

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

FARKLI FREKANSLARDA UYGULANAN
TİTREŞİMİN FİZYOLOJİK TOPARLANMAYA
ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mustafa BAYİR

Enstitü Anabilim Dalı: Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul GELEN

TEMMUZ 2010

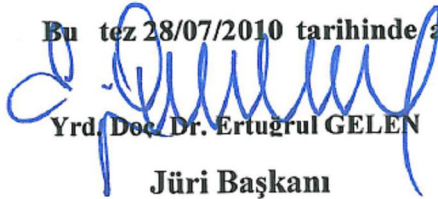
T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

FARKLI FREKANSLARDA UYGULANAN
TİTREŞİMİN FİZYOLOJİK TOPARLANMAYA
ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mustafa BAYİR

Enstitü Anabilim Dalı: Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği

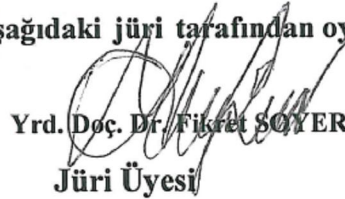
Bu tez 28/07/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


Yrd. Doç. Dr. Ertugrul GELEN
Jüri Başkanı

Kabul

Red

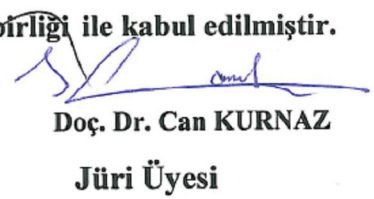
Düzeltme


Yrd. Doç. Dr. Filizet SOYER
Jüri Üyesi

Kabul

Red

Düzeltme


Doç. Dr. Can KURNAZ
Jüri Üyesi

Kabul

Red

Düzeltme

BEYAN

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Mustafa BAYİR

Temmuz 2010

ÖNSÖZ

Günümüzde spor büyük bir sektör haline gelmiş, spora yapılan yatırımın artması sporun hayatımızda sadece sağlık için yapılmadığı aynı zamanda iş hayatımızdaki ve sosyal hayatımızdaki yerinin önemini de ortaya koymaktadır.

Yapılan olimpiyatlar ve spor yarışmalarının ülkelerin onuru haline gelmesiyle sporun devlet tarafından desteklenmesinin gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Sporda başarı elde edebilmek için birçok devlet deney ve laboratuvar çalışmalarıyla sporu ilerletme çabasına girmiş, antrenman bilimin önemi ve gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Yüklenmeler sonrası fizyolojik olarak en hızlı ve kısa sürede normale dönme bu araştırmanın konusunu oluşturmuştur. Yaptığımız bu çalışmanın ileride yapılacak olan antrenman bilimleri çalışmalarına yardımcı olmasını umuyoruz.

Büyük zahmet ve emekler sonucunda yapılan bu çalışmada bana yardımını esirgemeyen her konuda bana katlanan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul GELEN'e, araştırmalarda beraber çalıştığım Ferhat KUTLUAY'a, çalışmalara gönüllü olarak katılan ve büyük fedakarlıkta bulunan bütün sporcu arkadaşlarıma, manen bana destek veren değerli çalışma arkadaşlarım Levent TEKİN'e ve Osman GÜL'e sonsuz teşekkür ederim.

Mustafa BAYİR

Temmuz 2010

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
RESİMLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
KISALTMALAR	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: GENEL BİLGİLER	7
1.1. Yüklenmeler Sonrası Fizyolojik Toparlanma.....	7
1.1.1. Toparlanma	7
1.1.2. Merkezi Sinir Sistemi ve Performans İlişkisi	8
1.1.3. Optimal Performans Varsayımları	8
1.1.4. Yüklenmeler Sonrası Laktik Asit Uzaklaştırılması ve Toparlanma	9
1.2. Titreşim	11
1.2.1. Titreşim.....	11
1.2.2. Titreşimin Faydası ve Antrenman.....	12
1.2.3. Vibrasyonun Zararlı Etkileri.....	15
1.2.4. Vibrasyonun Zararlı Etkileri.....	17
1.2.5. Vibrasyonun Diğer Etkileri	17
1.3. Egzersiz	18

1.3.1. Egzersizde Enerji Metabolizması.....	18
1.3.2. Enerji Sistemleri.....	19
1.3.3. Anaerobik Metabolizma	24
1.3.3.1. Laktik Asit	24
1.3.3.2. Egzersiz Esnasında Laktik Asit Üretiminin Düzenlenmesi.....	25
1.3.4. Aerobik Metabolizma.....	26
1.4. Egzersiz Esnasında Enerji Metabolizması.....	27
1.4.1 Kısa Süreli Egzersizlerde Enerji Metabolizması	28
1.4.2. Uzun Süreli Egzersizlerde Enerji Metabolizması.....	29
1.4.3. Egzersiz Sırasında Aerobik ve Anaerobik Enerji Kaynakları Arasındaki İlişki.....	30
BÖLÜM 2: YÖNTEM	31
2.1. Denekler	31
2.2. Veri Toplama Araçları	31
2.3. Verilerin Toplanması.....	31
2.3.1 Ağırlık Ölçümü	32
2.3.2 Boy Ölçümü.....	33
2.3.3 Kalp Atım Sayısı	33
2.3.4. Laktik Asit Ölçümleri.....	33
2.3.5. Bisiklet Ergometresi.....	35
2.3.6. Verilerin Analizi	36
BÖLÜM 3: BULGULAR.....	37
3.1. Deneklerin Demografik Özellikleri	37

3.2. Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Laktik Asit Üzerine Etkileri.....	37
3.3. Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşimin ve Pasif Dinlenme Yöntemlerinin Kalp Atımı Üzerine Etkisini Gösteren Bulgular.....	38
3.4. Pasif Dinlenmenin Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşimin Laktik Asit Üzerinde Etkisi	39
3.5. Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz ve 35 Hz Uygulanan Titreşim Üzerinde Laktik Asit Değerleri	40
3.6. Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz ve 35 Hz Uygulanan Titreşim Üzerinde Laktik Asit Değerleri	40
3.7. Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz ve 35 Hz. Üzerinde Laktik Asit Değerleri.....	41
3.8. Pasif Dinlenmenin Uygulama (25 Hz,30 Hz ve 35 Hz) Hemen Sonrası, 5 dk ve 10 dk Sonrasının Laktik Asit Değerleri	42
3.9. 25 Hz Titreşim Uygulamasının Hemen Sonrası, 5 dk ve 10 dk Sonrasını LA Değerleri.....	43
3.10. 30 Hz Uygulamasının Hemen Sonrası, 5dk Sonrası ve 10 dk Sonrasını Gösteren Değerler.....	43
3.11. 35 Hz de Uygulanan Titreşimin Hemen Sonrası, 5 dk Sonra ve 10 dk Sonrasında Ölçülmüş La Değerler.....	44
3.12. Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim Üzerinde Kalp Atım Sayısına Etkisini Gösteren Veriler	45
3.13. Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim Üzerinde Kalp Atım Sayısı Etkisini Gösteren Veriler	46
3.14. Pasif Dinlenmenin 5 Dk Sonrasında 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim Üzerinde Kalp Atım Sayısı Etkisini Gösteren Veriler.....	47
3.15. Pasif Dinlenmenin 25, 30, ve 35 Hz Titreşim Uygulamasının 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısına Etkisi.....	47

3.16. Pasif Dinlenme Uygulamasının Hemen Sonrası , 5 dk Sonrası ve 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısı Verileri	48
3.17. 25 Hz de Uygulanan Titreşimin Öncesi, Hemen Sonrası, 5 dk ve 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısı Üzerinde Etkisi	49
3.18. 30 Hz Titreşim Öncesinde, Hemen Sonra, 5 dk Sonra ve 10 dk Sonrasında Kalp Atım Sayıları Üzerindeki Verilerin Değerleri.....	49
3.19. 35 Hz Uygulanan Titreşim Uygulamasının, Hemen Sonra 5 dk. Sonra ve 10 dk Sonrası Üzerinde Kalp Atım Sayısı Değerleri	50
TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ	61

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1. Kalp Atım Sayıları İçin Kullanılan Rs 400 Polar Marka Saat	33
Resim 2.2 Laktik Asit Ölçümleri	34
Resim 2.3. Bisiklet Ergometresi Çalışması	35

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.3.1: Enerji Sistemlerinin Maksimal Güç ve Kapasiteleri.....	21
Tablo 3.1: Deneklerin Demografik Özellikleri.....	37
Tablo 3.2: Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Laktik Asit Üzerine Etkileri	38
Tablo 3.3: Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşimin ve Pasif Dinlenme Yöntemlerinin Kalp Atımı Üzerine Etkisini Gösteren Bulgular	39
Tablo 3.4: Pasif Dinlenmenin Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşimin Laktik Asit Üzerinde Etkisi.....	39
Tablo 3.5: Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz ve 35 Hz Uygulanan Titreşim Üzerinde Laktik Asit Değerleri	40
Tablo 3.6: Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz ve 35 Hz Uygulanan Titreşim Üzerinde Laktik Asit Değerleri	41
Tablo 3.7: Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz ve 35 Hz. Üzerinde Laktik Asit Değerleri	42
Tablo 3.8: Pasif Dinlenmenin Uygulama (25 Hz,30 Hz ve 35 Hz) Hemen Sonrası, 5 dk ve 10 dk Sonrasının Laktik Asit Değerleri	42
Tablo 3.9: 25 Hz Titreşim Uygulamasının Hemen Sonrası, 5 dk ve 10 dk Sonrasını LA Değerleri.....	43
Tablo 3.10: 30 Hz Uygulamasının Hemen Sonrası, 5dk Sonrası ve 10 dk Sonrasını Gösteren Değerler	44
Tablo 3.11. 35 Hz de Uygulanan Titreşimin Hemen Sonrası, 5 dk Sonra ve 10 dk Sonrasında Ölçülmüş La Değerleri.....	45
Tablo 3.12: Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim Üzerinde Kalp Atım Sayısına Etkisini Gösteren Veriler.....	46
Tablo 3.13: Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim Üzerinde Kalp Atım Sayısı Etkisini Gösteren Veriler	46

Tablo 3.14. Pasif Dinlenmenin 5 dk Sonrasında 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim Üzerinde Kalp Atım Sayısı Etkisini Gösteren Veriler	47
Tablo 3.15. Pasif Dinlenmenin 25, 30, ve 35 Hz Titreşim Uygulamasının 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısına Etkisi	48
Tablo 3.16: Pasif Dinlenme Uygulamasının Hemen Sonrası , 5 dk Sonrası ve 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısı Verileri	48
Tablo 3.17: 25 Hz de Uygulanan Titreşimin Öncesi, Hemen Sonrası, 5 dk ve 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısı Üzerinde Etkisi	49
Tablo 3.18. 30 Hz Titreşim Öncesinde, Hemen Sonra, 5 dk Sonra ve 10 dk Sonrasında Kalp Atım Sayıları Üzerindeki Verilerin Değerleri	50
Tablo 3.19: 35 Hz Uygulanan Titreşim Uygulamasının, Hemen Sonra 5 dk. Sonra ve 10 dk Sonrası Üzerinde Kalp Atım Sayısı Değerleri	50

KISALTMALAR

ATP	: Adenozin Trifosfat
AMP	: Adenozin Monofosfat
CO₂	: Karbondioksit
Dk	: Dakika
H₂O	: Su
K.A.H	: Kalp Atım Hızı
K.A.S	: Kalp Atım Sayısı
LA	: Laktik Asit
Max VO₂	: Maksimum Aerobik Güç
M	: Metre
MML	: Mililitre
O₂	: Oksijen
PH	: Asit-Baz Dengesi
SV	: Strok Volüm
TCA	: Trikarboksilik Asit
VO_{2m}	: Maksimal Oksijen Kullanımı
WT	: Wingate Testi

Tezin Başlığı: Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşimin Fizyolojik Toparlanmaya Etkisi
Tezin Yazarı: Mustafa BAYİR Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul GELEN
Kabul Tarihi: 28.07.2010 Sayfa Sayısı: x (ön kısım) + 61 (tez)
Anabilimdalı: Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği
<p>Bu araştırmanın amacı farklı frekanslarda uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanma üzerindeki etkisi araştırmaktır. Araştırmaya katılan denekler 13-16 yaş arası atletizm sporuyla ilgilenen sporculardır. Sporcuların boy ortalamaları 170.42 ± 8.54 cm (158-183)cm. ve vücut ağırlıkları 52.14 ± 5.36 kg (43-58) kg. olan 11 genç erkek çalışma grubunu oluşturmaktadır.</p> <p>Çalışma dört protokolden oluşup, bisiklet ergometresinde 30 saniye süre ile 75 gr/kg yük uygulanarak yapıldı. Denekler bisiklet ergometresi yüklenmesinden sonra, pasif dinlenme, 25 Hz, 30 Hz ve 35 Hz de titreşim uygulamalarına maruz bırakılmış olup farklı zamanlarda laktik asit ölçümleri ve kalp atım sayıları alındı. Çalışmada yüklenmeden önce, yüklenmeden hemen sonra, yüklenmeden 5 dk. sonra ve 10 dk. sonra laktik asit ölçümleri ve kalp atım sayıları alınmıştır.</p> <p>Yapılan ölçümler sonrasında 25 Hz de uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanma üzerinde anlamlı farklılıklar bulunmuş olup fizyolojik toparlanmaya pozitif yönde etkisi olduğu gözlenmiştir. Bu da ($p < 0.001$) anlamlı farklılık olarak belirlenmiştir. 5. dk ve 10. dk. da uygulanan protokollerde ise anlamsız farklılıklar bulunmuş olup ANOVA testine sırasıyla $p > 0,877$ ve $p > 964$ gibi farklılıklar bulunmuştur.</p>
Anahtar Kelimeler: Laktik asit, kalp atım sayısı, titreşim.

Title of the Thesis: Physiological Recovery On The Frequency Of Vibration Applied To Different Effect	
Author: Mustafa BAYİR	Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul GELEN
Date: 28.07.2010	No. of pages: x (pretext) + 61 (Thesis)
Department: Physical Education and Sports Teacher	
<p>The purpose of this study at different frequencies of vibration applied to investigate the physiological impact on recovery. Subjects between the ages of 13-16 participated in the research track and field athletes who are interested in sports. 170.42 ± 8.54 cm mean height of athletes (158-183) cm. 52.14 ± 5.36 kg body weight (43-58) kg. The study group comprised 11 young men.</p> <p>Study consisted of four protocols, with a bicycle ergometer for 30 seconds, 75 g / kg load was applied. After installing a bicycle ergometer, subjects, passive recreation, 25 Hz, 30 Hz and 35 Hz have been exposed to vibration at different times of lactic acid and heart rate measurements were taken. Study before it is loaded, just after it installs, it installs five minutes. and 10 min later. After the lactic acid and heart rate measurements were taken.</p> <p>After the measurements at 25 Hz vibration applied to significant effect on recovery of the physiological and physiologically different people have found a positive effect on recovery was observed. It ($p < 0.001$) were found to be significantly different. 5. 10 min min. In the applied protocols and the ANOVA test was meaningless in different $p > 0.877$ and $p > 964$ such differences were found.</p>	
Keywords: Lactic acid, heart rate, vibration.	

GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerde gelişmişlik düzeyine paralel olarak sporun her geçen gün öneminin arttığı bilinmektedir. Bunu en büyük nedenlerinden bir tanesi ülkenin tanıtımıdır, spor alanında kazanılan her başarı ülkenin tanıtımında pozitif yönde etki etmektedir.

Sporun günümüzde ülke ve kültür tanıtımında etkisinin büyük olması nedeniyle birçok Avrupa ülkesi spora önemli derecede yatırım yapmaktadır. Bu da spor bilimcilerin ve antrenman bilimleri üzerinde araştırmaya deney ve yöntemlerle sporculardaki performansı artırmaya yönlendirmiştir. Sporcular üzerinde yapılan birçok deney ve testler sonucunda her geçen gün spor alanında yenilikler ve yeni antrenman metotları geliştirilmektedir. Günümüzde geçmişe nazaran daha sağlıksız hava koşulları ve doğal çevrenin olmasına rağmen sporda her geçen yıl yeni rekorların kırılması antrenman bilimlerinin geliştirilmesine ve spor bilimcilerin bu alanda yaptıkları çalışmalara bağlı olduğu bilinmektedir. (Shephard, 1971).

Birçok araştırmanın sonucunda varılan noktada sağlıklı bir yaşam için düzenli egzersizin gerekliliğine değinilmiştir. Egzersiz yaparken birçok fizyolojik değişimler, kan değerlerin değişimi, kalp atım sayısının artması vb. değişimler gözlenir. Bu değerlerin değişimi de egzersiz veya antrenmanın şiddeti ve süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. İnsanların günlük yaşamlarında güne daha iyi başlaması, iş hayatında daha verimli olması da sporun büyük etkisinin olduğu bilinmektedir, bu da günlük hayatımızda sporun fizyolojik ihtiyaçlar gibi gerekli olduğu sonucuna götürmektedir.

