 0.00039(X_1) - 0.00025(X_7)$
DURNIN, WOMERSLEY	$VH= 1.1468 - 0.0740(\text{LOG}(X_1+X_2))$
DURNIN, WOMERSLEY	$VH= 1.1517 - 0.0689(\text{LOG}(X_1+X_2 + X_5))$
JACKSON, POLLOCK	$VH= 1.096095 - 0.0006952(X_1+X_5+X_6+X_7) + 0.0000011(X_1+X_5+X_6+X_7)^2 - 0.0000714(X_9)$
JACKSON, POLLOCK	$VH= 1.21993 - 0.03936(\text{LN}(X_1+X_5+X_6+X_7)) - 0.00011 (X_9)$
PARISKOVA	$VH= 1.101 - 0.023(\text{LOG}(X_3)) - 0.037(\text{LOG}(X_2))$
PARISKOVA	$VH= 1.114 - 0.031(\text{LOG}(X_1)) - 0.041(\text{LOG}(X_2))$
POLLOCK ve ark.	$VH= 1.0902369 - 0.0009379 (X_1+X_5+X_6) + 0.0000026 (X_1+X_5+X_6)^2 - 0.0001087 (X_9)$
POLLOCK ve ark.	$VH= 1.0994921 - 0.0009929 (X_1+X_5+X_7) + 0.0000023 (X_1+X_5+X_7)^2 - 0.0001392 (X_9)$
SLOAN ve ark.	$VH= 1.0764 - 0.00081 (X_5) - 0.00088 (X_1)$
Deri kıvrımları, çevreler ve çapların kombinasyonları	
BEHNKE, WILMORE	$VH= 1.07685 - 0.00063 (X_2) - 0.00336 (X_{23}) + 0.00227 (X_{10}) - 0.00049 (X_{12}) - 0.00043 (X_{13})$
BEHNKE, WILMORE	$VH= 1.065551 + 0.01120(X_{20}) - 0.00055(X_{13}) - 0.00082(X_{15}) - 0.00159(X_{17}) + 0.00362(X_{16})$
JACKSON, POLLOCK	$VH= 1.1454464 - 0.0006558(X_1+X_5+X_6+X_7) + 0.0000015(X_1+X_5+X_6+X_7)^2 - 0.0000634(X_9) - 0.0005981(X_{12})$
KATCH, MCARDLE	$VH= 1.14465 - 0.00150(X_{17}) - 0.00105 (X_{14}) + 0.00448(X_{16}) - 0.00168 (X_{19})$
KATCH, MICHAEL	$VH= 1.12569 - 0.001835(X_1) - 0.002779(X_{12}) - 0.005419(X_{18}) - 0.0007167(X_2)$

Adölesan bayan sporcularda vücut kompozisyonu formülleri

X_1 =Triceps DK., X_2 =Scapular DK., X_3 =Maksiller DK., X_4 =Göğüs DK., X_5 =Supralliac DK., X_6 =Abdominal DK., X_7 =Uyluk DK., X_8 =Calf DK., X_9 =Yaş, X_{10} =Boyun Çev., X_{11} =Göğüs çev., X_{12} =Abdomen 1 çev., X_{13} =Abdomen 2 çev., X_{14} =Abdomen ort. çev., X_{15} =Kalça çev., X_{16} =Ust kol çev., X_{17} =Ekstansiyonda kol çev., X_{18} =Fleksiyonda kol çev., X_{19} =Uyluk çev., X_{20} =Bilek çapı., X_{21} =Bilic çap., X_{22} =Bitrokanter çap., X_{23} =Femur çapı.

Tablo 1: Adölesan erkek ve bayan sporcularda vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan metodlar.



Tablo 2 : Boy, ağırlık ve relatif yüzde yağ oranının bayan sporcularda farklılığı gösterilmiştir. Tablo ayrıca sedenter bayan ve sedenter erkek ortalama değerlerinin karşılaştırmasını da kapsamaktadır.

Tablodaki değerler karşılaştırıldıklarında kadınlar;

- * 5-8cm. daha kısadır,
- * Vücut ağırlığında 10-13kg. daha hafiftir,
- * Adipoz doku (yağ) 5.5-7kg. daha fazladır,
- * Yağsız vücut ağırlığında ise 18-20kg. daha azdır.

Genel olarak sedenter ve sporcu erkek ve kadın arasındaki farklılıklar bunlardır. Ancak gülle ve disk atıcı bayanlar ortalama sedenter erkeklerden daha ağırdır. Yapılan araştırmalarda yüzmede vücut kompozisyonunda cinsiyet farklılığı olmamasına rağmen koşu esnasında bayanlardaki ekstra vücut yağı performans esnasında dezavantaj sağlar.

2.1.5. Antrenmanın Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkisi

Antrenmanın vücut kompozisyonu üzerine etkisini inceleyen birçok araştırma yapılmıştır (14, 18, 31, 73, 78, 110, 160, 161). Bu araştırmalardan birinin sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Çalışma 17-59

yaşları arası bireylerin 10 haftalık sürede haftada 3 gün jogging yapmalarını içermektedir (216).

Değişken	Ant.Ön.	Ant.Son.	Fark
Ağırlık	79.59	78.58	-1.01*
% Yağ	18.88	17.77	-1.11*
Yağ Ağır.	15.03	13.96	-1.07
YVA	64.56	64.62	0.06
Deri Kıvrımları			
Triceps	11.5	11.1	-0.4
Subskapula	16.3	15.1	-1.2*
Suprailiac	24.9	24.4	1.5
Midaxillar	17.3	14.3	-3.0*
Abdominal	24.4	23.5	-0.9
Uyluk	16.9	16.0	-0.9*
Göğüs	12.7	11.5	-1.2*
Çevreler			
Kalça çev.	84.8	84.4	-0.8*
Karın çev.	88.2	87.7	-0.5

Tablo 3 : 10 haftalık jogging programı sonrası vücut kompozisyonu sonuçları.
* İstatistiksel Fark.

Görüldüğü gibi bu çalışmada vücut kompozisyonundaki değişiklik az olmuştur. Vücut ağırlığındaki azalma yağ oranındaki azalmanın sonucu olmuştur. Deri altı yağ dokusundaki azalma ile vücut yağlarındaki azalma birbirine paraleldir. Sonuç olarak kısa jogging programlarının vücut % yağında çok az bir düşüğe neden olduğu bulunmuştur.

Milesis ve arkadaşları (146) ise yaptıkları çalışmada 3 ayrı gruba 20 hafta boyunca 15, 30 ve 45dk.lık jogging ve yürüyüş programı uyguladılar. Bu çalışmanın sonuçları da Tablo 4'de verilmiştir.

Değişken	Antrenman Grubu							
	Kontrol Gr. (n=16)		15dk. (n=14)		30dk. (n=17)		45dk. (n=12)	
	Önce	Sonra	Önce	Sonra	Önce	Sonra	Önce	Sonra
Vücut ağırlığı	72.1	73.2	76.9	76.3	80.6	78.9	70.9	69.9
Yüzde yağ	12.5	13.0	13.7	13.2	14.2	13.6	13.2	12.0
Deri kıvrımı top.	73.8	79.6	83.0	77.0	90.0	83.8	77.5	67.0
Kalça çevresi	82.7	84.9	84.3	82.8	88.2	86.1	83.6	81.8
Her çalışmada mesafe (mil)	Hafta	4	1.56		2.89		4.13	
		8	1.54		2.95		4.46	
		13	1.79		3.19		4.82	
		17	1.75		3.24		5.06	
Toplam egzersiz süresi (dk.sn.)	Hafta	4	14.58		30.25		41.18	
		8	14.11		28.40		42.48	
		13	15.51		29.43		43.19	
		17	14.53		30.12		42.27	
Antrenman Kalp Atım Frekans (atım/dk.)	Hafta	4	179		175		174	
		8	179		174		169	
		13	182		175		177	
		17	180		175		175	
Yoğunluk (Maximal atım frekansı) %	Hafta	4	89.4		83.8		84.5	
		8	89.8		73.4		81.0	
		13	94.0		90.1		89.5	
		17	92.5		90.2		88.1	

Tablo 4 : Vücut kompozisyonu değişimi üzerine 3 farklı sürede yürüme ve koşmanın etkileri (146).

Tablodan da anlaşılacağı gibi antrenman; vücut yüzde yağını, deri kıvrımı toplam değerini ve kalça çevresi değerini azaltmıştır.

Bir başka çalışmada ise Carter ve Phillips (32) 6 kişilik bir gruba 2 yıl boyunca jogging ve kalistenik programı uygulamışlar ve sonuçta vücut yüzde yağında, deri kıvrımları toplamında ve çevre ölçümlerinde belirgin bir değişikliği ortaya koymuşlardır.

2.2. Solunumun Düzenlenmesi ve Egzersize Uyum

Solunum sistemi, egzersiz anında ortaya çıkan birçok ihtiyacın karşılanmasında merkezi bir rol oynar. Kasal çalışma oksijen alımındaki artışı ve alınan bu oksijenin çalışan tüm kaslara aktarılmasını zorunlu kıldığı gibi çalışma sonucunda ortaya çıkan artık maddelerin (örneğin karbondioksit gibi) dışarı atılmasını da zorunlu hale getirir. Oksijen alımı ($\dot{V}O_2$) bazal seviyede 250ml. iken bu şiddetli egzersizlerde 5lt. ye kadar yükselebilir. Egzersiz esnasında artan oksijen ihtiyacı aynı oranda artan solunum frekansıyla karşılanır. İstirahat anında solunum dakika hacmi 6 lt./dk. iken çok şiddetli egzersizlerde bu değer 150 lt/dk.ya kadar yükselebilir. Düşük ve orta şiddetli egzersizlerde oksijen kullanımı ($\dot{V}O_2$) ile solunum dakika hacmi (VE) arasında doğru bir orantı vardır. Ancak şiddetli egzersizlerde bu oran bozulabilir.

2.2.1. Egzersize Solunum Sisteminin Cevabı

Birçok kişi her gün iki tip egzersizle karşılaşır. Bunlardan ilki statik (izometrik) egzersizler olup kasın çalışırken boyunda bir değişim olmadan yapılan egzersizlerdir. Örneğin ağır bir cismi kaldırmaya veya itmeye çalışmak gibi.. Diğeri ise dinamik (izotonik) egzersizler olup kasın çalışırken boyunda bir değişikliğin meydana gelmesiyle yapılan, yürüme, koşma, pedal çevirme gibi örnekleyebileceğimiz egzersizlerdir. Solunum sisteminin bu iki tip egzersize verdiği cevap farklıdır.

2.2.1.1. Statik (İzometrik) Egzersizlere Solunum Sisteminin Cevabı

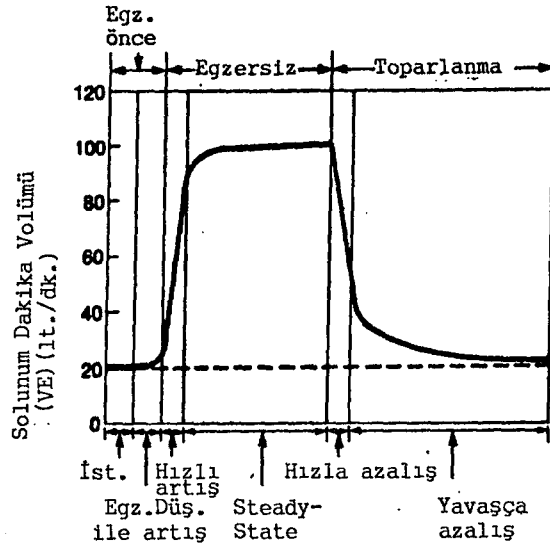
Kasın statik kasılma esnasındaki gerilme kuvveti ile solunumdaki artış orantılıdır. Maksimal istemli kasılmanın %15'i oranındaki bir statik kasılma esnasında solunum dakika hacminde (VE) anlamlı bir değişiklik olmazken, %20'nin üzerindeki kasılmalarda solunum dakika hacminde (VE) bir artış görülür. Ancak bu artış solunum frekansının artışından değil tidal volümdeki (TV) artıştandır.

2.2.1.2. Dinamik (Ritmik) Egzersizlere Solunum Sisteminin Cevabı

2.2.1.2.1. Submaksimal Egzersizlere Solunum Sisteminin Cevabı

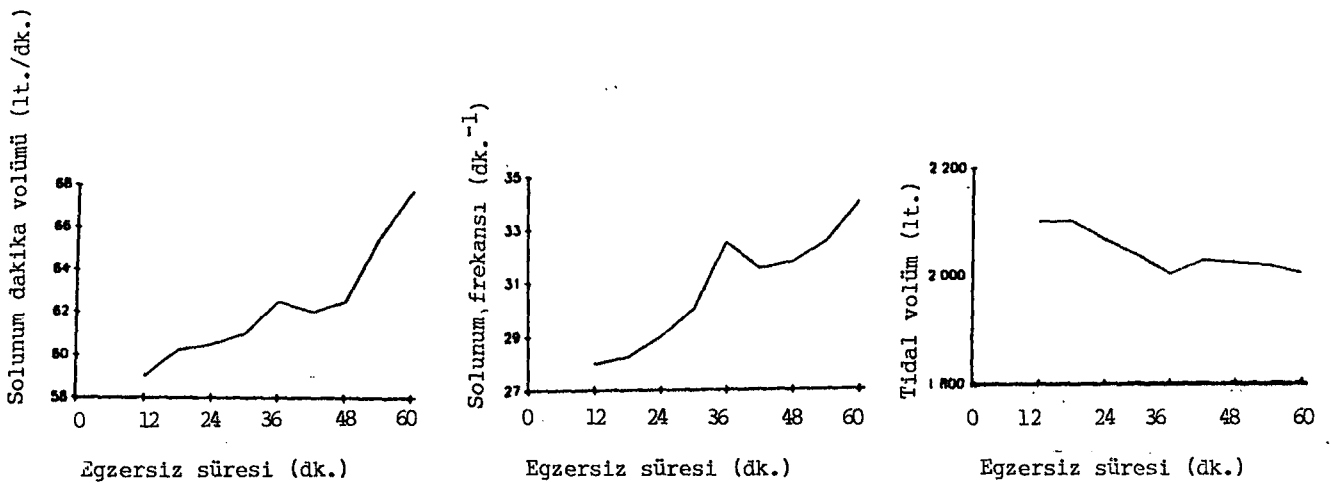
Sabit yükte yapılan submaksimal egzersize solunum sisteminin cevabı

üç safhaya ayrılabilir; 1- Egzersizin hemen başında solunumun dakika volümünde (VE) ani bir artış, 2- Daha sonra yavaşlayan bir artış, 3- Artışın belli bir seviyeye eriştikten sonra o düzeyde devam etmesi (=steady state) (6, 73) (Şekil 2 .).



Şekil 2: Submaksimal egzersize solunum sisteminin cevabı (73).

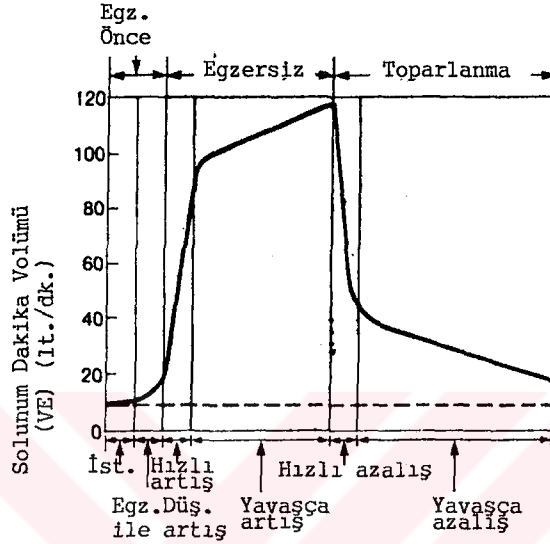
Eğer egzersiz 10dk. dan daha fazla süreli ise solunum dakika volümünün (VE) artışı söz konusudur. Ancak bu artış tidal volümdeki (TV) artıştan değil, solunum frekansındaki artıştan kaynaklanır (202)(Şekil 3).



Şekil 3: Uzun süreli egzersize solunum sisteminin cevabı .

2.2.1.2.2. Maksimal Egzersizlere Solunum Sisteminin Cevabı

Submaksimal egzersize solunum sisteminin cevabındaki ilk iki safha maksimal egzersiz esnasında da geçerlidir. Ancak 3. safha maksimal egzersizlerde farklıdır. Submaksimal egzersizdeki steady-state durumu, maksimal egzersizde oluşmaz. Buna karşılık maksimal egzersizde solunum dakika volümü (VE) devamlı şekilde artar (73) (Şekil 4).



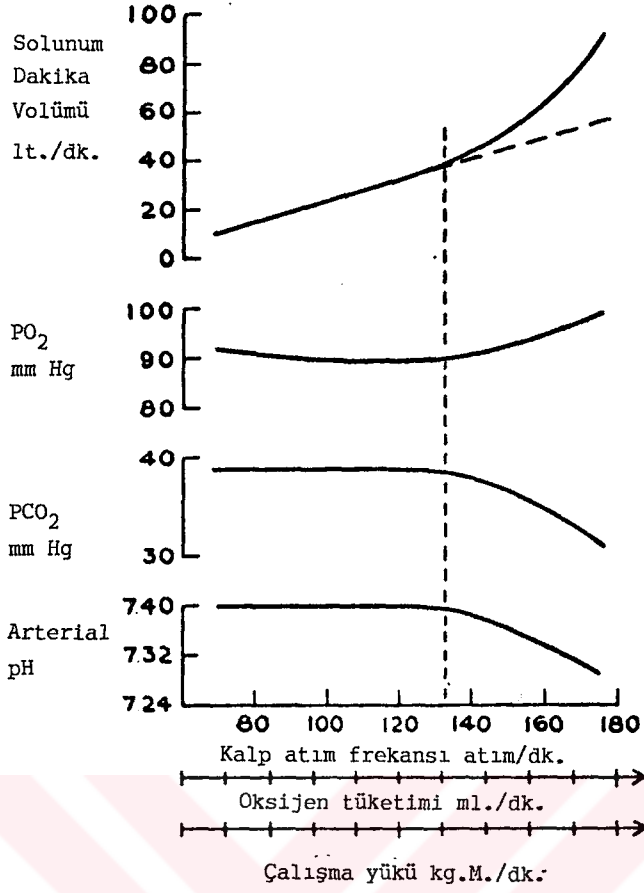
Şekil 4: Maksimal egzersize solunum sisteminin cevabı (73).

2.2.1.3. Toparlanmada Solunum Sisteminin Cevabı

Egzersizden sonra toparlanma periyodunda 2 büyük değişim görülür: 1-Motor aktivite bittiğinden solunum dakika volümü (VE) ani bir azalış gösterir (Şekil 2 , 4). 2-Bu ani azalış sonrasında ise istirahat değerlerine yavaşça ulaşır (73).

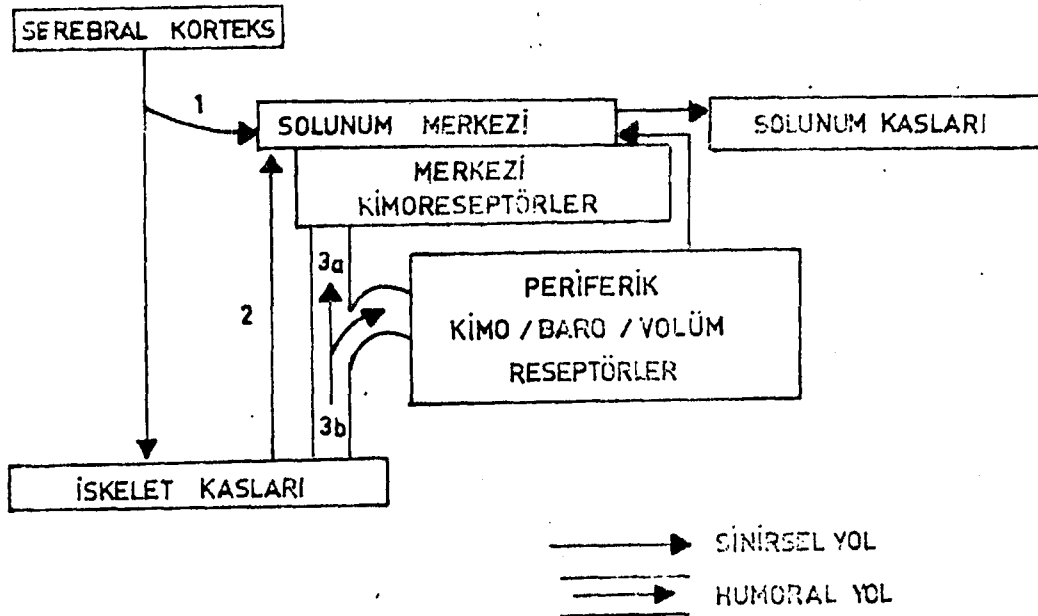
2.2.2. Egzersizde Solunumun Kontrolü

Egzersizde oksijen tüketimi ($\dot{V}O_2$) ve karbondioksit oluşumu ($\dot{V}CO_2$) artarken, çok ağır egzersizler dışında alveolar ventilasyon da yükselen metabolizmaya uyarak aynı oranda arttığından, kanda parsiyel oksijen basıncı (PO_2), parsiyel karbondioksit basıncı (PCO_2) ve asit-baz dengesi (pH) hemen hemen aynı kalır (6, 80) (Şekil 5).



Şekil 5: Orta şiddetli egzersizlerde solunumdaki artışın nedenleri PO_2 , PCO_2 ve pH'taki değişimlerle ilişkili olmadığını gösteren grafik

O halde egzersizde solunumu arttıran neden nedir? Dejourns'un nörohumoral teorisine göre (6) (Şekil 6);



Şekil 6: Dejourns'un nörohumoral teorisine göre solunum kontrolü (6).

Egzersiz başlar başlamaz solunumda görülen ani artış sinirsel bir mekanizma ile olmaktadır. Şekilde 1 ile gösterildiği gibi motor korteksten iskelet kaslarına gelen emirler yolları üzerinde dağılarak solunum merkezine gelirler ve etki altına alırlar. Diğer taraftan çalışan kaslardaki reseptörlerden doğan sinyaller doğrudan doğruya solunum merkezlerine gelmekte (şekilde 2 ile gösterilen yol) ve solunumun artmasına neden olmaktadır. Egzersizde solunumun artmasının 2. ve 3. safhalarında yavaş ilerleyen komponentler ise humoral faktörlere (Şekilde 3a ve 3b ile gösterilen) bağlıdır. Kasın çalışması esnasında meydana gelen bazı humoral faktörler, kan ile merkezi ve periferik kimoreseptörlere gelip bu yolla solunum merkezine etkili olmaktadır.

Egzersizde solunumun uyarılmasında beyin faktörünün bir başka önemli noktası daha vardır. Yapılan araştırmalarda solunumla ilgili olan beyin faktörünün tamamen olmasa bile kısmen öğrenmeye dayanan bir cevap olduğu bulunmuştur. Yani, aynı şiddette tekrarlayan egzersiz periyodları ile beyin gittikçe daha uygun miktarda sinyaller göndererek, egzersiz sırasında kimyasal faktörleri normal düzeyde tutar. Böylece beyin korteksinde öğrenmenin egzersizde beyin faktörü yönünden önemli olduğunu gösteren birçok kanıt vardır (80).

Egzersizde solunum değişiklikleri ve solunum kontrolü özet olarak Tablo 5'de gösterilmiştir (73).

Fazlar	Değişim	Kontrol
1. Egzersiz öncesi	Mutedil artış	Motor korteks
2. Egzersiz esnası		
a) Başlar başlamaz	Hızlı artış	Kaslar ve eklemler
b) Sonra	Steady-state veya çok yavaşça artış	Kimyasal (CO ₂)
3. Egzersiz sonrası (Toparlanma)		
a) Başlar başlamaz	Ani azalış	Hareketin durması
b) Sonra	İstirahat değerine kadar yavaşça azalış	CO ₂ de azalma

Tablo 5 : Egzersiz öncesi, esnası ve sonrasında solunumsal değişimler.

2.3. Koşu Ekonomisi

Bireyin aerobik gücünü belirleyen faktörler; maksimal oksijen kullanımı (MaxVO_2), (21, 22, 81, 82, 174), maksimal oksijen kullanım kapasitesinin belirli bir kısmını kullanabilme yeteneği (10, 41, 42, 45, 81, 123, 183), laktat eşik (7, 70, 88, 104, 181), kas fibril tipi (24, 43, 100, 101), vücut yüzde yağ oranı (165, 166, 215) ve enerji teminini (19, 178) kapsar. Son zamanlarda ise özellikle Amerikalı ve İngiliz araştırmacılar aynı maksimal oksijen kullanım kapasitesine sahip sporcuların submaksimal oksijen kullanımlarının farklılığını ortaya koyarak aerobik güç ölçümlerinde submaksimal oksijen tüketiminin de ölçülmesinin gerekliliğini vurgulamışlar ve bunu koşu ekonomisi (Running Economy), yürüyüş ekonomisi (Walking Economy) ve yüzme ekonomisi (Swimming Economy) olarak adlandırmışlardır (23, 39, 40, 41, 42, 51,52, 54, 68, 116, 149, 154).

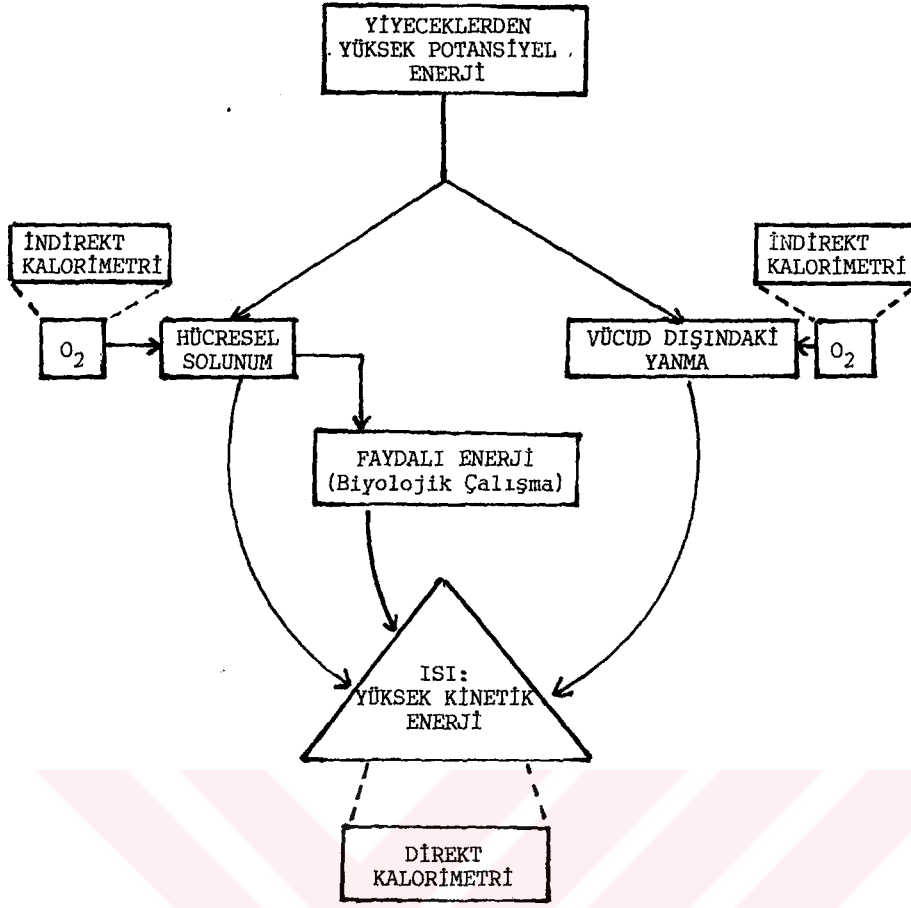
Koşu ekonomisi; standardize bir koşu hızındaki steady-state VO_2 veya submaksimal koşunun aerobik gücü olarak tanımlanabilir (152).

