



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ERİŞKİN BİREYLERDE KOŞU BANDI İLE YAPILAN İLİMLİ  
EGZERSİZİN DENGE ÜZERİNE ETKİSİ**

EMİNE KARAKAYA  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN  
PROF. DR. TUNCAY VAROL

MANİSA-2016



CELAL BAYAR  
ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ERİŞKİN BİREYLERDE KOŞU BANDI İLE YAPILAN İLİMLİ  
EGZERSİZİN DENGE ÜZERİNE ETKİSİ**

EMİNE KARAKAYA  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN  
PROF. DR. TUNCAY VAROL

TEZ SINAV JÜRİSİ

PROF. DR. TUNCAY VAROL  
PROF. DR. METE ERTÜRK  
DOÇ. DR. ENİS CEZAYİRLİ

MANİSA-2016

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilemeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışım olmadığını beyan ederim.

Emine KARAKAYA

## TEŐEKKÜR

Tez çalıőmamın her aşamasında örnek ve farklı bakış açısıyla yardımcı olan danışman hocam Prof. Dr. Tuncay VAROL'a ve Uz. Dr. Serkan ÖZGÜR'e, Lisansüstü eğitimim süresince desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Enis CEZAYİRLİ ve Ayőe TU YÜCEL 'e ve aileme verdikleri destek için teőekkür ederim.

Tez çalıőmama katılan gönüllülere çalışmaya gösterdikleri ciddiyet, verdikleri önem ve yaptıkları fedakarlıklar için teőekkür ederim.

Bu tez, Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2014-093 numaralı proje ile desteklenmiőtir.

Emine KARAKAYA

## KISALTMA VE SİMGELER

<b>AP</b>	<b>Anterior-Posterior (Ön-Arka)</b>
<b>APexc</b>	<b>Ön-Arka yöndeki salınım</b>
<b>Area</b>	<b>%95 güvenilirlikte salınım alanı</b>
<b>ATP</b>	<b>Adenozin trifosfat</b>
<b>cm</b>	<b>Santimetre</b>
<b>Dist</b>	<b>Ağırlık merkezinin toplam salınım mesafesi</b>
<b>KAH</b>	<b>Kalp atım hızı</b>
<b>kg</b>	<b>Kilogram</b>
<b>LRexc</b>	<b>Sol-Sağ yöndeki salınım</b>
<b>Lac</b>	<b>Laktik asit</b>
<b>M/L</b>	<b>Medial/Lateral</b>
<b>n</b>	<b>Olgu Sayısı</b>
<b>O<sub>2</sub></b>	<b>Oksijen</b>
<b>Ort</b>	<b>Ortalama</b>
<b>PSS</b>	<b>Periferel Sinir Sistemi</b>
<b>R</b>	<b>Solunumsal değişim oranı</b>
<b>RL</b>	<b>Sağ-Sol (Rigt-Left)</b>
<b>RPE</b>	<b>Algılanan zorlanma derecesi</b>
<b>SPSS</b>	<b>Statistical Package for Social Science</b>
<b>SSS</b>	<b>Santral Sinir Sistemi</b>
<b>Std</b>	<b>Sapma: Standart sapma</b>
<b>Var</b>	<b>Salınım değişkenliği (varyans)</b>
<b>VKİ</b>	<b>Vücut Kütle İndeksi</b>
<b>VO<sub>2</sub></b>	<b>Oksijen Tüketimi</b>

**VO<sub>2</sub>max**      **Maksimum oksijen tüketimi**

**VE**              **Dakikada ekspirasyon hacmi**



## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.	Yerçekimi merkezi ve destek yüzeyi	7
Şekil 2.	Denge	8
Şekil 3.	Hareketin üç temel faktörü	11
Şekil 4.	Postural kontrolün üç temel faktörü	16
Şekil 5.	Vestibüler sistem	20
Şekil 6.	HR Mat Research Software V.6.70-03 yazılımı ile statik denge ölçümü	35
Şekil 7.	Gönüllülerin cinsiyete göre orantısal dağılımı	41
Şekil 8.	Erkeklerin VKİ'nin orantısal dağılımı	41
Şekil 9.	Kadınların Vücut Kitle İndeksinin (VKİ) orantısal dağılımı	42
Şekil 10.	Modifiye Bruce Protokolü uygulaması sırasında her biri 3 dakika süren aşamalarda kalp atım hızı değerleri	43
Şekil 11.	Cinsiyete göre kan laktat düzeyleri	44