Bu araştırmada yapılan çalışmalar sonrasında antrenman sonrasında sporcuların daha erken toparlanma sürecine pozitif veya negatif yönde titreşimin etkisini incelemeye çalıştık. Her geçen yıl antrenman bilimleri birikimli bilgilerle ilerleme kaydetmektedir. Bilgi birikimi sonucunda uygulama safhasına daha kısa zamanda geçilebilmekte sporun ve sporcunun gelişimi için büyük aşamalar kaydedilmektedir. Yapılan çalışmalar ile en sağlıklı bilgi elde etme yollarına başvurulmuştur.

Isınma sonrası bisiklet ergometresi ile yapılan yüklenme ile kandaki laktik asit miktarı ve fizyolojik toparlanmanın süresi üzerinde duruldu.

Laktik asit miktarı üreten vücudun laktik asit ile yorgunluğun paralel olduğu varsayılarak yapılan testler sonucu bazı bulgular elde edilmiştir. Laktik asit (LA) konsantrasyonu egzersiz performansını belirlemede yararlı bir göstergedir ve genel olarak egzersiz yapan kasın anaerobik metabolizmasını yansıtır.

Yüklenmenin süresine şiddetine bağlı olarak aerobik metabolizmanın sınırlarının aşılması glikoliz hızını artırır, bunun sonucunda ise laktik asit oluşur. Laktik asit oluşumu ile birlikte PH düşer, PH' düşmesi kas kasılmasını etkiler ve fosforuktakinaz enzim inhibasyonuna neden olur. Glikoliz yavaşlar ve enerji veren metabolitler azalır. Kas ve kanda biriken laktik asit ise yorgunluğa yol açar ve sporcunun performansı düşer. Bu durumda laktik asitin vücuttan uzaklaştırılması için dinlenme kaçınılmaz hale gelir.

Günümüzde birçok spor dalında zamana karşı yarışmalar ve müsabakalar yapıldığı için vücudun kısa sürede fizyolojik olarak normale dönmesinin önemi daha da artırmıştır. (Katz,1988).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı farklı frekanslarda uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanma üzerindeki etkisini incelemektir.

Araştırmanın Ana Problemi

Farklı frekanslarda uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanmaya etkisi var mıdır?

Araştırmanın Alt Problemleri

- 25 Hz. frekansta uygulanan titreşimin laktik asit konsantrasyonuna etkisi var mıdır?
- 30 Hz frekansta uygulanan titreşimin laktik asit konsantrasyonuna etkisi var mıdır?

- 35 Hz frekansta uygulanan titreşimin laktik asit konsantrasyonuna etkisi var mıdır?
- 25 Hz frekansta uygulanan titreşimin kalp atım sayısına etkisi var mıdır?
- 30 Hz frekansta uygulanan titreşimin kalp atım sayısına etkisi var mıdır?
- 35 Hz frekansta uygulanan titreşimin kalp atım sayısına etkisi var mıdır?

Araştırmanın Hipotezi

- 25 Hz frekansta uygulanan titreşimin laktik asit düzeyinde pozitif yönde belirgin bir etkisi vardır.
- 25 Hz de Uygulanan titreşimin kalp atım sayısı üzerinde pozitif yönde belirgin bir etkisi vardır.
- 30 Hz de Uygulanan titreşim laktik asit üzerinde pozitif yönde belirgin bir etkisi vardır.
- 30 Hz de uygulanan titreşim uygulamasının kalp atım sayısı üzerinde pozitif yönde etkisi vardır.
- 35 Hz de uygulanan titreşimin kalp atım sayısı üzerinde pozitif, düşürücü etkisi vardır.
- 35 Hz de Uygulanan titreşimin yüklenme sonrası laktik asit üzerinde belirgin bir etkisi vardır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

- Bu çalışmada kullanılan denekler Sakarya ilinde aktif olarak atletizm sporu yapan 13-16 yaşındaki erkek denekler ile sınırlandırılmıştır.

Araştırmanın Sayıltıları

- Deneklerin performanslarını en üst düzeyde kullanmaları istenip, maksimum performans için kendilerini zorladıkları varsayılmıştır.

Tanımlar

Egzersiz

Kas kuvveti, reaksiyon zamanı, nöromusküler koordinasyon, denge, aerobik anaerobik kapasiteler gibi fiziksel performansta etkili faktörleri geliştirmek amacıyla yapılan programlı düzenli fiziksel aktivitelerdir. (Dolu, 1994).

Egzersiz ve Isınma

Spor, motorik becerilerin belli kurallar içinde yarışdırılması olayıdır. Motorik becerilerin biyomekanik veya kinetik, fizyolojik ve psikomotorik olarak çok genel bir yaklaşımla sınıflamak mümkündür (Dolu 1994).

Temelinde oyun, oyalama ve işten uzaklaşma olan ve katılımı belirleyen etkenlerin başında boş zaman olgusunun geldiği bir faaliyetler ve ilişkiler zinciridir (Karaküçük ve Yetim 1997).

Enerji

Enerji, bir sistemin iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanır. İskelet kasları kimyasal bağ enerjisini mekanik enerjiye (işe) çeviren biyolojik sistemler olarak düşünülebilir (Özbek ve Türkmen 2000).

Aerobik Enerji

Organizmanın oksijenli enerji oluşum sistemidir. Burada hücre düzeyinde kan aracılığı ile gelen oksijen, enerji verici maddeleri yakar. İnsan organizması genelde aerobik yaşam (oksijenli ortamda) süren bir canlıdır.

Aerobik enerji yolu

Mitokondrilerde besin maddelerinin enerji sağlamak üzere oksidasyonu demektir. Aerobik enerji yolu oksijenin ortamda bulunması ile karbonhidrat ve yağların, su ve karbondioksit kadar parçalanması ile enerji elde edilmesini sağlamaktadır (Tiryaki 1993).

Anaerobik enerji

Organizmanın oksijensiz enerji oluşum sistemidir. İki bölümü vardır: ATP-CP'li sistem (alaksit) ve laktik asitli sistem (laktasit).

Tüm fiziksel aktiviteler sırasında önce kas hücresi içinde bulunan hazır ATP (adenozintrifosfat) devreye girer. Daha sonra eğer ortamda yeterli oksijen yoksa enerji verici maddeler oksijensiz olarak yakılırlar. Bu işlem sonunda laktik asit (süt asidi) adı verilen bir yan ürün ortaya çıkar. İşte bu sisteme de laktik asitli sistem de laktik asitli sistem denir. (Fox ve ark 1999).

Anaerobik Enerji Yolu

Anaerobik, vücutta (örneğin, kas hücrelerinde) meydana gelen bir dizi kimyasal tepkime sırasında oksijen kullanılmaması demektir. Dolayısıyla anaerobik metabolizma. Diğer bir deyişle ATP' nin anaerobik yolla yenilenmesi, ATP' nin soluduğumuz oksijen olmadan üretilmesi demektir (Fox ve ark.,1999).

Laktik Asit Sistemi (Anaerobik Glikoz)

Bu sistem 1930 larda iki Alman bilim adamı Gustov Embdlen ve Otto Meyerbof tarafından bulunmuştur. Bu nedenle Embdlen ve Meyerbof devri olarak bilinir. Genel anlamda anaerobik glikoz, glikojenin anaerobik yolla parçalanmasıdır. Bu yolla enerji üretilirken sadece glikoz kullanılır. Kasta depo edilen glikojen glikoza parçalanabilir, glikozdan daha sonra enerji açığa çıkabilir. Anaerobik glikoliz oksijensiz ortamda gerçekleştiği için bu sürece anaerobik glikoliz denir.

Glikoz parçalanması ile iki pirüvik asit molekülü oluşur. Ortamda oksijen olmadığı için sitrik asit döngüsüne girmeyen pirüvik asit laktik aside dönüşür.

Bu arada 3 mol ATP oluşur. Bu yolla ATP oluşturulurken son ürün olarak ortaya laktik asit çıkmasından dolayı bu sisteme laktik asit sistemi adı verilir (Günay 1998)

Toparlanma (Normale Dönme, Rejenerasyon)

Bir fiziksel aktivite sırasında organizmanın homeostasis adı verilen iç dengesi bozulur. Aktivitenin şiddeti ve süresine göre dinlenik durumdaki organizmanın çeşitli değerleri (kalp vuruş sayısı, tansiyon, soluk alma sayısı, kan ph. sı değerleri) değişiklikler gösterir. Fiziksel aktivite bitince de bu değerlerin her biri farklı sürelerde normale yani dinlenik durumdaki değerlere dönerler. İşte bu olaya normale dönme, toparlanma veya rejenerasyon adı verilir. Burada normal süresi yapılan fiziksel aktivitenin şiddeti ve süresine göre değişir. Ayrıca, dinlenme şekli ve kondisyon

düzeyi de bu süreyi etkiler. Literatürler göstermiştir ki aktif dinlenme, normale dönme veya toparlanma süresinde kısaltmaktadır.

Kalp Atım Sayısı (K.A.S.)

Kalp atım sayısı, kanın sistolik fırlatımının bir dakikada, arter çeperlerinde oluşturduğu titreşim sayısıdır. İstirahat halinde çocuklarda ve gençlerde K.A.S. daha fazla iken, yetişkinlerde ve özellikle performansı iyi olan sporcularda yeni kılcal damarların temini ve oksijenin ekonomik olarak kullanılmasından dolayı daha düşüktür. istirahat halinde arasında olan K.A.S., egzersizle birlikte yaklaşık 200'e kadar çıkmakta ve 1saat içinde tekrar normale döndürülebilmektedir. (Guyton, 1986).

Toparlanma

Egzersiz sonrası toparlanmanın amacı, organizmayı dinlendirmek veya egzersizden önceki şartlara yeniden hazırlanmaktır. Toparlanma, organizmanın antrenmanlar arasında yenilenme oranını hızlandırır, yorgunluğu ve sakatlanma riskini azaltır.

Laktik asit yorgunluğa neden olan en önemli faktörlerden birisi olduğundan, toparlanma veya dinlenme, vücuttaki laktik asidin azalmasıyla baslar. Maksimal bir egzersizden sonra kan ve kasta oluşan laktik asidin uzaklaştırılması, pasif dinlenme ile yaklaşık 2 saat, aktif dinlenmede ise 1 saat kadar sürer. (Fox, 1988).

Karaciğerde devamlı olarak glikojen yapılmakta ve harcanmaktadır. Uzun süreli kas çalışmalarında laktik asit oluşur. Egzersiz esnasında vücutta biriken laktik asidin büyük bir bölümünün esas olarak karaciğerde olmak üzere, böbrek ve diğer dokularda geriye doğru tekrardan glikojene sentez edildiği kabul edilir.

Laktik asidin bir kısmı ter ve idrarla dışarıya atılır. Bu yolla laktik asidin uzaklaştırılması fazla önem taşımaz. Egzersiz sonrası toparlanmada, laktik asidin en büyük kısmı (yüzde 85'ten fazlası) yeniden glikojene sentez edilir, kalanı ise CO₂ ve H₂O'ya okside olur.

BÖLÜM 1: GENEL BİLGİLER

1.1. Yüklenmeler Sonrası Fizyolojik Toparlanma

1.1.1. Toparlanma

Yüklenmeden bağılı olarak yorgunluk, yüklenme-sonrası evrede geriye dönüşe başlamaktadır. Performans kapasitesinin tekrar oluşumu ya da bir önceki kapasiteden (yükleme-öncesi evre) daha gelişmiş bir kapasite, performans belirleyici süreçlerin azaldığı ve uyum süreçlerinin başladığı yüklenme sonrası evrede olmaktadır. Bu karmaşıklığı tanımlamak için bazı terimler kullanılmaktadır; yorgunluk, yenilenme ve fazla tamlama. Tanımlar arasındaki ilişkiler karıştığı ve bunların arasında farklılıklar bulunduğu için bu evrede bu süreçlere tatmin edici bir tanım bulmak mümkün olmamaktadır.

Tüm yorgunluk belirtileri ortak olarak myozin-ATP enzimlerinin aktivitelerinde ve iskelet kası hücrelerinin kalsiyum alımında azalma göstermektedir. ATP yenilenmesi iskelet kaslarında ve yenin motor alanları da azalmakta ve kasın kasılma ve rahatlama becerisini sınırlandırmaktadır. Simpson kendi başlarına olmasa da farklı kombinasyonlarla yorgunluğu etkileyen beş temel faktörü şöyle sıralamaktadır.

1. Maddelerin birikmesi, örneğin laktik asidin kas hücrelerinde ve kanda birikmesi.
2. Maddelerin tükenmesi; örneğin kas hücrelerindeki glikojenin tükenmesi.
3. Fizyo-kimyasal durumdaki değişiklikler; asidite yoluyla vücut ısısındaki değişimle yapılarda oluşan yeni organizasyon.
4. Nörohormonal sisteme olan ihtiyaç yoluyla koordinasyon düzenlenmesinde dağılıma
5. Uyarının transferinde sınırlama sinir-kas transformasyon davranışının kötüye gitmesi. Bu konu hakkında yeterince bilgi olmadığından hiç şüphesiz bu beş süreç dışında da yorgunluktan sorumlu süreçler bulunmaktadır. Ancak genel

olarak ikisi hiçbir zaman birbirinden ayrılmasa da yorgunluğun lokal ve merkezi belirtileri hakkında konuşulmalıdır.

1.1.2. Merkezi Sinir Sistemi ve Performans İlişkisi

Kas kasılmaları, uyarıları merkezi sinir sistemine geri götürmektedir. Bu bilgi tek olan süreçlerin sinyallerini iskelet kasma geri götürerek hazırlamakta ya da engellemektedir. Geri dönen sinyaller metabolik süreçlerdeki artışlarla artmaktadır. Büyüyen bilgi transferi merkezi sinir sisteminde artan bir yüke neden olmakta ve bu da engelleyici süreçlerin artmaya başlamasına neden olmaktadır. Bu motor sistemlerin (kuvvet, sürat ve güvenirlilik) fonksiyonel kapasitesinde azalmaya neden olmaktadır. Hücrelerdeki substrat değişimler ve metabolik ürünler yine metabolik performansın azalmasına neden olmaktadır.

Eklem sırasında merkezi sinir sisteminde oluşan değişimlere dikkati çekmekte ve yorgunluğa neden olan ortamların anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Bu Şekiller aynı zamanda ısınmanın merkezi sinir sisteminin aktivasyonunda ve performans potansiyelindeki önemini de netleştirmektedir.

1.1.3. Optimal Performans Varsayımları

Her yük yorgunluğun ani ve kesin olarak başlangıcını etkilenmektedir. Düşük şiddetteki motor aktivitelerdeki bazı parametreler pozitif olabilir ve yorgunluk belirtisi olarak değerlendirilmemelidir.

Yorgunluğun başlangıcı yüke bağlıdır, özellikle de yükü şiddetine ve yüklemenin başlamasından hemen sonra ya da daha uzun süreli bir yüklenmede oluşmaktadır. Çok yüksek şiddetteki yükleme vücudun fonksiyonlarında çok kısa bir sürede dağılmalara neden olabilmektedir (saniye, dakika). Bir 400m koşusu, örneğin, önemli miktarda ATP dönüşümüne, CP düzeyinde azalmaya, kan laktik asidinde ve beyindeki gama-amino asidinde artışa neden olmaktadır. Bu faktörler bir dakikadan daha az bir zamanda oluşacak yorgunluktan sorumludurlar ve yüklemenin ani tekrarını mümkün kılmaktadır.

Burada fosfatlardan elde edilen enerjinin süresinin 3 ile 7 saniye sürdüğü, temelde glikojenden elde edilen anaerobik enerjinin süresinin 35 ile 90 saniye olduğu ve karbonhidratlardan elde edilen aerobik enerjinin dayanıklılık sporlarında 90 dakikaya ulaştığı hatırlanmalıdır. (Ulrich ve Hans, 1994).

1.1.4. Yükleme Sonrası Laktik Asit Uzaklaştırılması ve Toparlanma

Tekrar depolanma süreçleri yorgunluk süreçlerine neden olan yüklemeyi geçmektedir. Yüklenmenin amacı organizmanın daha önce yüklemeye uğramış sistemlerinde (örneğin kalp, atardamar sistemlerinde) regenerasyonu sağlamaktır. Kısa süreli yüksek şiddetteki yüklemelerden sonraki telafi edici yüklemeler sonrasındaki cimmastik ve germe egzersizlerinin, beslenmenin, sıvı alımının ve uykunun temel tekrar depolama faktörlerinden olduğu uzun süreli yüklemelerinden farklı olmaktadır. Dahası, organizmanın bir (veya daha fazla) sistemini yükleyen ve yorgunluğa neden olan ancak aynı anda tekrar depolanmayı da mümkün kılan birçok egzersiz bulunmaktadır. Bunların arasında antrenman etkisine sahip olan ve aynı zamanda merkezi sinir sistemini fonksiyonlarının rahatlamasına ve yenilenmesine yardımcı olan sayısız atletik yüklemeler bulunmaktadır. Böyle bir pozitif etki sporcunun yük toleransına bağlıdır.

Etkili antrenman yüklemesi yoluyla gelişen performansa ön koşul olan yeterli düzeydeki yük toleransını oluşturmanın üzerinde yeterince durulmamıştır. Yük toleransının gelişimindeki en önemli faktör antrenman yükünün doğru seçilmesidir. Yükleme tamamlandıktan sonra baskın olan süreçler organizmada performansı sınırlayıcı değişiklikleri azaltmaya yönlendirmektedir. Yükleme sonrası evre (tekrar depolama-fazla tamlama) performans potansiyelinin ters süreçleriyle özellik göstermektedir.