2.3.1 Koşu Ekonomisinin Ölçülmesi

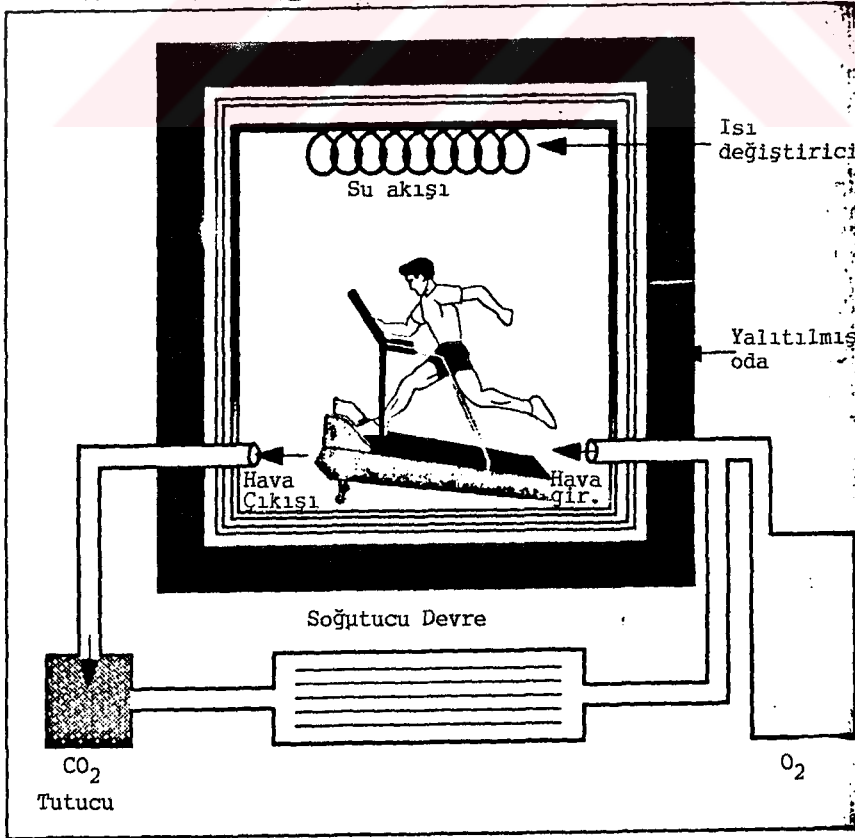
Vücudun istirahat ya da kassal çalışma esnasındaki üretiminin ölçülmesindeki metodlar direkt ve indirekt kalorimetri olarak 2 şekilde sınıflandırılmıştır (110) (Şekil 7).

Direkt kalorimetri; insan vücudunun ısı üretimini besinlerdeki enerjiyi saptamada kullanılan bomba kalorimetreye benzer bir sistemle ölçülmesine dayanır (Şekil 8). Ancak direkt kalorimetri egzersiz esnasında insan enerjisinin ölçülmesi için çok kullanışlı olmadığından çoğunlukla indirekt metodlar kullanılır.

İndirekt kalorimetri ise "insan vücudundaki tüm enerji metabolizması sonuçta oksijen kullanımına dayanır" temel düşüncesinden yola çıkarak istirahat ve steady-state egzersiz esnasında bireyin oksijen tüketimini ölçerek onun ürettiği enerjinin bulunması metodudur (110). Kapalı devre ve açık devre spirometri indirekt kalorimetrinin iki uygulamasıdır. Kapalı devre spirometri hastanelerde ve diğer laboratuvar durumlarında enerji harcamasının istirahat halde ölçülmesi metodudur. Egzersizde kapalı devre spirometri ile oksijen tüketiminin ölçülmesinin zorluğundan dolayı çoğunlukla açık devre spirometri tekniği kullanılır. Bu tekniğin egzersizde uygulanan iki genel tekniği vardır: 1)Portatif Spirometri, ki hafif



Şekil 7: Direkt ve indirekt kalorimetri ile serbest enerjinin ölçülmesi(110).



Şekil 8: Direkt Kalorimetri sistemi (110).

ağırlıklıdır ve egzersiz esnasında taşınır (2), Douglas torbası veya balon metodu ki bu metotta laboratuvarında ekspire edilen havanın toplanmasına dayanır. Bu iki teknikte de egzersiz öncesinde, egzersiz anında ve egzersiz sonrasındaki $\dot{V}O_2$, birleşik (mix) olarak toplanıp ölçülür (4, 76, 94, 95, 171, 176). Yapılan araştırmalarda direkt ve indirekt kalorimetri ile ölçümler arasında çok az bir fark görülmüştür (%1 den az) (110).

Enerji harcamasının ölçülmesindeki temel fikir; aerobik ve anaerobik metabolizmanın egzersizin başından sonuna kadar, kısmen de yüksek yoğunluklu egzersizde kullanılmasına dayanır. Egzersizde oksijen açığı ve toparlanmada oksijen tüketimi arasındaki ilişkinin bilinmesi nedeniyle (77), son zamanlarda yoğun (intensiv) egzersizdeki enerji metabolizmasının ölçümü için sadece postegzersiz (egzersiz sonrası) oksijen tüketimine veya oksijen borcuna (oxygen dept) bakmanın yetersiz olduğu söylenmiştir (26). Sonuç olarak yüksek yoğunluklu egzersizdeki anaerobik metabolizmanın katkısının ölçümü için; Adenozin trifosfat (ATP) konsantrasyonu, kreatin fosfat (CP), kas glikojen ve laktatı, laktat elemesi için vücutta mevcut total su miktarı, hücre içi ve hücre dışı (intra ve extracellular) su arasındaki laktat dağılımı ve egzersize katılan kas kütesinin bilinmesi gereklidir (14).

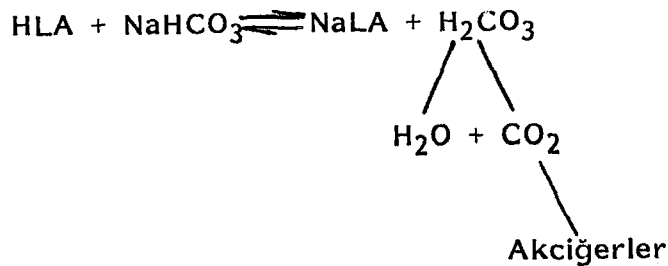
Maksimal veya maksimale yakın (yoğun) egzersizlerdeki enerji ihtiyacının ölçülmesinin aksine, submaksimal egzersizlerdeki aerobik ihtiyaç, standart bir hızdaki (yürüme, koşma veya yürüme) steady-state VO_2 ölçümüyle bulunur. Egzersiz esnasında gerçek metabolik oranın bulunması için indirekt kalorimetri kullanılması 2 varsayımdan ortaya çıkmıştır: Birinci varsayım; adenozin trifosfat (ATP) ihtiyacını karbonhidratların anaerobik parçalanması veya fosfojenlerin parçalanmasından değil tamamen hücre solunumundan bulmaktır (26). Birçok araştırmacı submaksimal egzersizlerde bu varsayımın doğruluğunu bulmuştur (132, 136, 206). Steady-state olmayan egzersizde, anaerobik metabolizma aktif kasların total enerji ihtiyacının bir bölümüne katkıda bulunur. Sonuç olarak maksimale yakın hızda koşunun aerobik ihtiyacı gerçek borcun altında ölçülür (23). İkinci varsayım ise; aktif enerji ihtiyacında aminoasit parçalanması ve protein katabolizma artışları: a) Egzersiz şiddetiyle, b) Şiddetli egzersizin sürdürülmesiyle, c) Glikojen tükenmesi ile ilişkilidir (5, 71, 124, 208). Belirli hızlı, kısa süreli (6-10dk.) ve submaksimal yoğunluklu ölçümlerde bu görüşlerin geçerliliği yoktur.

Steady-state VO_2 kondisyonuna erişme VO_2 kinetiklerine bağlıdır. Birçok

araştırmacı $\dot{V}O_2$ kinetiklerinin iş yoğunluğu ve fiziksel g¼c seviyesi ile değiştiğini s¼ylerken (85, 207) bazı araştırmacılar da yarı zaman $\dot{V}O_2$ cevabının 30 saniye civarında bulmuşlardır (38, 64, 92, 135). Whipp ve Wasserman (1972) (135) ise d¼ř¼k ve orta iş y¼klerinde, steady-state kondisyona 3 dakika içersinde erişildiğini s¼ylemiřlerdir. Ayrıca erişilen bu steady-state'in her noktasındaki $\dot{V}O_2$ iyi antrene sporcularda daha y¼ksektir. Bu g¼r¼řten yola ¼ıkararak submaksimal koşu esnasında aerobik olmayan enerji kaynaklarının yardımı kondisyon durumunun bir fonksiyonudur denebilir.

Steady-state enerji durumunun geręekleřmesi için bir başka kriter de 1.00'den az solunum değişim oranı (Respiratory Exchange Ratio= $R=\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$) değerini ve anaerobik eşik tayinini kapsar. Solunum değişim oranı, dakikada solunum yolu ile atılan karbondioksidin ($\dot{V}CO_2$), aynı s¼re içerisinde t¼kutilen oksijene ($\dot{V}O_2$) olan oranına denir. Solunum değişim oranının (R) 1.00'den az olması steady-state metabolik kondisyonu g¼sterir (23, 39, 41). D¼ř¼k ve orta yoğunluklu submaksimal egzersizlerde metabolik karbondioksit ¼retimi ve d¼ř¼k kan laktat konsantrasyonlarının meydana getirdiği $\dot{V}CO_2$ değeri, kasın ihtiyaçı olan $\dot{V}O_2$ değerini geğmez. Bundan dolayı solunum değişim oranı (R) 1.00'in altında geręekleřir.

Y¼ksek yoğunluklu maksimal egzersizlerde ise artan solunum hacmi ve solunum sayısına bağlı olarak solunum dakika hacmi de artmaktadır. Egzersiz esnasında bir yandan kasların kullanıldığı oksijen artarken, meydana getirdikleri karbondioksit de artmaktadır. Ayrıca maksimal egzersizde anaerobik metabolizma sonucu meydana gelmiş laktik asidin kan bikarbonatı ile pompalanması sonucu ortaya ¼ıkan kimyasal karbondioksit de buna ilave olmakta ve b¼ylece solunum değişim oranı (R) 1.00'in ¼zerine ¼ıkmaktadır.



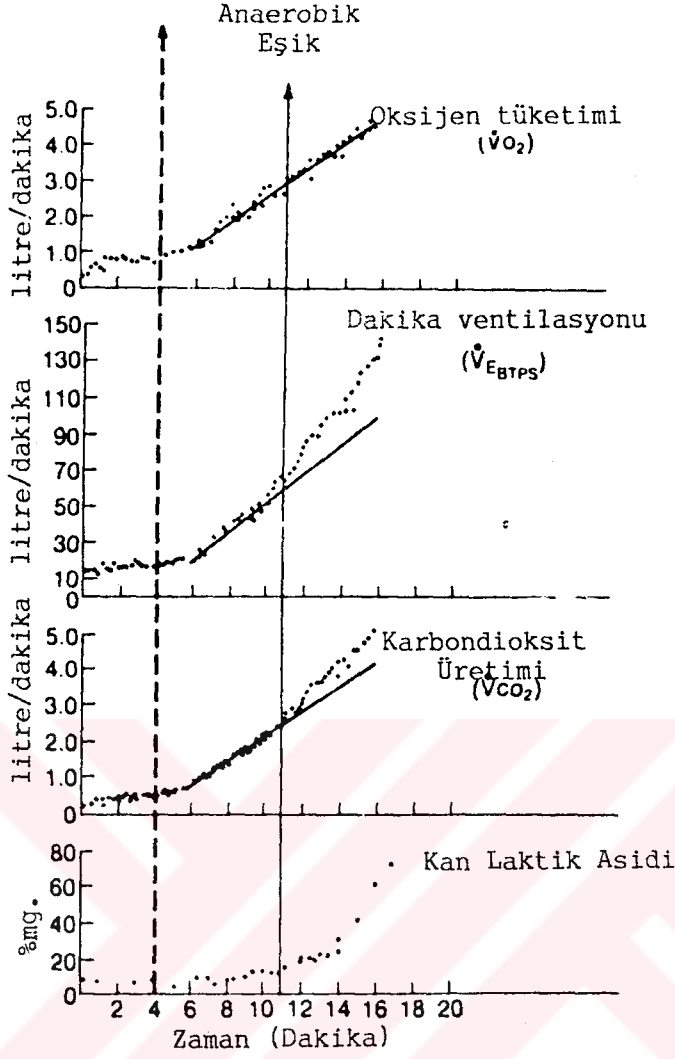
Ancak psikolojik stress nedeniyle meydana gelen hiperventilasyon (akciğerlerin aşırı derecede nefes alış-verişi) esnasında, hiperventilasyonda ortaya çıkan uyarıcı etkiden dolayı submaksimal egzersizin 1. dakikasında ve kısa süreli şiddetli egzersizlerde solunum değişim oranı 1.00'in üzerine çıkabilir (Tablo 6).

R	kcal/L O ₂	Toplam kalori oranı	
		Karbonhidrat	Yağ
0.707	4.686	0.0	100.0
0.71	4.690	1.02	98.98
0.72	4.702	4.44	95.6
0.73	4.714	7.85	92.2
0.74	4.727	11.3	88.7
0.75	4.739	14.7	85.3
0.76	4.751	18.1	81.9
0.77	4.764	21.5	78.5
0.78	4.776	24.9	75.1
0.79	4.788	28.3	71.7
0.80	4.801	31.7	68.3
0.81	4.813	35.2	64.8
0.82	4.825	38.6	61.4
0.83	4.838	42.0	58.0
0.84	4.850	45.4	54.6
0.85	4.862	48.8	51.2
0.86	4.875	52.2	47.8
0.87	4.887	55.6	44.4
0.88	4.899	59.0	41.0
0.89	4.911	62.5	37.5
0.90	4.924	65.9	34.1
0.91	4.936	69.3	30.7
0.92	4.948	72.7	27.3
0.93	4.961	76.1	23.9
0.94	4.973	79.5	20.5
0.95	4.985	82.9	17.1
0.96	4.998	86.3	13.7
0.97	5.010	89.8	10.2
0.98	5.022	93.2	6.83
0.99	5.035	96.6	3.41
1.00	5.047	100.0	0.00

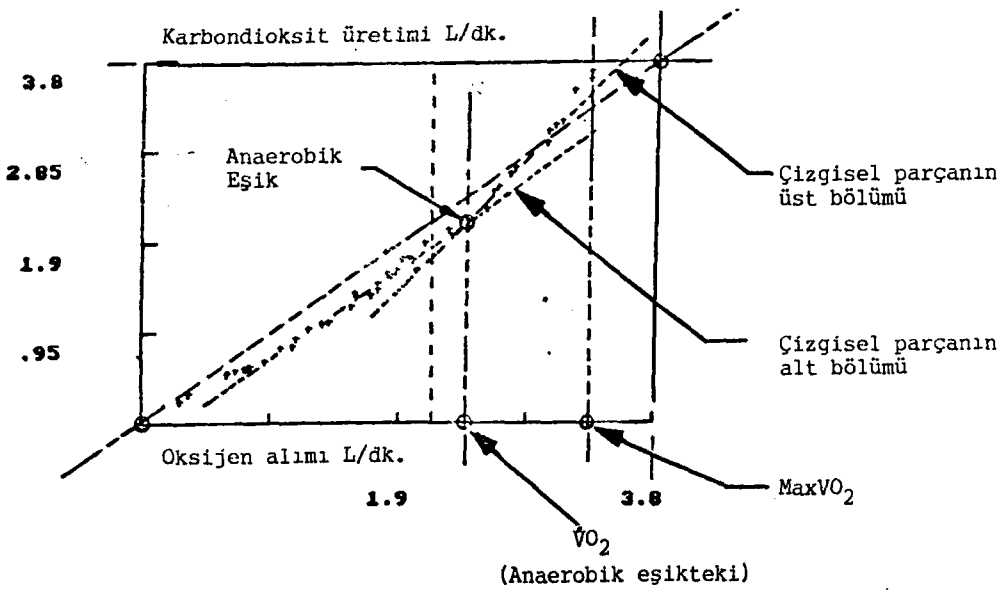
Tablo 6: Her proteinsiz R'de karbonhidrat ve yağdan sağlanan toplam kalori oranı ile kalorik eşdeğerleri (kcal/L O₂) (73)

Anaerobik eşik, aerobik enerji üretimine anaerobik mekanizmaların desteğinin gerektiği en düşük $\dot{V}O_2$ düzeyi olarak tanımlanabilir (203). Artan yükte yapılan egzersizlerde anaerobik eşiğin belirlenmesi, kas laktat üretiminin laktat eliminesini geçmeyen hızda, kan veya kastan laktik asit ölçümü yapılmadan, solunumdan, solunum dakika hacmi (VE), oksijen tüketimi ($\dot{V}O_2$) ve karbondioksit üretimindeki ($\dot{V}CO_2$) değişikliklerden bulunabilir (128, 193) (Şekil 9a-9b).

Artan Yüklü
Egzersiz Testinin
Başlangıcı



Şekil 9a: Anaerobik eşikle solunum dakika volümünün ilişkisi (73).



Şekil 9b: Solunumdan anaerobik eşğin bulunmasında kırılma noktası.

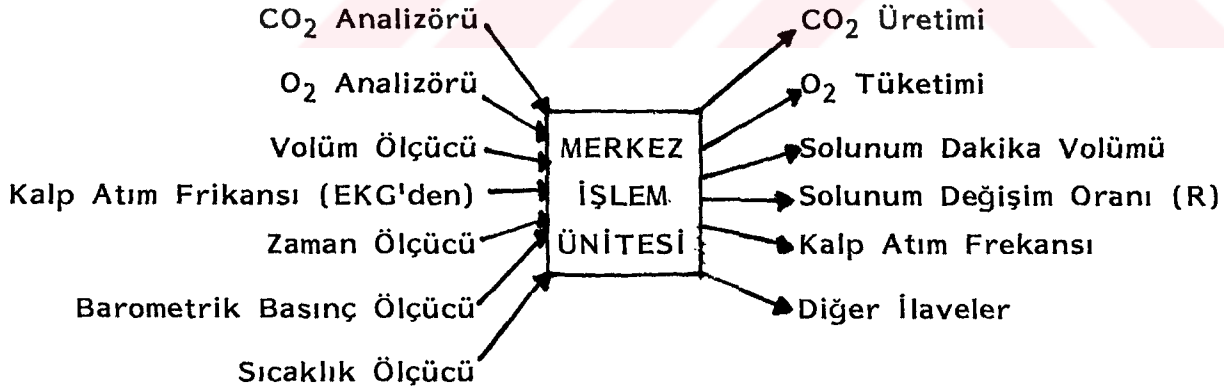
Bu değişiklik;

- * Laktat konsantrasyonunun istirahat seviyesinin üzerinde artış olduğu andaki laktat VO_2 grafiğinin görsel değerlendirmesini (91, 98, 101),
- * Laktat grafik eğrisinin linear regressiyon çizgisinin altında veya üstünde olmasına (70, 177),
- * Kana laktat girişinin onun kas ve kandan maksimal eliminasyonuna eğit olduğu yoğunluğun, yeniden yapılan testlerdeki yoğunlukla aynı olması (88, 188),
- * 4mMol/L. laktat konsantrasyonu ile hız iliğkisi gibi objektif olarak eğik tayinini kapsar (115, 131, 149, 181).

Ancak solunumdaki bu değişikliklerden anaerobik eğiğin bulunabilmesi bilgisayarlı sistemi gerektirir. İndirekt kalorimetri ile yakın zamandaki uygulamalarda metabolik verilerin ve solunumun toplanması, ölçülmesi ve hesaplanması için bilgisayar teknolojisi ve mikroelektronik düzen kullanılmıştır (110) (Şekil 10).

GİRİŞ

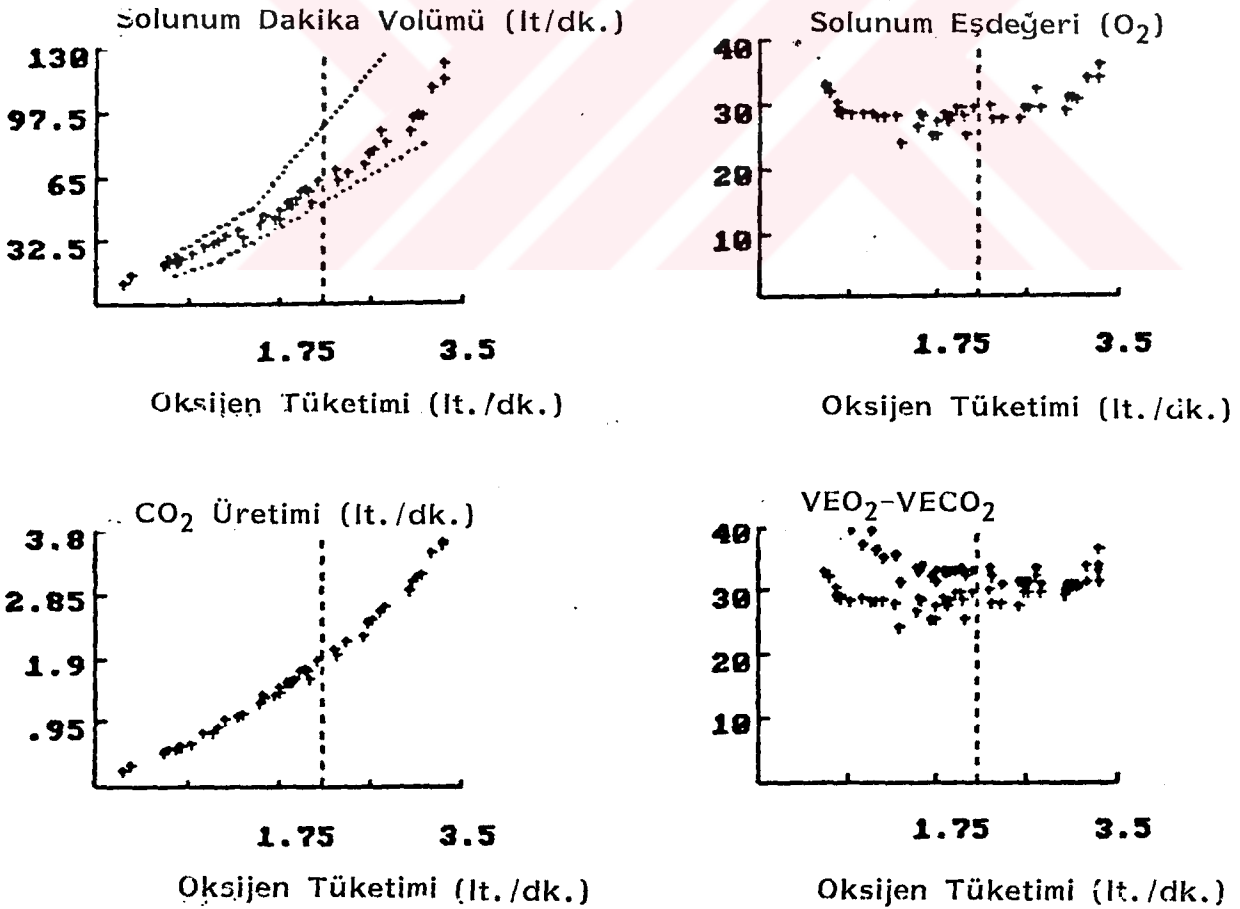
ÇIKIŞ



Şekil 10: Elektronik olarak dizayn edilmiş metabolik sistemler analizör ve ölçücülerden tüm giriş sinyallerini, çok hızlı ölçüm yapan merkez işlem ünitesini ve metabolik verilerin ekrana veya yazıcıya çıkaran verileri kapsamaktadır (73).

Bilgisayara girilen tüm değişkenler barometrik basınç, ortam sıcaklığı, solunum hacmi, oksijen ve karbondioksit konsantrasyonları, solunum değişim oranı (R), her nefeste (Breath by breath) istenilen zaman içerisinde ekrandan devamlı şekilde izlenebilir (73). Bu tip sistemler uygulama kolaylığı, veri analizlerinin süratli olması gibi nedenlerden dolayı avantajlıdır. Ancak bu tip ekipmanın maliyetinin yüksek oluşu, sistemdeki arızalardan dolayı ertelemeler, elektronik ekipmanın kalibrasyonunun düzenli yapılmaması gibi nedenlerden dolayı da avantajlı değildir (110). Ayrıca anaerobik eşiğin solunumdan bulunmasında da bu sistemlerin kullanılmasının dezavantajı vardır. Bunlar:

- * Laktat eşiğin görsel tayininde subjektiflik (Şekil 11),
- * Kırılma noktasının altında ve üstünde çok sayıda veri noktası almaya ihtiyaç duymak ve
- * Solunum eşiği ile kan laktatının aynı zamanda olmaması (84) yüzünden kırılma noktasının ya da başka bir deyişle anaerobik eşiğin tayininde hataya neden olur.

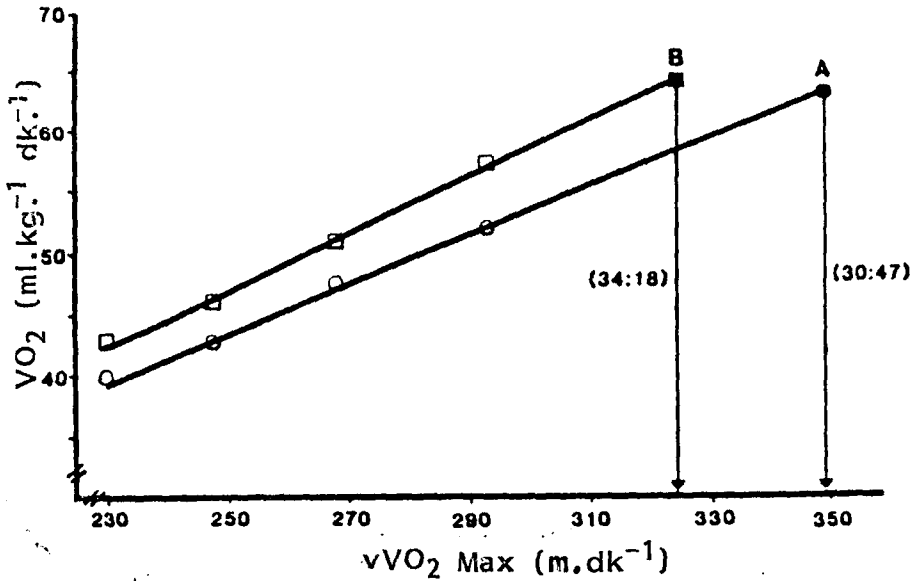


Şekil 11: Solunumdan alınan veri noktalarından anaerobik eşiği bulurken (dikey çizgi) kırılma noktasında subjektif hatalar yapılabilir.