## RESİM DİZİNİ

<b>Resim 1. İki ayak üzerinde göz açık statik denge ölçümü (sway analizi)</b>	<b>34</b>
<b>Resim 2. YSI 1500 Laktat Analizörü</b>	<b>38</b>
<b>Resim 3. Metabolik ölçüm aleti Cosmed K4b2</b>	<b>39</b>





## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b>	<b>Postural kontrol sistemleri</b>	<b>19</b>
<b>Tablo 2.</b>	<b>Modifiye Bruce Protokolü</b>	<b>36</b>
<b>Tablo 3.</b>	<b>Borg skalası</b>	<b>37</b>
<b>Tablo 4.</b>	<b>Araştırma grubunun demografik özellikleri</b>	<b>40</b>
<b>Tablo 5.</b>	<b>Postural salınım parametreleri</b>	<b>45</b>
<b>Tablo 6.</b>	<b>Portatif metabolik durum ölçüm cihazı (Cosmed k4b2) ile elde edilen ölçüm değerlerinin cinsiyete göre dağılımı</b>	<b>46</b>
<b>Tablo 7.</b>	<b>Egzersiz öncesi (Pre), egzersiz aşamaları sırasında, egzersiz bitiminde (Post0), bitiminden 5 dakika (Post5) ve 10 dakika (Post10) sonra katılımcılardan alınan algılanan zorlanma derecesi (Borg Skalası) değerlerinin cinsiyete göre ortalama (SD) değerleri</b>	<b>47</b>

# İÇİNDEKİLER

1. ÖZET .....	1
2. SUMMARY .....	3
3-GİRİŞ VE AMAÇ .....	5
4. GENEL BİLGİLER .....	6
4.1. Denge .....	6
4.1.1. Statik denge.....	9
4.1.2. Dinamik denge .....	10
4.2. Dengenin Motor Kontrolü.....	10
4.2.1. Korteks ve beyin sapının motor işlevdeki önemi .....	12
4.2.1.1. Retiküler ve vestibüler çekirdeklerin rolü-yer çekimine karşı vücudun desteklenmesi .....	13
4.2.2. Motor işlevlerde cerebellum ve bazal çekirdeklerin rolü.....	14
4.2.3. Motor işlevlerde omuriliğin rolü.....	15
4.3. Postural Kontrol .....	15
4.3.1. Postural kontrol sistemleri .....	18
4.3.1.1. Sensoriyel (duyusal) sistem .....	19
4.3.1.1.1. Vestibüler sistem.....	19
4.3.1.1.2. Visual (görsel) sistem.....	22
4.3.1.1.3. Proprioseptif sistem.....	23
4.3.1.2. İskelet ve kas sistemi.....	25
4.3.1.2.1. Kas gerim refleksi .....	26
4.3.1.3. Merkezi sinir sistemi .....	26
4.4. Yorgunluk .....	26
4.4.1. Santral ve periferik yorgunluk.....	27
4.4.2.Laktik asit.....	28
4.4.3.Anerobik eşik .....	28
4.5. Egzersizde Solunum Sistemi.....	29
4.5.1.Solunum merkezi .....	29
4.5.2.Egzersizde akciğer ventilasyonu ve oksijen tüketimi .....	29
4.5.3. Kardiyorespiratuar uygunluk .....	30
4.5.4. Solunumsal Değişim Oranı .....	32