Tekrar depolama evresinde başlayan yüklemeler oldukça problemlidir. Tekrar depolama süreçleri dağılmakta ya da değişmektedir ve yükleme planlanan düzende devam etmektedir. Eğer tekrar depolama oluşmamışsa belirli bir düzeyi yüklemek bir anlam taşımamaktadır. Bu sadece tek bir egzersiz değil aynı zamanda tüm antrenman ünitesine de uygulanmaktadır.

Antrenmanda zaman kazanmak çok yanlış bir ekonomidir. (sprint tekrarlarında, ardışık sıçramalarda, birikmiş maksimal kuvvet egzersizlerinde yetersiz toparlanma)

Bunun yanında bazen yeni bir egzersize veya antrenman ünitesine başlarken tüm parametreler başlangıç düzeyine dönene kadar beklemekte mümkün değildir. Burada yapılan egzersiz türü, antrenörün gözleme kapasitesini ve yorgunluğu fark etmedeki deneyimi çok önemlidir.

Doğru seçilen yükleme ile sadece azalan performansı etkilemeyecek aynı zamanda yeterli fazla tamlamaya da neden olacaktır.

Fazla-tamlama evresi biyolojik yapıların pozitif uyum sonuçlarından da sorumludur. Organizmanın fonksiyonları genişlemekte ve yük toleransı artmaktadır. Ancak tekrar depolanma yüklemenin neden olduğu yorgunlukta aynı düzeyde olmak zorunda değildir. Bir 100 m sprintinin ve maraton yarışının yükleme-sonrası evreleri buna tipik bir örnek olarak verilebilir.

Hücre fonksiyonlarda oldukça fazla değişikliğe neden olan yüksek düzeydeki bir yorgunluk bazı yapılarda tamir edilebilir zararlara neden olmaktadır ve eski haline dönmesi için zamana ihtiyacı vardır. Yüksek laktat konsantrasyonunun ligament yapısına olan olumsuz etkisi kandaki laktik asidin dönüşümünden daha uzun sürecektir.

Fazla yüklenmeden sonra oluşan yapı kayıpları antrenman sonuçlarını azaltabilir ya da değiştirebilir. Örneğin albumin yapısındaki tekrar depolanma ve yenilenmeyi uzun şiddetli yüklemelerden sonra da uzun süre almaktadır. Sentez performansı %50'nin altına düşmektedir. Diğer örnekler fazla yüklemeler sonrası hücre yapılarındaki mikrotravmaları, hücre zarındaki değişimleri mitokondrilerdeki şişmeleri içermektedir. Yükleme sonrası evre bireysel farklılıklar göstermektedir. Aynı durum yorgunluk için de geçerlidir. Tekrar-depolama ve fazla tamlama evreleri zaman gerektirmektedir. Tekrar depolama süresini azaltmak ve fazla tamlamayı arttırmak ideal olandır, ancak yükleme sonrası evrenin dinamiğinde oldukça fazla sınırlama bulunmaktadır.

1.2. Titreşim (Vibrasyon)

1.2.1. Titreşim

Vibrasyonun insan bedeni üzerine etkisi onlarca yıldır, özelliklede sağlık açısından incelenmektedir. İnsan bedeni günlük yaşamda endüstriyel cihazlar, ulaşım araçları ve daha yakın zamanlarda vibrasyonlu egzersiz aletleri yoluyla vibrasyona maruz kalmaktadır.

Harici vibrasyonun sistemin doğal titreşim frekansları ile çakışması durumunda rezonans ve yüksek osilasyon oluşur, bu da bedene zarar verebilir.

Klinik ortamlarda ağrıları azaltmak için spastik ve paretik kaslara vibrasyon uygulanmıştır. Sporda ise performansı geliştirmek için vibrasyon antrenmanı yöntemleri geliştirilmiştir. Vibrasyonun kuvvet ve güç gelişimi ve nörolojik adaptasyonlar üzerine etkisi hem vibrasyonun özelliklerine (uygulama metodu, amplitüd ve frekans) hem de uygulanan egzersizin özelliklerine (çalışma tipi, yoğunluğu ve miktarı) bağlı gibi görünmektedir. (Luo, 2005).

Çoğu kez, laboratuarlarda vibrasyon doğrudan kas ortası veya tendonlara uygulanır. Rozencrantz ve Rothwell el kaslarına uygulanan vibrasyon uyarımının özellikleri değiştikçe motor korteksteki inhibe edici kortikal nöronların uyarılabilirliklerinin değiştiğini göstermişlerdir. Stevyers ve arkadaşları üç farklı frekansta (20, 75 ve 120 Hz) kas kirişine uygulanan 30'ar saniyelik vibrasyonun Ia afferent sinir aracılığı ile primer motor kortekste uyarıcı etki yaptığı fikrine destek buldular. Smith ve Brouwer belli bir kas-tendon ünitesine uygulanan vibrasyonun o kasa ait motor korteks bölgesinde uyarılabilirliği arttırabildiği sonucuna varmışlardır. Vibrasyon elde tutulan vibrasyon cihazları veya vibrasyon platformları ile insan bedenindeki tendon ve kaslara dolaylı olarak uygulanabilir. Örneğin, quadriceps kaslarını geliştirmek isteyen bir sporcu, vibrasyon platformu aşağı-yukarı titrerken üzerinde 'squat' egzersizleri yapabilir. Bu bir 'tüm vücut vibrasyonu'dur. Vibrasyon alt ekstremiteler yoluyla dolaylı olarak quadricepse iletilir. Bu tezde kullanılan vibrasyon dambılı da vibrasyonu elden dolaylı olarak kol kaslarına iletiyordu. Bu tip vibrasyon uygulamasına "üst ekstremitte vibrasyon çalışması" denir.

Vibrasyon egzersizi cihazları belli bir frekans (0-60 Hz) ve yer değiştirme (<1-10mm) yelpazesinde vibrasyon üretir. Sağlayabildikleri ivme yer çekimi ivmesinin 15 katı kadar (15g) olabilir (1g = 9.81 m/s²). Harici vibrasyon, uygulanan vücut bölgesine göre ‘tüm vücut vibrasyonu’ ve ‘el-kol vibrasyonu’ veya ‘üst ekstremitte vibrasyonu’ olarak sınıflandırılır. Bu tezde ‘üst ekstremitte vibrasyon egzersizi’ ve ‘üst ekstremitte vibrasyonsuz egzersiz’ terimleri kullanıldı. Uygulama bölgesi, frekans ve amplitüd gibi değişkenlerin varyasyonları ile çok çeşitli vibrasyon egzersizi programları uygulanabilir. (Smith, ve Brouwer, 2005).

Birçok atlet ve rehabilitasyon merkezi, egzersiz programlarında vibrasyon egzersizleri kullanmaktadır. Ancak en güvenli ve en etkin vibrasyon programlarının nasıl olması gerektiği ile ilgili bilgiler sınırlıdır. Sportif müsabaka ve antrenmanlar öncesi çeşitli hazırlık aktiviteleri önerilmektedir. Vibrasyon antrenmanlarının nörolojik sistemde akut bir uyarım yarattığı bildirilmektedir. Bu da akut vibrasyon egzersizlerinin yüksek güç üretimi gerektiren fiziksel aktiviteler öncesinde kullanımının güç üretimini arttırmada katkısı olabileceğini gösterir. Bu konuların şüpheye yer bırakmayacak şekilde aydınlatılabilmesi için daha çok nörofizyolojik araştırmaya gereksinim vardır.

1.2.2. Titreşimin Faydaları ve Antrenman

İnsan vücudunun vibrasyonla ilişkisi karmaşıktır. Ciddi sakatlıklar için tehlike arz etse de bazı vibrasyon tiplerinin tedavi edici etkileri ve sağlık için faydaları vardır.

Vibrasyonun bu amaçla kullanımına örnekler şunlardır

- Solunum sorunları olan hastaların akciğerlerini temizleme,
- Sporcular ve romatizmal artritli hastalarının hareket kabiliyeti ve kas fonksiyonlarını geliştirme,
- Ampütasyon geçirmiş uzuvları tedavisi,
- Spastik ve paretik kişilerde kas fonksiyonunu geliştirme

Vibrasyon egzersizlerinin sağlıklı bireylerde uzun süreli kullanımının diğer bir yararı da kemik yoğunluğunu artırmasıdır, bu da osteoporozu engellemede yardımcı olabilir. Vibrasyon egzersizi aletleri her yaş ve her antrenman seviyesindeki kadın ve erkeklerin nöromusküler sistemlerini geliştirmek amacıyla pazarlanmaktadır. Vibrasyon, kas içiğinin afferent sinirlerini harekete geçirmek için belki de en etkin mekanik uyarıcıdır. Kossev ve arkadaşları, önkola uygulanan kısa süreli, düşük amplitüdü ve 80 Hz frekanslı vibrasyondan hemen sonra TMS'ye yanıt olarak elde edilen motor uyarılmış potansiyel amplitüdünde yaklaşık iki kat artış bildirmişlerdir.

Diğer araştırmacılar ise hedef kasa bağlı kortikal projeksiyonlardaki uyarabilirliğin vibrasyon sırasında arttığını teyit etmişler, fakat çevre kasların uyarabilirliğinin baskılandığını saptamışlardır. Bir kasın vibrasyonu -motor nöronu uyararak kas içiğinin primer sonlanmalarını (Ia aferentler) uyarır ve bu da homonim motor ünitelerinde kasılmalara neden olur. (Bishop, 1974).

Kasta tonik bir kasılmaya neden olan, hem monosinaptik hem de polisaptik komponentleri olan bu reflekse 'tonik vibrasyon refleksi' denir. Bu tonik vibrasyon refleksi istemli kas kasılmalarını güçlendirebilir. Vibrasyon bu yoldan güç geliştirici antrenman yöntemleri ile kullanıldığında sporcularda nöromusküler performansı geliştirmeye yardımcı olabilir. Kasların vibrasyonu sırasında daha önce inaktif olan motor ünitelerin devreye sokulmasıyla motor ünite senkronizasyonunda meydana gelen artış, kas gücü artışına neden olan mekanizmalardan biridir. Vibrasyon egzersizinin kardiyovasküler performansı geliştirdiği gösterilmemiştir. Bisiklet ergometresine yerleştirilen vibrasyon cihazı kullanılarak gerçekleştirilen bitkin duruma getirici egzersizin etkilerini inceleyen bir araştırmada, bisiklet egzersizine vibrasyon eklendiğinde nabızda küçük bir artış tespit edilmiştir. Araştırmacılar, maksimal oksijen kullanımının ve kan laktat konsantrasyonlarının bitkin duruma getirici vibrasyonlu bisiklet egzersizinden sonra, maksimal bisiklet egzersizine göre düşmüş olduğunu saptamışlardır (Rosenkrantz ve Rothwell, 2003).

Akut vibrasyon uygulaması sonrası mekanik güçleri artan uluslararası boksörlerde gösterildiği üzere, vibrasyon egzersizleri patlayıcı güç gerektiren bir sportif

müsabaka öncesi ısınma çalışmalarında kullanıldığında nöromüsküler performansı artırabilmiştir. Vibrasyon egzersizi sonrası üst düzey sporcularda, sporcu olmayanlara kıyasla daha büyük güç ve kuvvet artışı izlenmiştir. Üst düzey sporcularda diğerlerine kıyasla geleneksel güç antrenmanları ile nöromüsküler performansı arttırmak daha zor olduğu için, önümüzdeki yıllarda üst düzey atletlerin güç ve kuvvet antrenmanlarında vibrasyon antrenmanları önemli rol oynayabilecektir.

Issurin ve Tennenbaum üniversite veya kulüp sporlarına katılan amatör ve üst düzey atletleri kıyasladıklarında vibrasyonun üst düzey olanlarda önemli düzeyde maksimal güç artışına neden olduğunu bulmuşlardır.

Araştırmacılar bu bulgunun yanı sıra 10 dk'lık 'tüm vücut vibrasyon antrenmanı' uygulanan 14 erkek katılımcıda bacak gücünde önemli artış saptamışlardır. Vibrasyon antrenmanlarının etkileri konusunda mevcut bilimsel kanıtlar çelişkili sonuçlar da vermektedir. Yeterli sayıda iyi kontrollü çalışma mevcut olmasa da, vibrasyon antrenmanlarıyla ilgili kanıtlar yeterli düzeyde amplitüde sahip akut ve uzun vadeli vibrasyon antrenmanlarının güç ve kuvvette artışlara neden olduğunu göstermektedir.

Çeşitli araştırmalar vibrasyon sonrası dinamik ve patlayıcı aktivitelerde gelişme göstermişken, bazı araştırmalar da izometrik maksimal istemli kasılma kuvvetinde gerileme veya çok az gelişme göstermiştir.

DeRuiter ve arkadaşları akut 'tüm vücut vibrasyonu' egzersizi sonrası istemli ve istemsiz (refleks) kas kontraksiyonlarında performans artışı bulmamıştır.

Bu araştırmacılar, maksimal istemli kasılmalar sırasında vibrasyon uygulamasından 90 sn sonra nöral aktivitede azalma olduğunu gösterecek şekilde güç üretiminde düşüş bulmuşlardır. Bu düşüş istemsiz kasılma gücünde daha da çok olmuştur. Vibrasyon, maksimal izometrik aktivitelerde değilse de sadece uzama-kısalma döngüsü içeren patlayıcı güç aktivitelerinde performansı arttırmaktadır.

Vibrasyonun sürekli sıçrama ve serbest kol salınımlı durarak dikey sıçrama (counter movement jump) üzerine etkilerini kıyaslayan bir çalışma da bu tartışmayı desteklemektedir. On günlük bir vibrasyonlu antrenman sonrası 5 sn'lik sürekli sıçrama yüksekliğinde artış tespit edilmiştir. Sürekli sıçrama testi kas gerimi ve gerilme refleksinden etkilenen kısa bir uzama-kısalma döngüsü içerir. Vibrasyon egzersizi sonrası insan plantar fleksör kaslarındaki gerilme refleksinin önemli düzeyde arttığı gösterilmiştir.

Merkezi sinir sistemi tepkilerinin ölçümünde kullanılan, TMS gibi daha hassas nörolojik ölçüm teknikleri, araştırmacıların vibrasyon antrenmanlarının sadece refleks yollar üzerinden değil, merkezi sinir sistemindeki fonksiyonel değişimler ile de sportif performansa ne kadar katkı sağlayabileceğinin veya zarar verebileceğinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır (Griffin, 1996).

1.2.3. Vibrasyon Antrenmanlarının Yapısal Etkileri

Bosco ve arkadaşları 7 olguya 10 gün süre ile VA yaptırmışlar ve 10 günün sonunda 5 sn süreli sıçrama testi (5CJ) uygulamışlar “counter movement jump” (CMJ) testinde sıçrama performansında herhangi bir değişim saptamamışlardır. CMJ'ye herhangi bir etkinin olmamasına sebep olarak, CMJ sırasında 5CJ' ye göre diz ve kalçadaki açılma hızının daha az olmasını göstermişlerdir. Düşük hızlarda Ia afferentlerinden kaynaklanan geri beslemenin, egzantirik fazın konsantrik faza çevrilirken kullanılan gücün oluşturulmasında çok daha az etkisinin olduğunu söylemişlerdir ve Sonuç olarak, bulguları Komi'nin 2000 yılında bildirdiği “germe, kontraksiyon siklusunu kısaltır” şeklindeki sonuçlarına destek olmuştur. Bosco ve arkadaşları VA'nın bir “motor öğrenme etkisi” olduğu ve Ia afferentlerinin, pozitif geri beslemeyi arttırdığı sonucuna varmışlardır (Bosco, Cardinale, Tsarpela, 1998).

VA sonrasında önemli oranda kas hasarı olduğunu öne sürmüşlerdir ancak vibrasyonu submaksimal değil, maksimal ağırlık antrenmanları ile birlikte kullanmışlardır; Bu kombine uygulamanın kas üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bosco ve arkadaşlarının çalışması dışındaki tüm çalışmalarda, VA submaksimal ağırlık antrenmanları ile birlikte uygulanmıştır. Burada adaptasyonun Ia afferentlerinden kaynaklanan artmış eksitatuvar uyarılar sonucu olduğu, bu mekanizma

ile kontraksiyonların kontrolünün çok daha etkin olduğu ve hareketi kontrol eden motor programın, yüksek frekanslı eksituar uyarıların kontraksiyon içinde daha etkin olmasını sağladığı savunulmuştur. VA'nın ağırlık antrenmanları ile birlikte kullanıldığı ilk çalışma, Issurin tarafından 1994 de planlanmıştır ve bu çalışma sonucunda 1 RM' de % 46'lık gelişme kaydedilmiş, vibrasyon uygulanmayan grupta bu artış % 16'da kalmıştır. Issurin ve Tenenbaum yayımladıkları çalışmalarında güçte % 10.2'lik bir artış bildirmişler ve afferent eksituar akışın, motor havuzun kontrolü ile senkronize olduğu, bunun sonucunda da vibrasyon sırasında daha fazla güç ortaya çıktığını savunmuşlardır. Bu çalışmalarında vibrasyonun güç üzerine etkilerini araştırmışlar fakat kuvvet üzerine etkilerini incelememişlerdir. Oysa Ia afferentlerinde oluşan pozitif geri besleme etkisinin, kontraksiyon başlangıcında kuvvetin büyük bir hızla oluşturulmasında rol oynadığı yönünde görüşler vardır. Bongiovanni ve Hagbarth tonik vibrasyon refleksinin rasgele kaydedilen izometrik kontraksiyonlarda hem EMG'de, hem de kuvvette artış oluşturduğunu öne sürmüşlerdir.