2.3.2. Koşu Ekonomisi ve Performans Arasındaki İlişki

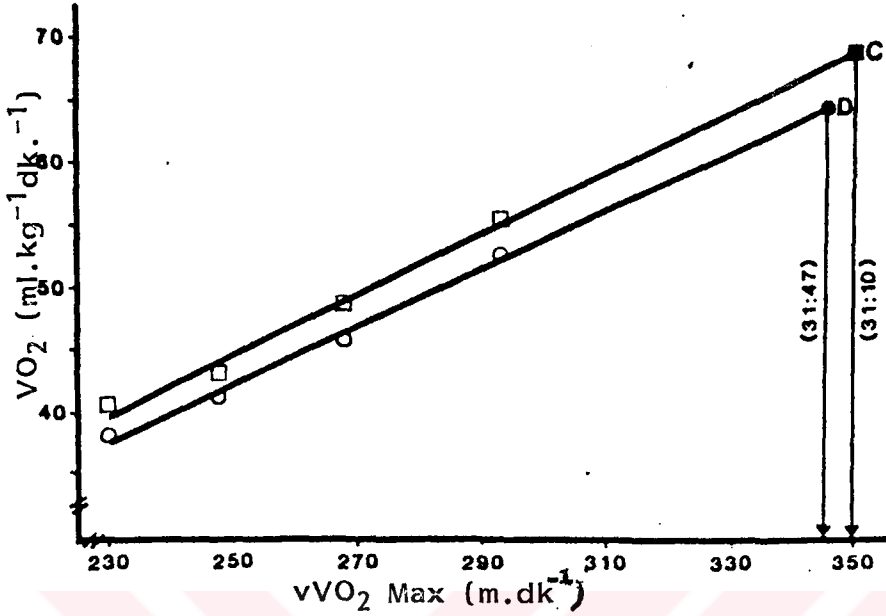
Bireyin aerobik gücünü belirleyen en iyi kriter onun maksimum oksijen kullanım gücüdür. Ancak aynı MaxVO_2 'ye sahip (gerek total, gerekse kg. başına) kişilerin farklı performans göstermeleri de görülmektedir (47). Bu performans farklılığını Costill ve Winrow (1970) (46) aynı MaxVO_2 'ye sahip 2 ultra maratoncuda araştırmışlar ve bu performans farklılığını ekonomideki bireysel farklılığa dayandırmışlardır. Bir başka çalışmada ise Conley ve Krahenbuhl (1980) (39) 12 elit mesafe koşucusu üzerinde yaptıkları araştırmanın sonuçları, Costil ve Winrow'un sonuçlarını doğrulamıştır. Bu çalışmada 10 km. koşu zamanı ile koşu ekonomisi arasındaki korelasyon 0.79 ve 0.83 bulunmuştur.

Son zamanlarda ise Morgan ve arkadaşları (1989) (149) 10 iyi antrenmanlı koşucu üzerinde koşu performansı, MaxVO_2 ve koşu ekonomisi arasındaki karşılıklı ilişkileri araştırmışlardır. Araştırma sonucunda 10 km. koşu zamanı ve $v\text{VO}_2$ Max (Velocity at VO_2 Max) (MaxVO_2 + Ekonomi) arasındaki ilişki yüksek bulunmuştur ($r = -0.87$). Ayrıca 10 km. koşu zamanının koşu ekonomisi ile arasındaki ilişki $r = 0.64$, MaxVO_2 değerine ($\Delta = 1.2$ ml./kg./dk.) farklı 10 km. koşu zamanına ($\Delta = 3.52$ dk.) sahip 2 koşucunun farklı $v\text{VO}_2$ Max değerleri ekonomide bireysel farklılığa bağlıdır ($\Delta = 13.4$ ml./kg./dk.) (Şekil 12).



Şekil 12: Farklı 10 km. koşu zamanına sahip iki antrenmanlı sporcuda belirli hızdaki MaxVO_2 ($v\text{VO}_2$ Max) ve VO_2 arasındaki ilişki.

Bu çalışmanın aksine benzer koşu zamanına ve vVO_2 Max'a sahip iki antrenmanlı koşucuda ekonomi ve $MaxVO_2$ 'nin farklı kombinasyonları da Şekil 13'de gösterilmiştir (149).

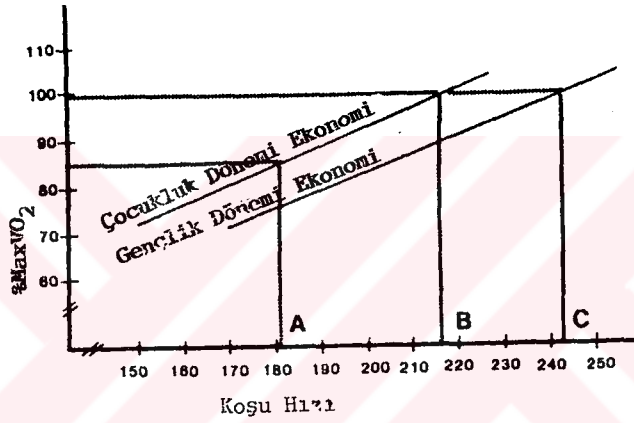


Şekil 13: Aynı 10 km. koşu zamanına sahip iki antrenmanlı sporcuda belirli hızdaki $MaxVO_2$ (vVO_2 Max) ve VO_2 arasındaki ilişki.

Submaksimal ve maksimal VO_2 arasındaki karşılıklı etkileşme, çeşitli şampiyonlar üzerinde yapılan araştırmalarda incelenmiştir (40, 42). Amerikan 1 mil rekortmeni Steve Scott'un sezon dışı $MaxVO_2$ 'si 74.4 ml./kg./dk.'dan 6 ay antrenman sonucunda 77.2 ml./kg./dk.'ya çıkmıştır. Aynı antrenman periyodunda 268 m./dk. hızdaki koşu ekonomisi sezon dışı 48.5 ml./kg./dk.'dan 45.3 ml./kg./dk.'ya düşmüştür. Koşu ekonomisindeki düzelme $MaxVO_2$ 'nin %61.1'den %58.6'ya azalmıştır (42). Yine Conley ve ark. (1981a) (40) Arizona yol yarışı birincisi üzerinde yaptıkları derinlemesine araştırmada 18 hafta boyunca haftada bir kere olmak üzere test yaptılar. Bu zaman sürecinde bireyin $MaxVO_2$ 'si 70.2 ml./kg./dk.'dan 75.1 ml./kg./dk.'ya artmıştır. Aynı zaman periyodunda bireyin ekonomisi 295 m/dk.'da antrenman öncesi 58.7 ml./kg./dk.'dan antrenman sonunda 53.5 ml./kg./dk.'ya azalmıştır. Bu değişimlerin etkisinde birey kendi yarış yoğunluğunun %93 $MaxVO_2$ 'sinde 30 dk. koşuda 960 m. ilave yol almıştır.

Daha uzun vadeli derinlemesine çalışmalarda ise uzun mesafe koşu performansı için ekonominin etkisinin ilave bir güven kaynağı olduğu söylenmiştir. Daniel ve ark. (1978a) (54) yaşları 10-13 arasında değişen

20 adölesan erkeğe 2 yıl ile 5 yıl arasında orta ve uzun mesafe koşu antrenmanları yaptırıldılar. Relatif MaxVO_2 'de değişme olmazken 1 ve 2 mil koşu zamanındaki anlamlı azalmalar, koşunun düşük aerobik ihtiyacıyla açıklanmıştır. Bir başka çalışmada ise Krahenbuhl ve ark. (1989) (116) 7 yıldan daha fazla sürede antrenmansız aktif çocuklar üzerinde araştırma yaptılar. Çalışma çocuklar 10 yaşına bastığı zaman başlatılmış ve sonuçta relatif MaxVO_2 'nin sabit kaldığını fakat 9 dk. koşu mesafesinin %29 arttığını bulmuşlardır. Koşu performansındaki bu artış mesafe almada submaksimal VO_2 'nin %13 azalmasına bağlanmıştır (ml./kg./dk.). 9 dk. dayanıklılık koşusunda MaxVO_2 ortalama yüzdesinin 10 yaşındakilere göre 17 yaşındakilerde %16 daha yüksek olduğunu da tesbit etmişlerdir (Şekil 14).



Şekil 14: Çocuk ve gençlerde 9dk. koşuda $\% \text{MaxVO}_2$ ve koşu ekonomisindeki farklılıkla treadmill koşu hızı ilişkisinde değişimler. A) Çocuklarda hızlı MaxVO_2 'lerinin %85'inde, B) Çocuklarda treadmill hızı MaxVO_2 'lerinin %99'unda, C) Gençlerde treadmill hızı MaxVO_2 'lerinin %99'unda.

2.3.3. Ekonomiyi Etkileyen Fizyolojik ve Çevresel Faktörler

2.3.3.1. Koşu Ekonomisinde Bireyde Günlük Değişimler

Koşu ekonomisinde bireydeki günlük değişimin önemi yeteri kadar araştırılmamıştır. Ancak koşu ekonomisinin günlük dengesi hakkındaki bilgi son derece gereklidir. Sınırlı sayıda ve küçük boyutlu araştırmalar koşu ekonomisi hakkında kararları sınırlamaktadır. Daniels ve ark. (1984b) (56) 4 eşit zaman aralıklı herbiri 3 ve 6 koşudan oluşan, dk.'da 268 m. hızda 15 treadmill test protokolunu 7 ay boyunca uygulamışlardır. Araştırmanın sonucunda koşu hızı, öğrenme, ayakkabı ve test ekipmanları kontrol

altında tutulduğunda, her test sürecinde bireylerde %11 değişkenlik saptadılar. Buna bağlı ve 230, 248, 268 ve 293 m/dk.'da 6dk.'lık 4 treadmill testini 3 farklı günde 10 elit erkek koşucu üzerinde uygulayan Morgan ve arkadaşları (1987) (148) günlük değişkenliğin her hız seviyesinde $\dot{V}O_2$ 'ye bağlı olmak üzere %3 ile %5 arasında değiştiğini saptamışlardır. Raporlarında ayrıca birey içi en büyük ekonomi değişkenliğinin $\dot{V}O_2$ değerinde %9 olduğunu da belirtmişlerdir.

Bundan önce yapılan çalışmalarda Sirkadyen ritm, antrenman ve treadmill adaptasyon süresi kesin bir şekilde kontrol altında tutulmadığından, bireysel ekonomi değişkenliklerinde biolojik ve biolojik olmayan birimlerin oranlarını saptamak olası değildir. Bu konuya bir açıklık getirmek için Morgan ve arkadaşları (1988) (147) koşu ekonomisindeki günlük dengeyi daha önce 10km. koşmuş ve eşit güç seviyesinde bulunan koşucu deneklerde saptamışlardır. 30dk.'lık 2 treadmill adaptasyon koşusunu takibeden, 16 erkek denek, 2 adet 10dk.'lık 200m/dk. hızda 4 gün süreyle aynı ayakkabı ve günün aynı saatinde koşmuşlardır. Bütün denekler bu araştırma süresince hiçbir yarışmaya girmemiş ve kendi antrenman yoğunluğunu ve sürelerini de azaltmışlardır. Her testin değerlendirilmesi sonucunda ekonomi değişkenliği %1.6 (Dağılım= %0.4 ile %3.4 arası) ve iki test arasındaki grup içi korelasyon da 0.97 bulunmuştur. Diğer grup içi ekonomi değişkenliklerinin araştırıldığı çalışmaların sonuçlarıyla (%3 ile %11) (56, 149) bu araştırmanın sonuçları karşılaştırıldığı zaman ortaya şu çıkmıştır: Treadmill'de test yapılırken ayakkabı, test saati ve antrenman kontrol edildiği zaman deneklerde dengeli ekonomi değerleri elde etme olasılığı yüksektir.

Günlük koşu ekonomisi dengesi biolojik ve teknolojik değişkenliklerin ortadan kaldırılmasıyla da elde edilebilir. Armstrong ve Costill (1985) (12) yaptıkları çalışmada 10 erkek koşucuya submaksimal hızda (dk.'da 170, 200 ve 230m.) 4 $\dot{V}O_2$ ölçümü uygulamışlar ve sonuçta ekonominin günden güne değişiminin %90'ının biolojik bir hataya dayandırılabilceğini, teknolojik hataların veya sürekli değiştirilen aletlere bağlı olarak ortaya çıkan hatanın ancak %10 olabileceğini söylemişlerdir.

2.3.3.2. Cinsiyet

Bu konuda yapılan çalışmaların çoğu vücut kütlesine bağımlı olarak yorumlandığında antrenmanlı kadın ve erkekler arasındaki submaksimal

koşuda gereksinme duyulan aerobik ihtiyacın belirgin bir farklılık göstermediğini belirtmektedir (29, 51, 52, 62, 83, 140). Buna karşılık bazı araştırmacılar da koşu ekonomisinde cinsiyetler arasında farklılık olduğunu söylemişlerdir. Örneğin Bransford ve Howley (1977) (23) antrenmanlı ve antrenmansız kadın deneklere oranla antrenmanlı ve antrenmansız erkek deneklerin vücut kütlelerine bağlı olarak belirgin bir şekilde daha az aerobik gereksinim gösterdiklerini saptamışlardır. Yine aynı konuda bir başka çalışmada ise Cureton ve Sparding (1980) (48) cinsiyete bağlı olan vücut yağını göz önünde tutarak ve vücut kütlelerine bağlı olarak erkeklerin kadınlardan daha yüksek MaxVO₂ ye sahip olduklarını ve daha ekonomik olduklarını belirtmişlerdir. Bu deneylerin sonucunda da daha fazla bir koşu süratine ulaşamamaları nedeniyle kadınların uzun mesafe koşularında belirgin bir dezavantajları olduğu kararına varmışlardır. Ayrıca erkeklerin mil ya da km. başına kalori tüketimlerinin belirgin olarak daha az olduğu saptanmıştır (20, 97).

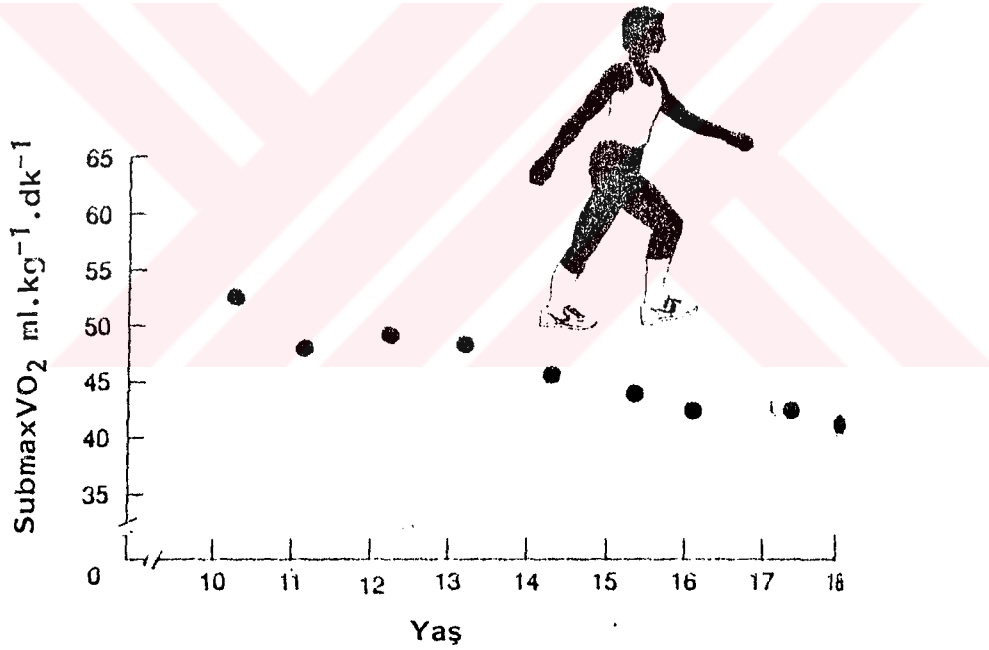
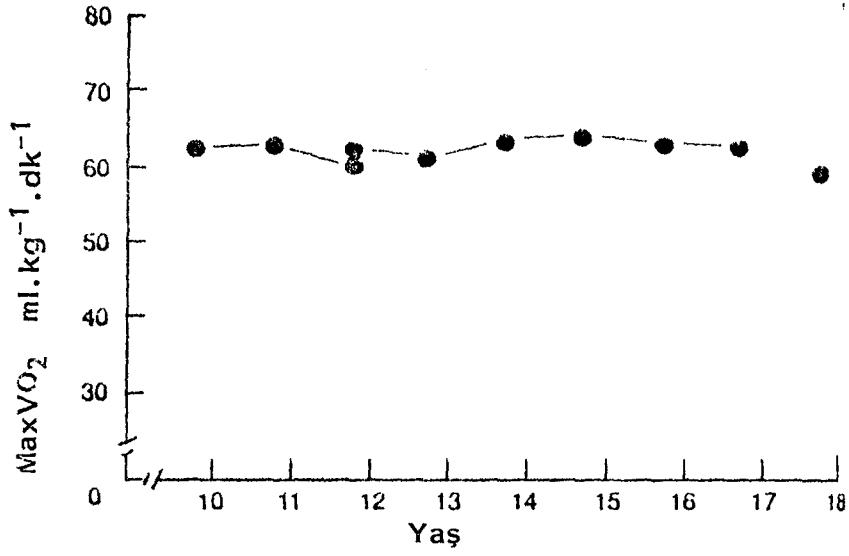
Koşu ekonomisinde cinsiyet farklılığının nedenini açıklama, vücudun dikey yer değiştirmesi, antrenman düzeyi ve yoğunluğu farklılıklarını da kapsar (23, 97). Bhambani ve Singh (1985) (20) ekonomide belirgin değişiklikler göstermelerine karşın, aktif kadın ve erkekler arasında adım veya km. başına dikey yer değiştirmede hiçbir fark saptamamışlardır. Bu araştırmacıların yorumuna göre adım frekansı ve oksijen harcaması arttıkça kadın denekler tüm koşu enerji tüketiminde en yüksek dereceye ulaşmaktadırlar. Sözü edilen tartışmalar cinsiyet farkına bağımlı ekonomi değişkenliğinin ortaya konmasında uygun bir performansa bağlı bir kriterin saptanması gerektiğini göstermektedir. Pate ve arkadaşları (1985) (162) 24.2km.'lik bir yol yarışında kadın ve erkek uzun mesafe koşucuları arasında yaptıkları kayıt sonunda vücut kütlelerine bağlı aerobik ihtiyaçlarında bir farklılık izlememişlerdir.

2.3.3.3. Yaş

Yapılan kesit araştırmalar küçük çocukların daha büyük yaştaki çocuk ve yetişkinlere göre daha az ekonomik olduklarını göstermiştir (13, 118, 130). Yine bu konuda yapılan bir başka çalışmada 8 yaşından 18 yaşına kadar toplam koşu enerji tüketiminin yıl başına %2 arttığı bulunmuştur (123).

Daha geniş kapsamlı araştırmalarda ise koşu antrenmanlı ve antrenmansız buluş çağı öncesi erkek deneklerin yaşları büyüdükçe koşu

ekonomilerinin arttığı bulunmuştur (53, 54, 116) (Şekil 15).



Şekil 15 : MaxVO₂ ve dakikada 202m. hızda koşudaki submaksimal oksijen tüketimine büyümenin etkisi (54).

Çünkü vücut kütlesine bağımlı olan MaxVO₂ erkeklerde çocukluk döneminde sabit kalırken, kızlarda ise azalma gösterir (13, 15, 116, 118, 119). Daha küçük çocuklar dayanıklılık koşullarında daha fazla dezavantaja sahiptir. Çünkü onlar hangi süratte olursa olsun fazla yüzdeyle MaxVO₂ lerini kullanırlar. Her ne kadar bu alanda çok az sayıda araştırma

yapıldıysa da bacak uzunluğu, adım uzunluğu, bazal metabolizma düzeyi, vücut kütlelerine göre vücut yüzey alanı oranı, azaltılmış glikolitik kapasite, antrenman ve büyüme faktörlerinin de küçük-büyük çocuklar ve çocuklar-yetişkinler arasındaki ekonomi farklılığını saptarken gözönüne alınmaları gerekmektedir (15, 53, 54, 116, 130, 173).

Yaşlı bireylerin ekonomi değişkenliği hakkında az sayıda araştırma yapıldığından bu konuda fazla bilgiye sahip değiliz. Çok sınırlı sayıdaki araştırmalar yaşlı bireylerin yürümede gençlere oranla daha az dayanıklı olduklarını saptamıştır (121, 180, 204). Bunun nedenleri de kalça kaslarının fleksibilitesinin azalması, antogonist kas gevşemesinin azalması, azalan vücut yağları ve kardiyak ve solunum gereksinimlerinin artmasıdır (121, 180). Bir başka düşünceye göre de yaşlıların kas-iskelet sistemlerini daha fazla kullanabilmek amacıyla adımlarını kısaltarak güç tüketiminde ekonomi yaptıklarıdır (121).

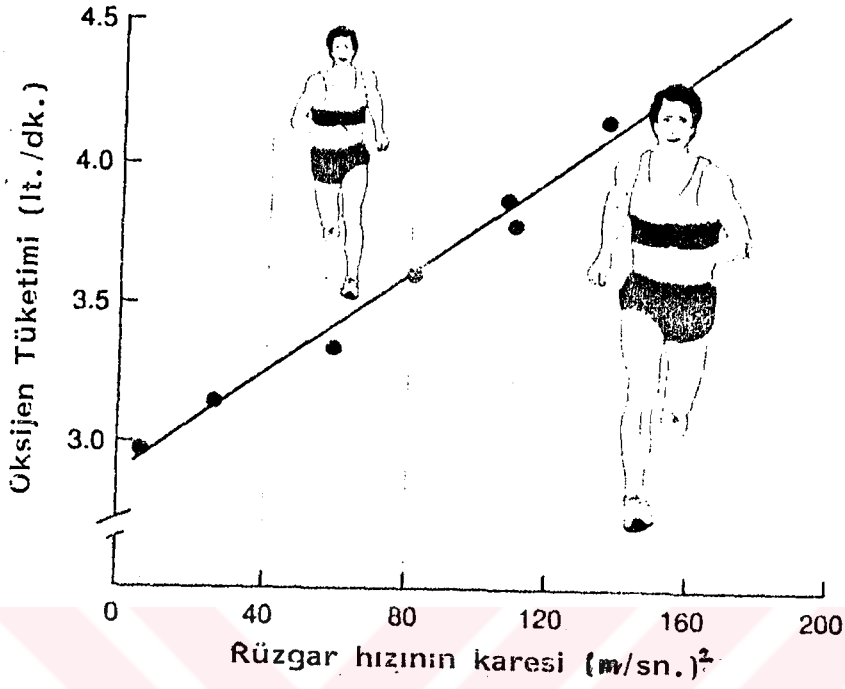
2.3.3.4. Treadmill ve Sahada Koşu

Saha şartlarında bulunan metabolik verilerin farklılığından dolayı ekonomi ölçümleri treadmill üzerinde kapalı alanda yapılmaktadır. Kapalı alanda yapılan testlerde hava ve rüzgar direnci etkili bir faktör değildir. Saha şartları treadmill verilerinde gözönünde bulundurulmalıdır (51,59).

Pugh (1970,1971) (169, 170) tarafından yapılan ilk çalışmalarda 4.42m/sn. lik hızda treadmillde yapılan bir koşuda ekstra-VO₂ nin zıt yönden gelen rüzgar miktarına bağlı olarak arttığı saptanmıştır. Bu bilgiler ışığında Pugh (1970) (169) 5000m. orta mesafe pist koşusunda toplam enerji maliyetinin %8 inin artan hava direncine bağlı olarak fazlaştığını tesbit etmiştir (Şekil 16).

Davies (1980a) (60) tarafından yapılan araştırma Pugh'un saptamalarını temelde doğrularken sahadaki koşullarda değişken hava direncinin ortaya çıkardığı maliyetin daha düşük bir düzeyde olduğunu yani orta mesafeli koşullarda %4, maraton koşullarında ise %2 olduğunu saptamıştır.

Değişken rüzgar koşullarında treadmill ve sahada yapılan koşullardaki aerobik ihtiyacın saptanması için Daniels ve arkadaşları (1986a) (59) tarafından testler yapılmıştır. Bu testlerde 6 elit erkek koşucu kullanılmış ve dakikada 268 ve 322m. koştuklarında, sahada sakin havadaki koşuda oluşan maliyet treadmillle oranla %7.1 daha fazla bulunmuştur. Bu araştırmacılar rüzgar miktarı arttıkça karşıdan esen rüzgarın sağlığa



Şekil 16: Saatte 15.9 km. hızındaki rüzgara karşı koşarken rüzgar hızının karesiyle (m./sn.)² oksijen tüketimi (VO₂)(lt./dk.) arasındaki ilişki.

zararlı etkisinin, arkadan esen rüzgarın yararlarına baskın çıktığı düşüncesine varmışlardır.

Çalışmaların çoğu salonda yapılan treadmill koşularının sahadaki koşullara oranla daha ekonomik olduğunu göstermekteyse de bazı araştırmacılar bu ikisi arasında belirgin bir ayrıcalığın olmadığını iddia etmişlerdir.

McMiken ve Daniels (1976) (144) sahadaki koşu ile treadmill koşuları arasında dakikada 180 ve 260m. lik bir hızda ekonomi farkı olmadığını bulmuşlardır (Tablo 7). Basset ve arkadaşları da (1985) (16) 136 ve 286m/dk. arasındaki koşu hızlarında, seviyeli treadmill koşusuna karşı seviyeli saha koşusu ve eğimli treadmill koşusuna karşı eğimli saha koşusu VO₂ değerleri arasında %5.7 lik önemsiz bir fark olduğunu saptamışlardır.