5. GEREÇ VE YÖNTEM .....	33
5.1. Gönüllülerin Seçimi .....	33
5.2. Uygulanan Ölçüm ve Testler .....	33
5.2.2. İlimli egzersiz uygulaması .....	35
5.2.4. Solunum parametrelerinin ölçümü .....	38
5.3. İstatistiksel Analiz.....	39
6. BULGULAR.....	40
6.1. Demografik Özellikler .....	40
7. TARTIŞMA .....	48
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
9. KAYNAKLAR .....	52
EKLER.....	60
EK 1 :Gönüllü Onam Formu.....	60
EK 2:Etik Kurul Onayı .....	63
ÖZGEÇMİŞ .....	64

# **Tezin Başlığı: Erişkin Bireylerde Koşu Bandı İle Yapılan İlimli Egzersizin Denge Üzerine Etkisi**

**Öğrencinin Adı: Emine KARAKAYA**

**Danışmanı: Prof. Dr. Tuncay VAROL**

**Anabilim Dalı: Anatomi**

## **1. ÖZET**

**Amaç ve kapsam:** Günümüz toplumlarında giderek artan sedanter yaşam, fiziksel aktivitenin azalmasına, buna bağlı olarak kardiyovasküler ve hareket sisteminin kapasitesinin giderek düşmesine neden olmaktadır. Bu durum dengenin sağlanması ve sürdürülmesi bakımından önemli rol oynayan nöromuskuler kontrol mekanizmalarında yetersizliğe neden olmaktadır. Sedanter yetişkinlerin submaksimal egzersiz düzeyinde fiziksel faaliyete maruz kaldıklarında ortaya çıkacak algılanan zorlanma düzeyi ve fizyolojik parametrelere göre statik denge durumlarının nasıl etkilendiğini ve bu duruma cinsiyet faktörünün nasıl etki ettiğini araştırmayı amaçladık.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmada 20 kadın ve 14 erkek gönüllü yer aldı. Gönüllülerin egzersiz öncesi kardiyolojik muayeneleri yaptırılarak, ılımlı egzersiz yapmalarına engel bir durum olmadığı belirlendi. Gönüllülere egzersiz öncesi pedobarografi cihazı ile statik denge ve laktat ölçümü yapıldı. Daha sonra modifiye Bruce koşu bandı protokolü ile submaksimal egzersiz sınırlarını oluşturan kriterlere ulaşılana kadar egzersiz yaptırıldı. Her aşamada algılanan zorluk derecesini belirlemek için gönüllülere modifiye Borg skalası ile sorgu yapıldı. Test bitiminde hemen, 5 dakika sonra ve 10 dakika sonra statik denge ölçümü ve kan laktat ölçümleri tekrarlandı. Elde edilen veriler istatistiksel olarak ve cinsiyete göre SPSS 15.0 programı yardımıyla değerlendirildi.

**Bulgular:** Deneklerin tümü değerlendirildiğinde denge statik parametrelerinde anlamlı fark saptanmadı. Ancak cinsiyete göre bakıldığında kadınlarda AREA 0. ve 10. dakikalar arasında ( $p=0.021$ ) ve APexc parametresi 0. ve 10. dakikalar arasında ( $p=0.018$ ) anlamlı farklılık gösterdi. Erkeklerde tüm parametrelerde farklılık saptanmadı.

**Sonuç ve Öneriler:** Aerobik egzersiz sınırları içinde yapılan ılımlı egzersizin 18-45 yaş arası erişkin sedanter bireylerde metabolik parametreleri önemli oranda etkilediğini ve hem solunumsal hem de laktik asit gibi metabolit birikiminin bireysel ve cinsiyete bağlı önemli değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Kadınların aynı algılanan zorluk derecesinde erkeklere göre fizyolojik kapasitelerinin düşük olduğu gözlemlendi. Buna karşılık denge parametrelerine bakıldığında kadınların biraz daha hızlı toparlandığı söylenebilir. Gündelik ve iş yaşamında algılanan zorlanma derecesinin bir yorgunluk kriteri olarak değerlendirilmesi, özellikle dikkat ve denge gerektiren fiziksel faaliyetlerde istenmeyen kazalardan kaçınmak için göz önünde bulundurulması gerekir.