Ancak bu etki kontraksiyon maksimum olduğunda hızla ortadan kalkar. Yorgunluk sırasında vibrasyon maksimal kontraksiyonu etkiler. Bu araştırmacılar 15 ayağın dorsofleksör tendonlarına uzun süreli vibrasyon uygulandığında, vibrasyonun eksituar etkilerinin kaybolduğunu ve güçlü inhibitör etkilerinin olduğunu göstermişlerdir (Bongiovanni, Hagbart, 1990).

Issurin ve Tenenbaum, vibrasyon uygulamasından sonra Ia afferentlerinin daha fazla uyarıldığını, sonuçta da bu afferentlerde daha çabuk yorgunluğun ortaya çıktığını savunmuşlardır. Samuelson ve arkadaşları, vibrasyonun uzun süreli uygulamalarda inhibitör etkisi olduğunu savunmuşlardır. Schlumberger ve arkadaşları, Issurin ve arkadaşlarının çalışmalarından daha farklı sonuçlar elde etmişlerdir ve geleneksel ağırlık antrenmanları ve vibrasyon uygulamaları ile kombine edilmiş ağırlık çalışmaları arasında herhangi bir fark saptamamışlardır. Schlumberger ve arkadaşları kendi metotlarında 10- 12 tekrar yaptıklarını oysaki Issurin ve arkadaşlarının birkaç tekrar yaptıklarını, Bongiovanni ve arkadaşlarının da dediği gibi tekrarların inhibitör etkisi olduğunu, bir başka deyişle vibrasyon antrenmanlarının az tekrarlı daha fazla ağırlıklarla yapıldığında daha olumlu sonuçlar doğurduğunu savunmuşlardır. Vibrasyon antrenmanlarının proprioepsyonu uyarıcı etkilerinin de

olabileceği ileri sürülmüştür. Proprioepsiyon antrenmanları patlayıcı kuvvette artışa yol açar. Bu iddialar Metsel ve arkadaşlarının savları ile de uyumludur. Metsel ve arkadaşları vibrasyonun ağırlık antrenmanları ile kombine edildiğinde “daha fazla motor kontrole” yol açtığını ve altta yatan etkenin bu olduğunu bildirmişlerdir (Schlumberger, Salin, Schmidtbleicher, 2001).

1.2.4. Vibrasyonun Zararlı Etkileri

Uzun süreli vibrasyona maruz kalma (özellikle bir zemin üzerinde), kognitif fonksiyonlarda (üst beyin fonksiyonları) değişikliklere, akrofobiye, bel problemlerine, görme bozukluklarına ve epilepsiye yol açabilir.

Burada zararlı etkileri ortaya çıkaran, vibrasyonun frekansıdır. Yaşamsal organların rezonans frekansı 5 ila 20 hz dir. Organizma bu aralıktaki frekanslara, mümkün olduğunca vibrasyonu baskılamaya çalışarak yanıt verir.

Vibrasyon amplitüdü belli sınırlar içinde kaldığı sürece, vibrasyon vücut boyunca iletilmemeye çalışılır. Ancak 24 hz'in üzerinde vibrasyon durdurulamaz ve denge sağlanamaz.

Vibrasyonun etkileri kalıcı değildir, ortalama 15 dk sonra tüm etkiler geriye döner. Vibrasyona yanıt büyük oranda kişiseldir. Reaksiyon büyük oranda kişiden kişiye değişir. Bu nedenle VA programları kişiye özel düzenlenmelidir (Mester, Spitzenteil, Schwarzer, Seifriz, 1999).

1.2.5. Vibrasyonun Diğer Etkileri

Vibrasyon antrenmanlarının esneklik üzerine etkileri de araştırılmıştır. Germe egzersizlerinin vibrasyonla birlikte uygulandığında esnekliği daha fazla arttırdığını savunan çalışmalar vardır. Burada altta yatan mekanizma, ağrı eşiğinin değiştirilmesi ve golgi tendon organının uyarılarak kontraksiyonlarda inhibisyon oluşturması şeklinde açıklanmıştır. Vibrasyonun, gerilme toleransını arttırdığını ileri süren çalışmalar da vardır. Vibrasyonun kemik yoğunluğu kaybını engellediğini bildiren deneysel çalışmalar yayınlanmıştır. Vibrasyon uygulaması sırasında ağrı duyumunda azalma olduğunu bildiren yayınlar da vardır (Magnusson, Aagaard, Simonsen, Bojsen, 1998).

1.3. Egzersiz

Canlı organizmanın en belirgin özelliklerinden birisi olan hareket yeteneği açısından insanoğlu, başka canlılara göre genellikle daha geridedir. Ancak üretken zekâsı, insanın başarıyı elde etmesini sağlamıştır (Açıkada ve Ergen, 1990).

Fiziksel egzersiz hayat boyunca yapılabilecek bir aktivitedir. Fiziksel egzersiz esnasında metabolik fonksiyonlarda, sinir, kas, dolaşım ve solunum sistemlerinde uyum meydana gelir. Egzersize adaptasyonda ortam şartları, stres, antrenman, yorgunluk ve sigara, alkol gibi kötü alışkanlıklar önemli rol oynar. Egzersiz zevk vermekten başka, çevikliğin, uyanıklığın, psişik ve fizik sağlık halinin korunmasına yardım eder.

Egzersiz önemli sosyal ve psikolojik etkilere sahiptir, egzersiz eksikliği şişmanlıkta ve bazı hastalıkların (özellikle hipertansiyon, kalp ve damar sistemi bozuklukları) ortaya çıkışında rol oynayabilir (Morehouse ve Miller, 1973).

Egzersiz endojen yakıtları büyük miktarlarda harekete geçirmektedir. Egzersiz yapan kas tarafından kullanılan en azından 3 ayrı yakıt vardır: plazma glikozu, yağ asitleri ve kasın endojen glikojeni. Egzersizin erken safhasında (5-10 dakikaya kadar) sarf edilen başlıca yakıt kas glikojenidir. Sonraki yaklaşık 30 dakikada ise artmış kan akımı ile kasa getirilen yakıtlar (plazma glikozu ve yağ asitleri) daha fazla kullanılır. Daha sonra ise glikoz kullanımını azalır ve yağ asitlerinin rolü artar. (Vander, 1990).

1.3.1. Egzersizde Enerji Metabolizması

Dinlenme durumunda vücudun enerji ihtiyacı ATPnin (Adenozin Trifosfat) parçalanmasıyla karşılanır. ATP enerji verici maddelerin oksidasyonu (aerobik metabolizma) ile devamlı olarak yenilenir. Egzersiz esnasında enerji ihtiyacı dinlenmede olduğu gibi, ATPden karşılanır. Eğer egzersiz yoğun değilse ATP aerobik metabolizma ile elde edilir ve oksijen kullanımında artma söz konusudur. Aerobik yoldan yeterli miktarda ATP sentezlenemezse gerekli enerjinin bir kısmı anaerobik metabolizma ile temin edilir. Bu durumda anaerobik metabolizma sonucu teşekkül eden pirüvik asit, laktik aside dönüşür.

Bu tip egzersizde oksijen kullanımı egzersizin sonunda yavaş yavaş normale döner (Morehouse ve Miller, 1973).

1.3.2. Enerji Sistemleri

Organizmada enerji üretimi ile ilgili maddelerden ATPnin sentezlenmesi için devreye giren metabolik olayların temelini enerji sistemleri oluşturmaktadır.

İki dakika süren yoğun egzersizde enerjinin yarısı ATP, kreatin fosfat ve laktik asit sistemlerinden gelirken, kalanı aerobik reaksiyonlardan sağlanır. Bu koşullarda, hem aerobik hem de anaerobik metabolizmanın kapasitesinin yüksek olması istenir. Canlı organizmanın en belirgin özelliklerinden birisi olan hareket yeteneği açısından insanoğlu, başka canlılara göre genellikle daha geridedir. Ancak üretken zekâsı, insanın başarıyı elde etmesini sağlamıştır (Mc Ardle, 1986).

Fiziksel egzersiz hayat boyunca yapılabilecek bir aktivitedir. Fiziksel egzersiz esnasında metabolik fonksiyonlarda, sinir, kas, dolaşım ve solunum sistemlerinde uyum meydana gelir. Egzersize adaptasyonda ortam şartları, stres, antrenman, yorgunluk ve sigara, alkol gibi kötü alışkanlıklar önemli rol oynar. Egzersiz zevk vermekten başka, çevikliğin, uyanıklığın, psişik ve fizik sağlık halinin korunmasına yardım eder. Egzersiz önemli sosyal ve psikolojik etkilere sahiptir, egzersiz eksikliği şişmanlıkta ve bazı hastalıkların (özellikle hipertansiyon, kalp ve damar sistemi bozuklukları) ortaya çıkışında rol oynayabilir (Morehouse ve Miller, 1973).

Egzersiz endojen yakıtları büyük miktarlarda harekete geçirmektedir. Egzersiz yapan kas tarafından kullanılan en azından 3 ayrı yakıt vardır: plazma glikozu, yağ asitleri ve kasın endojen glikojeni. Egzersizin erken safhasında (5-10 dakikaya kadar) sarf edilen başlıca yakıt kas glikojenidir. Sonraki yaklaşık 30 dakikada ise artmış kan akımı ile kasa getirilen yakıtlar (plazma glikozu ve yağ asitleri) daha fazla kullanılır. Daha sonra ise glikoz kullanımı azalır ve yağ asitlerinin rolü artar (Vander ve ark.1990).

ATP

İnsan organizmasında yaşam fonksiyonlarının (sinir sistemi fonksiyonları, salgılama, kas kasılması, vb.) oluşabilmesi için, enerji açığa çıkaran kimyasal reaksiyonlara ihtiyaç vardır. Tüm vücut hücrelerinde enerji oluşumu ATP molekülü vasıtasıyla sağlanmaktadır. Hücre içerisinde depo halde bulunan ATP miktarı sınırlı olup bu madde, kişinin günlük aktivitelerinin yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak devamlı bir şekilde yenilenmektedir (Ergen, 1991).

ATP adenin, riboz ve 3 fosfat kökünün birleşmesinden oluşmaktadır. Son 2 fosfat kökü molekülün geri kalan kısmına “yüksek enerji bağları” adı verilen bağlarla birleşmektedir. Bu bağ kimyasal olarak parçalandığında ortaya çıkan enerji, açığa çıktığı hücrenin özelliğine göre yaşam fonksiyonlarının yerine getirilmesini sağlamaktadır (Ergen, 1991).

Bir mol ATP parçalandığında 12 Kcal enerji açığa çıkar. Bir fosfat kökünün ayrılışı ile adenzin difosfat (ADP), ikinci kökün de ayrılışı ile adenzin monofosfat (AMP) oluşur.

ATP bütün hücrelerin sitoplazma ve nükleoplazmasında bulunur ve bütün fizyolojik reaksiyonlar enerjilerini direkt olarak ATP'den sağlarlar. ATP ve kreatin fosfat enerjiden zengin fosfojenlerdir ve kaslarda mevcudiyetleri sınırlıdır. Kassal efor esnasında kullanılan ATP'nin tekrar oluşumu en iyi aerobik ortamda olur. (Akgün, 1989).

Bir kg kas kitlesi içinde yaklaşık 5 mmol ATP ve 15 mmol kreatin fosfat depolanır. 70 kg ağırlığında, 30 kg'lık kas kitlesine sahip bir insanda depolanan yüksek enerjili fosfat miktarı 570–690 mmol arasındadır. Egzersiz sırasında 20 kg'lık bir kas kitlesinin aktive olduğunu varsayılırsa depolanan fosfat miktarının 20- 30 saniyelik kros koşusu veya 6 saniyelik supramaksimal bir egzersiz için yeterli olduğu görülür (Mc Ardle, 1986).

Fosfojenler diğer enerji kaynaklarına oranla organizmada çok az bulunmalarına rağmen çok süratli enerji verirler. Bu yüzden ATP ve kreatin fosfata acil enerji fosfatları adı da verilir.

Magnezyum ve kalsiyum iyonlarının varlığında miyozin başı ATPaz özelliği gösterir. Bu enzim ATP'nin ADPye yıkılmasında katalizör olarak etki eder ve enerji açığa çıkar. Bu enerji birbirlerine karşı duran aktin ve miyozin filamanları arasında bağlantı kurulmasını sağlar. Bu reaksiyon sonucunda filamanlar birbiri üzerinde kayar ve böylece kas kontraksiyonu meydana gelir. Depolanmış ATP'nin tamamı yarım saniyeden kısa zamanda tükenebilir. (Shephard, 1971).

Kas kreatin fosfat depoları antrenmanla artar. Bazen kasılmada gerekli iyonların konsantrasyonlarında (magnezyum, kalsiyum) da antrenmanla artma görülmektedir (Shephard, 1971).

Margaria ve arkadaşları maksimal faaliyetin ilk 8 saniyesinde bütün fosfojenlerin parçalandığını, kullanılan fosfojenlerin yerine konulması için ise 22 saniyeye ihtiyaç olduğunu tespit etmişlerdir. Enerji sistemlerinin maksimal güç ve kapasiteleri Tablo 2.3.1 'de gösterilmiştir.

Tablo 2.3.1. Enerji sistemlerinin maksimal güç ve kapasiteleri

SİSTEM	Maksimal güç (1.dak'da meydana gelen mol ATP)	Maksimal kapasite (mevcut total ATP mol'ü)
Fosfojenler	3.6	0.7
Anaerobikglikoliz	1.6	1.2
Aerobik (sadece glikojenden)	1.0	90.0

Glikojen

Glikojen, oksijene ihtiyaç göstermeden 2 molekül pirüvik aside kadar parçalanır ve meydana gelen enerji ile 4 molekül ATP sentezlenir. Bunlardan biri aktivasyon enerjisi olarak reaksiyonda kullanılır. Yani sentezlenen net ATP miktarı 3 moleküldür.

Ortamda yeteri kadar oksijen yok ise pirüvik asit trikarboksilik asit döngüsüne girmez ve laktik aside dönüşür. Giikojenin oksijensiz ortamda bu şekilde yıkılarak enerji açığa çıkmasına anaerobik yol denir. Eğer ortamda yeteri kadar oksijen mevcut ise, pirüvik asit trikarboksilik asit döngüsüne girer ve CO₂ ve suya kadar parçalanır. Giikojenin bu tür kullanımına aerobik yol adı verilir. Aerobik yolda bir molekül glikozdan elde edilen enerji ile 40 molekül ATP sentezlenir.

Bunlardan biri reaksiyonda kullanıldığından elde edilen net ATP miktarı 39 moleküldür. (Noyan, 1989).

Oksijen

Enerji veren maddelerin bir kısmının kullanımı oksijene ihtiyaç duymamasına rağmen, yeterli miktarda oksijen gelmediği takdirde kısa bir süre sonra enerji fiziksel aktiviteyi destekleyemez hale gelir.

Oksijen kullanımı ile yapılan iş arasındaki ilişki lineerdir. Bir şahsın çalışma kapasitesini sınırlayan en önemli faktör çalışan kaslara O₂ teminidir ve maksimal oksijen kullanımı (V_{O2m}) aerobik gücün en iyi göstergesidir (Morehouse ve Miller, 1973).

Egzersizin başında organizmaya giren oksijen miktarı ihtiyacın altındadır. Egzersizin başında görülen bu oksijen eksikliğine oksijen açığı denir. Bunun nedeni egzersizin başında solunum ve dolaşım sistemlerinin egzersizin gerektirdiği ihtiyaca uyum gösterememeleridir. Egzersiz sona erdiği zaman, O₂ alınımı efordan evvelki istirahat düzeyine hemen geri dönmez ve bir süre daha organizmaya ihtiyacın üstünde O₂ alınır. Fazla alınan oksijen miktarına oksijen borcu denir. Eğer şahıs mutedil bir egzersiz yaparsa O₂ açığı görülmeyebilir ve alınan O₂ ihtiyacı karşılar. Eforun tamamen anaerobik yapıldığı egzersizlerde oksijen borcu, oksijen açığının iki misli kadar olur. Birçok günlük aktivite oksijen borcu meydana getirebilir. Vücut birden harekete geçirildiğinde, bir otobüse yetişmek için hızlı koşulduğunda, merdivenler acele çıkıldığında oksijen borcuna girilir (Akgün, 1989).

Özellikle çok şiddetli egzersizden sonra toparlanma eğrileri O₂ borcunun iki önemli özelliğini yansıtır:

1- Eğer önceki egzersiz primer olarak aerobik ise O₂ borcunun yaklaşık yarısı toparlanma döneminin ilk 30 saniyede geri ödenir. Birkaç dakika içinde de toparlanma tamamlanır.