ÖLÇÜM	TREADMILL	SAHA	FARK
Submaksimal Egzersiz			
O ₂ Tüketimi (ml.kg ⁻¹ dk. ⁻¹)	42.2	42.7	+ 0.5
Solunum Değişim Oranı (R)	0.89	0.87	- 0.02
Koşu Hızı (m.dk. ⁻¹)	213.7	216.8	+ 3.1
Maksimal Egzersiz			
O ₂ Tüketimi			
lt.dk. ⁻¹	4.40	4.44	+ 0.04
ml. kg. ⁻¹ dk. ⁻¹	66.9	66.3	- 0.3
Solunum (lt.dk. ⁻¹)	142.5	146.5	+ 4.0
Solunum Değişim Oranı (R)	1.15	1.11	- 0.01

Tablo 7: Treadmill ve Sahada koşuda Submaksimal ve Maksimal Egzersiz değerleri.

2.3.3.5. Isı

Birçok araştırmacı artan vücut ısısının VO₂ yi etkilediğini bildirmiştir. Saltin ve Stenberg (1964) (175) normal koşullarda sabit yükte yapılan egzersizin 3 saatlik süresinde artan vücut ısısının $\dot{V}O_2$ yi %5 oranında yükselttiğini bir dizi araştırma sonucunda saptamışlardır. MacDougal ve arkadaşları (1974) (129) %70 lik MaxVO₂ de ve yüksek ısı ortamında yapılan koşullarda $\dot{V}O_2$ nin normal ya da düşük ısıya oranla belirgin bir şekilde yüksek olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar $\dot{V}O_2$ nin artması konusunda pekçok farklı neden saptamışlardır. Bu nedenler içerisinde periferel dolaşım için gerekli artan enerji ihtiyacı, artan ter bezleri aktivitesi, hiperventilasyon ve enerji metabolizmasının azalan işlevi yer almaktadır.

Brooks ve çalışma arkadaşları (1970, 1971 1984) (27, 28 77) fare iskelet kası ve karaciğer mitakondriasının yüksek fizyolojik ısıda geliştiğini, solunum kontrolünün ise engellendiğini bulmuşlardır.

Her ne kadar araştırmaların çoğu $\dot{V}O_2$ nin artan vücut ısısına bağlı olarak yükseldiğini gösteriyorsa da Rowell ve arkadaşları (1969) (172) yüksek ısıli egzersizde submaksimal ve maksimal oksijen tüketiminde belirgin değişiklikler olmadığını saptamışlardır. Bu araştırmacılar kasların mekanik işlevinin artmasının nedeni olarak $\dot{V}O_2$ değişikliğinin olmamasını göstermektedirler. Diğer çalışmalardan edinilen bilgilere göre de uzun

bir koşunun son bölümünde $\dot{V}O_2$ nin azaldığını saptamışlar ve aynı zamanda artan kas ısısı nedeniyle kasların işlevinin arttığını da öne sürmüşlerdir (63, 137).

2.3.3.6. Yorgunluk

Koşu ekonomisiyle yorgunluk arasındaki ilişki çok açık bir şekilde bilinmemektedir. 5 dakikadan az kısa süreli aşırı yüklü koşuların değişik yarış stratejilerinde metabolik açığın saptanması için pekçok araştırma yapılmıştır (4, 11, 171). Araştırmalar sonunda bu konuda bir fikir birliğine varılmamış ancak normal start, hızlı start ve sabit adım gibi farklı stratejilerin kısa sürede minimum oksijen maliyetini maksimal koşullarda geliştirdiği ortak fikrine varmışlardır.

Daha yeni bilgiler ise elit uzun mesafe erkek koşucularının test sonuçlarından elde edilmiş ancak sonuçlar çelişkili olmuştur. Bir çalışma yarış temposunda koşarken daha yüksek aerobik gereksinin gösterdiğini bulurken (35), diğer bir çalışma ise zorlu bir antrenmanın ertesi gününde ekonomide hiçbir değişim göstermediğini bulmuştur (139). Martin'in araştırmasında (1987) (139) aerobik gereksinimi sabit kalırken, serbest yağ asit (FFA) yoğunluğu artmış, solunum değişim oranı (R) ise azalmıştır. Bu çalışmanın sonuçları ekonomiyi değiştirebilir bir boyutta sınırlamaktadır.

Bu konuya açıklık getirmek için Morgan ve arkadaşları (1988) (151) ve Martin ve arkadaşları (1987) (139) 16 uzun mesafe koşucusuyla daha uzun süreli deneysel çalışmalara girmişlerdir. Çalışmalarda 1, 2, ve 4 günlük 30 dakika süreyle her deneğin %85 $v\dot{V}O_2\text{Max}$ sı (belli bir hızdaki $\text{Max}\dot{V}O_2$) (%89 $\text{Max}\dot{V}O_2$) kullandığı aşırı yorucu antrenmanlar sonucunda; submaksimal $\dot{V}O_2$ nin ve kalp atım frekansının değişmediği saptanmıştır. 1 ya da 2 günlük aşırı yorucu koşuların ($\Delta = 0.02$) ardından solunum değişim oranı belirgin bir şekilde düşük kalırken, yağlardan sağlanan kilokalori oranı %6.6 artmıştır. Buna ek olarak ekonomi değişkenliğine bağlantılı olduğu kabul edilen biomekanik faktörlerde de çok az değişkenlik saptanmıştır (210). Teorik açıdan bakıldığında bu sonuçlar antrenmanlı bir koşucunun 30 dakika maksimal koşu sonrasında metabolik ve biomekanik profilinin değiştirilemez olduğunu göstermiştir.

2.3.3.7. Antrenman

Antrenmanın koşu ekonomisi üzerine etkisi hakkında çok az fikir birliğine varılmıştır. Bunun nedeni de bu alanda çok yaygın çalışmaların yapılmamasına ve deneyler esnasındaki sınırlamalara bağlıdır. Bu sınırlamalar; a) Az sayıda denek kullanılması, b) Normal bireysel değişiklikleri ölçmede kullanılacak çok sayıda ekonomi ölçümlerinin olmaması, c) Ekonomiye etkileyen ya da etkileme potansiyeline sahip faktörlerin (örn:Yorgunluk düzeyi, antrenman düzeyi, sirkadyen ritm değişiklikleri, antrenmana adaptasyon, ayakkabı kütlesi ve dizaynı, ..) denetlenmeleri güçlükleridir. Ayrıca bireyin güç seviyesinin ve antrenman eksiklerinin incelendiği araştırmalarının da yapılmamış olması bu konunun daha iyi anlaşılmasında engel teşkil etmektedir. (51, 205).

Daniels ve çalışma arkadaşları (1971, 1978a) (53, 54) yaptığı araştırmalarda 2-5 yıllık süre boyunca orta ve uzun mesafe koşu programlarının uygulandığı 20 erişkin ve preadölesan üzerinde yaptıkları testlerde, koşu ekonomisinin arttığını saptamışlardır. Araştırmacılar büyüme ile ilgili faktörlerin ve antrenmanın koşu ekonomisini artırdığı konusunda fikir birliğine varmışlardır.

Patton ve Vogel (1977) (163) orta yoğunlukta (2-4 millik, 1 mil sürati 8-9 dakika olan) uzun mesafe koşusunu 60 antrenmanlı ve antrenmansız askeri personel üzerinde 6 ay boyunca uygulamışlar ve araştırmanın sonucunda ekonominin belirgin bir şekilde arttığını bulmuşlardır.

Conley ve arkadaşları (1981a, 1984) (40, 42) yaptıkları uzun süreli bir çalışma sonucunda interval antrenmanın ya da interval kombinasyonlu uzun mesafe antrenmanının koşu ekonomisini artırdığını saptamışlardır.

Svendenhag ve Sjodin (1985) (190) 22 ay süreyle 16 elit uzun mesafe koşucusunda, uzun mesafe, yokuş yukarı ve interval koşular sonunda koşu ekonomilerinin belirgin olarak arttığını saptamışlardır. 4mMol/L kan laktat konsantrasyonunun sağlandığı 20 dakikalık koşulardan oluşan haftada bir düzenli antrenman sonucunda erkek orta ve uzun mesafe koşucularında ekonominin arttığı görülmüştür (182). Araştırmacılar bu bilgilerin ışığında koşu stilinin ve intrasellüler oksidatif kapasitenin değiştirilmesinin daha düşük oksijen ihtiyacına neden olduğunu söylemişlerdir.

Diğer araştırmacılar antrenmanla ekonominin değişmediğini öne

sürmüşlerdir. Wilcox ve Bulbulian (1984) (209) aynı yaşlarda 7 üniversite öğrencisi üzerinde haftada 2 kez çok yüksek yoğunluklu, ortalama 60-70 millik koşuyu 8 hafta süreyle uygulamışlar ve sonuçta ekonomide belirgin bir değişikliğin olmadığını bulmuşlardır.

Daniels ve arkadaşları (1978b) (58) antrenmanlı 15 rekreatif koşucuya 8 hafta boyunca uzun mesafe ve interval antrenman yaptırmışlar ve sonuçta ekonomide belirgin bir değişiklik gözlememişlerdir.

Petray ve Krahenbuhl (1985) (164) tarafından çocuklar üzerinde yapılan ve amacı koşu ekonomisini artırmak olan 11 haftalık koşu antrenmanı sonuçları başarısız olmuştur.

Antrenmanın ekonomi üzerine etkisi birçok kesit çalışmayla araştırılmıştır (23, 51, 65, 117, 142, 167). Bu araştırmaların çoğu antrenmanlı bireylerin, kendilerinden daha az antrenmanlı veya antrenmansızlara oranla daha ekonomik olduklarını göstermiştir.

Farklı koşu branşlarında etkinlik gösteren atletlerin ekonomi farklılıkları da araştırılmıştır. Bu araştırmalardan elde edilen bilgiler uzun mesafe ve maraton koşucularının, orta mesafe koşucularından daha ekonomik olduğunu ortaya koymuştur (51, 57, 166, 167). Ekonomideki bu farklılık vücudun yavaş dikey yer değiştirmesine veya düşük süratli mesafe antrenmanının nöromuskuler ve diğer metabolik faktörlere bağlıdır (189).

Yapılan kesit çalışmalarda uzun mesafe ve kısa mesafe koşucuları arasında ekonomi farklılığı bulunmamıştır (21, 65, 189).

Son bulgular ekonomi üzerinde antrenmanın etkisinin göz ardı edilebilecek boyutta olduğunu göstermektedir (39, 45, 50, 52, 55, 70, 149).

2.3.4. Ekonomik Koşu İçin Biomekanik Görüşler

Birçok araştırma koşu ekonomisi ve farklı fizyolojik özellikler arasındaki ilişkiyi gözönünde tutarken, koşu ekonomisini etkileyen koşu mekanikleri gözardı edilmiştir. Biomekanik faktörler, koşu ekonomisinde bireylerarası farklılığın önemli bir bölümünü açıklar. Örneğin Williams ve Cavanagh (1987) (212) biomekanik faktörlerin koşunun düşük aerobik ihtiyacı ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Ancak bu konuda az sayıda araştırma yapıldığından sonuçlar yetersizdir.

2.3.4.1.Vücut Yapısı Ve Ekonomi Arasındaki İlişki

2.3.4.1.1. Vücut Kütlesi

Ekonominin vücut kütlesi ile hiçbir ilişkisi bulunmaması nedeniyle bireylerarası ekonomi değişkenliklerinde vücut kütlesi dikkate alınmaz. Davies ve çalışma arkadaşları (1980b, 1979) (61, 62) tarafından yapılan çalışmalarda, kilosu hafif erkeklerin kendilerinden daha ağır olan erkeklere oranla ne daha az ne daha çok ekonomik oldukları bulunmuştur. Skinner ve arkadaşları (1973) (184) ise treadmill yürüyüşlerinde yağsız, şişman ve kilolu yağsız deneklerin birbirleriyle aynı ekonomi değerlerini verdiklerini bulmuşlardır.

Buna karşılık diğer araştırmacılarda vücut kütlesinin ekonomiyi etkilediğini saptamışlardır. Taylor ve çalışma arkadaşları (1986, 1982) (196, 197) vücut kütlesinin ekonomide belirgin bir şekilde etken olduğunu bulmuşlardır.

Williams ve arkadaşları (1987) (212) 14 elit uzun mesafe kadın koşucu arasında vücut kütlesi ile ekonomi arasında ters ilişkili ($r = -0.52$) ve maksimal uyluk çevresi ve ekonomi arasında daha güçlü bir ilişkiyi saptamışlardır ($r = -0.58$). Bunun sonucunda da kilosu daha az koşuculara oranla daha ağır koşucuların daha iyi bir ekonomiye sahip olduklarına karar verilmiştir. Araştırmalarının devamında kadın koşuculardaki vücut ağırlığı ve ekonomi ilişkisinin, denek olarak bir grup erkek koşucuya oranla daha tutarlı olduğunu bulmuşlardır ($r = -0.39$).

2.3.4.1.2. Vücut Kütlesi ve Ekstremitelerin Dağılımı

Kütlenin vücut üzerindeki dağılımını gözönüne alarak, bireyler arası ekonomi farklılığının potansiyel kaynağının vücut kütlesinin kol ve bacak bölümlerinin dağılımına bağlı olduğunu Cavanagh ve Kram (1985) (36) söylemişlerdir. Yine Myers ve Steudel (1985) (153), morfoloğların kol ve bacak morfolojisinin iskeletli hayvanların hareketlerinde enerji borcunu belirgin bir şekilde etkilediğini bildirmişlerdir. Hız, vücut kütlesi, koşu stili gibi diğer tüm etkenlerin aynı kalması koşuluyla, vücut kütlesi orantısal olarak daha küçük olan bir koşucunun özellikle bacaklarının koşu esnasında daha az iş yaptığı, buna karşılık daha büyük vücut kütleli insanlarda aynı koşullarda tam aksi yönde hareket ettiği belirlenmiştir. Bu hipoteze yaptıkları sayısız çalışmalarla birçok

araştırmacı dolaylı olarak destek vermiştir (33, 49, 93, 99, 105, 112, 138, 153).

Taylor ve arkadaşları (1974) (200) yaptığı araştırmada ise kütle dağılımı farklılığını ekonomiye olan etkisinin ölçülemeyecek kadar küçük olduğunu bulmuşlardır.

2. 3.4.2. Koşu Kinematiği ve Ekonomi arasındaki İlişki

2. 3.4.2.1. Koşu Hızı

Koşu mekaniğinin belkide en belirgin tanımlayıcısı koşu hızı ya da belli bir andaki koşu hızıdır. Daniels ve arkadaşları (1985) (51) uzun süren çalışmaları sonucunda koşu hızı ve ekonomi arasında linear bir ilişki olduğunu söylemişlerdir. Örneğin Margaria ve çalışma arkadaşları (1963, 1963a) (132 133) katedilen mesafeyle orantılı olarak ifade edilen koşudaki enerji tüketimiyle (kCal/Kg/Km), mesafenin özellikle sabit olmasının gerekliliğini vurgulamışlardır. Daniels (1985) (51) gözlemlerini daha da ileriye götürerek hız ve $\dot{V}O_2$ 'nin linear ilişkisi kavramının submaksimal koşuda engellendiğini ve bu arada da enerji gereksiniminin aerobik yoldan karşılandığını, koşu sürati değişkenliğinin ise oldukça sınırlı olduğunu saptamıştır.

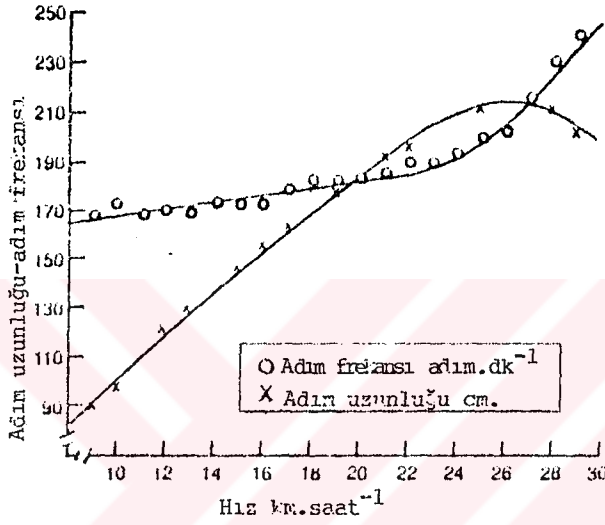
Daniels ve arkadaşları (1977) (52) ekonomi ve koşu hızı arasındaki ilişkileri saptayan sonuçların analizi için seçilen gruplara uygulanan belirlenmiş hız miktarının da önemli olduğunu belirtmişlerdir. Eğimli, yüksek hızlarda yapılan denemelere oranla yavaş koşu hızlarında eğim çok az veya sıfırdır (51).

2. 3.4.2.2. Adım Uzunluğu

Koşu mekaniği üzerinde belirleyici etkisi olan etmenlerin incelenmesi sonucunda adım uzunluğunun deneysel olarak elde edilen ve ekonomiyi etkileyen bir kaç değişkenden biri olduğu bulunmuştur (37, 96, 108, 114, 168). Bir dizi araştırma sonucunda adım uzunluğu koşucunun isteğine bağlı olarak kısalıp uzadığıca belirli bir koşu hızı için gerekli aerobik gereksinim de artar. Adım uzunluğu ve ekonomi arasındaki dalgalı grafik gösteren bu temel ilişkiye yürüme yarışında da rastlamak mümkündür (150).

Hogberg (1952) (96) tarafından yapılan bir çalışmada adım uzunluğunu

kendi seçen antrenmanlı bir deneğin saatte 14-16Km/s. koştuğu anda son derece ekonomik olduğu bunun aksine daha kısa ya da daha uzun adımla koşmanın aksi sonuçlar verdiği görülmüştür. Adım uzunluklarına bağlı olarak ortaya çıkan aerobik gereksinimin karşılaştırılması yapıldığında bireyin optimal adım uzunluğu %13.3 arttırıldığında $\dot{V}O_2$ 'sinin de %11.9 arttığı bulunmuştur. Bunun aksine aynı koşullarda hemen hemen aynı miktar adım uzunluğu kısaltıldığında (%11.9) $\dot{V}O_2$ 'nin sadece %6 arttığı görülmüştür (Şekil 17).



Şekil 17: Adım frekansı ve adım uzunluğunun hızla ilişkili grafiği.

Cavanagh ve Williams (1982) (37) ekonomi ile adım uzunluğu arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için yaptıkları çalışmada 10 rekreatif koşucuyu aynı koşu hızında (13.8 Km/s) farklı 7 adım uzunluğunda test etmişlerdir, sonuçta adım uzunluğu ve $\dot{V}O_2$ arasındaki ilişki bacak uzunluğunun %20'sine varan bireyin kendi seçtiği adım uzunluklarına bağlı olarak eğimli bir grafik ilişkisi görülmüştür. Bu araştırmanın sonuçları Hogberg'in (1952) (96) araştırma sonuçlarına paralel olarak adım uzunluklarının bireyin seçtiği uzunluğa yakın olması halinde $\dot{V}O_2$ 'nin en düşük düzeye düştüğü gözlenmiştir. Yine Hogberg'in elde ettiği sonuçların aksine $\dot{V}O_2$ 'deki artışın bireyin kendi seçtiği adım uzunluklarının artması ve azalmasına oranla azalıp çoğaldığını gösteren grup eğilimleri saptanmıştır. Denekler arasında bireysel olarak yapılan değerlendirmede de bazı deneklerde adım uzunluğu artarken $\dot{V}O_2$ 'de

büyük artışlar izlenmiş, oysa diğerlerinde adım uzunluğu azaldıkça daha büyük $\dot{V}O_2$ artışları saptanmıştır. Bu sonuçlara dayanarak Cavanagh ve Williams (1982) (37) atletlerin çoğunda belirli bir adım uzunluğu profili oluşturmak için bir antrenöre gereksinimi olmadığı çünkü atletlerin kendi optimal adım uzunluklarını belirleme eğilimi taşıdıklarını iddia etmişlerdir. Araştırmacılar bu yargıyı 2 mekanizmaya dayandırmıştır: Bunlardan birincisi, koşucular bilinçli olarak yinelenen hareketler sonucunda ve zaman içerisinde optimal bir adım uzunluğu/adım oranı bütünlemesi oluşturabilmesi için doğal olarak yer çekiminin etkisiyle hareket ederler. İkincisi, koşucuların belirli bir süratte pekçok kez belirlenmiş bir adım uzunluğu ve frekansı ile tekrar tekrar yapılan antrenmanlar sonucunda fizyolojik olarak belli bir sisteme bağlı olmalarıdır. Ancak ne yazıkki bu olasılıkların hiçbiri araştırmalar sonucunda ortaya çıkmamıştır. Sözü edilen bu son noktanın ışığında; ekonomik olmayan bir koşucunun antrenmandan sonra koşu tekniğindeki değişmelerin etkisinde daha ekonomik bir model oluşturulabileceği konusunda bir eğilim henüz gelişmemiştir.

Kaneko ve arkadaşları (1987) (108) mekanik güç verileri farklı adım frekansları/adım uzunlukları koşullarında inceleyip verileri değerlendirerek adım uzunluğu ve ekonomi arasındaki ilişkiyi daha ileri düzeyde araştırmışlardır. Dört değişik denek üzerinde yapılan araştırmaların sonucunda; ekonomi ve adım frekansı ilişkisinden doğan eğimin, doğal koşullarda daha az etkileyici ekonomik ve mekanik güç ilişkisi eğimiyle aynı bulunmuştur. Ve ekonomi teriminin kas fibrillerinin geliştirilmesine bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Daha düşük frekanslarda, kaslar adım uzunluğunu artırmak için göreceli olarak daha fazla dış güçleri geliştirme ihtiyacını gösterirler. Bunun yanısıra adım frekansının artmasıyla bacak ve kolları harekete geçiren mekanik güçler de artar. Bu aşırı koşullarda daha az ekonomik ve hızlı kasılan fibrillere oranla daha geliştirilmiş adım uzunluğu/adım frekansı kombinasyonuna gerek vardır.

2.3.4.2.3. Diğer Kinematik Değişkenler

Adım uzunluğu ve adım frekansının ekonomiyile ilişkisi gibi diğer farklı kinematik faktörlerin de ekonomiyile ilişkisi yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Williams ve çalışma arkadaşları; 13 elit erkek mesafe koşucusu (211), 14 elit bayan mesafe koşucusu(212) ve 31 rekreatif mesafe

koşucusu (212) üzerinde yaptıkları detaylı çalışmalarda birbirine yakın sonuçlar bulmuşlardır. Genel olarak ekonomi ve biomekanik özellikler arasındaki ilişki ortalama olarak düşüktür.

2.3.4.3. Koşu Kinetikleri ve Ekonomi Arasındaki İlişki

2.3.4.3.1. Zemin Reaksiyon Kuvveti (Ground Reaction Forces)

Zemin reaksiyon kuvvetinin koşu ekonomisiyle yakından ilişkisi vardır. Williams ve Cavanagh (1986) (211) destek zamanı ve en üst medial kuvvetin pozitif yönde ekonomi ile ilişkisi olduğunu bulmuşlardır ($r=0.49$, $r=0.50$). Buna ek olarak zemin reaksiyon kuvvetinin dikey birimlerinin, ekonomik koşucularda belirgin şekilde ilk sıçrama doruğunu düşürdüğünü ve daha küçük antero-posteriör ve dikey sıçrama gücüne sahip olma eğilimi gösterdikleri ve ayaklarının topuk kısmını daha az kullandıklarını söylemişlerdir. Bu sonuçların ışığında destek zamanı ve öncesinde kassal ihtiyaca gerek olduğu ve bu nedenle de ekonomiyi etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca aynı araştırmacılar ayağın yere temasındaki esnekliğin de ekonomi ile ilişkisi olduğunu söylemişlerdir. Özellikle koşuda parmak ucu ile yere basan kişiler esnekliği desteklemek için daha çok adale grubuna yüklenirken, topukla basan kişiler ayakkabı ve iskelet yapısına daha çok yüklenmektedirler (152).

2.3.4.3.2. Mekanik Güç (Mechanical Power)

Ekonominin koşuda fizyolojik bir faktör olarak kabul edilmesi nedeniyle, nöromuskular sistem verilerinin mekanik tanımlayıcılarının koşu tekniğinden daha çok ekonomi ile ilişkisi olduğu kabul edilmiştir. Hareketteki aerobik gereksinimin, daha çok adalelerin kısaldığı ve mekanik hareket yaptığı zamanlarda en yüksek enerji tüketimine neden olduğunu açıklamak için pek çok araştırma yapılmıştır (198).

Beckett ve Chang (1968) (17) iddialarını daha da ileriye götürerek bazı iyi öğrenilmiş davranış biçimlerinde vücut birimlerinin hareketlerindeki mekanik işlevlerin miktarını minimuma indirdiğini kabul etmenin oldukça mantıksal olduğunu söylemişlerdir.

Mekanik işlevin ve gücün her ne kadar ekonomiyle çok yakın bir ilişkisi olduğu kabul edilirse de bireysel ekonomi farklılıklarını açıklayabilecek, mekanik güç değişimlerini inceleyebilecek çok az sayıda araştırma yapılmıştır. Devam eden araştırmalarda bu görüşü destekleyecek çok az belirleyici bulunmuştur.

Çok sayıdaki araştırma, hareketteki hızın artmasıyla her adıma düşen mekanik iş ve ortalama mekanik gücün de arttığını göstermiştir (30, 34, 74, 75, 90, 107, 127, 179, 196). Örneğin Shorten ve Arkadaşları (1981) (179) 6 farklı hızda koşan 4 atlet üzerinde yaptıkları analiz sonucunda; koşu ekonomisinin ortalama mekanik gücün ($r > 0.86$) farklı anlatım biçimleriyle çok yakından ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Aynı şekilde Burdett ve arkadaşları (1983) (30) 6 deneğin 5 farklı yürüme hızında incelemeleri sonucunda mekanik güç ve yürüyüş ekonomisinin ($r > 0.79$) yakın ilişkisi olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmaların farklı hızları içermesi ve hem metabolik ve hem de mekanik gücün hıza bağımlı olması nedeniyle bireyler arasında görülen büyük ekonomi farklılıklarına mekanik gücün neden olup olmadığını belirleyecek kesin sonuçlu testler uygulayamamışlardır.

Taylor (1986) (146) ekonomi değişkenlerini mekanik iş ya da gücün tatmin edici şekilde açıklanamayacağını söylemiştir. J/Kg./m. olarak ifade edilen hareketin mekanik değeri hareketin hızından tahmen edilebilir, ancak bireyin vücut kütlesiyle hiçbir ilişkisi yoktur (89, 196). Bunun aksine hareketin metabolik enerji değeri, yine yukarıdaki birimlerle ifade edildiğinde hızla bağlantısı yokken, vücut kütlesiyle ilişkilidir (194, 199). Bundan da bireylerin mekanik işlem açısından, hareketin enerji tüketimi ve vücut boyutları arasındaki ilişkiyi araştırmanın yararının olduğunu söylemiştir (196).