**Anahtar kelimeler:** Statik denge; postural kontrol; cinsiyet; ılımlı egzersiz; Borg skalası.

**Title: The effects of moderate exercise with treadmill on balance in adults**

**Student name: Emine KARAKAYA**

**Supervisor: Prof. Dr. Tuncay VAROL**

**Department: Anatomi**

## **2. SUMMARY**

Objective and scope: Increase in the occurrence of sedentary life with concurrent decrease in physical activity, result in a gradual reduction in cardiovascular and locomotor capacities. This, in turn, causes a deficiency in neuromuscular control mechanisms that are involved in restoring and maintaining balance. We aimed to examine how static balance was affected with regard to perceived degree of difficulty and physiological parameters when sedentary individuals are subjected to physical activity at the level of submaximal exercise and whether sex was a factor in this relation.

Material and Method: Twenty female and 14 male volunteers participated in the study. Subjects underwent cardiac examination prior to the exercise program and all were deemed fit to exercise moderately. Static balance by pedobarograph and blood lactate measurements were carried out before the exercise. Subjects then started exercising using modified Bruce treadmill protocol until they fulfilled the criteria for submaximal exercise. At every stage, modified Borg scale was given to the subjects to determine the perceived degree of difficulty. Static balance and blood lactate measurements were repeated right after the exercise, 5 and 10 minutes after the exercise. Data was fed into SPSS v15.0 statistical package for analysis.

Findings: There were no statistically significant differences between static balance parameters. However, when sex was factored in, there were significant differences in AREAp0 and AREAp10 ( $p=0.021$ ) and APexc at 0 and 10 minutes ( $p=0.018$ ) in females. There were no significant differences in males.

Conclusion and Suggestions: Results indicate that moderate aerobic exercise performed by sedentary adults aged between 18 and 45 significantly affected metabolic parameters. There are not only significant sex differences but also individual variability in both respiratory parameters and accumulation of metabolic products such as lactic acid. The physiological capacities of females were lower than those of males at the same perceived degree of difficulty. On the other hand, the balance parameters were restored more rapidly in females. We suggest that perceived degree of difficulty should be taken as a criterion for fatigue in daily living activities and business life and that it should be taken into account to prevent accidents during activities that especially require attention and balance.



**Key words: Static balance; postural control; sex; moderate exercise; Borg scale**



### 3-GİRİŞ VE AMAÇ

İnsan vücudu ayakta dururken stabil olmayan bir durumdadır ve bu duruma neden olan birkaç fiziksel faktör bulunmaktadır. Bu faktörler; yerçekimi, ayak bileği eklemlerinin tilti (eğilmesi-yan yatması) sonucu vücudun destek yüzeyinin hareketi ve vücut ile dışsal temas kuvvetleridir. Postural kontrol, vücudun sürekli dengeyi bozucu bu güçlerle mücadele ederek ağırlık merkezinin destek noktası sınırları içerisinde devam etmesini sağlar (Harringe ve ark 2008).

Denge, öncelikle destek alanı tarafından belirlenen stabilite sınırları içinde vücut ağırlık merkezini koruma yeteneği, diğer bir deyişle minimal salınım yada maksimal kararlılık ile destek merkezi üzerinde vücudun ağırlık merkezini koruma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Emery ve ark 2005).

Postür ve dengenin, statik veya dinamik koşullar altında devam ettirilmesi ve kontrolü, hem statik hem de dinamik fiziksel aktiviteler için önem taşımaktadır. Gerçekleştirilen egzersizler sonrasında postural kontrolde birtakım değişimler gözlenmektedir. Postural salınımda meydana gelen bu değişimler; egzersizin tipine, şiddetine, süresine bağlı olduğu gibi farklı tip egzersizlerin neden olduğu proprioseptif uyarının şiddetinden de (sıçramalar, kalf yükselmeleri vb.) kaynaklanmaktadır. Postural parametrelerde meydana gelen bozulmaların (kötüleşmeler) koşu sırasında yürüyüşten (Hashiba 1998, Bizid ve ark 2009), yürüyüş sırasında bisikletten (Nardone ve ark 1997) ve kısa süreli-yoğun egzersizler sırasında uzun süre devam eden egzersizlerden (Zemková ve Hamar 2003) daha fazla meydana geldiği gözlenmiştir. Yapılan bir araştırmada, futbol oyuncularının denge performansının yorucu bir egzersiz sonrasında anlamlı düzeyde azaldığını tespit edilmiştir (Erkmen 2009).