2- Şiddetli egzersizden sonraki toparlanmada laktik asit ve vücut ısısı çok artmıştır. Bu durumda toparlamadaki O₂ tüketiminin hızlı komponentine ek olarak bir de yavaş faz görülür. Egzersiz şiddetine ve süresine bağlı olarak, toparlanmanın bu fazı birkaç saat ile bir gün sürebilir. O₂ borcu terimi ilk defa Nobel ödülü sahibi Hill tarafından 1922'de ortaya kondu. Hill diğer araştırmacılar gibi egzersiz sırasındaki ve toparlanmadaki enerji metabolizmasını parasal hesap terimleri ile tartıştı.

Vücudun karbonhidrat depoları enerji kredilerine benzetildi. O₂ borcunun iki amaca hizmet ettiğine inanılmaktadır:

1- Orijinal karbonhidrat depolarım yeniden kurmak. Bunun için laktik asidin%80'i karaciğerde tekrar glikojene çevrilir.

2- Geri kalan laktik asidi Krebs döngüsü yolunda katabolize etmek.

Alaktasit Borç

Egzersiz sırasında tüketilen yüksek enerjili fosfatlar olan ATP ve kreatin fosfatın yenilenmesi ile ilgilidir. Bu yenilenme için gerekli enerji, toparlanma sırasında besinlerin aerobik yıkılımı ile elde edilir. Toparlanmada oksijenin küçük bir kısmı da miyoglobini doldurmak için kullanılır. Alaktasitten laktasit O₂ borcuna geçme düzeyi şahıstan şahsa, fizyolojik kondisyon düzeyine bağlı olarak değişir. Anaerobik alaktasit kapasite daha ziyade kas kitlesine bağlıdır. Antrenmanla kas kitlesi artırılırsa alaktasit kapasite de artar (Mc Ardle 1986).

Laktasit Borç

Laktasit oksijen borcunun büyük kısmı karaciğerde laktik asidin glikojene çevrilmesiyle ilgilidir. Kondisyonu yüksek şahıslar daha geç laktasit oksijen borcuna girerler. Laktasit kapasite yalnız kas kitlesine değil, kasın glikojen içeriğine de bağlıdır. (Mc Ardle 1986).

1.3.3. Anaerobik Metabolizma

Yürüme gibi daha uzun bir zaman periyodunda yapılan faaliyetler, enerji üretimi için başlıca oksijen kullanıldığından, aerobik olarak düşünülür. Basketbol, futbol, tenis ve kısa mesafe koşuları gibi faaliyetlerde ise fosfojenleri (ATP ve CP) içine alan anaerobik enerji yolları önemli yer tutar (Henry, 1968).

Anaerobik yolla enerji oluşurken, glikozun parçalanması sonucu laktik asit meydana gelmektedir. Bu madde belirli bir süre sonra, anaerobik yolla enerji oluşumunu kimyasal reaksiyonları yavaşlatarak engellemektedir.

Bu tip aktivitelerde önemli olan anaerobik kabiliyetleri tayin etmek için kan laktik asit seviyesi, kan ph değişimi, kas lifi tipi ve anaerobik enzim aktivitelerinin tayini gibi çeşitli inzavif tetkikler geliştirilmektedir. Bununla birlikte bu tetkikler kompleks ve pahalı cihazlar gerektiren laboratuvar analizlerine ihtiyaç duyarlar ve pratikteki uygulamaları sınırlıdır. (Harp, 1985).

1.3.3.1. Laktik Asit

Birçok hastalıkta olduğu gibi sağlam şahıslarda da egzersiz esnasında belirli bir metabolik yüke ulaşıldığı zaman, kasılan kaslarda laktik asidin toplanmaya başladığı görülmüştür. Bunun moleküler oksijenin yokluğuna bağlı olduğu gösterilmiştir. Laktik asit (LA) kolayca diffüze olabilen bir madde olmamasına rağmen, kandaki konsantrasyonu vücudun total laktat muhtevası hakkında bilgi verebilmektedir.

Kanda laktik asidin belirlenmesi için kullanılan ilk yöntem 1914 yılında uygulanmıştır. Ancak enzimatik yaklaşımların bulunmasına kadar kullanılan yöntemlerin çoğu spesifite ve duyarlılığa sahip değildir (Henry, 1968).

Laktik asidoz güçlü kas egzersizine tipik bir cevaptır ve laktatın metabolik rolüne ilaveten hem kalbe hem de iskelet kasının performansı üzerine etkilerinden dolayı önemlidir. Laktik asidoz dolaşım yetmezliği, şeker hastalığı, karaciğer ve böbrek rahatsızlığı, phenformin ve ethanol gibi ilaçlar ve toksinlerin kullanımı neticesi görülebilmektedir. Klinik laktik asidozda ölüm oranı %50'den fazladır. Son zamanlarda üzerinde durulan laktik asidoza sebep olan faktör tiamin eksikliğidir. Tiamin eksikliğinin laktik asidozda rol oynadığı, laktik asidozlu hastaların giikoz,

NaCl ve D vitamini ihtiva eden sıvı tedavisine hızla cevap vermesinden anlaşılır (Henry, 1968).

Laktik asit vücut sıvılarında doğrudan doğruya laktat şeklinde görülür. Laktik asit 3.7'lik bir pK'a sahiptir ki, yorgun kastan kana geçtiği zaman karşılaştığı sınır olan 6.7 - 7.4'lik p11 değerinde %99.5'den daha fazlası ayrılmış demektir.

Pinto Riberio ve arkadaşları yaptıkları çalışmalar sonucunda laktik asidin vücuttaki metabolizmasını şöyle anlatmaktadırlar:

1-Şayet vücutta laktat üretimi ve uzaklaştırılması eşit bir hızda ilerlerse LA konsantrasyonu sabit kalır.

2-LA konsantrasyonu istirahat durumundakinden daha yüksek ve sabit olduğu zaman, hem üretimi hem de uzaklaştırılması aynı hızla artmaktadır.

3-Laktat, terle atılan küçük bir miktar dışında, vücuttan pek fazla atılamamaktadır. Bundan dolayı;

4-Laktatın uzaklaştırılması hemen sadece laktatın CO₂ ve suya oksitlenmesine veya laktatın tekrar glikojene dönüşebilmesine bağlıdır.

5-Uzun süren egzersizde glikojenin tekrar senteziyle ilgili en önemli organ olan karaciğere gelen kan miktarı azalmaktadır.

6-Laktatın uzaklaştırılmasının hemen tamamıyla kaipite, iskelet kaslarında, beyin ve böbrekte oluşan komple oksitlenmeye bağlı olduğu düşünülmektedir (Prampero, 1986).

1.3.3.2. Egzersiz Esnasında Laktik Asit Üretiminin Düzenlenmesi

Kan laktat düzeyinin artmaya başladığı noktaya anaerobik eşik veya laktat eşiği adı verilir. Anaerobik eşik maksimum oksijen kullanımının % 50-70'ine V_{O₂max}'a karşılık gelir.Kasın bir bölümü yeterli O₂ alamamakta ve böylece enerji ihtiyacının bir kısmı anaerobik yoldan karşılanırken laktat üretimi olmaktadır. İzometrik kasılma esnasında <as anoksik olduğu zaman laktat üretiminin ATP oluşumuna katkısı %60 olarak hesaplanmıştır. (Mc Ardle, 1986).

Laktik asit üretiminin düzenlenmesi birkaç yıldır egzersiz fiziolojisi ve biyokimyacılar için bir ilgili alanı olmuştur.

Bu ilginin bir kısmı laktat birikmesi ile kas yorgunluğu arasındaki yakın ilişkiyi kaynaklanır. Uzun süre glikolizin bir indeksi olarak laktat birikimi üzerinde durulmuştur. Mesela, maksimal O₂ kullanımının %40 'ında enerji ihtiyacı glikojenoliz ile karşılanır. Halbuki ne kasılan kasta laktat artışı ne de kastan laktat akışında bir artış meydana gelmektedir. Yani glikoliz hızında artma laktatta artış olmadan meydana gelir; çünkü aynı anda pirüvat oksitlenmesi de eşit hızda artmaktadır.

Laktat, glikoz ve glikojen ile metabolik uç ürünleri (CO₂ ve H₂O) arasında bir ara üründür. Laktat, doku kompartmanları arasında süratli bir şekilde değişim yapar. Düşük moleküler ağırlıkta olan laktat taşınmak için insüline ihtiyaç göstermez ve kolaylaştırılmış transportla hücre zarından geçer (Mc Ardle, 1986).

Sağlıklı ve antrenmansız kişilerde V_{O₂m}'in % 55'inden itibaren LA birikimi başlar. Bu birikme LA üretiminin Krebs döngüsünde oksidasyon ve glikoz sentezi ile uzaklaştırılan LA miktarını aşması ile olur. LA birikimi, egzersizin şiddeti arttıkça artar ve kas hücreleri bu ilave enerji ihtiyacını aerobik yolla karşılayamaz olur. Mekanizma antrenmanlı kişilerde de aynıdır, ancak antrenmanlı kişilerde laktat eşiği sporcunun V_{O₂m}'inin daha yüksek yüzdesindedir. Bu, dayanıklılık sporcusunun genetik yapısına (kas lifi tipine) veya antrenmanlarla kazanılan spesifik adaptasyonlara bağlı olabilir. Laktik asidin egzersiz sırasında ve sonrasında uzaklaştırılma hızı kişiden kişiye farklılık göstermesine rağmen, toparlanmanın belirli zamanında ölçülen kan laktatı kişinin anaerobik kapasitesi hakkında bilgi verir. Kas içi glikojen depolarının antrenman düzeyine bağlı olarak artmış olması anaerobik glikolizin enerji oluşumuna katkısını artırır (Mc Ardle, 1986).

1.3.4. Aerobik Metabolizma

Aerobik metabolizma, oksijen ortamda bulunduğu karbonhidrat ve yağların CO₂'e kadar parçalanmasıyla enerji elde edilmesini sağlamaktadır. İstirahatte ve çeşitli egzersizlerde vücudun ihtiyacı olan enerji aerobik metabolizma ile temin edilir. Aerobik metabolizmada glikoz veya glikojen, glikoliz adını alan reaksiyon zinciri ile pirüvik aside çevrilirken, her bir molekül glikoz molekülü için 2 molekül ATP teşekkül eder. Glikoliz sitoplazmada meydana gelir (55). Yeterli oksijen mevcut olduğunda pirüvik asit Asetil CoA'ya dönüşür.

Asetil CoA Krebs siklusuna girer ve mitokondride meydana gelen olaylarla asetil CoA, CO₂ ve H₂O'ya okside edilir. Başlıca giriş asetil CoA olmasına rağmen, pirüvat da CO₂ alıp oksaloasetat meydana getirerek sıklusa girebilir. TCA (Trikarboksilik asit) siklusu, sitrik asit siklusu adları da verilebilen Krebs siklusu, karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin oksidatif yıkılımında ortak bir yoldur. Herbir glikoz molekülü için TCA siklusuna iki asetil CoA ve 61120 molekülü girer, bunlar CO₂, 2CoA molekülü ve 16 H atomuna yıkılır.

Glikozun oksidatif yıkılımında glikoliz sırasında 4, pirüvik asitten CoA oluşumu sırasında 4, TCA siklusunda 16 tane olmak üzere toplam 24 H atomu meydana gelir. Bunlar ikiye paketlenmiş halde salınırlar. 20H atomu NAD ile birleşerek solunum zincirine girer ve her 2 W iyonu için 3 molekül ATP meydana gelir. Kalan 4 H atomu (NADH) ile birleşmeksizin oksidatif süreçlere girer ve 4 ATP elde edilir. Pirüvik aside kadar 2, her dönüşünde 1 olmak üzere TCA siklusunda toplam 2 ATP elde edildiği için, aerobik metabolizmada bir mol glikozdan $30 + 4 + 2 + 2 = 38$ mol ATP elde edilir. Başlangıç maddesi glikojen ise elde edilen ATP sayısı 39'dur. Aerobik yoldan bir mol palmitik asitin yıkımıyla ise 130 mol ATP elde edilmektedir (Noyan, 1989).

1.4. Egzersiz Esnasında Enerji Metabolizması

Egzersiz sırasında aerobik ve anaerobik enerji metabolizmalarıyla ATP üretimi yapılmakta ve yine enerji kaynağı olarak karbonhidratlar ve yağlar kullanılmaktadır. Egzersizde kullanılan enerji kaynağı yapılan egzersizin türü, şiddeti, süresi ve sporcunun beslenme düzeyi ile yakından ilişkilidir (Günay, 1999).

Enerji sistemlerinin yapılan egzersize katkı durumları, egzersizin şekli ve şiddeti bakımından iki farklı egzersiz türünü içerir;

- Kısa süre devam eden ve maksimal yüklenme şiddetiyle yapılan egzersizler.
- Uzun süre devam eden ve daha az güç gerektiren egzersizler (Günay, 1999).

1.4.1 Kısa Süreli Egzersizlerde Enerji Metabolizması

Bu gruptaki egzersizlere, 100,200,400 metre gibi sürat koşuları, 50,100 metre gibi yüzme, 800 metre koşu, şınav, barfiks, uzun atlama, yüksek atlama vb. gibi yüksek şiddetteki egzersizler girer. Kısa süreli egzersizlerde enerji sadece anaerobik yoldan değil, aerobik yoldan da sağlanmaktadır.

Kısa süreli maksimal şiddette yapılan egzersizlerde enerji ihtiyacı için gerekli olan oksijenin tamamı sağlanamaz. Örneğin 100 metre koşusunda 8-10 litre oksijene ihtiyaç vardır (Günay, 1999).

Bu tür egzersizlerde gerekli enerji üretimini karşılayabilecek kadar O₂ kullanımı mümkün olmamakta ve bu seviyeye ulaşma 2-3 dk. kadar zaman almaktadır. O₂ kullanımdaki bu gecikmenin nedeni ise zaman ile ilgilidir ve bu süre gerekli olan kimyasal ve fizyolojik uyumun bir düzene girmesi için gereklidir (Fox, 1988; Günay, 1999; Türk, 2007).

Bu durum dinlenik durumdan herhangi bir şiddetteki egzersize ve belirli bir şiddetteki egzersizden daha yüksek şiddetteki egzersize geçişler esnasında mutlaka gerçekleşir. Örneğin, sporcu dinlenik durumdan belirli bir tempoda koşmaya başladığında ve koşu temposunu birden bire arttırdığında hem O₂ tüketimi artacak hem de kaslarında yeni düzeyde gerçekleşen egzersizde enerji üretimi için yeterli O₂'yi sağlayamayacaktır (Günay, 1999; Türk, 2007).

Egzersiz esnasında kullanılan oksijen miktarı, ihtiyaç duyulan oksijen miktarından az ise bu duruma oksijen borçlanması denmektedir (Akgün,1986; Astrand ve Rodait, 1986; Devries, 1986; Fox, 1988; Guyton, 1989; Ergen ve ark., 2002).

Oksijen borçlanmasına girilen egzersiz esnasında gerekli enerjinin büyük bir kısmı ATP-CP ve laktik asit sistemi tarafından karşılanır. Bu tarz egzersizlerde sürekli olarak oksijen açığı oluşur (Akgün, 1986; Astrand ve Devries, 1986; Karakaş, 1987; Fox, 1988; Guyton, 1989; Kalyon, 1994; Günay,1995; Günay,1998; Ergen ve ark., 2002).

Kısa süreli egzersizlerde enerji yukarıda da belirtildiği gibi anaerobik (ATP-PC) metabolizma ile sağlanmaktadır. Enerji bu yolla sağlanmaya devam ettiği müddetçe, kasta ve kanda laktik asit oluşumu meydana gelmektedir.

Egzersiz süresi ve şiddeti arttıkça bu oran artmaktadır. Laktik asit seviyesi belli bir seviyenin üzerine çıktığı zaman kas kasılmasını engeller, glikojen yıkım hızını yavaşlatır ve Ph'ı düşürerek yorgunluğa sebep olur. (Astrand ve Rodait, 1986; Fox, 1988; Günay, 1999; Ergen ve ark., 2002).

Bu yüzden bu durumda ya egzersiz sona erdirilir ya da egzersizin şiddeti düşürülür. Bu durumda egzersiz yapabilmek için vücudun laktik aside olan toleransı antrenmanlarla artırılmalıdır (Astrand ve Rodait, 1986; Fox, 1988; Günay, 1999; Ergen, 2002).

1.4.2. Uzun Süreli Egzersizlerde Enerji Metabolizması

10 dk. veya daha uzun bir sürede yapılan egzersizler bu kategoriye girmekte ve enerji aerobik yoldan sağlanmaktadır. Bu egzersizlerde ana besin kaynağı karbonhidratlar ve yağlardır. Yağlar ikinci derecede önemlidir (Günay, 1999).

Uzun süreli egzersizlerde O₂ tüketimi egzersizde ihtiyacı duyulan enerjiyi sağlamak için yeterlidir. Bu nedenle laktik asit çok alt seviyede birikir. O₂ gereksinimi ile tüketilen O₂ miktarı steady state (kararlı denge) olarak adlandırılan düzeyde eşitlendiği zaman enerji üretimi tamamen aerobik yol ile devam eder.