Alternatif bir açıklama olarak yine Taylor (1985) (195) hareket sürecinde kuvvetin gelişmesi, kasların işlemeden ortaya çıkan bir mekanik işlem ve bu hareketin metabolik tüketiminden çok bir zaman süreci olduğunu söylemişler ve bu varsayımlarını kas tendon gruplarının elastik karakteristiğine bağlamışlardır. Bu görüşü belli bir noktaya kadar destekleyen ve mekanik gücün bir olasılıkla ekonomiye bağlı olduğunu iddia eden Williams ve Cavanagh (1987) (210) çoklu linear regresyon modeli ile tek bir koşu hızında en anlamlı ekonomi belirleyicisinin **net pozitif güç** (net positive power) olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda daha ekonomik koşuculara oranla en az ekonomik koşucuların, bacakları ve gövdeleri arasında belirgin bir şekilde daha az mekanik enerji transferi yaptıklarını da belirtmişlerdir. Daha ileriye giderek ekonomik koşucuların daha düşük net pozitif güç kullanma, daha düşük toplam mekanik güç ve organlar arasından daha büyük enerji transferi kullanmalarına karşın, daha az ekonomik koşucularda bu parametrelerin tam tersi olduğunu iddia etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

Araştırmamızda, yaşları 23-35 arasında değişen ($\bar{x}=29.7$, $SD=\mp 3.78$) 10 sağlıklı sedanter bayan denek grubunu, yaşları 24-39 arasında değişen ($\bar{x}=31.7$, $SD=\mp 6.14$) 8 sağlıklı sedanter bayan da kontrol grubunu oluşturdu. Denek ve kontrol grubunun fiziksel özellikleri tablo 8 de gösterilmiştir.

		YAŞ (yıl)	BOY (cm.)	AĞIRLIK (kg.)
Denek Grubu	\bar{x}	29.7	160.0	55.9
	SD \mp	3.78	5.96	6.10
Kontrol Grubu	\bar{x}	31.7	161.8	55.4
	SD \mp	6.14	5.74	6.08

Tablo 8 : Denek ve Kontrol Grubu'nun fiziksel özellikleri.

Denek ve kontrol grubu araştırma öncesi doktor kontrolünden geçirilerek oluşturuldu. İlk test öncesi her iki gruba koşu tekniği hakkında bilgi verildi. Daha sonra treadmillde denekler koşturularak öğrenme ve alışma gibi performansı etkileyen nedenler ortadan kaldırıldı. Birinci teste gelirken deneklere iyi bir uyku uyumaları, alkol almamaları ve testten en az 2 saat önce kahvaltılarını yapmış olmaları istendi. Deneklerin hem testlerde hem de antrenmanlarda aynı koşu ayakkabısını kullanmaları istendi.

Fizyolojik testler İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Fizyolojisi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde antrenman öncesi ve antrenman sonrası olmak üzere 2 kez yapıldı. Test öncesi deneklerin

ars-EKG 12K bilgisayarlı elektro kardiyografi ile istirahat EKG'leri çekildi ve istirahat kalp atım frekansları alındı (Resim 1). Test esnasında en az bir hekim ve sürekli çalışır durumda defibrilatör bulunduruldu.

Kalp atım frekansı; test esnasında ve test sonrası toparlanmada Quinton 5000 cihazı ile belirlendi (Resim 2). Değerlendirmeye egzersizin 3., 6. ve 9. dakikalarındaki kalp atım frekansı değerleri alındı. Yine Quinton 5000 cihazı ile test öncesi, test esnası ve test sonrasında EKG değişiklikleri takip edildi. Test bitiminde bulunan değerler rapor halinde bilgisayara kaydedildi.

Koşu ekonomisi (SubmaxVO₂ veya Steady-state VO₂), treadmillde %0 eğimde ve 3 submaksimal koşu hızında ölçüldü (145). Denekler 2dk. lık yürüyüşü takiben 3dk. süreyle dakikada 106m., 120m. ve 133m. hızla koşarken Sensor Medics 2900 C metabolic measurementle Breath by Breath (her nefeste) yöntemle O₂ ve CO₂ ölçüldü (Resim 3).

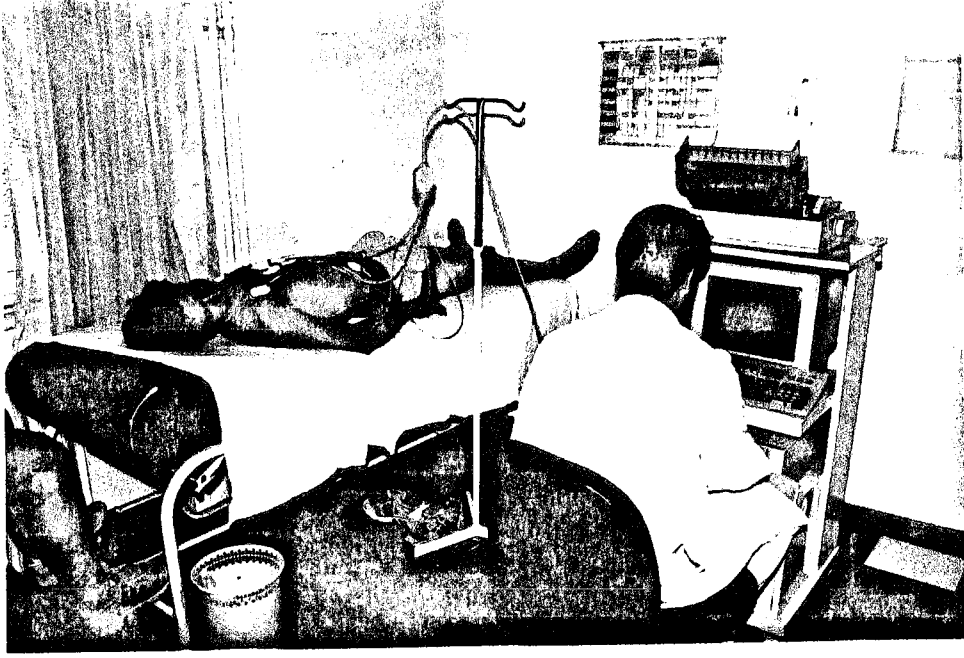
O₂ analizi hızlı bir yöntem olan Zirkonyum Oksit ile, CO₂ analizi ise Infraret Absorbtion yöntemi ile ölçüldü. Her gün kalibrasyon enjektörü ile hacim kalibrasyonları ve %26 O₂-N₂ ile %16x%4 CO₂ azot karışımı gazları ile de gaz ölçümü kalibrasyonları yapıldı. Denekler test esnasında Rudolf Mask 2 Way 7910 ile sisteme bağlandı ve ekspirasyon havasından gaz ölçümleri yapıldı (Resim 4).

Bulunan değerler bilgisayara kaydedilerek 3., 6. ve 9.dk. lardaki $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$ ve R ($\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$) değerlendirmeye alındı. Koşu ekonomisi ölçümünü bireydeki günlük değişimler (Sirkadyen ritm) etkilediğinden testler deneklere aynı gün ve aynı sıra ile yapıldı (148, 152). Ayrıca test esnasında deneklerin koşu teknikleri de sürekli kontrol edildi. Hatalar anında ikaz edilerek düzeltildi.

Anaerobik eşik; VE, $\dot{V}O_2$ ve $\dot{V}CO_2$ değerlerinden Wasserman (203) formülü ile kompüter programı ile hesaplanarak grafik çizimlerinden belirlendi. Anaerobik eşiğe erişen ve R değeri 1.00 in üzerinde olan denekler değerlendirmeye alınmadı.

Vücut kompozisyonu için %Yağ oranı (%Y), Yağsız Vücut Ağırlığı (YVA) ve Yağ Ağırlığı (YA) belirlendi. Bunun için antropometrik ölçümler yapıldı. Çevre uzunluğu çelik metre ile, deri kıvrımları kalınlıkları da Holtain marka kaliper ile ölçüldü (Resim 5 ve 6)

Vücut ağırlığı; denekler mayolu halde iken ölçüm yapıldı ve 100gr.



Resim 1: ars-EKG bilgisayarlı elektro kardiyografi ile istirahat EKG'si ölçümü.



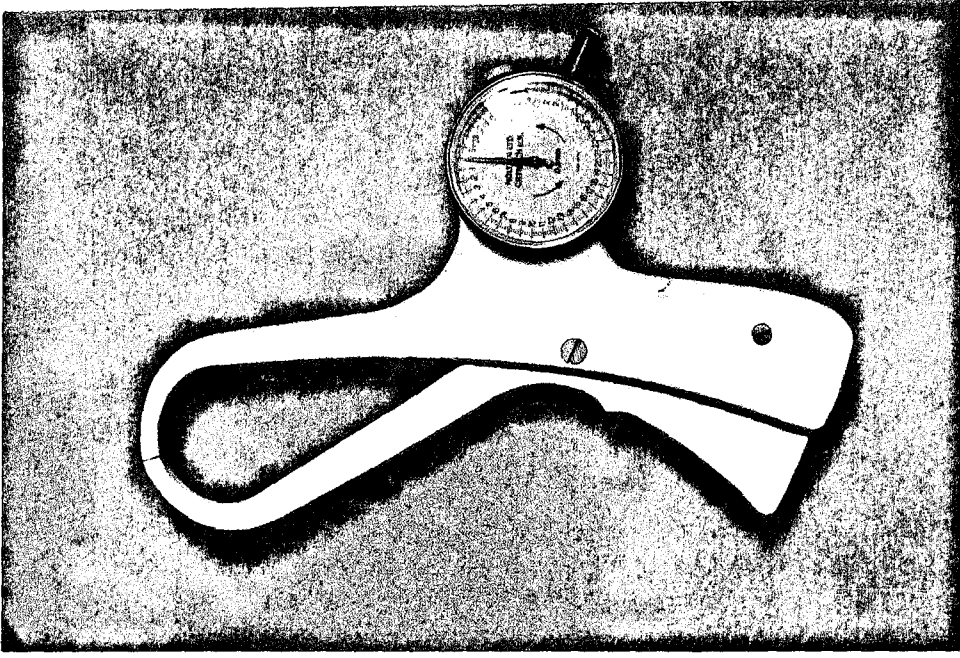
Resim 2: Q.5000 cihazı ile test öncesi, test esnası ve test sonrasındaki EKG değişiklikleri ölçümü.



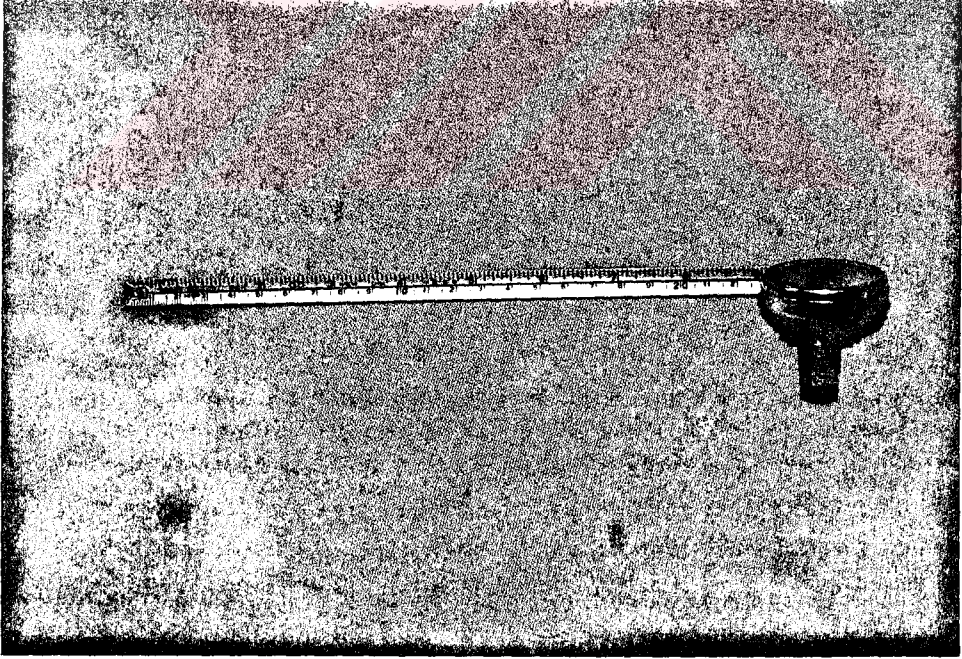
Resim 3: Sensor Medics 2900C metabolik ölçümü ile VO_2 , VCO_2 ve VE ölçümü.



Resim 4: Rudolf Mask 2 Way 7910 maske.



Resim 5: Holtain marka deri kıvrımı kaliperi.



Resim 6: Çelikmetre.

hassasiyetle değerler kaydedildi (Resim 7).

Fleksiyonda biceps çevresi; denek 90° fleksiyonda, el supinasyon durumunda iken bicepsin en kalın bölgesinden ve 0.1cm. hassasiyetle ölçüm yapıldı (18) (Resim 8).

El bileği çevresi; radius ve ulna stiloid çıkıntıları üzerinden geçecek şekilde ve 0.1cm. hassasiyetle ölçüm yapıldı (18) (Resim 9).

Karın (Abdominal) çevresi; denek ayakta, kollar açık ve bacakları bitişik pozisyonda, karın bölgesi çıplak şekilde iken umbilicus üzerinden ve 0.1cm. hassasiyetle ölçüm yapıldı (18) Resim 10).

Baldır çevresi; denek ayakta, vücut ağırlığını her iki bacağına dağılmış vaziyette iken baldırın en geniş bölgesinden ölçüm yapıldı ve 0.1cm. hassasiyetle kaydedildi (18) (Resim 11).

Subskapula deri kıvrımı; denek ayakta dururken, skapulanın inferiör köşesinden ve medial kenarın doğal uzantısı olarak vücuda 45° lik açı yapacak şekilde ölçüm yapıldı (18) (Resim 12).

Baldır deri kıvrımı; denek ayakta, ağırlığını sol bacak üzerine verir, sağ bacak dizden hafif bükülü ve ayağın iç kısmı hafifçe dışa çevrili pozisyonda iken, baldırın en geniş bölgesinin medial kısmından alt bacak eksenine dikey olarak ölçüm yapıldı (18) (Resim 13).

Vücut yüzde yağ oranını bulmak için Dr. Açıkada formülü kullanıldı (3).

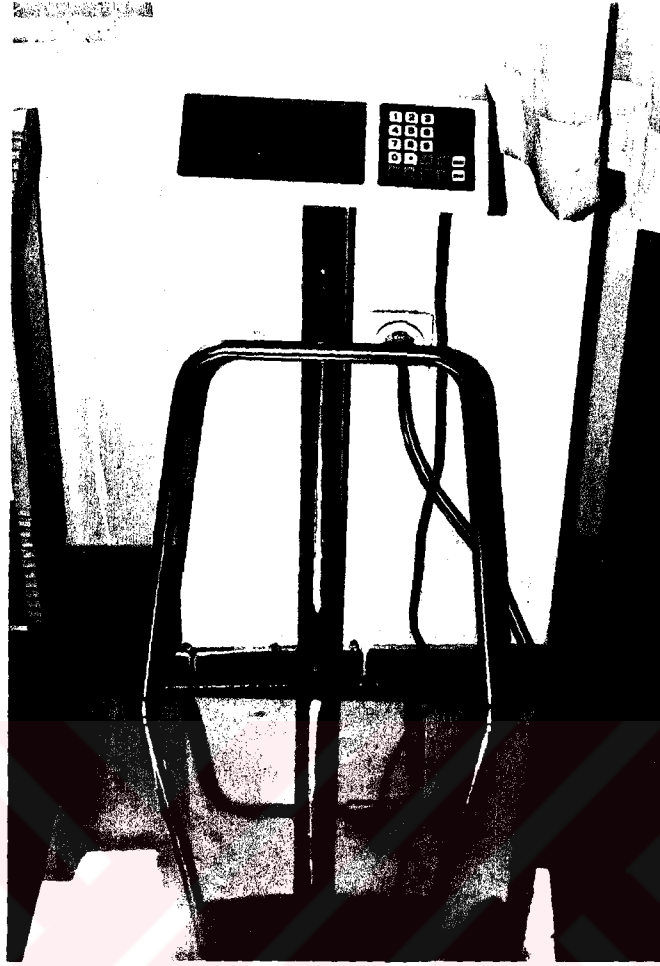
%Yağ: 53.4661472 + 0.9253216 (Supskapula deri kıvrımı) + 0.5404881 (baldır deri kıvrımı) + 1.0429058 (fleksiyonda biceps çevresi) - 4.4441637 (el bileği çevresi) + 0.4303048 (karın çevresi) - 1.3275623 (baldır çevresi)

%Yağ belirlendikten sonra Yağ Ağırlığı ve Yağsız Vücut Ağırlığı aşağıdaki formüllerle hesaplandı.

$$\text{Yağ Ağırlığı} = \frac{\text{Vücut Ağırlığı} \times \% \text{Yağ Oranı}}{100}$$

Yağsız Vücut Ağırlığı = Vücut Ağırlığı - Yağ Ağırlığı

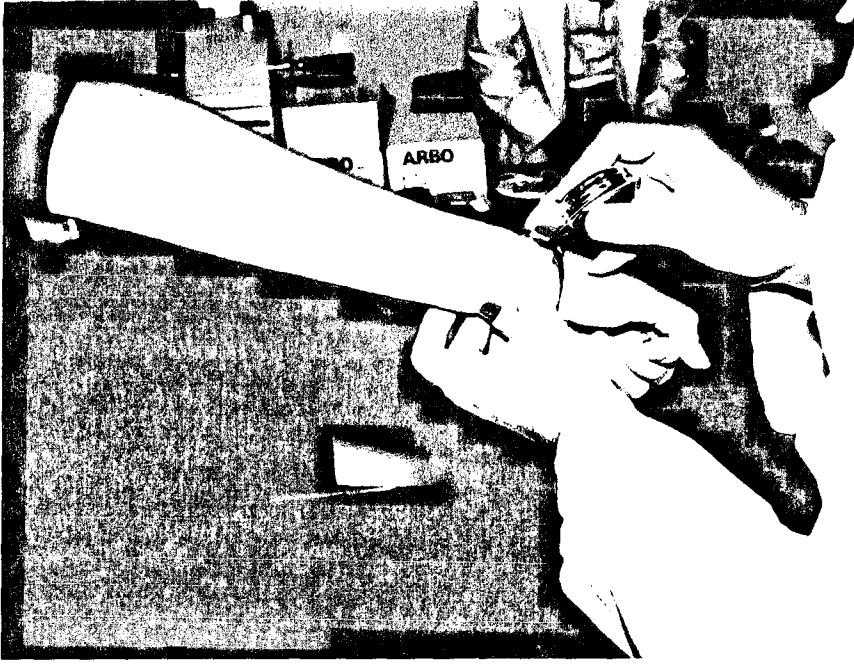
İlk testler yapıldıktan sonra denek grubu 8 hafta boyunca haftada 3 gün maksimal kalp atım frekansının %60'ı ile yaklaşık 25dk. devamlı koşu metoduyla treadmillde koştular. Koşu sonrası stretching ve kalistenik



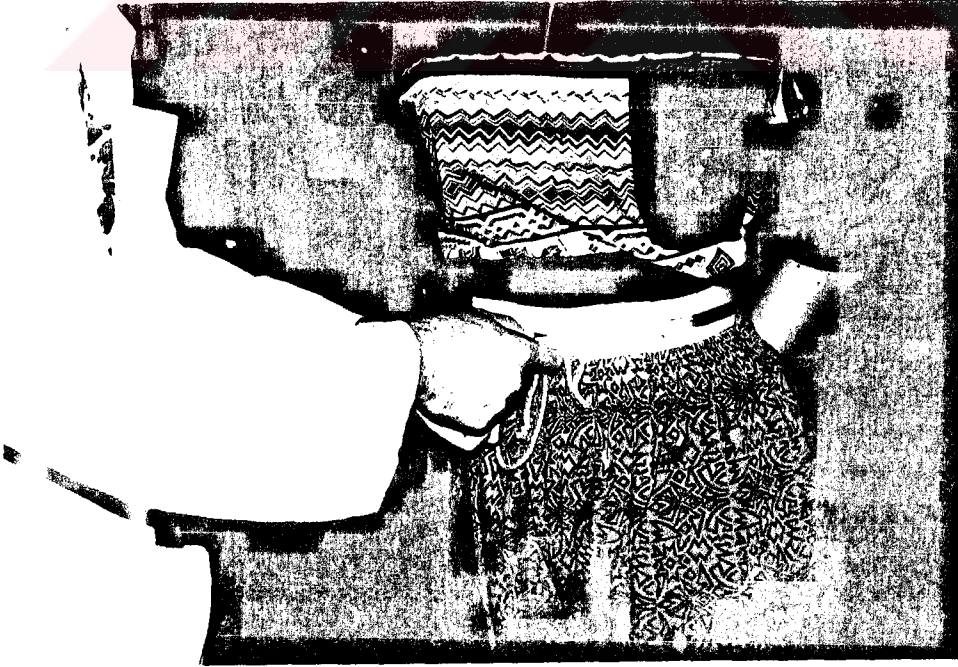
Resim 7: Terazi.



Resim 8: Fleksiyonda biceps çevresi ölçümü.



Resim 9: El bileği çevresi lümü.



Resim 10: Karın (abdominal) evresi lümü.



Resim 11: Baldır çevresi ölçümü.



Resim 12: Subskapula deri kıvrımı ölçümü.



Resim 13: Baldır deri kıvrımı ölçümü.

egzersizlerini 10-15dk. boyunca uyguladılar (9).

Denek grubunun antrenman verileri tabloda gösterilmiştir.

		Toplam Egzersiz			Ortalama Egzersiz		
		Süresi	Mesafe	Kalori	Süresi	Mesafe	Kalori
Denek	\bar{x}	9.7	64.2	2971	25.1	3	124.7
Grubu		Saat	Km.	k.Cal.	dakika	Km.	k.Cal.

Tablo 9 : Denek grubunun antrenman periyodunda koştuğu mesafe, süre ve harcadıkları kalorinin ortalama ve toplam değerleri.

İstatistiksel analiz; sonuçların istatistiksel analizi bilgisayarda Statview paket programı ile yapıldı. Grupların antrenman öncesi ve antrenman sonrası ortalama değerleri .95 güven aralığında (n-1) serbestlik derecesinde test edildi. Yine aynı programla değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin seviyesi korelasyon katsayısı (Pearson katsayısı) ile hesaplanarak belirlendi (191).

4. BULGULAR

Yaptığımız araştırmadan elde edilen değerler aşağıda tablo ve grafiklerle gösterilmiştir.

4.1. VÜCUT KOMPOZİSYONU

4.1.1. Vücut Yüzde Yağ Oranı (%Y)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama %26.5 olan vücut yüzde yağ oranı (%Y), 8 haftalık antrenman periyodundan sonra ortalama %22.9'a azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan çok ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.001$). Kontrol grubunun vücut yüzde yağ oranı (%Y), birinci ölçümde ortalama %22, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ise ortalama %21.9 bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 10) (şekil 18).

4.1.2. Yağ Ağırlığı (YA)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 14.81kg. olan yağ ağırlığı (YA) değeri, 8 haftalık antrenman periyodundan sonra ortalama 13.24kg.'a azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($P < 0.02$). Kontrol grubunun yağ ağırlığı (YA) değeri ise birinci ölçümde ortalama 12.33kg. 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ise 12.27kg. olarak bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 10) (şekil 18).

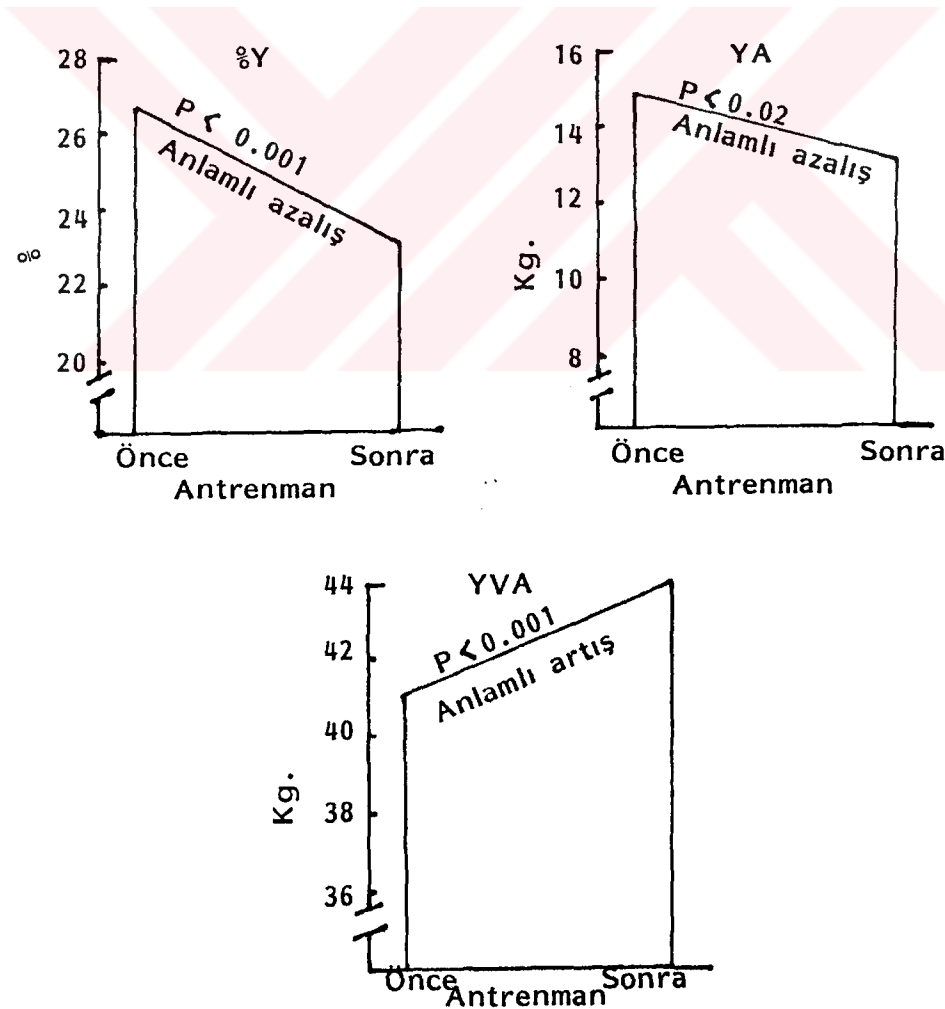
4.1.3. Yağsız Vücut Ağırlığı (YVA)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 41.09kg. olan yağsız vücut ağırlığı (YVA) değeri, 8 haftalık antrenman periyodundan sonra ortalama 44.06kg.'a artmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan çok ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.001$). Kontrol grubunda ise bu değer birinci ölçümde ortalama 42.37kg. bulunurken ikinci ölçümde ortalama 42.60kg. olarak

bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 10) (Şekil 18).