Bu çalışmayla; düşme ve buna bağlı yaralanmaların önlenmesi açısından alınacak tedbirlerin ortaya konması amaçlanmıştır.



## 4. GENEL BİLGİLER

### 4.1. Denge

Denge öncelikle destek taban alanı (destek yüzeyi) tarafından belirlenen stabilite sınırları içinde vücut ağırlık merkezini koruma yeteneği olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle denge, minimal salınım ya da maksimal kararlılık ile destek merkezi üzerinde vücudun ağırlık merkezini koruyabilme yeteneği olarak ifade edilebilir (Emery, 2005).

Denge, kişinin çeşitli pozisyonlardayken, vücudunun ağırlık merkezini destek taban alanı içinde tutabilme yeteneğidir (Voight ve Blackburn 2000). Denge, bir konumu sürdürmek, günlük faaliyetlerini yapmak ve serbestçe hareket etmek için gereklidir. Denge yeteneğinde bir gerileme, yaşın artışıyla meydana gelmektedir. Üstelik postural rahatsızlıklar sık sık düşüşlerle sonuçlanır (Lee ve Scudds 2003).

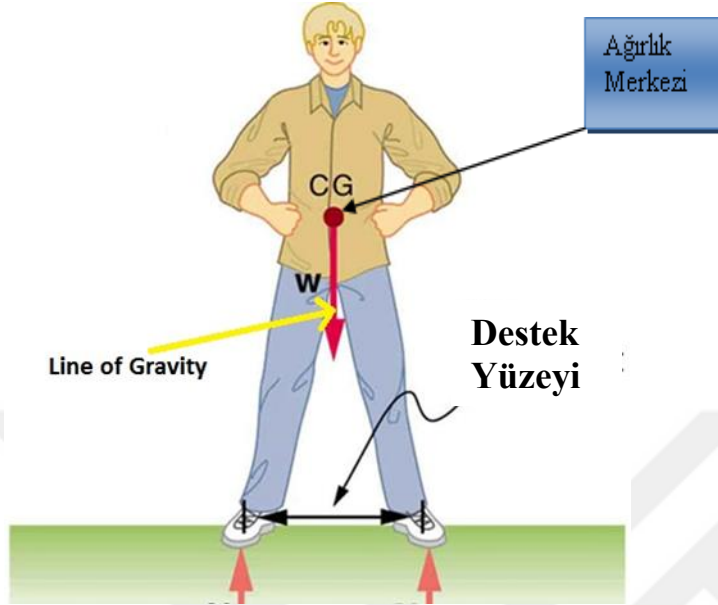
Denge üzerindeki çevresel bileşenler somatosensoryel, vizüel ve vestibüler sistemleri içerir. Merkezi sinir sistemi bu sistemlerden gelen çevresel girdileri birleştirir, vücut pozisyonu ve destek tabanı üzerinde postürü kontrol etmek için birçok uygun kassal cevapları seçer (Nashner ve ark 1982, Shumway-Cook ve Woollacott 2007).

**Vücut ağırlık merkezi:** Her bir vücut parçasının ağırlık merkezinin ortalamasını bulmak suretiyle belirlenen toplam vücut ağırlığının merkezinde bir nokta olarak tanımlanır (Şekil 1) (Shumway-Cook ve Woollacott 2007).

**Yerçekimi Merkezi:** Vücut Ağırlık merkezinin dikey izdüşümü çoğunlukla yerçekimi merkezi olarak isimlendirilir (Şekil 2) (Shumway-Cook ve Woollacott 2007).