Bu yüzden egzersizin başından O₂ borcunun oluşumunun sonlanma noktasına kadar biriken az miktardaki laktik asit egzersiz bitene kadar aynı düzeyde kalır (Fox 1988; Günay, 1999; Türk, 2007).

Uzun süreli egzersizlerden sonra dinlenme düzeyinin 2-3 katı kadar laktik asit oluşur. Bu yüzden yorgunluk laktik asit birikiminden daha çok karaciğer ve kaslardaki glikojen ve kandaki glikoz seviyelerinin azalması yüksek vücut ısıyla oluşan su ve elektrolit kaybından kaynaklanır (Fox,1988; Günay,1999).

Düşük şiddette uzun süre yapılan egzersizlerde laktik asit miktarı istirahat düzeyini aşamaz, enerji tamamen aerobik sistem ile sağlanır. Yapılan aktivite için gerekli O₂ sağlanıncaya kadar ihtiyaç olan enerji ATP-PC sistem ile karşılanır (Fox, 1988).

Kısa süreli antrenmanlarda anaerobik kapasite önemliyse, uzun süreli antrenmanlarda da maksimum aerobik güç önemlidir.

Bunun nedeni, bu tip faaliyetlerde gerekli enerjinin büyük kısmının aerobik sistem yoluyla elde edilmesidir. Maksimum aerobik güç (max V02) oksijen tüketiminin maksimum düzeyde olduğunu gösterir

1.4.3. Egzersiz Sırasında Aerobik ve Anaerobik Enerji Kaynakları Arasındaki İlişki

Egzersiz sırasında, enerji kaynakları etkinliğin şiddetine ve süresine göre kullanılır. Çok kısa etkinlikler dışında birçok spor dalı değişen düzeylerde her iki enerji sistemini de kullanır.

Bu nedenle, birçok spor dalında anaerobik ve aerobik sistemler arasında çakışmalar meydana gelebilir (Bompa, 2003).

Üç ile on dakika arasındaki egzersizlerde enerjinin hangi sistem tarafından sağlandığının belirlenmesi oldukça güçtür. Bu zaman zarfının dışındaki sürelerde enerji üretim sistemleri birbirinden tamamen zıt yönde farklıdır. 3 dakikadan kısa zamandaki dallarda anaerobik yol, 9:00 dakikadan uzun zamanlarda ise aerobik yol baskındır. 3 ile 9 dakika arasında enerji sistemleri ufak farklılıklar göstermesine rağmen eşit çalışmaktadırlar (Günay, 1999).

Egzersiz esnasında hangi enerji sisteminin daha etkin çalıştığının belirlenmesinde en önemli göstergesi kandaki laktik asidin düzeyidir. Laktik asit kandan ölçüm yapılabilir. Laktik asidin kanda 4 mili mol (Mmol) seviyeye ulaştığı seviyeye laktik asit eşiği (anaerobik eşik) denmekte, bu seviyede iki sistemde eşit katkıda bulunmaktadır (Bompa, 2003).

BÖLÜM 2: YÖNTEM

2.1. Denekler

Çalışmanın araştırma grubunu Sakarya ilinde aktif spor yapan 14.42 ± 1.13 yıl (13-16) yaş, boy ortalamaları 170.42 ± 8.54 cm (158-183) cm. Ve vücut ağırlıkları 52.14 ± 5.36 kg (43-58) kg. olan 11 genç erkek çalışma grubunu oluşturmaktadır. Deneklere çalışma öncesi Sakarya Atatürk Stadyumunda görüşülmüş ve yapılacak çalışma hakkında gerekli tüm bilgiler verilmiştir. Katılımın gönüllü olması söylenerek deneklere bilgi verilmiştir. Çalışmadan önce beslenmelerine dikkat etmeleri ve dinlenik şekilde gelmeleri hakkında bilgi verilmiştir.

2.2. Veri Toplama Araçları

Deneklerin kalp atım sayılarını ölçmek için kalp atım monitörü (Polar, RS 400, Finlandiya), laktik asitlerini ölçmek için laktik asit ölçüm cihazı (Roche, Accutrend lactate, Almanya) kullanılmıştır. Bunun dışında deneklere uygulanan yüklemeler bisiklet ergometresinde (Monark 818 E, İsveç) gerçekleştirilmiştir.

2.3. Verilerin Toplanması

Farklı frekanslarda uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanma üzerinde etkisini araştırmak için farklı zamanlarda deneklerden laktik asit ölçümleri ve kalp atım sayıları alınmıştır. Bu uygulamalar pasif dinlenme, 25 Hz, 30 Hz ve 35 Hz de uygulanan titreşim yöntemlerinden oluşmaktadır.

Pasif dinlenme uygulaması; deneklere 5 dakika ısınma sonrasında yüklenme yöntemine geçmeden önce oturarak pasif olarak dinlenmiştir. Bu arada laktik asit ölçümü ve kalp atım sayıları alınmıştır. Deneklere 75 gr/kg yük 30 saniye süre ile uygulandı. Uygulamanın hemen sonrasında, uygulamanın 5.dk ve 10 dk. deneklerden laktik asit ölçümleri ve kalp atım sayıları alınmıştır. Pasif dinlenme için testten önce ve testten hemen sonra, 5. dk sonunda ve 10 dk. sonunda kalp atım sayısı bisiklet ergometresi üzerinde (Polar, RS 400, Finlandiya) saat takılarak alınmıştır.

Laktik asit ölçümü ise yine bisiklet ergometresi üzerinde parmaktan striplere kan alınıp kan laktat analizörüne takılarak, laktat oksit tekniği ile yapılmıştır.

25 Hz de titreşim uygulamasından önce kalp atım sayısı (Polar, RS 400, Finlandiya) polar marka saat takılarak alınmıştır.

Laktik asit ölçümü ise yine bisiklet ergometresi üzerinde parmakdan striplere kan alınıp kan laktat analizörüne takılarak, laktat oksit tekniği ile yapılmıştır. Deneklere (Monark 818 E, İsveç) bisiklet ergometresi üzerinde, 75 gr/kg yük 30 saniye süre ile uygulandı. Uygulamanın hemen sonunda denekler 25 Hz de uygulanan titreşimle dinlenmeye alınmıştır. Titreşimle dinlenmenin 5. dakikasında kalp atım sayısı ve laktik asit ölçümleri alınmıştır. Uygulamanın 10. dakikasında da kalp atım sayısı ve laktik asit ölçümleri alınmış olup veriler kayıt altına alınmıştır.

30 Hz de uygulanan titreşim uygulamasında ise testten önce ve testten hemen sonra, kalp atım sayısı bisiklet ergometresi üzerinde (Polar, RS 400, Finlandiya) marka saat takılarak alınmıştır. Laktik asit ölçümü ise yine bisiklet ergometresi üzerinde parmakdan striplere kan alınıp kan laktat analizörüne takılarak, laktat oksit tekniği ile yapılmıştır. Deneklere (Monark 818 E, İsveç) bisiklet ergometresi üzerinde, 75 gr/kg yük 30 saniye süre ile uygulanmıştır. Titreşimle dinlenmenin 5. dakikasında kalp atım sayısı ve laktik asit ölçümleri alınmıştır. Uygulamanın 10. dakikasında da kalp atım sayısı ve laktik asit ölçümleri yapılmıştır.

35 Hz. titreşim ile dinlenme için testten önce ve testten hemen sonra, kalp atım sayısı bisiklet ergometresi üzerinde (Polar, RS 400, Finlandiya) polar marka saat takılarak alınmıştır. Laktik asit ölçümü ise yine bisiklet ergometresi üzerinde parmakdan striplere kan alınıp kan laktat analizörüne takılarak, laktat oksit tekniği ile yapılmıştır. Deneklere (Monark 818 E, İsveç) bisiklet ergometresi üzerinde, 75 gr/kg yük 30 saniye süre ile uygulandı. Titreşim ile dinlenme için test bitiminin 5. ve 10 dk'larında denekler vibrasyon cihazı üzerinde 5 farklı şekilde oturtularak kalp atım sayıları ve laktik asit ölçümleri alınmıştır. Elde edilen değerler kayıt altına alınmıştır.

2.3.1. Ağırlık Ölçümü

Ağırlık ölçümünde standart elde taşınabilen baskül kullanılmıştır. Deneklerin ölçümleri çıplak ayakla ve en asgari giysi ile yapılmıştır. Baskülün yeri sabit tutulmuş, denekler en az ağırlıkla tartıya alınmasına dikkat edilmiştir. Tartı sırasında hareket etmemesine dikkat edilmiş, göstergedeki veriler kayıt altına alınmıştır.

2.3.2. Boy Ölçümü

Boy ölçümü denek ayakta iken tabanlar, kalça ve sırt boy ölçüm demirine degecek şekilde çıplak ayakla yapıldı. Boy ölçüm cihazının üst kısmında bulunan ölçüm demirinin kafa üstüne değmesiyle ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler mümkün olduğu kadar hassas yapılmış, elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır.

2.3.3. Kalp Atım Sayısı

Kalp atım sayısı (Polar, RS 400, Finlandiya) marka saat ile alınmıştır. Uygulama öncesinde, uygulamanın hemen sonrasında, yüklenme sonrası 5.ve 10. dakikalarda ölçümler yapıldı. Aşağıdaki görüntüde bulunan saat ve kalp göğüs üstüne bağlanan kemerle yapılmıştır.

Resim 2.1. Kalp atım sayıları için kullanılan RS 400 polar marka saat.



2.3.4. Laktik Asit Ölçümleri

Laktik asit ölçümleri dört aşamalı olarak yapıldı. Teste başlamadan önce gerekli malzemelerin kontrolleri yapıldı. Malzemelerin eksik olmaması ve sırasına göre hangi malzemelerin kullanılacağı ile ilgili düzene dikkat edilmiştir.

Deneklere (Monark 818 E, İsveç) bisiklet ergometresi üzerinde, 75 gr/kg yük 30 saniye süre ile uygulanmış olup deneklerden maksimum performanslarıyla yüklenme yapmaları istenmiştir. Yapılan uygulamada testin öncesinde, testten hemen sonra, testten 5 dk. sonra ve testten 10 dk. sonra olmak üzere 4 kez alınmıştır. Kan örnekleri striplerin üzerine damlatılarak alınmıştır. El parmaklarından alınan kan örnekleri laktik asit ölçüm cihazıyla ölçüldü. Laktik asit ölçümlerinde elde edilen veriler kayıt altına alındı. Aşağıda laktik asit ölçümlerinden farklı zamanlarda yapılan ölçümlerin görüntüleri verilmiştir.

Resim 2.2 Laktik Asit Ölçümleri



2.3.5. Supramaksimal Yükleme

Supramaksimal yükleme, bisiklet ergometresinde (Monark 818 E, İsveç) yapılmıştır. Denekler bisiklet ergometresi ile supramaksimal yüklemeye başlamadan önce deneğin boyuna göre oturma koltuğu ayarlanmıştır. Yaklaşık beş dakika deneme pedal çevirimi yapıldıktan sonra, yüklenmenin nasıl yapılacağı ile ilgili bilgiler verildi. Deneklere 75 gr/kg yük 30 saniye süre ile uygulanmıştır. Uygulamanın verileri bilgisayara uyumlu programı ile veriler kaydedildi.

Resim 2.3. Bisiklet Ergometresi



2.3.6.Verilerin Analizi

Sonuçların değerlendirilmesinde SPSS 16.0 programı kullanılmıştır. Tüm değişkenlerin aritmetik ortalamaları ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Bu araştırmada pasif toparlanma yöntemi kontrol uygulaması olarak, diğer toparlanma yöntemleri de deney uygulaması olarak dizayn edilmiştir. Toparlanma yöntemleri arasındaki farklılığı bulmak için tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi, farklılığın hangi toparlanma yönteminden kaynaklandığını bulmak için ise LSD testi uygulanmıştır.

BÖLÜM 3: BULGULAR

3.1. Deneklerin Demografik Özellikleri

Araştırmamıza katılan deneklerin yaş ortalaması 14.42 ± 1.13 yıl (13-16), boy uzunluğu 170.42 ± 8.54 cm (158-183), beden ağırlığı 52.14 ± 5.36 kg (43-58) olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.1: Deneklerin Demografik Özellikleri

	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
Yaş (Yıl)	11	14,42	1,13	13,00	16,00
Boy Uzunluğu (cm)	11	170,42	8,54	158,00	183,00
Beden Ağırlığı (kg)	11	52,14	5,36	43,00	58,00

3.2. Farklı frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Laktik Asit Üzerine Etkileri

Farklı frekanslarda uygulanan titreşimin laktik asit üzerine etkileri; pasif dinlenmeden önce 2,55(0,87), hemen sonra 5,87(2,04), 5 dk. Sonra 791(1,93), 10 dk. Sonra 7,92(1,66) , 25 Hz. titreşim de Önce 2,87 (1,25), hemen sonra 5,35 (2,72), 5dk sonra 8,27 (1,97) on dk sonra 5,54 (2,85) 30 Hz titreşim uygulamasından önce 2,67 (0,82), hemen sonra 6,12 (2,24), 5 dk sonra 7,81 (2,10), on dk sonra 7,27 (2,64), 35 Hz. testin sonunda ise, önce 1,88 (0,29), hemen sonra 5,52 (1,27), beş dk. Sonra 9,74 (2,46), on dk. Sonra 7,92 (1,65) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.2: Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşimin Laktik Asit Değerleri ve Pasif Dinlenmenin Laktik Asit Değerleri

	N	Önce	Hemen Sonra	5 dk Sonra	10 dk Sonra
Pasif Dinlenme	11	2,55 (0,87)	5,87 (2,04)	7,91 (1,93)	7,92 (1,66)
25 Hz Titreşim	11	2,87 (1,25)	5,35 (2,72)	8,27 (1,97)	5,54 (2,85)
30 Hz Titreşim	11	2,67 (0,82)	6,12 (2,24)	7,81 (2,10)	7,27 (2,64)
35 Hz Titreşim	11	1,88 (0,29)	5,52 (1,27)	9,74 (2,46)	7,92 (1,65)

3.3. Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Kalp Atımı Üzerine Etkileri

Pasif dinlenmeden; önce 84,0 (8,77), hemen sonra 172,1 (20,21), 5 dk Sonra 107,1 (28,26), 10 dk Sonra 96,0 (15,34), 25 hz titreşim uygulamasından; önce 96,2 (9,8)hemen sonra 170,2 (13,1), 5 dk Sonra 95,5 (18,9)10 dk Sonra 85,1 (15,2), 30 Hz. titreşim uygulamasında; önce 94,8 (7,1), hemen sonra 177,5 (8,7), 5 dk Sonra 93,8 (13,04), 10 dk Sonra 89,2 (7,7), 35 Hz Titreşimle önce 83,8 (11,5), hemen sonra 175,2 (14,3), 5 dk sonra 109,2 (18,3), 10 dk sonra 88,1 (13,5) veriler elde edilmiştir. Veriler Tablo 4.3 de gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Kalp Atımı Üzerine Etkileri

	N	Önce	Hemen Sonra	5 dk Sonra	10 dk Sonra
Pasif Dinlenme	11	84,0 (8,7)	172,1 (20,2)	107,1 (28,2)	96,0 (15,3)
25 Hz Titreşim	11	96,2 (9,8)	170,2 (13,1)	95,5 (18,9)	85,1 (15,2)
30 Hz Titreşim	11	94,8 (7,1)	177,5 (8,7)	98,8 (12,0)	89,2 (7,7)
35 Hz Titreşim	11	83,8 (11,5)	175,2 (14,3)	109,2 (18,3)	88,1 (13,5)

3.4. Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Yükleme Öncesindeki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

Pasif dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz. de uygulanan titreşimlerin Laktik Asit (LA.) üzerindeki etkisini gösteren tablo 4. 4 de sunulmuştur. Bu tabloda pasif dinlenmenin farklı frekanslarda uygulanan titreşim üzerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. (F=259.330; p<0.001)

Tablo. 3.4: Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Yükleme Öncesindeki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark(I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Pasif	25 Hz Titreşim	-,314	,618	,629
	30 Hz Titreşim	-,114	,212	,609
	35 Hz Titreşim	,671	,352	,105

3.5. Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Yükleme Sonrasındaki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

Pasif dinlenmenin farklı frekanslarda uygulanan titreşim üzerinde ANOVA istatistiğine göre analiz edilmiştir. Analizler tablo 4. 5. sunulmuştur.

İstatistikler sonucunda pasif dinlenmenin test öncesinde 25 HZ, 30 Hz, ve 35 Hz üzerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. ($F=159.782$; $p<0.001$)

Tablo: 3.5: Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Yükleme Sonrasındaki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Pasif	25 Hz Titreşim	,514	1,072	,648
	30 Hz Titreşim	-,257	1,157	,831
	35 Hz Titreşim	,343	,643	,613

3.6. Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Yükleme Sonrası 5. Dakikadaki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

Pasif dinlenmenin farklı frekanslarda uygulanan 25, 30 ve 35 Hz titreşim sonrası etkileri tablo 4.6 sunulmuştur.