			%Y	YA (kg)	YVA (kg)
Denek Grubu n=10	Ant.Öncesi	\bar{x}	26.5	14.81	41.09
	SD \mp		7.3	4.3	5.7
	Ant.Sonrası	\bar{x}	22.9	13.24	44.06
	SD \mp		7.1	4.5	5.6
Kontrol Grubu n=8	Önce	\bar{x}	22.0	12.33	42.37
	SD \mp		8.9	5.4	5.5
	Sonra	\bar{x}	21.9	12.27	42.60
	SD \mp		9	5.6	5.6

Tablo10: Denek ve Kontrol Grubunda Vücut Kompozisyonunun (Vücut yüzde yağ oranı (%Y), Yağ Ağırlığı (YA) ve Yağsız Vücut Ağırlığı (YVA)) antrenman periyodu öncesi ve sonrası değerleri.



Şekil18: Denek Grubunun Vücut Kompozisyonu değerlerinin (Vücut Yüzde Yağ Oranı (%Y), Yağ Ağırlığı(YA) ve Yağsız Vücut Ağırlığı(YVA)) antrenman periyodu öncesi ve sonrası değişimi.

4.2. DAKİKADA 106 METRE HIZDAKİ BULGULAR

4.2.1. Kalp Atım Frekansı (Heart Rate(HR))

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 157 atım/dk. olan kalp atım frekansı (HR) değeri 8 haftalık antrenman periyodundan sonra ortalama 141 atım/dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan çok ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.001$). Kontrol grubunun kalp atım frekansı (HR) değeri ise birinci ölçümde ortalama 156 atım/dk. bulunurken, 8 hafta sonrasında ortalama 150 atım/dk. olarak bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 11) (Şekil 19).

4.2.2. Solunum Dakika Volümü (VE)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 45.1 lt./dk. olan solunum dakika volümü (VE) değeri, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 38.3 lt./dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunun solunum dakika volümü (VE) değeri ise birinci ölçümde ortalama 40.5 lt./dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 37.8 lt./dk. olarak bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 11) (Şekil 19).

4.2.3. Koşu Ekonomisi (SubmaxVO₂)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 1147ml/dk. olan koşu ekonomisi değeri 8 haftalık antrenman periyodundan sonra ortalama 1035ml/dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunun koşu ekonomisi değeri ise birinci ölçümde ortalama 1051ml/dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 1045ml/dk. olarak bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$).

Koşu ekonomisini kilogram başına değerlendirdiğimizde ise; denek grubunun koşu ekonomisi değeri antrenman öncesi ortalama 20.49ml/kg./dk.'dan 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 18ml/kg./dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunun kilogram başına koşu ekonomisi değeri ise birinci ölçümde ortalama 19.10ml/kg./dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 18.98ml/kg./dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 11) (Şekil 19)

4.2.4. Karbondioksit Üretimi ($\dot{V}CO_2$)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 1171 ml./dk. olan karbondioksit üretimi değeri, 8 hafta antrenman periyodu sonrası ortalama 856 ml./dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunun karbondioksit üretimi değeri ise birinci ölçümde ortalama 1082 ml./dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 947 ml./dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 11) (Şekil 19).

4.2.5. Solunum Değişim Oranı (Respiratory Exchange Ratio($R = \frac{\dot{V}CO_2}{\dot{V}O_2}$))

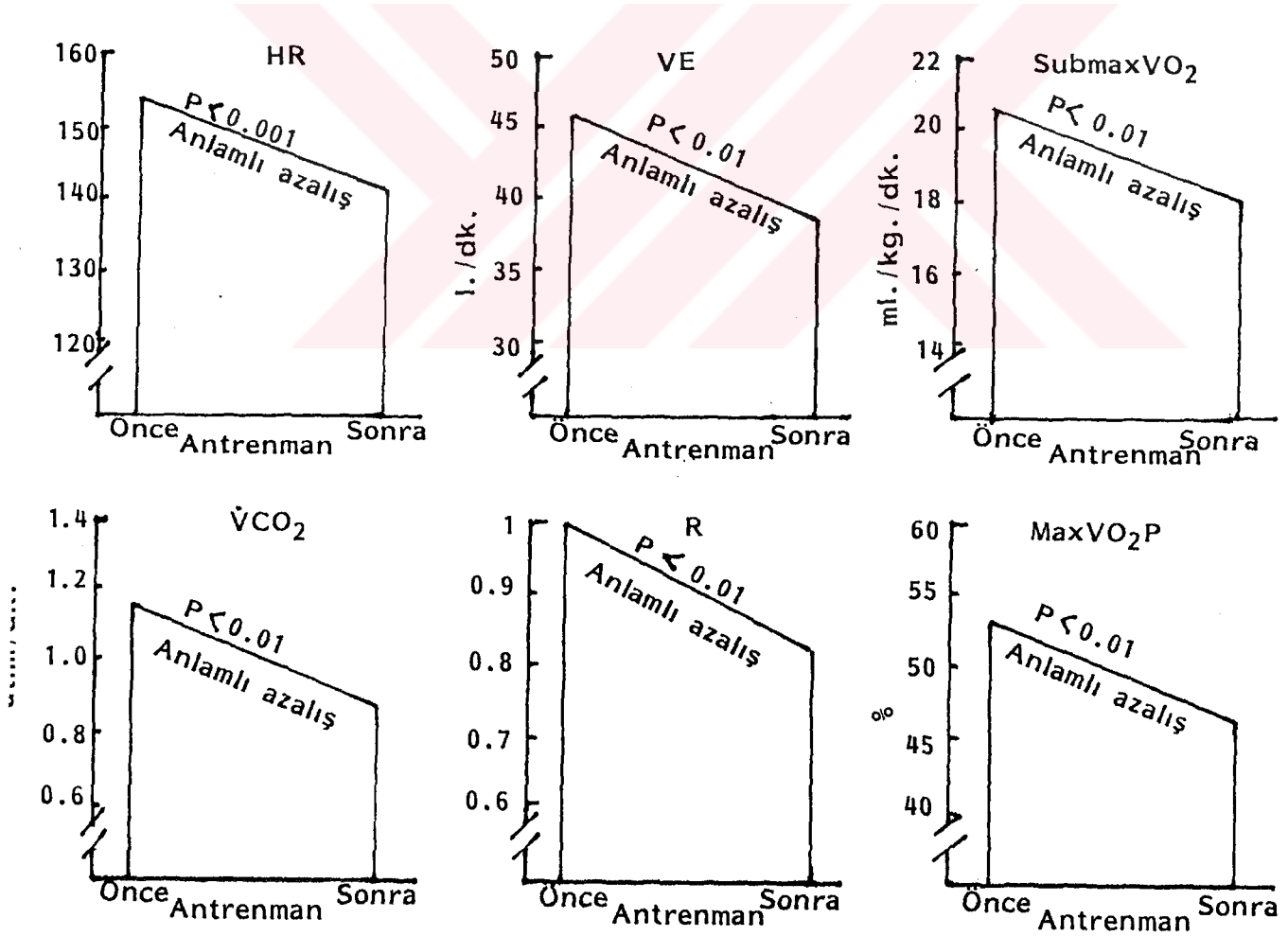
Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 1.01 olan solunum değişim oranı (R) değeri, 8 hafta antrenman periyodu sonrası ortalama 0.82'ye azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunun solunum değişim oranı (R) değeri ise birinci ölçümde ortalama 1.03 bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 0.90'a azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır. ($P > 0.05$) (Tablo 11) (Şekil 19).

4.2.6. Tahmini Maksimum Oksijen Kullanımı Yüzdesi (%MaxVO₂P)

Dakikada 106m. hızda denek grubunun tahmini maksimum oksijen kullanım yüzdesi değeri antrenman öncesi ortalama %52'den, 8 hafta antrenman periyodu sonrası ortalama %46'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunda ise bu değer birinci ölçümde ortalama %49.1 bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde %46.3 bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 11) (Şekil 19).

			HR	VE	SubmaxVO ₂	ṠCO ₂	R	MaxVO ₂ P	
			at/dk.	l/dk	ml/dk	ml/kg/dk	ml/dk	$\frac{\dot{V}CO_2}{\dot{V}O_2}$	%
Denek Grubu n=10	Ant.Ön. \bar{x}		157	45.1	1147	20.49	1172	1.01	52
	SD \mp		13.1	8.3	189.7	2.86	300.5	0.11	9.47
	Ant.Sn. \bar{x}		141	38.3	1035	18.00	856	0.82	46
	SD \mp		14.7	5.5	157.8	2.79	127.5	0.06	10.4
Kontrol Grubu n=8	Önce \bar{x}		156	40.5	1051	19.10	1082	1.03	49.1
	SD \mp		22.2	16	178.1	2.62	367.7	0.17	9.81
	Sonra \bar{x}		150	37.8	1045	18.98	947	0.90	46.3
	SD \mp		13.5	8.5	155.8	1.96	185.9	0.09	11.5

Tablo11: Denek ve kontrol grubunun 106m/dk. daki kalp atım frekansı (HR) solunum dakika volümü (VE) , koşu ekonomisi (SubmaxVO₂), karbon-dioksit üretimi (ṠCO₂), solunum değişim oranı (R) ve tahmini maksimum oksijen kullanım yüzdesi (%MaxVO₂P) değerleri.



Şekil 19: Denek grubunun antrenman öncesi ve sonrası değerlerindeki değişim.

4.3. DAKİKADA 120 METRE HIZDAKİ BULGULAR

4.3.1. Kalp Atım Frekansı (Heart Rate(HR))

Denek grubunun kalp atım frekansı (HR) değeri, antrenman öncesi ortalama 173 atım/dk. bulunurken, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 159 atım/dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunda birinci ölçümde ortalama 177 atım/dk. bulunan kalp atım frekansı, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 167 atım/dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($P < 0.02$) (Tablo 12) (Şekil 20).

4.3.2. Solunum Dakika Volümü (VE)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 53.4 lt./dk. olan solunum dakika volümü (VE) değeri, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 45.7 lt./dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan çok ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.001$). Kontrol grubunda ise birinci ölçümde ortalama 49.6 lt./dk. bulunan solunum dakika volümü (VE) değeri, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 46.4 lt./dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 12) (Şekil 20).

4.3.3. Koşu Ekonomisi (SubmaxVO₂)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 1377 ml./dk. olan koşu ekonomisi değeri, 8 hafta antrenman periyodu sonrasında ortalama 1246 ml./dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunda koşu ekonomisi değeri birinci ölçümde ortalama 1272 lt./dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 1281 lt./dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$).

Koşu ekonomisini kilogram başına değerlendirdiğimizde ise; denek grubunun koşu ekonomisi değeri antrenman öncesi ortalama 24.72 ml./kg./dk.'dan 8 hafta antrenman periyodundan sonra 21.64 ml./kg./dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan çok ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.001$). Kontrol grubunun kilogram başına koşu ekonomisi değeri ise birinci ölçümde ortalama 22.99 ml/kg./dk., 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 23.19 ml/kg./dk. ya artmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 12) (Şekil 20).

4.3.4. Karbondioksit Üretimi ($\dot{V}CO_2$)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 1418 ml./dk. olan karbondioksit üretimi değeri, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 1096 ml/dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunda karbondioksit üretimi değeri ise birinci ölçümde 1361 m./dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 1166 ml/dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($P < 0.05$) (Tablo 12) (Şekil 20).

4.3.5. Solunum Değişim Oranı (Respiratory Exchange Ratio ($R = \frac{\dot{V}CO_2}{\dot{V}O_2}$))

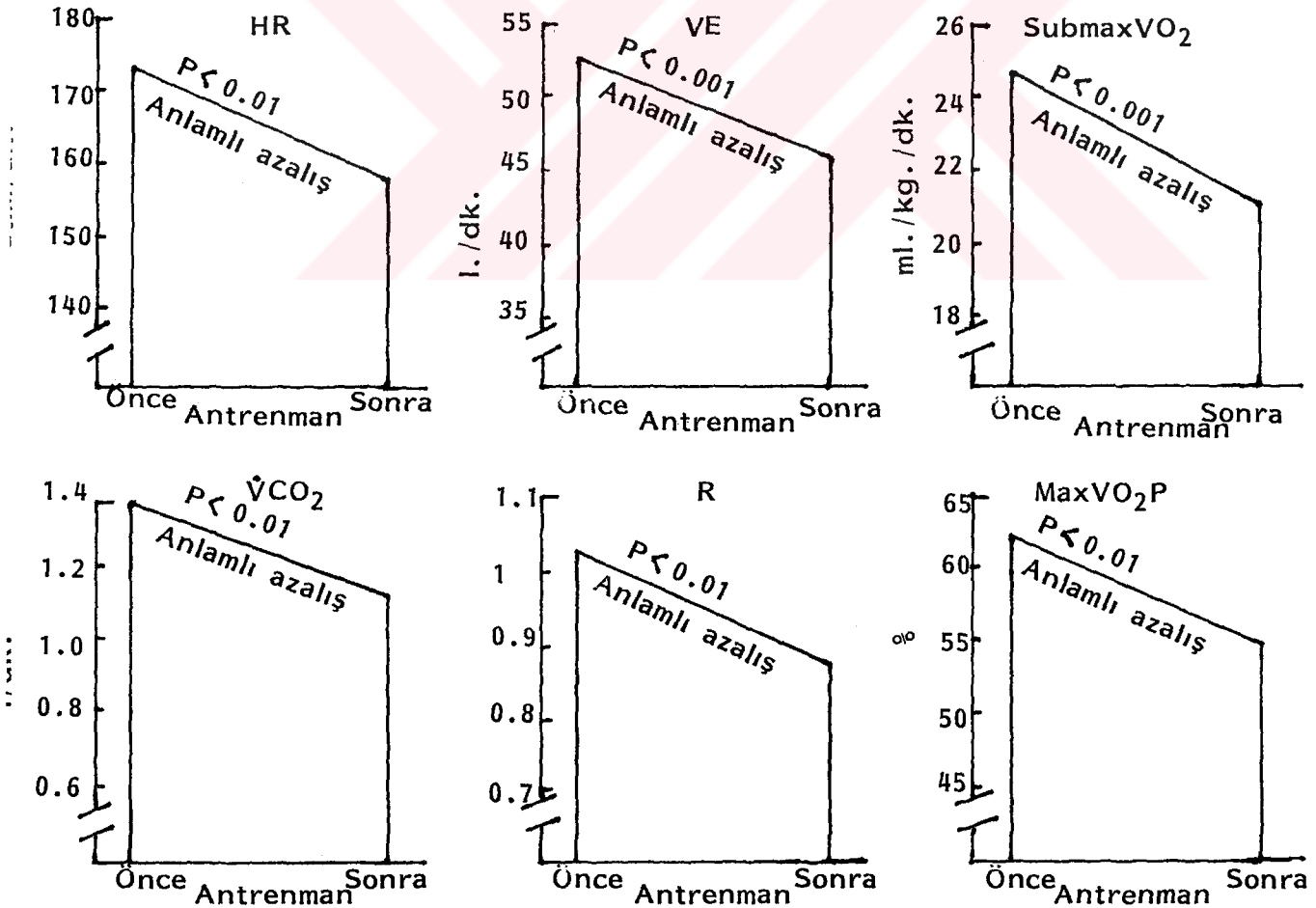
Denek grubunun antrenman öncesinde ortalama 1.03 olan solunum değişim oranı (R) değeri, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 0.88'e azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunda ise bu değer birinci ölçümde ortalama 1.07 bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 0.91 bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($P < 0.05$) (Tablo 12) (Şekil 20).

4.3.6. Tahmini Maksimum Oksijen Kullanım Yüzdesi ($\%MaxVO_2P$)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama %63 olan tahmini maksimum oksijen kullanım yüzdesi değeri, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama %55'e azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$). Kontrol grubunda ise bu değer birinci ölçümde %59.5 bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama %57.2 bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (Tablo 12) (Şekil 20).

		\bar{x}	HR	VE	SubmaxVO ₂		$\dot{V}CO_2$	R	MaxVO ₂ P
			at/dk	l/dk	ml/dk	ml/kg/dk.	ml/dk	$\frac{VCO_2}{VO_2}$	%
Denek Grubu n=10	Ant.Ön.	\bar{x}	173	53.4	1377	24.72	1418	1.03	63
	SD	\mp	13.2	8	184.4	3.42	330.2	0.12	9.1
	Ant.Sn.	\bar{x}	159	45.7	1246	21.64	1096	0.88	55
	SD	\mp	11.4	5.9	148.1	2.36	109.4	1.03	10.5
Kontrol Grubu n=8	Önce	\bar{x}	177	49.6	1272	22.99	1361	1.07	59.5
	SD	\mp	14.7	8.1	240.1	2.72	256.4	0.13	13.18
	Sonra	\bar{x}	167	46.4	1281	23.19	1166	0.91	57.2
	SD	\mp	12.6	8.7	234.6	2.42	255.4	0.07	14.90

Tablo 12: Denek ve kontrol grubunun 120m/dk. daki kalp atım frekansı (HR) solunum dakika volümü (VE), koşu ekonomisi (SubmaxVO₂), karbon-dioksit üretimi ($\dot{V}CO_2$), solunum değişim oranı (R) ve tahmini maksimum oksijen kullanım yüzdesi (%MaxVO₂P) değerleri.



Şekil 20: Denek grubunun antrenman öncesi ve sonrası değerlerindeki değişim.

4.4. DAKİKADA 133 METRE HIZDAKİ BULGULAR

Dakikada 133m. hızda yapılan testin 3. seviyesinde, 1.ölçümlerde denek grubundan 3, kontrol grubundan da 2 bayan testi devam ettirememişler veya maksimal kalp atım frekanslarına eriştiklerinden test sona erdirilmiştir. Bu nedenden dolayı istatistiksel değerlendirmeye denek grubundan 7, kontrol grubundan da 6 kişi alınmıştır.

4.4.1. Kalp Atım Frekansı (Heart Rate (HR))

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 185 atım/dk. olan kalp atım frekansı (HR) değeri, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 168 atım/dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$) ($n=7$). Kontrol grubunda ise birinci ölçümde ortalama 188 atım/dk. bulunan kalp atım frekansı (HR) değeri, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 175 atım/dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($P < 0.01$) ($n=6$) (Tablo 13) (Şekil 21).

4.4.2. Solunum Dakika Volümü (VE)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 57.7. lt./dk. olan solunum dakika volümü (VE) değeri, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 46.8 lt./dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan ileri düzeyde anlamlıdır ($P < 0.01$) ($n=7$). Kontrol grubunda ise solunum dakika volümü (VE) değeri birinci ölçümde ortalama 56.1 lt./dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 55.1 lt./dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) ($n=6$) (Tablo 13) (Şekil 21).

4.4.3. Koşu Ekonomisi (SubmaxVO₂)

Denek grubunun koşu ekonomisi değeri, antrenman öncesi ortalama 1448 ml/dk. bulunurken, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 1403 ml/dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) ($n=7$). Kontrol grubunun koşu ekonomisi değeri ise birinci ölçümde ortalama 1427 ml/dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama 1378 ml/dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) ($n=6$).

Koşu ekonomisini kilogram başına değerlendirdiğimizde ise; denek grubunun değerleri, antrenman öncesi ortalama 27.44 ml./kg./dk., 8 hafta antrenman periyodundan sonra da ortalama 24.50 ml./kg./dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($P > 0.05$)

(n=7). Kontrol grubunun koşu ekonomisinin kilogram başına değerlendirilmesinde birinci ölçümde ortalama 25.44 ml./kg./dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde de ortalama 25.09 ml./kg./dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($P > 0.05$) (n=6) (Tablo 13) (Şekil 21).

4.4.4. Karbondioksit Üretimi ($\dot{V}CO_2$)

Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 1476 ml./dk. olan karbondioksit üretimi, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 1268 ml./dk.'ya azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (n=7). Kontrol grubunda karbondioksit üretimi değerleri birinci ölçümde ortalama 1569 ml/dk. bulunurken, 8 hafta sonra yapılan 2. ölçümde ortalama 1282 ml/dk. bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (n=6) (Tablo 13) (Şekil 21).

4.4.5. Solunum Değişim Oranı (Respiratory Exchange Ratio ($R = \frac{\dot{V}CO_2}{\dot{V}O_2}$))

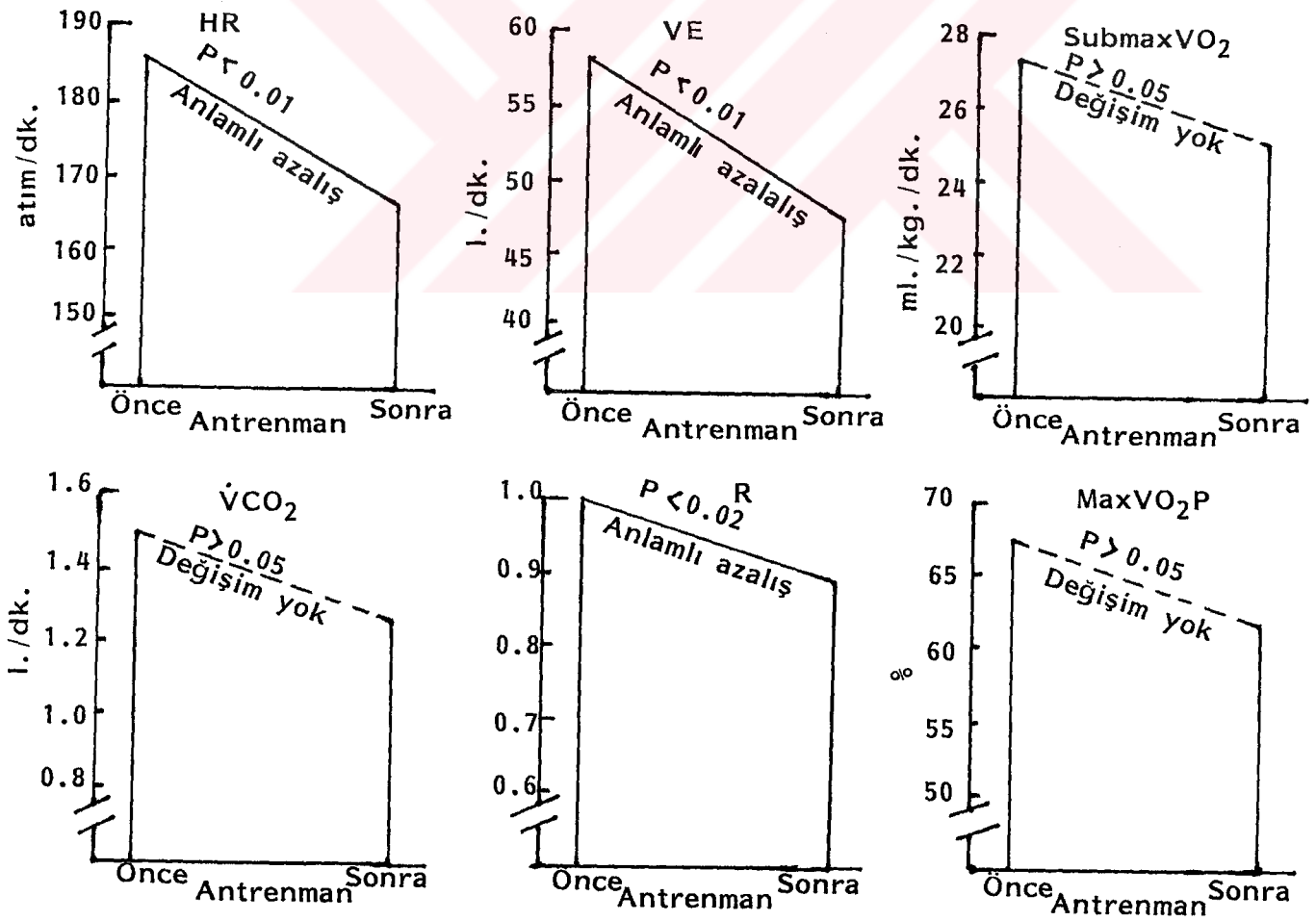
Denek grubunun antrenman öncesi ortalama 1.02 olan solunum değişim oranı (R) değeri, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama 0.90'a azalmıştır. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($P < 0.02$) (n=7). Kontrol grubunda ise solunum değişim oranı (R) değeri birinci ölçümde ortalama 1.10 bulunurken, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde 0.93 bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (n=6) (Tablo 13) (Şekil 21).

4.4.6. Tahmini Maksimum Oksijen Kullanım Yüzdesi ($\%Max\dot{V}O_2P$)

Denek grubunun antrenman öncesinde ortalama %66 olan tahmini maksimum oksijen kullanım yüzdesi değeri, 8 hafta antrenman periyodundan sonra ortalama %62 bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (n=7). Kontrol grubunda ise birinci ölçümde ortalama %66 bulunan tahmini maksimum oksijen kullanım yüzdesi, 8 hafta sonra yapılan ikinci ölçümde ortalama %61 bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsızdır ($P > 0.05$) (n=6) (Tablo 13) (Şekil 21).

			HR	VE	SubmaxVO ₂	ṠCO ₂	R	MaxVO ₂ P	
			at/dk	l/dk	ml/dk	ml/kg/dk.	ml/dk	$\frac{\dot{V}CO_2}{VO_2}$	%
Denek Grubu n=7	Ant.Ön. \bar{x}		185	57.7	1448	27.44	1476	1.02	66
	SD \mp		9.2	5.9	260	5.42	321.7	0.11	11.4
	Ant.Sn. \bar{x}		168	46.8	1403	24.50	1268	0.90	62
	SD \mp		12.4	8.2	187	4.04	182.8	0.04	12.5
Kontrol Grubu n=6	Önce \bar{x}		188	56.1	1427	25.44	1569	1.10	66
	SD \mp		12.4	5.9	282.6	3.63	298	0.15	14.75
	Sonra \bar{x}		175	55.1	1378	25.09	1282	0.93	61
	SD \mp		16.9	8.2	269.4	1.85	322.4	0.07	17.56

Tablo 13: Denek ve kontrol grubunun 133m/dk. daki kalp atım frekansı (HR) solunum dakika volümü (VE), koşu ekonomisi (SubmaxVO₂), karbon-dioksit üretimi (ṠCO₂), solunum değişim oranı (R) ve tahmini maksimum oksijen kullanım yüzdesi (%MaxVO₂P) değerleri.



Şekil 21 : Denek grubunun antrenman öncesi ve sonrası değerlerindeki değişim.

4.5. Koşu Ekonomisiyle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişki

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, antrenmanla değişen vücut kompozisyonu (azalan vücut yüzde yağ oranı ve yağ ağırlığı ile artan yağsız vücut ağırlığı) değerlerinin, yine antrenmanla artan koşu ekonomisiyle (azalan submaksimal oksijen kullanımıyla) olan ilişkisi aşağıdaki gibi bulunmuştur:

4.5.1. Dakikada 106 Metre Hızdaki Koşu Ekonomisiyle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişki

Dakikada 106m. hızda koşu ekonomisiyle vücut yüzde yağ oranı arasında negatif yönde zayıf bir ilişki ($r = -0.34$), yağ ağırlığı arasında negatif yönde zayıf bir ilişki ($r = -0.45$) ve yağsız vücut ağırlığı ile arasında hiçbir ilişki bulunmamıştır ($r = -0.15$) (Tablo 14).