**Destek Yüzeyi:** Düz, sabit bir yüzeyde hareketsiz bir duruş için destek yüzeyi, iki ayak ve yüzey arasındaki temas eden bölgeyi kapsayan alan olarak tanımlanır (Şekil

1). Destek yüzeyinin alanı, kişi hareketsiz olarak dururken ayaklar rahat bir şekilde birbirinden ayrı olarak yerleştirildiği zaman hemen hemen bir karedir (Nashner 1997).



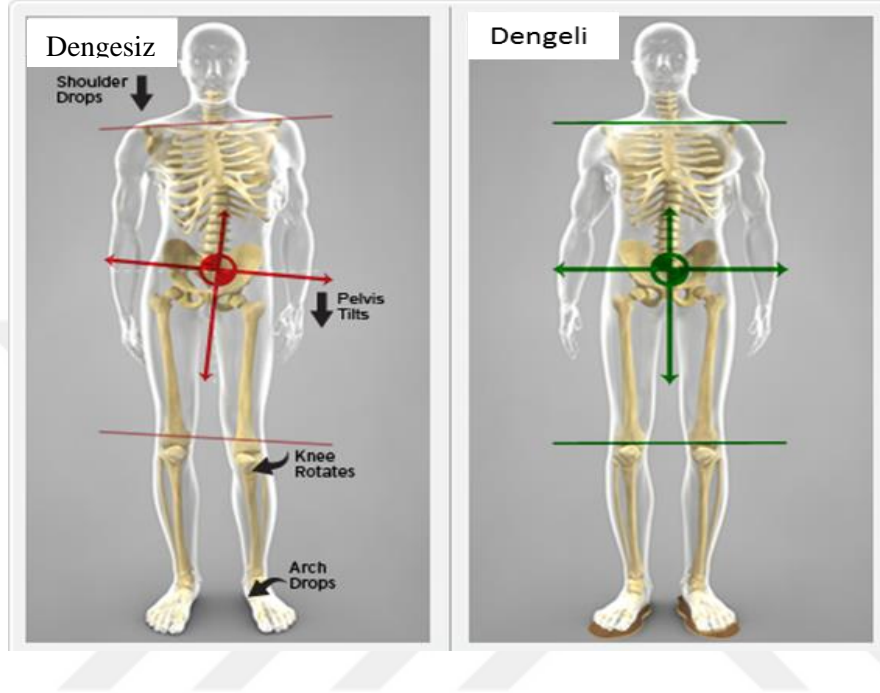
**Şekil 1. Yerçekimi merkezi ve destek yüzeyi**

<http://singaporeosteopathy.com/tag/knowledge/> 07.02.2016

Vücuda etki eden kuvvetler, ağırlık merkezinin sürekli yer değiştirmesine neden olur. Bu sırada refleks kas faaliyeti ile ağırlık merkezinin destek taban alanı içinde tutulması, vücutta küçük bir salınma neden olur. Bu salınma “postural salınım” denir. Bazı rahatsızlıklarda bu salınım artar.

Dengeli bir şekilde ayakta duruş esnasında en uygun pozisyon, vücut ağırlık merkezi izdüşümünün ayak tabanlarının destek sınırları içerisinde muhafaza edilmesi için gereklidir. Vücut medial-lateral (M/L) salınımının en az olduğu durum, destek alanının en iyi olduğu yani ayaklar arasının açık olduğu durumdur. İyi bir destek alanı, yere karşı diyagonal bir kuvvetle karşılaşır. Baş, omuzlar ve gövdenin üst kısmı kalça eklemlerinin üzerinde düzgün bir şekilde durmalı ve gövde dik hale getirilmelidir (Şekil 2) (Sucan ve ark 2005).

Postür ile ilgili tanımlar incelendiğinde, postür; gerilme (myotatik) refleksi ile sağlanan ve yerçekimine karşı korunan vücut duruşunu ifade etmektedir (Okubo ve ark 1979).