ANOVA istatistiğine göre bu uygulamada 25 Hz ve 30 Hz uygulanan titreşim üzerinde pasif dinlenmenin anlamlı bir farklılığı olmadığı gösterilmiştir. Çıkan sonuçlar da anlamsız farklılıklar vardır.

LSD testine göre 35 Hz uygulanan titreşim sonucunda pasif dinlenmenin laktik asit miktarında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. ($F=332.484$; $p<0.001$)

Tablo. 3.6: Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Yükleme Sonrası 5. Dakikadaki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Pasif	25 Hz Titreşim	-,357	,789	,667
	30 Hz Titreşim	,100	,991	,923
	35 Hz Titreşim	-1,829(*)	,734	,047

3.7. Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Yükleme Sonrası 10. Dakikadaki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

Pasif dinlenmenin farklı frekanslarda uygulanan 25, 30 ve 35 Hz titreşim sonrası laktik asit değerleri tablo 4.7. de sunulmuştur.

ANOVA istatistiğine göre bu uygulamada 30 Hz ve 30 Hz uygulanan titreşim üzerinde pasif dinlenmenin anlamlı bir farklılığı olmadığı görülmektedir.

LSD testin sonucunda ise 25 Hz de pasif dinlenmenin laktik asit değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. (F=129.238; p<0.001)

Tablo 3.7: Farklı Frekanslarda Uygulanan Titreşim Yöntemlerinin Yükleme Sonrası 10. Dakikadaki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Pasif	25 Hz Titreşim	2,386(*)	,899	,038
	30 Hz Titreşim	,657	1,113	,576
	35 Hz Titreşim	,000	,589	1,000

3.8. Pasif Dinlenme Yönteminin Yükleme Öncesi, Hemen Sonrası, 5. ve 10 Dakika Sonraki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

Pasif dinlenmenin titreşim uygulamalarının hemen sonrasında, 5 dk sonrası ve 10 dk sonrasının değerleri LSD testine göre Tablo 4.8. de belirtilmiştir.

LSD testine göre pasif dinlenmenin 25,30, ve 35 Hz titreşim uygulamalarının hemen sonrası 5 dk ve 10 dk sonrası değerlerinde anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır $F=655,698$; $p<0.001$

Tablo 3.8: Pasif Dinlenme Yönteminin Yükleme Öncesi, Hemen Sonrası, 5. ve 10 Dakika Sonraki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Önce	Hemen Sonra	-3,314(*)	,884	,010
	5 dk Sonra	-5,357(*)	,943	,001
	10 dk Sonra	-5,371(*)	,879	,001

3.9. 25 Hz Titreşim Yönteminin Yükleme Öncesi, Hemen Sonrası, 5. ve 10 Dakika Sonraki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

25 Hz de uygulanan titreşimin hemen sonra, 5 dk ve 10 dk sonrası laktik asit LA, değerlerini gösteren tablo aşağıdaki Tablo 4.9. gösterilmiştir. ANOVA testine göre 10 dk. Sonrasında LA, değerlerinde önemli bir farklılık bulunmamıştır.

LSD testine göre hemen sonrası, 5 dk sonrasında LA değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. $F=96.517$; $p<0.001$

Tablo 3.9: 25 Hz Titreşim Yönteminin Yükleme Öncesi, Hemen Sonrası, 5. ve 10 Dakika Sonraki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Önce	Hemen Sonra	-2,486(*)	,938	,038
	5 dk Sonra	-5,400(*)	1,080	,002
	10 dk Sonra	-2,671	1,341	,093

3.10. 30 Hz Titreşim Yönteminin Yükleme Öncesi, Hemen Sonrası, 5. ve 10 Dakika Sonraki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

30 Hz uygulamasının hemen sonrası, 5dk sonrası ve 10 dk sonrasını gösteren değerler Tablo 4.10. da sunulmuştur. LSD testine göre 30 Hz uygulama hemen sonrası, 5 dk ve 10 dk sonrası Laktik Asit (LA) Değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. $F=88.779$; $p<0.001$

Tablo 3.10: 30 Hz Titreşim Yönteminin Yükleme Öncesi, Hemen Sonrası, 5. ve 10 Dakika Sonraki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Önce	Hemen Sonra	-3,457(*)	,877	,008
	5 dk Sonra	-5,143(*)	,827	,001
	10 dk Sonra	-4,600(*)	1,004	,004

3.11. 35 Hz Titreşim Yönteminin Yükleme Öncesi, Hemen Sonrası, 5. ve 10 Dakika Sonraki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

35 Hz de uygulanan titreşimin hemen sonra, 5 dk sonra ve 10 dk sonrasında ölçülmüş LA değerleri Tablo 4.11. gösterilmiştir

LSD testine göre hemen sonra, 5dk ve 10 dk sonrasında LA değerlerinde önemli farklılık bulunmuştur. $F=353.874$; $p<0.001$

Tablo 3.11: 35 Hz Titreşim Yönteminin Yükleme Öncesi, Hemen Sonrası, 5. ve 10 Dakika Sonraki Laktik Asit Miktarı Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Önce	Hemen Sonra	-3,643(*)	,417	,000
	5 dk Sonra	-7,857(*)	,904	,000
	10 dk Sonra	-6,043(*)	,638	,000

3.12. Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz De Uygulanan Titreşim Öncesinde Kalp Atım Sayısına Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

Pasif dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de uygulanan titreşim üzerindeki kalp atım sayısı etkisini gösteren tablo Tablo 4.12 de gösterilmiştir.

ANOVA test sonuçlarına 30 ve 35 Hz de uygulanan titreşim sonrası pasif dinlenmenin kalp atım sayısı üzerinde önemsiz farklılıklar bulunmuştur (F=4,837, p>971)

LSD test sonucuna göre Pasif dinlenmenin 25 Hz de uygulanan titreşim üzerinde anlamlı farklılık bulunmuştur F=228 p<0.001

Tablo 3.12: Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim Öncesinde Kalp Atım Sayısına Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Pasif	25 Hz Titreşim	-12,286(*)	4,190	,026
	30 Hz Titreşim	-10,857	4,837	,066
	35 Hz Titreşim	,143	3,719	,971

3.13. Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim Hemen Sonrasında Kalp Atım Sayısına Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

Pasif dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de uygulanan titreşim üzerinde kalp atım sayısı etkisini gösteren Tablo 4.13. de gösterilmiştir. ANOVA test sonuçlarına 25 Hz 30 Hz ve 35 Hz de uygulanan titreşim sonrası pasif dinlenmenin kalp atım sayısı üzerinde önemsiz farklılıklar bulunmuştur. (F=8,013, p>824)

Tablo 3.13: Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim Hemen Sonrasında Kalp Atım Sayısına Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Pasif	25 Hz Titreşim	1,857	8,013	,824
	30 Hz Titreşim	-5,429	9,484	,588
	35 Hz Titreşim	-3,143	9,503	,752

3.14. Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim 5. Dakikasında Kalp Atım Sayısına Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

Pasif dinlenmenin 5 dk sonrasında 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de uygulanan titreşim üzerinde kalp atım sayısı etkisini gösteren tablo Tablo 4.14. de gösterilmiştir. ANOVA test sonuçlarına 25 Hz 30 Hz ve 35 Hz de uygulanan titreşim sonrası pasif dinlenmenin kalp atım sayısı üzerinde önemli bir farklılık bulunmamıştır. (F=704, P>434)

Tablo 3.14: Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim 5. Dakikasında Kalp Atım Sayısına Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Pasif	25 Hz Titreşim	11,571	12,323	,384
	30 Hz Titreşim	8,286	11,536	,500
	35 Hz Titreşim	-2,143	5,910	,729

3.15. Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim 10. Dakikasında Kalp Atım Sayısına Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

Pasif dinlenmenin 25,30ve 35 Hz uygulanan titreşimden 10 dk sonrası kalp atım sayıları aşağıdaki tablo 4.15 gösterilmiştir. Bu sonuçtan 25 Hz ve 30 Hz sonrasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. (F=511, P>502)

Fakat 35 Hz titreşimin 10 dk sonrasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. (F=5.392 p<0.059)

Tablo 3.15 : Pasif Dinlenmenin 25 Hz, 30 Hz, ve 35 Hz de Uygulanan Titreşim 10. Dakikasında Kalp Atım Sayısına Üzerine Etkisinin Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Pasif	25 Hz Titreşim	10,857	7,707	,209
	30 Hz Titreşim	6,714	6,650	,352
	35 Hz Titreşim	7,857(*)	2,972	,038

3.16. Pasif Dinlenme Uygulamasının Hemen Sonrası , 5 dk Sonrası ve 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısı Verileri

Pasif dinlenme uygulamasının hemen sonrası , 5 dk sonrası ve 10 dk sonrası kalp atım sayısı verileri ANOVA istatistiğine göre analiz edilmiştir, sonuçlar tablo 14.16 verilmiştir.

LSD testine göre önce, hemen sonra, 5 dk sonra ve 10 dk sonra anlamlı bir farklılık bulunmuştur. (F=63,399, P<0.001)

Tablo 3.16: Pasif Dinlenme Uygulamasının Hemen Sonrası , 5 dk Sonrası ve 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısı Verileri

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Önce	Hemen Sonra	-88,143(*)	6,041	,000
	5 dk Sonra	-23,143(*)	8,374	,033
	10 dk Sonra	-12,000(*)	4,036	,025

3.17. 25 Hz de Uygulanan Titreşimin Öncesi, Hemen Sonrası, 5 dk ve 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısı Üzerinde Etkisi.

25 Hz de uygulanan titreşimin öncesi, hemen sonrası, 5dk ve 10 dk sonrası üzerinde etkisi ANOVA testine göre varyans analizi tablo 14.7 sunulmuştur. Bu verilere göre 5 dk sonrasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. (F=3,803, p>857)

LSD testine göre uygulamanın, hemen sonrasında ve 10 dk sonra anlamlı farklılık bulunmuştur. (F=150,799 p<0.001)

Tablo 3.17: 25 Hz de Uygulanan Titreşimin Öncesi, Hemen Sonrası, 5 dk ve 10 dk Sonrası Kalp Atım Sayısı Üzerinde Etkisi.

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Önce	Hemen Sonra	-74,000(*)	3,842	,000
	5 dk Sonra	,714	3,803	,857
	10 dk Sonra	11,143(*)	2,755	,007

3.18. 30 Hz Titreşim Öncesinde, Hemen Sonra, 5 dk Sonra ve 10 dk Sonrasında Kalp Atım Sayıları Üzerindeki Verilerin Değerleri.

30 Hz Titreşim öncesinde, hemen sonra, 5 dk sonra ve 10 dk sonrasında kalp atım sayıları üzerinde ANOVA analizi yapılmış olup sonuçlar tablo 14.8 de sunulmuştur. Bu teste göre 5 dk sonrası kalp atım sayısı üzerinde önemli bir fark bulunmamıştır (F=495, 821, P=0.000)

LSD testine göre uygulamanın, hemen sonrasında ve 10. dk. Önemli bir fark bulunmuştur. (F=378,212, p<0,001)

Tablo 3.18: 30 Hz Titreşim Öncesinde, Hemen Sonra, 5 dk Sonra ve 10 dk Sonrasında Kalp Atım Sayıları Üzerindeki Verilerin Değerleri.

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Önce	Hemen Sonra	-82,714(*)	3,840	,000
	5 dk Sonra	-4,000	2,976	,228
	10 dk Sonra	5,571(*)	2,235	,047

3.19: 35 Hz de Uygulanan Titreşim Uygulamasının, Hemen Sonra 5 dk. Sonra ve 10 dk Sonrası Üzerinde Kalp Atım Sayısı Değerleri

35 Hz Uygulanan titreşim öncesinin, hemen sonra 5 dk. Sonra ve 10 dk sonrası üzerinde kalp atım sayısı değerleri tablo 4.19 sunulmuştur.

LSD testine göre, hemen sonrasında, 5 dk. Ve 10. dk. Önemli farklılıklar bulunmuştur. Buna göre (F=148,241, P < 0.002) olarak elde edilmiştir.

Tablo 3.19: 35 Hz de Uygulanan Titreşim Uygulamasının, Hemen Sonra 5 dk. Sonra ve 10 dk Sonrası Üzerinde Kalp Atım Sayısı Değerleri

(I) Faktör1	(J) Faktör1	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Anlamlılık
Önce	Hemen Sonra	-91,429(*)	4,052	,000
	5 dk Sonra	-25,429(*)	3,477	,000
	10 dk Sonra	-4,286(*)	1,658	,041

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

TARTIŞMA

Bu çalışmada ile farklı frekanslarda uygulanan titreşim uygulamaların fizyolojik toparlanma üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Araştırmaya katılan deneklerin demografik özellikleri kısaca yaş 14.42 ± 1.13 yıl, boy ortalamaları 170.42 ± 8.54 cm. Ve vücut ağırlıkları 52.14 ± 5.36 kg'dır. Bu çalışmada yer alan denekler atletizm sporuyla uğraşan sporculardır. Konumuzu oluşturan, uygulama sonrası laktik asit ölçümleri, farklı frekanslarda uygulanan titreşim sonrası, uygulama öncesi, hemen sonrası, 5. dk ve 10. dk. dan sonra ölçümler yapılmış olup veri sonuçları:

Buna göre pasif dinlenme için; yüklemmeden önce $2,55 \pm (0,87)$ ml, yüklemmeden hemen sonra $5,87 \pm 2,04$ ml, yüklemmeden 5 dk. sonra $7,91 \pm 1,93$ ml, yüklemmeden 10 dk sonra $7,92 \pm 1,66$ ml; olup değerler normal olup belirgin farklılıklar bulunmamıştır.

25 Hz de uygulanan titreşimde ise yüklenmeden önce $2,87 \pm (1,25)$ yüklemmeden hemen sonra, $5,35 \pm (2,72)$ yüklemmeden 5 dk. sonra $5,35 \pm (2,72)$, yüklemmeden 10 dk. sonra $5,54 \pm (2,85)$; gibi değerler elde edilmiştir. Dolayısıyla hipotezimizde belirtildiği şekilde elde edilen sonuçların 25 Hz de uygulanan titreşimin laktik asit değerleri üzerinde anlamlı farklılık oluşturduğu ve 25 Hz de uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanma üzerinde pozitif etki ettiği bulunmuştur.

Önemli farklılık 10. dakikada belirginlik kazanmıştır. 25 Hz de uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanma üzerinde anlamlı farklılığın ortaya çıkmasında kaydedilen kalp atım sayısı değerleri de hipotezimizi doğrulayıcı niteliktedir. ($F=150,799$ $p<0.001$) kalp atım sayısı 10. dakikada anlamlı bir düşüş göstermiştir.

30 Hz de uygulanan titreşimden önce $2,67 \pm (0,82)$, yüklemmeden hemen sonra $56,12 \pm (2,24)$, yüklemmeden 5 dk Sonra $7,81 \pm (2,10)$ ml, yüklemmeden 10 dk Sonra $7,27 \pm (2,64)$; gibi sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre ileri sürdüğümüz hipotezimizi doğrulamamaktadır. Belirgin sonuçlar elde edilememiştir. 30 Hz de uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanma üzerinde pozitif yönde etki etmediği bulunmuştur.

Bunun neden olan yüklenme sonrası belli bir süre vücudun hala laktik asit üretimine devam ettiği düşünülmüştür.

Bunun sonucunda 30 Hz de uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanma üzerinde anlamsız farklılıklar çıkmış olabilir. 30 Hz de uygulanan titreşimin laktik asit değerleri hipotezimizi desteklemediği gibi kalp atım sayısı da normal seviyelerde olup belirgin bir sonuç elde edilmemiştir.

35 Hz de uygulanan titreşim 10. Dakikada laktik asit değerlerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Hipotezimizin tersi yönde, fizyolojik toparlanmayı negatif etkilediği bulunmuştur. Bu da yapılan uygulama sonrası şiddetli titreşimin fizyolojik toparlanmayı geciktirdiği ve laktik asit üretiminin arttığı yönde değerler elde edilmiştir.

Jenkins ve Quigley yaptıkları çalışmada 8 erkekte LA seviyesinin egzersiz başladıktan 10 dakika sonra en yüksek olduğunu (80.1 ± 14.4 mg/dl), egzersizin 20. dakikasında hafifçe azaldığını, egzersizin 30. dakikasında yeniden 10 dakika süre ile yükseldiğini gözlemişlerdir. Bu çalışmada hipotezimizi desteklememektedir nedeni de farklı yüklenmenin şiddetinden kaynaklanıyor olabilir.

Baltzopoulos ve arkadaşları 20.8 ± 1.8 yaşlarında 8 erkek üzerinde yaptıkları çalışmada WT'nden 5 dakika sonra LA'ın en yüksek seviyeye ulaşarak 10.0 ± 1.9 mmol/L'ye (90.2 ± 16.7 mg/dl) çıktığını bulmuşlardır. Baltzopoulos ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışma çalışmamızla paralellik göstermektedir. Yüklenmeden sonra laktik asit değerlerinin en yüksek seviyeye çıkması çalışmamızı destekler niteliktedir. Bu da grubumuzla Baltzopoulos ve arkadaşlarının denek grubu arasındaki yaş farklarının laktik asit üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını yönünde sonuçlar çıkarılabilir.