Koşu ekonomisini deneklerin kilogram başına değerlendirerek vücut kompozisyonu ile ilişkisine baktığımızda, vücut yüzde yağ oranı ile arasında negatif yönde zayıf bir ilişki ($r = -0.33$), yağ ağırlığı ile arasında negatif yönde zayıf bir ilişki ($r = 0.49$), yağsız vücut ağırlığı ile arasında ise negatif yönde zayıf bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.33$) (Tablo 14).

	%Y	YA	YVA
SubmaxVO ₂ ml./dk.	- 0.34	- 0.45	- 0.15
Submax VO ₂ ml./kg./dk.	- 0.33	- 0.49	- 0.33

Tablo 14: Denek grubunun dakikada 106m. hızdaki koşu ekonomisi ve vücut yüzde yağ oranı (%Y), yağ ağırlığı (YA), yağsız vücut ağırlığı (YVA) değişkenleri için korelasyon katsayıları.

4.5.2. Dakikada 120 Metre Hızdaki Koşu Ekonomisiyle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişki

Dakikada 120m. hızda koşu ekonomisiyle vücut yüzde yağ oranı arasında negatif yönde orta güçlükte bir ilişki ($r = -0.62$), yağ ağırlığı arasında negatif yönde orta güçlükte bir ilişki ($r = -0.68$), yağsız vücut ağırlığı arasında pozitif yönde zayıf bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.19$) (Tablo 15).

Koşu ekonomisini deneklerin kilogram başına değerlendirerek vücut kompozisyonu ile ilişkisine baktığımızda, vücut yüzde yağ oranı ile arasında negatif yönde zayıf bir ilişki ($r = -0.49$), yağ ağırlığı ile arasında negatif yönde orta güçlükte bir ilişki ($r = -0.65$), yağsız vücut ağırlığı ile arasında negatif yönde zayıf bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.21$) (Tablo 15).

	%Y	YA	YVA
SubmaxVO ₂ ml./dk.	- 0.62	-0.68	0.19
SubmaxVO ₂ ml./kg./dk.	- 0.49	- 0.65	- 0.21

Tablo 15: Denek grubunun dakikada 120m. hızdaki koşu ekonomisi ve vücut yüzde yağ oranı (%Y), yağ ağırlığı (YA), yağsız vücut ağırlığı(YVA) değişkenleri için korelasyon katsayıları.

4.5.3. Dakikada 133 Metre Hızdaki Koşu Ekonomisiyle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişki

Dakikada 133m. hızda koşu ekonomisiyle vücut yüzde yağ oranı arasında negatif yönde orta güçlükte bir ilişki ($r = -0.53$), yağ ağırlığı arasında negatif yönde orta güçlükte bir ilişki bulunmuş ($r = -0.62$), yağsız vücut ağırlığı arasında ise hiçbir ilişki bulunmamıştır ($r = 0.007$) (Tablo 16).

Koşu ekonomisini deneklerin kilogramı başına değerlendirerek vücut kompozisyonu ile ilişkisine baktığımızda ise; vücut yüzde yağ oranı ile arasında negatif yönde zayıf bir ilişki ($r = -0.48$), yağ ağırlığı ile arasında orta güçlükte bir ilişki bulunurken ($r = -0.62$), yağsız vücut ağırlığı ile arasında hiçbir ilişki bulunmamıştır ($r = -0.19$) (Tablo 16).

	%Y	YA	YVA
SubmaxVO ₂ ml./dk.	- 0.53	- 0.62	0.007
SubmaxVO ₂ ml./dk./kg.	- 0.48	- 0.62	- 0.19

Tablo 16: Denek grubunun dakikada 133m. hızdaki koşu ekonomisi ve vücut yüzde yağ oranı (%Y), yağ ağırlığı(YA), yağsız vücut ağırlığı(YVA) değişkenleri için korelasyon katsayıları.

5. TARTIŞMA

Düzenli yapılan antrenmanın vücut kompozisyonu üzerine etkisi birçok araştırmayla incelenmiş ve sonuçta antrenmanın; vücut yüzde yağ oranını ve yağ ağırlığını azalttığı, yağsız vücut ağırlığını arttırdığı (1, 14, 18, 31, 67, 69, 73, 78, 110, 157, 160, 161), vücut ağırlığını ise azalttığı (32, 46, 156, 216) bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da ortaya çıkan vücut kompozisyonu değerleri yukarıdaki çalışmaların değerleriyle paralellik göstermiştir. 8 hafta boyunca düzenli yaptırdığımız antrenman denek grubunun vücut yüzde yağ oranını ve yağ ağırlığını azaltmış yağsız vücut ağırlığını ise arttırmıştır. Ancak antrenman periyodu sonrasında denek grubunun vücut ağırlıkları yukarıdaki çalışmanın aksine artmıştır. Bu artış bizim isteğimiz doğrultusunda olmuştur. Çünkü amacımız deneklerin sadece antrenman ile vücut yüzde yağ oranını ve yağ ağırlığını azaltmaktır. Bilindiği gibi günlük diyetle yapılan kalori kısıtlaması da bir miktar vücut yağını azaltmaktadır. Biz bunu elimine etmek için araştırmanın başında deneklere kesinlikle beslenme programlarını değiştirmemelerini söyledik. Sonuçta ortaya çıkan bu 1.4kg. lık artış, yağsız vücut ağırlığının yaklaşık 3kg. artışı ile yağ ağırlığının 1.6kg. azalış farkından oluşmuştur. Vücut yüzde yağ oranındaki azalması deneklerin beslenme alışkanlıklarını değiştirmemelerinden dolayı organizmanın alışmış olduğu kalori harcanmasının üstünde bir harcama yapması ve bu şekilde yağların kullanımı için gerekli ortamın sağlanması şeklinde izah edilebilir.

Bu vücut ağırlığı artışı ile ilgili bir başka konu da artan vücut kütlesi ile ekonomi arasındaki ilişkidir. Bizim çalışmamızda vücut kütlesi ile koşu ekonomisi arasında hiçbir ilişki bulunmamıştır ($r=0.019$). Bulduğumuz bu sonuç Davies ve çalışma arkadaşlarının sonuçlarıyla paralel bulunmuştur (61, 62).

Çalışmamızda düzenli yaptırdığımız antrenmanın koşu ekonomisini arttırdığını (yani submaksimal oksijen tüketiminin azaldığını) bulduk. Bu konuda yapılan araştırmalarda, bir grup araştırmacı antrenmanın koşu ekonomisini arttırdığını bulurken (40, 42, 53, 54, 163, 182, 190), diğer bir grup da antrenmanın koşu ekonomisini değiştirmedeğini ve koşu ekonomisi çalışmalarında antrenmanın gözardı edilebileceğini söylemişlerdir (39, 45, 50, 52, 55, 58, 70, 149, 164, 209). Antrenmanın koşu ekonomisini arttırdığını bulan araştırmacılar bunu düzenli antrenmanlarla koşu tekniğinin ve intrasellüler oksidatif kapasitenin değiştirilmesinin daha düşük oksijen ihtiyacına neden olduğuna bağlamışlardır (182). Biz de araştırmamızda antrenmanla artan koşu ekonomisinin değişen vücut kompozisyonu ile ilişkisi var mıdır? sorusuna cevap aradık. Bu amaçla yaptığımız araştırma sonunda; tablo 14, 15 ve 16 da görüldüğü gibi, vücut yüzde yağ oranı ve yağ ağırlığı ile koşu ekonomisi arasında bulunan orta güçlükte negatif korelasyon bize submaksimal oksijen kullanımının azalışını (koşu ekonomisinin artması) değil aksine artışını göstermektedir. Araştırmamızda ortaya çıkan en çarpıcı sonuç ise yağsız vücut ağırlığı ile koşu ekonomisi arasında bulunmuştur. Biz araştırma hipotezini kurarken, antrenmanla artan yağsız vücut ağırlığı ile maksimal oksijen kullanımı arasındaki güçlü ilişkiden yola çıkarak, yağsız vücut ağırlığındaki artışla submaksimal oksijen kullanımının azalması (koşu ekonomisinin artması) arasında da bir ilişki olabileceğini düşündük. Çünkü antrenman sonucu artan mitokondri ile her mitokondrionun adenzin difosfat (ADP) ve inorganik fosfatın (Pi) ihtiyacı olan oksijen antrenman öncesine göre antrenman sonrasında azalmaktadır (73). Ancak araştırma sonunda yağsız vücut ağırlığı ile koşu ekonomisi arasında hiçbir ilişki bulunmamıştır. Bu da bizim araştırmamızın başındaki beklentilerimizi desteklememiştir. Skinner ve arkadaşları (184) yaptıkları araştırmada yağsız, şişman ve kilolu yağsız deneklerin birbirleriyle aynı ekonomi değerleri gösterdiklerini bulmuşlardır. Bizim araştırmamızın sonuçları ile bu araştırmanın sonuçları birbirine paralellik göstermiştir. Bizce bunun nedeni treadmill hızı ya da başka bir deyişle yüküdür. Düşük hızlarda denekler birbirlerine yakın ekonomi değerleri gösterirler.

Çalışmamızda koşu ekonomisindeki artışla vücut kompozisyonu arasında bir ilişki olmamasının nedenini araştırmayı denek olarak sedenter bayanlar üzerinde yapmamıza, az sayıda denek kullanmamıza ve

antrenman periyodunu 8 hafta ile sınırlamamıza bağlıyoruz. Antrenman periyodunun 8 haftadan daha uzun bir süre uygulanmasıyla gerek koşu ekonomisi değerlerinde gerekse vücut kompozisyonu değerlerinde daha değişik sonuçlar elde edilebileceği böylelikle aradaki ilişkinin de daha farklı olabileceğini düşünüyöruz. Ayrıca aynı spor branşında, birbirlerine yakın spor geçmişine ve dereceye sahip sporcularda, sezon içinde yani performanslarının en iyi olduğu zamanda bir kesit çalışmayla koşu ekonomisi ve vücut kompozisyonu arasındaki ilişkinin de farklı olabileceğini düşünüyöruz.

Sonuç olarak koşu ekonomisindeki artış (submaksimal oksijen tüketimindeki azalış) antrenmanla azalan vücut yüzde yağ oranı, yağ ağırlığı arasında bir ilişki yoktur. Özellikle sedenterlerde koşu ekonomisi artışının nedenini egzersizde solunumun uyarılmasında beyin faktörüne ve koşu tekniğinin iyileştirilmesine bağlıyoruz. Çünkü beyin faktörü tamamen olmasa bile kısmen öğrenmeye dayanan cevaptır (80). Yani aynı şiddette tekrarlayan egzersiz periyodları ile beyin gittikçe daha uygun miktarda sinyaller göndererek egzersiz sırasında kimyasal faktörleri normal düzeyde tutar. Böylece solunum frekansında azalmaya bağlı olarak solunum dakika volümünde (VE) azalma görülür. Bu da submaksimal oksijen tüketiminin azalmasının (koşu ekonomisinin artması) büyük bir bölümünü açıklar.

6. SONUÇ

- * Koşu ekonomisi artışı (submaksimal oksijen tüketiminin azalışı) ile değişen vücut kompozisyonu arasında bir ilişki bulunmamıştır.
- * Koşu ekonomisindeki artışın nedeni;
 - Beynin aynı şiddetteki tekrarlayan egzersiz periyodları ile daha uygun miktarda sinyaller göndererek kimyasal faktörleri normal düzeyde tutmasına,
 - Solunum dakika volümünün (VE) azalmasına,
 - İntrasellüler oksidatif kapasitenin değiştirilmesiyle daha düşük oksijen ihtiyacına gerek duyulmasına,
 - Koşu tekniğinin giderek daha iyi olmasına bağlanabilir.
- * Koşu ekonomisiyle vücut kütlesi arasında bir ilişki yoktur.
- * 8 hafta boyunca haftada 3 gün yapılan submaksimal yüklü düzenli antrenman sonunda;
 - Vücut yüzde yağ oranı ve yağ ağırlığı azalır.
 - Yağsız vücut ağırlığı artar.
 - İstirahat ve egzersiz kalp atım frekansı azalır.

7. ÖZET

Yaşları 23-35 arasında değişen ($\bar{x}=29.7$, $SD=\mp 3.78$) 10 sağlıklı sedenter bayan denek grubunu, yaşları 23-39 arasında değişen ($\bar{x}=31.7$, $SD=\mp 6.14$) 8 sağlıklı sedenter bayan da kontrol grubunu oluşturdu. Denekler 1. testlerini olduktan sonra 8 hafta boyunca haftada 3 gün düzenli antrenman yaptılar ve süre sonunda 2. teste tabi tutuldular.

Denek ve kontrol grubunun vücut kompozisyonunu belirlemek için deri kıvrımı ve çevre ölçümleri 1. test ve 2. test öncesi yapıldı. Yapılan ölçümler sonucunda;

Dakikada 106m. hızda % yağ oranı ve yağ ağırlığı ile ekonomi arasında zayıf bir ilişki ($r=-0.34$, $r=-0.45$), yağsız vücut ağırlığı ile ekonomi arasında ise hiçbir ilişki bulunmamıştır ($r=-0.15$).

Dakikada 120m. hızda % yağ oranı ve yağ ağırlığı ile ekonomi arasında negatif yönde orta güçlükte bir ilişki ($r=-0.62$, $r=-0.68$), yağsız vücut ağırlığı ile ekonomi arasında ise hiçbir ilişki bulunmamıştır ($r=0.19$).

Dakikada 133m. hızda % yağ oranı ve yağ ağırlığı ile ekonomi arasında negatif yönde orta güçlükte bir ilişki ($r=-0.53$, $r=-0.62$), yağsız vücut ağırlığı ile ekonomi arasında ise hiçbir ilişki bulunmamıştır ($r=0.007$).

8 SUMMARY

The purpose of this study was to investigate the effects of body composition changes on running economy in sedentary women. Ten healthy women ages between 23-35 ($\bar{x}=29.7$, $SD=\mp 3.78$) were the experimental group, eight healthy women ages between 23-39 group after first physiological estimates have been exercised for 8 weeks (3times a week) and end of the exercise period the second physiological values were estimated.

Body composition values of both the experimental and the control groups were estimated before the first and the second physiological tests.

At 106m./min. speed, the weak correlations were observed between running economy; and the percent of body fat, and fat weight ($r=-0.34$, $r=-0.45$). No correlation could be noted between running economy and lean body weight ($r=-0.15$).

At 120m./min. speed; inverse slightly correlations were observed between running economy and percent of body fat and fat weight ($r=-0.62$, $r=-0.68$). No correlation could be noted between running economy and lean body weight ($r=0.19$).

At 133m./min. speed; inverse slightly correlations were observed between running economy and percent of body fat and fat weight ($r=-0.53$, $r=-0.62$). No correlation could be noted between running economy and lean body weight ($r=0.007$).

KAYNAKÇA

- 1- **Açıkada, C.:** Türk Atletlerinin Fizyolojik Faktörleri. Spor Hekimliği Dergisi. Cilt:17, Sayı:2, S:29-40, Haziran 1982.
- 2- **Açıkada, C., Ergen, E.:** Yüksek Performansta Bir Başka Nokta: Bedensel Yapı. Bilim Teknik Dergisi. S:39-42, Temmuz 1986.
- 3- **Açıkada, C.:** Sporcularda Vücut Kompozisyonu Parametrelerinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, 1990.
- 4- **Adams, W., Bernauer, E.:** The effect of selected pace variations on the oxygen requirement of running a 4:37 mile, Research Quarterly 39:837-846, 1968.
- 5- **Ahlborg, G., Felig, P., Hagenfeldt, L., Hendler, R., Wahren, J.:** Substrate turnover during prolonged exercise in man: splanchnic and leg metabolism of glucose, free fatty acids, and amino acids, Journal of Clinical Investigation 53:1080-1090, 1974.
- 6- **Akgün, N.:** Egzersiz Fizyolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, 1986.
- 7- **Allen, W., Seals, D., Hurley, B., Ehsani, a., Hagberg, J.:** Lactate threshold and distance running performance in young and older endurance athletes, Journal of Applied Physiology, 58:1281-1284, 1985.
- 8- American Heart Association. The Committee on Exercise, Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals: A Handbook for Physicians, 1972.
- 9- **Anderson, B.:** Stretching. Shelter Publications. S:132-133, March, 1981.
- 10- **Apor, P., Fekete, G., Kostre, W.:** Data on aerobic efficiency of running. Acta Physiologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 3:275-280, 1980.
- 11- **Ariyoshi, M., Yamaji, K., Shephard, R.:** Influence of running pace upon performance: effects upon treadmill endurance time and oxygen cost. European Journal of Applied Physiology, 41:83-91, 1979.
- 12- **Armstrong, L., Costill, D.:** Variability of respiration and metabolism: responses to submaximal cycling and running. Research Quarterly for Exercise and Sport 56:93-96, 1985.

- 13- **Astrand, P-O.:** Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age, Ejnar Munksgaard, Copenhagen, 1952.
- 14- **Astrand, P-O., Rodahl, K.:** Textbook of work physiology, McGraw-Hill, New York, 1986.
- 15- **Bar-Or, O.:** Pediatric sports medicine, Springer-Verlag, New York, 1983.
- 16- **Bassett, D., Giese, M., Nagle, F., Ward, A., Raab, D.:** Aerobic requirements of overground versus treadmill running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17: 477-481, 1985.
- 17- **Beckett, R., Chang, K.:** An evaluation of the kinematics of gait by minimum energy, *Journal of Biomechanics*, 1:147-159, 1968.
- 18- **Behnke, A.R., Wilmore, J.H.:** Evaluation and regulation of Body Composition. Prentice Hall, Inc. New Jersey, S:38-52, 193-227, 1974.
- 19- **Bergstrom, J., Hermansen, L., Saltin, B.:** Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiologica Scandinavica* 71:140-150, 1967.
- 20- **Bhambani, Y., Singh, M.:** Metabolic and cinematographic analysis of walking and running in men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 17:131-137, 1985.
- 21- **Boileau, R., Mayhew, J., Reiner, W., Lussier, L.:** Physiological characteristics of elite middle and long distance runners. *Canadian Journal of Applied Sports Sciences* 7:167-172, 1982.
- 22- **Brandon, L., Boileau, R.:** The contribution of selected Variables to middle and long distance running performance, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 27:157-164, 1987.
- 23- **Bransford, D., Howley, E.:** Oxygen cost of running in trained and untrained men and women. *Medicine and Science in Sports*, 9:41-44, 1977.
- 24- **Brian, J.W.:** Dynamics of Pulmonary Gas Exchange. *Circulation*, 76 (Suppl. VI), VI-18, 1987.
- 25- **Brojek, J.:** Body measurements and human nutrition. Detroit Wayne University Press. 1956.
- 26- **Brooks, G., Fahey, T.:** Exercise physiology, John Wiley Sons, New York, 1984.
- 27- **Brooks, G., Hittleman, K., Faulkner, J., Beyer, R.:** Temperature, skeletal muscle mitochondrial respiratory functions, and oxygen dept. *Physiologist* 13: 156, 1970.

- 28- **Brooks, G., Hittleman, K., Faulkner, J., Beyer, R.:** Temperature, liver mitochondrial respiratory functions, and oxygen debt. *Medicine and Science in Sports*, 3:72-74, 1971.
- 29- **Buckalew, D., Barlow, D., Fischer, J., Richards, J.:** Biomechanical profile of elite women marathoners. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1:330-347, 1985.
- 30- **Burdett, R., Skrinar, G., Simon, S.:** Comparison of mechanical work and metabolic energy consumption during normal gait. *Journal of Orthopaedic Research*, 1:63-72, 1983.
- 31- **Carol, N., Michael, J.Z., Walter, R.F. and William, J.E.:** Body Composition and Aerobic Capacity in Young and Middle Aged Endurance Trained men. *Medicine Science Sports. Exerc.* Vol:19 557-563, 1987.
- 32- **Carter, J.E.L. and Phillips, W.H.:** Sctructural Changes in Exercising Middle-Aged Males during a 2 year Period. *Journal of Applied Physiology. Bol.27, No:6, S.787-794*, 1969.
- 33- **Catlin, M., Dressendorfer, R.:** Effect of shoe weight on the energy cost of running. *Medicine and Science in Sports*, 11:80, 1979.
- 34- **Cavagna, G., Saibene, F., Margaria, R.:** Mechanical work in running. *Journal of Applied Physiology* 19:249-256, 1964.
- 35- **Cavanagh, P., Andrew, G., Kram, R., Rodgers, M., Sanderson, D., Hannig, E.:** An approach to biomechanical profiling of elite distance runners. *International Journal of Sport Biomechanics* 1:36-62, 1985.
- 36- **Cavanagh, P., Kram, R.:** Mechanical and muscular factors affecting the efficiency of human movement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17:326-331, 1985.
- 37- **Cavanagh, P., Williams, K.:** The effect of stride length variation on oxygen uptake during distance running. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 14:30-35, 1982.
- 38- **Cerretelli, P., Sikand, R., Farhi, L.:** Readjustments in cardiac output during the onset of exercise and recovery. *Journal of Applied Physiology*, 31:1345-1350, 1966.
- 39- **Conley, D., Krahenbuhl, G.:** Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports*, 12: 357-360, 1980.
- 0- **Conley, D., Krahenbuhl, G., Burkett, L.:** Training for aerobic capacity and running economy. *Physician and Sportsmedicine* 9:107-115, 1981a.

- 41- Conley, D., Krahenbuhl, G., Burkett, L., Millar, A.: Physiological correlates of female road racing performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 52:441-448, 1981b.
- 42- Conley, D., Krahenbuhl, G., Burkett, L., Millar, A.: Following Steve Scott: physiological changes accompanying training. *Physician and Sportsmedicine* 12:103-106, 1984.
- 43- Costill D., Daniels, J., Evans, W., Fink, W., Krahenbuhl, G. et al.: Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *Journal of Applied Physiology* 40:149-154, 1976a.
- 44- Costill, D., Fink, W., Pollock, M.: Muscle fiber and enzyme activities of elite distance runners. *Medicine and Science in Sports* 8:96-100, 1976b.
- 45- Costill, D., Thomason, H., Roberts, E.: Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Medicine and Science in Sports* 5:248-252, 1973.
- 46- Costill, D., Winrow, E.: A comparison of two middle-aged ultramarathon runners. *Research Quarterly*, 41:135-139, 1970.
- 47- Costill, D.: The Relation ship between Selected Physiological Variables and Distance Running Performance. *J.Sports Med. Phy. Fitness*, 7:61-66, 1967.
- 48- Cureton K., Sparling, P.: 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, 1980.
- 49- Cureton, KJ., Sparling PB., Evans BW., Johnson SM., Kong, UD. et al.: Effect of experimental alterations in excess weight on aerobic capacity and distance running performance. *Medicine and Science in Sports*, 10:194-199, 1978.
- 50- Daniels, J.: Physiological characteristics of champion male athletes. *Research Quarterly*, 45:342-348, 1974.
- 51- Daniels, J.: A physiologist's view of running economy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17:332-338, 1985.
- 52- Daniels, J., Krahenbuhl, G., Foster, C., Gilbert, J., Daniels, S.: Aerobic responses of female distance runners to submaximal and maximal exercise. *Annals of the New York Academy of Sciences* 301:726-733, 1977.

- 53- Daniels, J., Oldridge, N.: Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. *Medicine and Science in Sports*, 3:161-165, 1971.
- 54- Daniels, J., Oldridge, N., Nagle, F., White, B.: Differences and changes in VO_2 among young runners 10 to 18 years of age. *Medicine and Science in Sports* 10:200-203, 1978a.
- 55- Daniels, J., Scardina, N., Foley, P.: VO_2 submax during five modes of exercise. In Bachl et al. (Eds) *Proceedings of the World Congress on Sports Medicine*, pp. 604-615, Urban Schwarzenberg. Vienna, 1984a.
- 56- Daniels, J., Scardina, N., Hayes, J., Foley, P.: Variations in VO_2 submax during treadmill running. Abstract. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 16:108, 1984b.
- 57- Daniels, J., Scardina, N., Hayes, J., Foley, P.: Elite and sub-elite female middle- and long-distance runners. In Landers (Ed.) *The 1984 Olympic Scientific Congress Proceedings. Vol. 3, Sport and elite performers*, pp. 57-72, Human Kinetics, Champaign, 1986b.
- 58- Daniels, J., Yarbrough, R., Foster, C.: Changes in VO_2 max and running performance with training. *European Journal of Applied Physiology*, 39:249-254, 1978b.
- 59- Daniels, N., Daniels, J., Baldwin, C., Bradley, P.: The effect of wind on the aerobic demand of running. Abstract. Presented at the 1986 National Meeting of the American College of Sports Medicine, Indianapolis, 1986a.
- 60- Davies, C.: Effects of wind assistance and resistance on the forward motion of a runner. *Journal of Applied Physiology* 48:702-709, 1980a.
- 61- Davies, C.: Metabolic cost of exercise and physical performance in children with some observations on external loading. *European Journal of Applied Physiology* 45:95-102, 1980b.
- 62- Davies, C., Thompson, M.: Aerobic performance of female marathon and male ultramarathon athletes. *European Journal of Applied Physiology* 41:233-245, 1979.
- 63- Dill, D.: Marathoner DeMar: physiological studies, *Journal of the National Cancer Institute* 35: 185-191, 1965.
- 64- DiPrampo, P., Davies, C., Cerretelli, P., Margaria, R.: An analysis of O_2 debt contracted in submaximal exercise. *Journal of Applied Physiology* 29:547-551, 1970.

- 65- **Dolgener, F.:** Oxygen cost of walking and running in untrained, sprint trained, and endurance trained females. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 22:60-65, 1982.
- 66- **Durrin, J.V., Womersley, J.:** Body fat assessed from total body and its estimation from skinfold thickness measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br. J.Nutr.* 32:77-79, 1974.
- 67- **Durusoy, F.:** Genç Kadın ve Spor. *Spor Hekimliği Dergisi*, Cilt 20, Sayı 4 S:151-156, Aralık 1985.
- 68- **Ergen, E.:** Some Physiological Factors Affecting 5km. Running Performance in Active Males and Females.
- 69- **Ergen, E.:** Türk atletlerinin vücut kompozisyonları. *Spor Hekimliği Dergisi* Cilt:17, Sayı:4, S:129-140, Aralık 1982.
- 70- **Farrel, P., Wilmore, J., Coyle, E., Billings, J., Costill, D.:** Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Medicine and Science in Sports*, 11:338-344, 1979.
- 71- **Felig, P., Wahren, J.:** Amino acid metabolism in exercising man. *Journal of Clinical Investigation*, 50:2703, 1971.
- 72- **Forsyth, H.S., Sinnig, W.E.:** The anthropometric estimation of body density and lean body weight of male athletes. *Med.Sci.Sport.* 5:174-180, 1973.
- 73- **Fox, E.L., Bowers, R.W. and Foss, M.L.:** *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics.* Fourth Edition Saunders College Publishing. P.67-69, 286-316, 324-364, 376-409, 553-566, New York 1988.
- 74- **Fukunaga, T., Matsuo, A.:** Effect of running velocity on external mechanical power output. *Ergonomics*, 23:123-136, 1980.
- 75- **Fukunaga, T., Matsuo, A., A. Yuase, K., Fukimatsu, H., Asahina K.:** Mechanical power output in running. In Asmussen Jorgensen (Eds) *Biomechanic VI-B.* pp. 17-22, University Park Press. Baltimore, 1977.
- 76- **Furusawa, K., Hill, A., Long, C., Lupton, H.:** Muscular exercise and oxygen requirement. *Proceedings of the Royal Society of London (Biology)* 97:167-176, 1924.
- 77- **Gaesser, G., Brooks, G.:** Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 4 16:29-43, 1984.