**Şekil 2. Denge (<http://www.footlevelers.com/about/about-foot-levelers> 10.02.2016)**

Postür, vücutta iki önemli fonksiyona hizmet etmektedir. Bunlardan ilki, optimal duruşu meydana getiren mekanik antigraviteyi ve dengeyi sağlamaktır. Bu fonksiyonunu, ekstensör antigravite kaslarının kas tonusu aracılığı ile eklemlere sertlik sağlayıp, zemin reaksiyon kuvvetine (force) karşı koyarak gerçekleştirmektedir. Diğer fonksiyonu ise dış dünya ile ilişkili birkaç ekstremitenin algılama ve eyleminde referans çerçevesi olarak davranmasıdır. Baş, gövde ve ekstremiteler gibi vücut segmentlerinin pozisyon ve oryantasyonu, dış çevredeki hedef konumların belirlenmesinin yanı sıra, bu hedeflere karşı hareketlerin organizasyonunu da sağlamaktadır (Massion 1994).

Eforsuz normal postürü sağlayan öğeler (Cailliet 1988);

1. Komşu omur gövdelerini birbirinden ayıran disk içi basınç,
2. Derin ve yüzeysel anüler liflerdeki gerginlik,
3. Ön ve arka uzun ligamentlerin gerginliği,
4. Pelvis: Pelvis kalçaların iliopektineal ve dizlerin popliteal ligamentlerinin yanısıra, gastrocnemius ve soleus kaslarının sürekli kasılmasıyla desteklenir.

Gevşek (rahat) ayakta duruş pozisyonunda kalça ve diz eklemleri, vücudun diğer kısımlarını destekledikleri için, tam ekstansiyonadırlar. Ayrıca diz ekleminde ekstansiyon hareketinin son birkaç derecesinde rotasyonda harekete eklenerek eklem sıkıca kilitlenir.

Ayak bileğinde stabilizeyi sağlayan esas kas m. gastrocnemius'tur. Bu kas iki eklemi katettiği için, yüksek topuklu ayakkabı giyildiğinde, stabilizasyon etkisi azalır, çünkü bir miktar gevşemiş olur.

#### **4.1.1. Statik denge**

Hareketsiz durumda, ağırlık merkezinin destek taban alanı içinde tutabilmek yeteneğine statik denge denir (Hotchkiss ve ark 2004). Hareketsiz ayakta duruş sırasında postural salınımın kontrol edilebilmesi olarak da tanımlanmaktadır. Statik dengenin sürdürülebilmesi için vücut ağırlık merkezi ikinci sakral vertebra seviyesinden geçmeli ve destek yüzeyi üzerinde kalmalıdır (Duncan ve ark 1990).

Bir cisme etki eden net kuvvetlerin birbiri ile dengede ve birbirine eşit oldukları durum statik denge olarak adlandırılmaktadır. Cismin dengesi cisme etki eden kuvvetlere bağlı olduğu kadar, cismin ağırlık merkezi yerçekimi hattı ve destek alanın özelliklerine göre de değerlendirilebilir. Aşağıdaki durumlarda cismin statik dengesinin sağlanması ve sürdürülmesi mümkündür (İnal 2004):

1-Cismin ağırlık merkezi yere (destek alanına) yakın olmalıdır.

2-Cismin destek alanı geniş olmalıdır.

3- Cismin yerçekimi hattı ağırlık merkezinden geçmeli veya mümkün olduğu kadar yakın seyretmelidir.

4-Cismin yerçekimi hattı destek alanının içine düşmelidir.