Ayrıca Froese ve Houston yaptığı çalışma sonucunda 12 erkekte (22.4 ± 2.4 yaş) LA'ın WT'nden 5 dakika sonra 13.5 ± 2.4 mmol/L'ye (121.5 ± 21.6 mg/dl) yükseldiği, dolayısıyla Froese ve Houston yaptığı çalışma çalışmamızın 5. Dakikadaki gibi laktik asit miktarında anlamlı artışın olması çalışmamızı destekler niteliktedir.

Buna göre pasif dinlenme için yüklenmeden önce $84,0 \pm 8,77$, yüklenmeden hemen sonra $172,1 \pm 20,21$ yüklenmeden 5 dk. sonra $107,1 \pm 28,26$, yüklenmeden 10 dk sonra $96,0 \pm 15,34$; Froese ve Houston yüklenmeden hemen önce yüklenmeden hemen sonra, 5 dakika sonra ve 10 dakika sonra yaptıkları çalışmada kalp atım sayıları da çalışmamızın sonunda elde edilen kalp atım sayılarıyla yakın olması itibariyle çalışmamızı destekler niteliktedir.

35 Hz de uygulanan titreşim uygulamanın $83,8 \pm (11,5)$, yüklemekten hemen sonra $175,2 \pm (14,3)$, yüklemekten 5 dk sonra $109,2 \pm (18,3)$, yüklemekten 10 dk sonra $85,1 \pm 15,22$ olarak belirlenmiştir. Farklı frekanslarda uygulanan yüklemekten önce normal sınırlarda olan kalp atım sayısı değerinin yüklemekten hemen sonra arttığı, daha sonra giderek düşmeye başladığı görülmektedir. Farklı frekanslarda uygulanan titreşim sonrası elde edilen kalp atım sayısı değerleri arasında 35 Hz uygulanan titreşimin 10. dakikasında anlamlı bir artış gözlenmiştir. Bu da hipotezimizin tersi yönde bir sonuç olup elde edilen 10 dakikadaki laktik asit değerleri ile paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak düşük frekansta uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanmayı pozitif etkilediği ve yüksek frekansta uygulanan titreşimin fizyolojik toparlanmayı geciktirdiği söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı frekanslarda uygulanan titreşim yöntemlerinin laktik asit miktarı üzerine etkileri tekrarlı ölçümlerde analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, uygulanan dinlenme titreşim yöntemlerinin test bitiminin hemen sonrasında ve test bitiminin 5. dakikasında laktik asit miktarı üzerinde anlamlı farklılığı olmadığı bulunmuştur ($p < 0.05$). Fakat test bitiminin 10. Dakikasında laktik asit miktarı üzerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.038$).

- Bu çalışmanın daha fazla denek sayısı ile yapılması araştırma sonuçlarının geçerliliğinde daha da etkili olacaktır.
- Bu çalışmanın farklı spor dallarıyla uğraşan denekler üzerinde yapılması faydalı olacaktır.
- Araştırmanın bayan denekler üzerinde de yapılması sonuçların cinsiyet yönünden mukayese edilmesine imkân sağlayacaktır.
- Çalışmanın farklı illerde yapılması bölgeler arası daha fazla denekle yapılması daha faydalı olabilir.
- Çalışma spor yapmayanlar üzerinde de yapılması daha farklı sonuçlar elde edilebilir.

- Daha sonra yapılacak olan çalışmalarda farklı yaş gruplarına uygulanması sonuçlar üzerinde farklı bilgiler edinilmesine yardımcı olabilir.

KAYNAKÇA

- AKGÜN, N. (1986), *Egzersiz Fizyolojisi* 2. Baskı, İzmir
- AKGÜN, N. (1989), *Egzersiz Fizyolojisi*, 1. cilt, 3.baskı, Gökçe Ofset Matbaacılık, Ankara.
- AKKAYNAK, S. (1988), *Solunum Hastalıkları*, Güneş Kitap Evi, 4. Baskı, Ankara; 53 -59,
- ASTRAND, P., Rodait, K. (1986), *Texbook of Work Physiology*
- AÇIKADA, C. ve Ergen, E. (1990), *Bilim ve Spor*, Büro Tek Ofset Matbaacılık, Ankara.
- ASTRAND, P. (1981), *Aerobic and anaerobic energy sources in exercise*. *Medicine Sport*. 13, 22-37.
- BADUR, Ö. (Mart 1990), *Masaj ve Spor Hekimliği Dergisi* Cilt 25, Sayı 1, 37 – 39.
- BİSHOP, B. (1974) Vibratory stimulation: Neurophysiology of motor responses evoked by vibratory stimulation. *Phys Ther* 54:1273-1282.
- BOMPA, T., (2003) *Antrenman Kuramı ve Yönetimi*, (Çeviri: İ.Keskin, A.Burcu Tuner, Küçükgöz. H, Bağırhan. T) Bağırhan yayım evi, Ankara.
- BONGIOVANNI, L. G., Hagbart, K. E. (1990). TVR elicited during fatigue from maximal voluntary contractions in man, *J. Physiol*, 423: 1- 14
- BOONE T, Cooper R, Thompson WR. (1991), *Physiologic Evaluation of the Sports Massage, Athletic Training*,
- BOSCO, C., Cardinale, M., Tsarpela, O., (1998) Influence of whole-body vibration on jumping performance. *Biol Sports* 15:157-164
- BOSCO, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., DeLorenzo, A., Viru, A (2000) Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Applied Physiol* 81: 449-454.

- BOWERS, R.W., Fox, E.L. (1988), *Sports physiology*, end edition, Dubuque, Iowa: Wm.C. Brown Publishers, S.12-35 , 211-215.
- BRASİL-NETO, J.P., Cammarota A., Valls-Sole J., Pascual-Leone A., Hallett M.,Cohen, L.G. (1995) Role of intracortical mechanisms in the late part of the silent period to transcranial stimulation of the human motor cortex. *Acta Neurologia Scandinavia* 92:383-386.
- BROOKS, G.A. (1991), *Current concepts in lactate exchange*. Med.Sci.Sports Exerc. 23,8,895-906
- CONTRONİ, G., Rodrigues, W.J. and Hicks, J.M. (1977), *Cerebrospinal fluid Lactic acid level in meningitis*. Pediatrics 91, 379-381
- DEVRIES, H.A. (1986), *Physiology of exercise for Physical Education and Athletics*. WMC Brown Publishers, Iowa.
- DEUSER, E. (1966), *Pratisyen Gözüyle Spor Masajı*, (Çev. H. Özgönül).
- DOLU, E., (1994), “Performansı Arttırmak İçin Psikolojik Periyodizasyon”, *Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 9-19.
- ERGEN, E., Demirel, H., Güner, R., Tumagöl, H., Başoğlu, S., Zergeroğlu, A.M. (2002), *Egzersiz fizyolojisi*, Nobel yayınları, Ankara.
- ERGEN, E. (1991), *Egzersizde Enerji Metabolizması*. İn “Spor Hekimliği Ders Notları”
- FARBER, HW., Schaefer EJ., Franey R, Grimaldi R. and Hill NS. (1991), The Endurance Triathlon: Metabolic Changes After Eaches Event and During Recovery, *Med. and Sci. Sports and Exercise*, Vol. 23
- FOX, E. (1988), *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. 4 th edition, Saunders College Publishing, Philadelphia.
- FOX, E., Bowes, R., Foss, M. (1989), *The physiologie of physical education and Athletics*. Dubuque, IA.
- FOX, E., Bowers, R., Foss, M. (1999), *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*, (Çeviren; Cerit M.) Bağırğan yaymevi II. Baskı, Ankara.

- GIADDEN, L.B. (1989), *Lactate uptake by skeletal muscle*. In: "Exercise and Sport Science Review". Ed. K.B.Pandolf 115-155, Williams-Wilkins, Baltimore.
- GUYTON, A.C. (1989), *Textbook of Medical Physiology*, (Çeviri:Gökhan, N., Çavuşoğlu, H.) 3.baskı İstanbul.
- GÜNAY, M. (1995), "Egzersiz fizyolojisi ders notları", G.Ü, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Ankara.
- GÜNAY, M. (1999), *Egzersiz Fizyolojisi*, Bağırhan Yayınevi, Ankara.
- GUPTA, G., Goswami A., Sadhukhan AK., Mathar DN., (1996), "Comparative study of lactate removal in short term massage of extremities, active recovery and a passive recovery period After supramaximal exercise sessions". Int J Sports Med (17:106-10.)
- HARBİLİ, E. (1998), *Yoğun Egzersizden Sonra Aktif Dinlenmenin Laktik Asit Eliminasyonuna Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya
- HARBİLİ, E. (2007), "Yoğun egzersizden sonra aktif dinlenmenin kan laktat eliminasyonuna etkileri" Genel Tıp Derg (;17-4)
- HATİPOĞLU, MT. (1987), *Anatomi ve Fizyoloji*, Hatipoğlu Yayınevi, 6. Baskı, Ankara.
- HEİPERTZ, W. (1985), *Spor Hekimliği* (Çeviren; Arman, M.), Sermet Matbaası, 7. Baskı, Akara
- HENRY, R.J. (1968), *Ciinical Chemistry: Principles and Technics*. Harper and Row, New-York.
- Hill, D.W., and Smith, J.C. (1991), *Effect of time of day on the relationship between mood state. Percept; and Motor Skills* (72, 83-87)
- ISSURİN, V.B., Liebermann, D.G., Tenenbaum, G. (1994) Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility, *J Sport Sci*, 12:561-566.
- JACOBS, Tesch, P.A., Baror, O., Karlsson, J. And Dotan, R. (1983), *Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30s of supramaximal exercise*. J.Appl.Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol. (55, 2, 365-367).

- JORDAN, M.J., Norris, S.R., Smith, D.J., Herzog, W. (2005) Vibration training: An overview of the area, training consequences, and future considerations. *J Strength Cond Res* 19:459-466.
- KALYON, T.A. (1994), *Spor Hekimliği*, 2. Baskı, Gata. Basımevi, Ankara.
- KARAKAŞ, E.S. (1987), *Sporcu Sağlığı*, Kayseri.
- KATZ, A., And Sahlin, K. (1988), *Regulation of lactic acid production during exercise*. *J.Appl.Physiol* (65, 2, 509-518).
- KRAEMER, W.J., Marchitelli, L., Gordon, S.E., Harman, E., Dziados, J.E., Mello, R., Frykman, P., Mccurry, D. And Fleck, S.J. (1990), *Hormonal and growth f. tor responses to heavy resistance exercise protocols*. *J.Appl.Physiol* (69, 4, 1442-1450).
- KVORNİNG, T., Bagger, M., Caserotti, P., Madsen, K. (2006) Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. *Europ J Applied Physiol* 96:615-625.
- LAUBER, K. (1989) *Lehrbuch für Medizinische Massage*; Tyrolia – Verlag – Innsbruck Wien, (49).
- LEHMANN M., Schmid, P., And Keul, J. (1985), *Plasma catecholamine and blood lactate cumulation during incremental exhaustive exercise*. *Int.J.Sports Med* (6, 78-81).
- LUO, J., McNamara, M., Kieran, M. (2005), The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med* 35:23-41.
- MEDBO, J.I., And Tabata, T. (1993), *Anaerobic energy release in working muscle during 30 to 3 mm of exhausting bicycling*. *J.AppI.Physiol* (75, 4, 1654-1660).
- MERO, A. (1988), *Lactate production and recovery from anaerobic exercise in trained and untrained boys*. *Eur.J.Appl.Physiol* (57, 660-666).
- MESHİL, J., Wygand, B., Otto, R.M., And Bideaux, A. (1992), *Anaerobic power output employing the Cybex met 100 cycle ergometer*. *Med. Sci. Sports Exerc* (24, S599).

- MESTER, J., Spitzenfeil, P., Schwarzer, J., Seifriz, F.(1999), Biological reaction to vibration-implications for sport, *J. Sci. Med. Sport*, 211- 226
- MC ARDLE, W.D., Katch, F.I. And Katch.V.L. (1986), *Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance*. Ed. Lea and Febiger, Philadelphia.
- MC DOUGALL, J.D. (1977), “Muscle glicogen repletion after high-intensity intermittent exercise”. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise physiol* (42: 129-132).
- MODERNK Athlete And Coach, (1994), *Yüklenmeler Sonrası Toparlanma*, (Çeviren: Kin, A.)
- MOREHOUSE, E. And Miller, T. (1973), *Egzersiz Fizyolojisi* (Çeviren Akgün, N.) 6.Baskı, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova.
- NOYAN, A. (2003), *Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji*, Meteksan A.Ş, Ankara.
- NOYAN, A. (1989), *Fizyoloji Ders Kitabı*, 6.Baskı, Meteksan A.Ş., İstanbul.
- OLBRECHT, J., Madsen, Q., Mader, A., Liesen And Holiman, W. (1985),”Relationship between swimming velocity and lactic acid concentration during continuous and intermittent training exercise”. *Int. J.Sports Med* (6, 74-77).
- OYONO, Enguelle, S., Gartner, M., Marbach, J., Lleitz, A., Ott, C. And freund, H. (1989), *Comparison of arteriol and venous blood lactate kinetics after short exercise. Int.J.Sports.Med* (10, 1, 16-24).
- ÖZBEK, N., Türkmen, S. (2000), “Endurans Yüzmede Enerji Harcanımı”, Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Kongresi Bildirileri (1, 225-231).
- PRAMPERO, P.E. (1986), *The anaerobic threshold concept: A critical evaluation*. *Adv.Cardiol* (35, 24-34).
- SCHLUMBERGER, B., Salin, D., Schmidtbleicher, D. (2001). Krafttraining unter vibrationseinwirkung, *Sportverletz sportschaden*, 15: 1- 7
- SHEPHARD, R.J. (1971), *Kalp ve iskelet kası enerji kaynakları* (Çeviren; Durusoy, F.) *Spor Hek.Derg* (7, 8, 83-93).

- SHEPHARD, R.J. (1971), *Fiziksel faaliyete metabolik adaptasyon* (Çeviren; Durusoy, F.) Spor Hek. Derg (8, 2, 25-35).
- SEHLİKOĞLU, T. (1986), *Masaj*, T.S.G.M Sağlık işleri Daire Başkanlığı Yay., Ankara, (7-14).
- SENGİR, O. (1989), *Fizik Tedavi Kitabı*; Bayrak Matbaacılık, 2. Baskı İstanbul, (225–234).
- SÖNMEZ, G.T. (2002), *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*, Ata ofset matbaacılık.
- TAMER, K. (1991), *Fiziksel Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi*. Türkerler kitapevi, Ankara.
- TAMAYO, M., Sucec, A., Phillips, W., Buono, M., Laubach, L. And Frey, M. (1984), "The Wingate anaerobic power test, peak blood lactate and maximal oxygendebt in elite volleybail players". A validation study. Med. Sci. Sports Exerc (18, 126).
- THARP, G.A., Newhouse, R.K., Uffelman, L., Thorland, W.G. And Johnson, G.O. (1985), "Comparison of sprint and nin time with performance on the Wingate anaerobic test. Res. Q. Exerc.Sport" (56, 73-76).
- TİRYAKİ, GR. (1993), *Enerji Sistemleri, Antrenman Metotları ve Sporcu Beslenmesi*, Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü Spor Eğitim Dairesi, Ankara.
- TURGUT, AH. (1977), *Resim ve Yazı ile Kendi Kendine Masaj*; Fon Matbaası, Ankara,
- TÜRK, S. (2007), *L-arginin yüklemesinin genç futbolcularda aerobik ve anaerobik kapasite üzerine etkisi*. Yüksek Lisans, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- OYONO, Enguelle, S., Gartner, M., Marbach, J., Lleitiz, A., Ott, C. And freund, H. (1989), *Comparison of arteriol and venous blood İactate kinetics after short exercise*. Int.J.Sports.Med (10, 1, 16-24).
- VANDER, A.J., Sherman, J.H. And Luciano, D.S. (1990), *Human Physiology: The Mechanisms of Body Function*, 5th edition, Mc Graw-Hill Publishing Company, Usa.

ÖZGEÇMİŞ

02.10.1981 tarihinde Adıyaman'ın Çelikhan ilçesine bağlı Bozgedik köyünde doğdu.

İlköğretimi Bozgedik köyü ilköğretim okulunda bitirdi. 1993 yılında Yeşilyurt İmam-Hatip Lisesinde ortaokula başladı, ortaokulu ve liseyi Yeşilyurt İmam Hatip Lisesinde bitirdi. Lise yıllarında ferdi kulüplerde dört yıl uzak doğu sporları ile uğraştı. 2003 yılında Sakarya Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Rekreasyon bölümünü kazandı. Lisans eğitimi sürecinde bir çok spor dalıyla tanıştı. 2007 yılında Sakarya Üniversitesinden mezun oldu. 2007 yılında Marmara Işık Özel Eğitim Kurumlarında yönetici olarak çalışmaya başladı. Üniversite 1. sınıfta başladığı kort tenisi sporunu çalışma hayatından arta kalan zaman içerisinde devam ettirdi. 2009 yılında Sakarya Üniversitesinde yüksek lisans kayıt hakkı elde etti.

Halen 2007 yılında başladığı yöneticilik görevini sürdürmektedir.