- 78- **Gettmann, L.R., Ayres, J.J., Pollock, M.L. and Jackson, A.:** The effect of Circuit Weight Training on Strength, Cardiorespiratory Function and Body Composition of Adult Man. *Med. Sci. Sports*. Vol.10, No:3 S:171-176, 1978.
- 79- **Green, H., Hughson, R., Orr G., Ranney, D.:** Anaerobic threshold, blood lactate, and muscle metabolites in progressive exercise. *Journal of Applied Physiology* 54:1032-1038, 1983.
- 80- **Guyton, C.A.:** Tıbbi Fizyoloji. Çev.:Prof.Dr. Nuran Gökhan, Prof.Dr. Hayrünnisa Çavuşoğlu, Nobel Kitabevi, İstanbul, 1989.
- 81- **Gür, H.:** Uzun Mesafe Koşucularının Başarılarının Belirlenmesinde Etkili olan Fizyolojik Parametreler. *H.Ü. Spor Bilimleri Bülteni*, Cilt:1, Sayı:3-4, S:10-15, Aralık 1990.
- 82- **Hagan, R., Smith, M., Gettman, L.:** Marathon performance in relation to maximal aerobic power and training indices. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 13:185-189, 1981.
- 83- **Hagan, R., Strathman, L., Gettman, L.:** Oxygen uptake and energy expenditure during horizontal treadmill running. *Journal of Applied Physiology*, 49:571-575, 1980.
- 84- **Hagberg, J., Coyle, E., Carroll, J., Miller, J., Martin, W. et al.:** Exercise hyperventilation in patients with McArdle's disease. *Journal of Applied Physiology* 52: 991-994, 1982.
- 85- **Hagberg, J., Nagle, Fa., Carlson, J.:** Transient O₂ uptake response at the onset of exercise. *Journal of Applied Physiology*, 44:90-92, 1978.
- 86- **Hardman, A.E.:** The Influence of Training on metabolic Responses to Submaximal Exercise. *Brit. J.Sports. Med.* 16:107, 1982.
- 87- **Harrison, G.G., Buskirk, E.R., Carter, J.E.L., Johnston, F.E., Lohman, T.G., Pollock, M.L., Roche, A.F. and Wilmore, J.:** Skinfold Thicknesses and Measurement Technique. *Anthropometric Standardization Reference Manuel* Ed. T.G. Lohman A.F. Roche. and R.Martorell, Human Kinetics. Books, S:55-70, Illinois 1988.
- 88- **Heck H., Mader, A., Hess, G., Mucke, S., Muller, R. et al.:** Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *International Journal of Sports Medicine* 6:117-130, 1985.

- 89- **Heglund, N.C., Cavagna, G.A., Fedak, M.A., Taylor, C.R.:** Muscle efficiency during locomotion: How does it vary with body size and speed? *Federation Proceedings*. 38:1443, 1979.
- 90- **Heglund, N.C., Fedak, M.A., Taylor, C.R., Cavagna, G.A.:** Energetics and mechanics of terrestrial locomotion. IV. Total mechanical energy changes as a function of speed and body size in birds and mammals. *Journal of Experimental Biology* 97:57-66, 1982.
- 91- **Henritze, J., Weltman, A., Schurrer, R., Barlow, K.:** Effects of training at and above the lactate threshold on the lactate threshold and maximal oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology*, 54:84-88, 1985.
- 92- **Henry, F.:** Aerobic oxygen consumption and alactit debt in muscular work. *Journal of Applied Physiology*, 3:427-438, 1951.
- 93- **Hettinger, T., Muller, E.A.:** Der Einflub des Schuhgewichtes auf den Energieumsatz beim Gehen und Lastentragen (The influence of shoe weight on the energy cost of walking ad load carrying). *Arbeitsphysiologie*, 14:437-441, 1952.
- 94- **Hill, A., Lupton, H.:** The oxygen consumption during running. *Journal of Physiology (London)* 56:xxxii-xxxiii, 1922.
- 95- **Hill, A., Lupton, H.:** Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Quarterly Journal of Medicine*, 16:135-171, 1923.
- 96- **Högberg, P.:** How do stride length and stride frequency influence the energy output during running. *Arbeitsphysiologie*, 14:437-441, 1952.
- 97- **Howley, E., Glover, M.:** The caloric costs of running and walking one mile for men and women. *Medicine and Science in Sports*, 6:235-237, 1974.
- 98- **Hughes, E., Turner, S., Brooks, G.:** Effects of glycogen depletion and pedaling speed on "anaerobic threshold". *Journal of Applied Physiology*. 52:1598-1607, 1982.
- 99- **Inman, V.T., Ralston H.J., Todd, B.:** Human walking, pp:62-77, Williams and Wilkins, Baltimore, 1981.
- 100- **Ivy, J., Costill, D., Maxwell, B.:** Skeletal muscle determinants of maximum aerobic power in man. *European Journal of Applied Physiology*, 44:1-8, 1980a.

- 101- Ivy, J., Withers, R., Van Handel, P., Elger, D., Costill, D.: Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold. *Journal of Applied Physiology*, 48:523-527, 1980b.
- 102- İşleyen, Ç., Akgün, N.: Futbolcularda ve Spor Yapmayanlarda Submaksimal Efora Kardiovasküler uyum ve Anaerobik Kapasite Değerleri. *Spor Hekimliği Dergisi*, Cilt:17, Sayı:3 S:105-114, Eylül 1982.
- 103- Jackson, A.S., Pollock, M.L., World, A.: Generalized equations for predicting body density of woman. *Med. Sci. Sports*. 12:175-182, 1980.
- 104- Jacobs, I: Blood lactate implications for training and sports performance. *Sports Medicine*, 3:10-25, 1986.
- 105- Jones, B.M., Toner, M., Daniels, W., Knapik, J.: The energy cost and heart rate response of trained and untrained subjects walking and running in shoes and boots. *Ergonomics*, 27:895-902, 1984.
- 106- Kandeydi, H., Ergen, E.: Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Öğrencileri ile Tıp Öğrencilerinin Fizyolojik ve Fonksiyonel Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Spor Hekimliği Dergisi*. Cilt:17, Sayı:2, S:53-59, 1982.
- 107- Kaneko, M., Ito, A. Fuchimoto, T., Toyooka, J.: Mechanical work and efficiency of young distance runners during level running. In Morecki et al. (Eds) *Biomechanics VII-B*, pp:234-240, University Park Press, Baltimore, 1981.
- 108- Kaneko, M., Matsumoto, M., Ito, A., Fuchimoto, T.: Optimum step frequency in constant speed running. In Jonsson (Ed.) *Biomechanics X-B*, pp:803-807, Human Kinetics, Champaign, 1987.
- 109- Katch, I.F., McArdle, W.D.: Prediction of body density from simple anthropometric measurements in collage-age men and women. *Human Biol.* 45:445-454, 1973.
- 110- Katch, I.F., McArdle, W.D., Katch, V.L.: *Exercise physiology*. Lea and Febiger Third Edition. Philadelphia/Londra, 1991.
- 111- Katch, I.F., Behnke, R.A.: Arm X-Ray assesment of percent body fat in man and women. *Med.Sci. Sport*. 16:3, S:316-321, 1984.
- 112- Keren, G., Epstein, Y., Magazanik, A., Sohar, E.: The energy cost of walking and running with and without a backpack. *European Journal of Applied Physiology*, 46- 317-324, 1981.
- 113- Kilbom, A.: Physical training in women *Scan. J. Clin.L. Invest.*, 28(Suppl):119, 1971.

- 14- Knuttgen, H.G.: Oxygen uptake and pulse rate white running with undetermined and determined stride lengths at different speeds, *Acta Physiologica Scandinavica* 52:366-371, 1961.
- 15- Kohrt W.M., Morgan D.W., Bates, B., Skinner J.S.: Physiological responses of triathletes to maximal swimming, cycling and running. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 19:51-55, 1987.
- 16- Krahenbuhl, G., Morgan, D., Pangrazi, R.: Longitudinal changes in distance-running performance of young males. *International Journal of Sports Medicine* in press, 1989.
- 17- Krahenbuhl, G., Pangrazi, R.: Characteristics associated with running performance in young boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 15:486-490, 1983.
- 18- Krahenbuhl, G., Skinner, J., Kohrt, W.: Developmental aspects of maximal aerobic power in children. In Terjung (Ed.) *Exercise and sport sciences review*. Vol. 13, pp:503-538. Macmillan, New York, 1985.
- 19- Krahenbuhl, G.S., Pangrazi, R.P., Chomokos, E.A.: Aerobic Responses of Young Boys to Submaximal Running, *Res. Q.* 50:413-421, 1979.
- 20- Kuter, T.M., Öztürk, F.: 8 Haftalık Egzersizin 35-45 Yaş Arası Sedenterlerde Aerobik Güç ve Tansiyon Üzerine Etkileri. *Spor Hekimliği Dergisi*, Cilt 26, Sayı:4, S:123-128, Aralık 1991.
- 21- Larish, D., Martin, P., Mungiole, M.: Characteristic patterns of gait in the healthy old. *Annals of the New York Academy of Sciences* 515:18-32, 1987.
- 22- Léger, L., Mercier, D.: Gross energy cost of horizontal treadmill and track running. *Sports Medicine* 1:270-277, 1984.
- 23- Léger, L., Mercier, D., Gauvin, L.: The relationship between $\%VO_{2max}$ and running performance time. In Landers (Ed.) *The 1984 Olympic Scientific Congress Proceedings*. Vol.13, Sport and elite performers, Human Kinetics, pp:113-119, Champaign, IL, 1986.
- 24- Lemon, P., Mullin, J.: The effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. *Journal of Applied Physiology* 48:624-629, 1980.
- 25- Linden, M.: Factor analytical study of olympic decathlon data *Res. Quart.* 48:562, 1972.

- 126- **Lohman, T.G.:** Skinfolds and body density and their relation to body fatness, a review *Hum. Biol.* 53:181-225, 1981.
- 127- **Luhtanen, P., Komi, P.V.:** Mechanical energy state during running. *European Journal of Applied Physiology* 38:41-48, 1978.
- 128- **MacDougall, J.D.:** The anaerobic threshold: its significance for the endurance athlete. *Canadian Journal of Applied Sports Sciences*, 2:137-140, 1977.
- 129- **MacDougall, J., Reddan, W., Layton, C., Dempsey, J.:** Effects of metabolic hyperthermia on performance during heavy prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology* 36:538-544, 1974.
- 130- **MacDougall, Ö., Roche, P., Bar-Or, O., Moroz, J.:** Maximal aerobic capacity of Canadian school children: prediction based on age-related oxygen cost of running. *International journal of Sports Medicine*, 4:194-198, 1983.
- 131- **Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Phillippi, H., Schurch, P.:** Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit. *Sportarzt und Sportmedizin* 27:80-88, 109-112, 1976.
- 132- **Margarita, R.:** Biochemistry of muscular contraction and recovery, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 3:145-156, 1963.
- 133- **Margaria, R., Cerretelli, P., Aghemo, P., Sassi, J.:** Energy cost of running, *Journal of Applied Physiology*, 18:367-370, 1963a.
- 134- **Margaria, R., Cerretelli, P., DiPrampo, P., Massari, C., Torelli, G.:** Kinetics and mechanism of oxygen debt contraction in man, *Journal of Applied Physiology*, 18:371-377, 1963b.
- 135- **Margaria, R., Mangili, F., Cuttica, F., Cerretelli, P.:** The kinetics of oxygen consumption at the onset of muscular exercise in man, *Ergonomics*, 8:49-54, 1965.
- 136- **Margaria, R., Oliva, R., DiPrampo, P., Cerretelli, P.:** Energy utilization in intermittent exercise of supermaximal intensity. *Journal of Applied Physiology*, 26:752-756, 1969.
- 137- **Maron, M., Horvath, S., Wilkerson, J., Gliner, J.:** Oxygen uptake measurements during competitive marathon running. *Journal of Applied Physiology*, 40:836-838, 1976.
- 138- **Martin, P.:** Mechanical and physiological responses to lower extremity loading during running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17:427-433, 1985.

- 139- **Martin, P., Fernhall, B., Krahenbuhl, G.:** The effect of workout intensity on running economy and mechanics. Abstract, Hong Kong Sports Medicine Conference, Hong Kong, 1987.
- 140- **Maughan, R., Leiper, J.:** Aerobic capacity and fractional utilisation of aerobic capacity in elite and non-elite male and female marathon runners. *European Journal of Applied Physiology*, 52:80-87, 1983.
- 141- **Mayhew, J.L., Piper, F.C., Holmes, J.A.:** Prediction of body density fat weight and lean body mass in male athletes. *J.Sports. Med. Phy. Fitness*. 21:383-389, 1981.
- 142- **Mayers, N., Gutin, B.:** Physiological characteristics of elite prepubertal cross-country runners. *Medicine and Science in Sports*, 11:172-176, 1979.
- 143- **Mayes, R., Hardman, A.E., Williams, C.:** The Influence of Training on Endurance and Blood Lactate Concentration during Submaximal exercise. *Brit. J. Sports. Med.* 21(3):119-124, 1987.
- 144- **McMiken, D., Daniels, J.:** Aerobic requirements and maximum aerobic power in treadmill and track running. *Medicine and Science in Sports*, 8:14-17, 1976.
- 145- **Messier, P.S. and Cirillo, K.J.:** Effects of a Verbal and Visual feedback System on Running Technique, Perceived exertion and Running Economy in Female Novice Runners. *Journal of Sports Sciences*, No:7, S:113-126, 1987.
- 146- **Milesis, C.A. et al.:** Effects of Different Durations of Physical Training on Cardio respiratory Function, Body Composition, and Serum Lipids. *Res. Quart.*, 47:716, 1976.
- 147- **Morgan, D.:** Effects of a prolonged maximal run on running economy and running mechanics. Unpublished doctoral dissertation. Arizona State University, 1988.
- 148- **Morgan, D., Baldini, F., Martin, P.:** Day-to-day stability in running economy and step length among well-trained male runners. Abstract. *International Journal of Sports Medicine*, 8:242, 1987.
- 149- **Morgan, D., Baldini, F., Martin, P., Kohrt, W.:** Ten km performance and predicted velocity at VO_{2max} among well-trained male runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21:78-83, 1989.
- 150- **Morgan, D., Martin, P.:** Effects of stride length alteration on racewalking economy. *Canadian Journal of Applied Sports Sciences*, 11:211-217, 1986.

- 151- Morgan, D., Martin, P., Krahenbuhl, G., Baldini, F.: Daily stability in running economy and running mechanics. Unpublished manuscript, 1988.
- 152- Morgan, D.W., Martin, P.E., and Krahenbuhl, G.S.: Factors Affecting Running Economy. *Sports Medicine*, 7:310-330, 1989
- 153- Myers, M., Steudel, K.: Effect of limb mass and its distribution on the energetic cost of running. *Journal of Experimental Biology*, 116:363-373, 1985.
- 154- Nike Sport Research Review. *Running Economy*, September/October, 1989.
- 155- Nobel, B.J.: *Physiology of Exercise and Sport*. Times Mirror Mosby College Publishing, S:96-111, 229-274, 282-301, 1986.
- 156- Noland, M., and Kearney, J.T.: Anthropometric and Densitometric Responses of Women to Specific and General Exercise. *The Research Quarterly*, Vol:49, No:3, S:322-328, 1978.
- 157- Odabaş, I.: Radyolojik Araştırma Yöntemi ile Kuvvet Antrenmanlarının Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1987.
- 158- Orr, G.W., Green, H.J., Hughson, R.L., Bennett, G.: A computer linear regression model to determine the ventilatory anaerobic threshold. *Journal of Applied Physiology*, 52:1349-1352, 1982.
- 159- Parizkova, J., Rogozkan, V.A.: Nutrition physical fitness and health, 1984.
- 160- Parizkova, J.: Body fat and physical fitness. Body composition and Lipid metabolism in different regimes of physical activity. Martinus Nijhoff B.V. publishers, S:15-87, Czechoslovakia, 1977.
- 161- Parizkova, J.: Body composition and exercise during growth and development. Editör G.L. Rarick, Academic Press. Inc. S:97-124, U.S.A., 1973.
- 162- Pate, R., Barnes, C., Miller, W.: A physiological comparison of performance-matched female and male distance runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 56:245-250, 1985.
- 163- Patton, J. Vogel, J.: Cross-sectional and longitudinal evaluations of an endurance training program. *Medicine and Science in Sports*, 9:100-103, 1977.

- 164- **Petray, C., Krahenbuhl, G.:** Running training, instruction on running technique, and running economy in 10-year-old males. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 56:251-255, 1985.
- 165- **Pollock, M.:** Submaximal and maximal working capacity of elite distance runners. Part 1: Cardiorespiratory aspects. *Annals of the New York Academy of Sciences* 301:310-322, 1977.
- 166- **Pollock, M., Jackson, A., Ayres, J., Ward, A., Linnerud, A. et al.:** Body composition of elite class distance runners. *Annals of the New York Academy of Sciences* 301:361-370, 1977.
- 167- **Pollock, M., Jackson, A., Pate, R.:** Discriminant analysis of physiological differences between good and elite distance runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 51:521-532, 1980.
- 168- **Powers, S.K., Hopkins, P., Ragsdale M.R.:** Oxygen uptake and ventilatory responses to various stride lengths in trained women. *American Corrective Therapy Journal* 36:5-8, 1982.
- 169- **Pugh, L.:** Oxygen intake and track and treadmill running with observations on the effect of air resistance. *Journal of Physiology (London)* 207:823-835, 1970.
- 170- **Pugh, L.:** The effect of wind resistance in running and walking and the mechanical efficiency of work against horizontal and vertical forces. *Journal of Physiology (London)* 213:255-270, 1971.
- 171- **Robinson, S., Robinson, D., Mountjoy, R., Bullard, R.:** Influence of fatigue on the efficiency of men during exhaustive runs. *Journal of Applied Physiology*, 12:197-201, 1958.
- 172- **Rowel, L., Brengelmann, G., Murray, J., Kraning, K., Kusumi, F.:** Human metabolic response to hyperthermia during mild to maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 26:395-402, 1969.
- 173- **Rowland, T., Green, G.:** Physiological responses to treadmill exercise in females: adult-child differences. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20:474-478, 1988.
- 174- **Saltin, B., Astrand, H-O.:** Maximal oxygen uptake in athletes. *Journal of Applied Physiology*, 23:353-358, 1967.
- 175- **Saltin, B., Stenberg, J.:** Circulatory response to prolonged severe exercise, *Journal of Applied Physiology*, 19:833-838, 1964.

- 176- **Sargent, R.:** The relation between oxygen requirement and speed in running. Proceedings of the Royal Society of London (Biology) 100:10-12, 1926.
- 177- **Senay, L., Kok., R.:** Effects of training and heat acclimation on blood plasma contents of exercising men. Journal of Applied Physiology, 43:591-599, 1977.
- 178- **Sherman, W., Lamb, D.:** Nutrition and prolonged exercise. In Lamb Murray (Eds) Prolonged exercise, pp:213-280, Benchmark Press, Indianapolis, 1988.
- 179- **Shorten, M., Wootton, S., Williams, C.:** Mechanical energy changes and the oxygen cost of running Engineering Medicine 10:213-217, 1981.
- 180- **Sidney, K., Shephard, R.:** Maximum testing of men and Women in the seventh, eighth, and ninth decades of life. Journal of Applied Physiology, 43:280-287, 1977.
- 181- **Sjodin, B., Jacobs, I.:** Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. International Journal of Sports Medicine, 2:166-170, 1981.
- 182- **Sjodin, B., Jacobs, I., Svendenhag, J.:** Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA European Journal of Applied Physiology, 49:45-57, 1982.
- 183- **Sjodin, B., Svendenhag, J.:** Applied physiology of marathon running., Sports Medicine, 2:83-99, 1985.
- 184- **Skinner, J.S., Hustler, R., Bergteinova, V., Buskirk, E.R.:** Perception of effort during different types of exercise and under different environmental conditions. Medicine and Science in Sports, 5:110-115, 1973.
- 185- **Sloon, A.V.:** Estimation of body fat in young men. Journal Applied Physiology, 23:311-315, 1967.
- 186- **Sloon, A.V., Burt, Ö.Ö., Blyth, C.S.:** Estimation of body fat in young women. Journal Applied Phsiology, 17:967, 1967.
- 187- Sports Medicine. Çeviri:Yüksek Lisans Öğrencileri. Vücut Yapısı ve Profil ölçme ve Uygulama Tekniği, İstanbul, 1985.
- 188- **Stegmann, H., Kindermann, W.:** Comparison of prolonged exercise test at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4mmol/L lactate. International Journal of Sports Medicine, 3:105-110, 1982.

- 189- Svendenhag, J., Sjodin, B.: Maximal and submaximal oxygen uptakes and blood lactate levels in elite male middle- and longdistance runners. *International Journal of Sports Medicine*, 5:255-261, 1984.
- 190- Svendenhag, J., Sjodin, B.: Physiological characteristics of elite male runners in and off-season. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 10:127-133, 1985.
- 191- Şenocak, M.: Tıbbi İstatistik, Genel Kavramlar-Uygulama Modelleri, Sermet Matbaası S:135-143, Kırklareli, 1986.
- 192- Şentürk, S., Durusoy, F., İşleyen, Ç.: Aerobik Antrenmanların Ortayaşlı Kadınlarda Gösterdiği Etkiler, *Spor Hekimliği Dergisi*, Cilt:27, Sayı:3, S:77-84, Eylül 1992.
- 193- Tanaka, K., Matsuura, Y., Kumagai, S., Matsuzaka, A., Hirakoba, K. et al: Relationships of anaerobic threshold and onset of blood lactate accumulation with endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, 52:51-56, 1983.
- 194- Taylor, C.R.: The energetics of terrestrial locomotion and body size in vertebrates. In Pedley (Ed.) *Scale effects in animal locomotion*, pp:127-141, Academic Press, New York, 1977.
- 195- Taylor, C.R.: Force development during sustained locomotion: a determinant of gait, speed and metabolic power. *Journal of Experimental Biology*, 115:253-262, 1985.
- 196- Taylor, C.R.: Energetics of locomotion: What sets the cost? In Saltin (Ed.) *Biochemistry of exercise VI*, pp:409-415, Human Kinetics, Champaign, 1986.
- 197- Taylor, C.R., Heglund, N.C., Maloiy G.M.O.: Energetics and mechanics of terrestrial locomotion. I. Metabolic energy consumption as a function of speed and body size in birds and mammals., *Journal of Experimental Biology*, 97:1-21, 1992.
- 198- Taylor, C.R., Heglund, N.C., McMahon, T.A., Looney, T.R.: Energetic cost of generating muscular force during running. *Journal of Experimental Biology*, 86:9-18, 1980.
- 199- Taylor, C.R., Schmidt-Nielsen, K., Raab, J.: Scaling of energetic cost of running to body size in mammals. *American Journal of Physiology*, 219:1104-1107, 1970.

- 200- Taylor, C.R., Shkoinik, A., Dmi'el, R., Baharav, D., Borut, A.: Running in cheetahs, gazelles, and goats; energy cost and limb configuration. *American Journal of Physiology*, 227:848-850, 1974.
- 201- **Theg-Tipton**: Manuel of exercise physiology, Laboratory University of Iowa.
- 202- WALDROP, T.G.: Respiratory Responses and Adaptations to Exercise. *Scientific Foundations of Sports Medicine*.
- 203- Wasserman, K., Hansen, J.E., Sue, D., Whipp, B.J.: Principles of Exercise Testing and Interpretation. Lea and Fibizer Philadelphia, 1987.
- 204- Waters, R., Hislop, H., Perry, J., Thomas, L., Campbell, J.: Comparative cost of walking in young and old adults. *Journal of Orthopaedic Research* 1:73-76, 1983.
- 205- Wells, C., Pate, R.: Training for performance of prolonged exercise. In Lamb and Murray (Eds.) *Prolonged exercise*, pp:357-391, Benchmark Press, Indianapolis, 1988.
- 206- Whipp, B., Seard, C., Wasserman, K.: Oxygen deficit-oxygen dept relationship and efficiency of anaerobic work. *Journal of Applied Physiology*, 28:452-456, 1970.
- 207- Whipp, B., Wasserman, K.: Oxygen uptake kinetics for various intensities of constant load work. *Journal of Applied Physiology*, 33:351-356, 1972.
- 208- White, T., Brooks, G.: (u-14C) glucose-alanine and leucine oxidation in rats at rest and two instensities of running. *American Journal of Physiology*, 240:E1555, 1981
- 209- Wilcox, A., Bulbulian, R.: Changes in running economy relative to VO_{2max} during a cross-country season. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 24:321-326, 1984.
- 210- Williams, K., Cavanagh, P.: Relationship between distance running *Applied Physiology*, 63:1236-1245, 1987.
- 211- Williams, K.R., Cavanagh, P.R.: Biomechanical correlates with running economy in elite distance runners. *Proceedings of the North American Congress on Biomechanics, Montreal*, pp:287-288, 1986.
- 212- Williams, K.R., Cavanagh, P.R., Ziff, J.L.: Biomechanical studies of elite female distance runners. *International Journal of Sports Medicine* 8 (Suppl.):107-118, 1987.

- 213- Williams, K.R.: The Relationship between and Physiological Energy Estimates. *Medicine Science Sports Exercise*, 17:317-325, 1985.
- 214- Williams, C., Nute, M.G.L.: Some Physiological Demands of a Half Marathon Race on Recreational Runners. *Brit.J. Sports. Med.* 17(3):152-161, 1983.
- 215- Wilmore, J., Brown, C., Davis, J.: Body physique and composition of female distance runners. *Annals of the New York Academy of Sciences* 301:764-776, 1977.
- 216- Wilmore, J.H. et. al.: Body Composition Changes with a 10 week program of Jogging. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2:113, 1970.
- 217- Wilmore, J.H.: An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young women. *Ame. J.clin.* 23:267-274, 1970.
- 218- Yazıcı, S.M., İşleyen, C., Ergen, E.: Elit Türk eskrimcilerinin fiziksel profilleri, *Spor Hekimliği Dergisi*, S:130-132, Aralık 1986.
- 219- Yuhasz, M.S.: The effects of sports training on body fat in man with prediction of body weight. Urbana Illinois, 1966.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