#### **4.1.2. Dinamik denge**

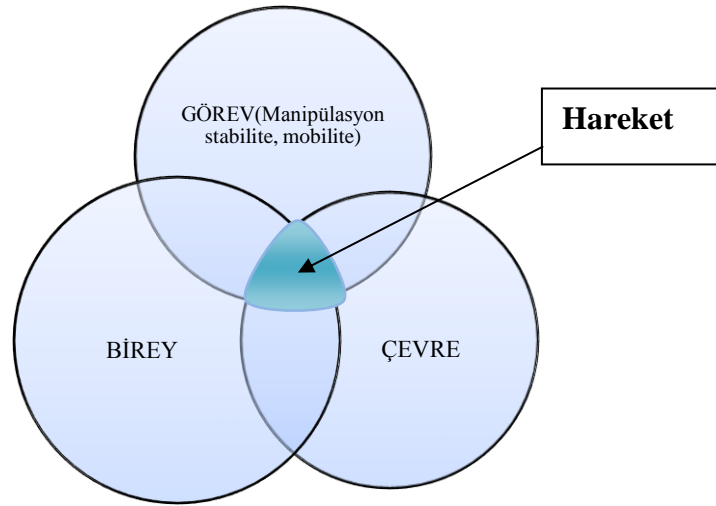
Dinamik denge, dengeyi kaybetmeden veya düşmeden hareket etme kabiliyetidir (Hotchkiss, 2004). Dinamik denge hareket sırasında oluşan postural değişikliklerin önceden kestirilebilmesi ve denge değişikliklerine uygun yanıtların verilebilmesi olarak tanımlanır (Duncan, 1990).

Dinamik denge, yerçekimi pozisyonunun merkezini bozulmasına otomatik postüral cevapları içerir. Postüral salınım, dengenin sürdürülmesinin bir göstergesi olarak yaygın şekilde kullanılır. Normal denge, hem postürü sürdürmek için yerçekimine ait güçlerin hem de dengeyi sürdürmek için ivmelenme güçlerinin kontrolünü gerektirir (Jerosch ve Prymka 1996).

#### **4.2. Dengenin Motor Kontrolü**

Hareket, yaşamın önemli bir özelliğidir. Bu yeteneğimiz yürümek, koşmak, oynamak ve hayatta kalmak için gereklidir. Motor kontrol, hareket için gerekli mekanizmaları doğrudan düzenleme yeteneği olarak tanımlanır (Shumway-Cook ve Woollacott 2007).

Hareket, birey, görev ve çevre arasındaki etkileşimler sonucunda ortaya çıkar. Bireysel faktörler, görev ve çevre içinde hareket organizasyonu etkiler (Şekil 3) (Shumway-Cook ve Woollacott 2007).



**Şekil 3. Hareketin üç temel faktörü (Shumway-Cook ve Woollacott 2007).**

İnsan vücudu hareketlerin uygun hızda, uygun sıra ile arka arkaya gelmesi, hareketler sırasında vücut dengesinin korunması gibi birçok işlevi tek başına yerine getirmek üzere programlanmıştır. Bir basketbol maçı sırasında sporcunun top sürerken, hem koşu hızını ayarlaması, hem pas vereceği takım arkadaşlarının durumunu takip etmesi oldukça karmaşık işlemler olup, sporcu farkında olmadan temelde birçok etkileşimi içermektedir. İstemli kas hareketleri de dahil olmak üzere vücuttaki bütün işlemler sinir sistemi tarafından kontrol edilip yönetilmektedir. (Guyton ve Hall 2006).

İnsan sinir sistemi temelde santral sinir sistemi (SSS) ve periferel sinir sistemi (PSS) olmak üzere iki temel kısımda incelenmektedir. SSS omurilik düzeyi, alt beyin(subkortikal) düzey ve üst beyin(kortikal) düzeyinden oluşmaktadır. Omurilik temelde deri, eklemler ve kas gibi PSS'den gelen bilgileri üst merkezlere iletmektedir (Guyton ve Hall 2006).

PSS vücut ile SSS arasında aracılık etmektedir. PSS bu işlevini duysal nöronlar (birincil affarentler), somatik motor nöronlar ve otonomik motor nöronlar ile yerine getirir (Bern ve ark 2008).

Subkortikal düzeyde (yani medulla oblongata, pons, mezensefalon, hipotalamus, talamus, serebellum ve bazal çekirdekler) bilinç dışı gerçekleşen aktivitelerin birçoğu (örneğin denge) kontrol edilir (Guyton ve Hall 2006, Bern, 2008).

Üst beyin olarak da bilinen kortikal düzey ise aslında hiçbir zaman tek başına çalışmaz. Yukarıda geçen subkortikal düzeylerdeki işlevler korteks kontrolü olmadan tam ve doğru olarak gerçekleştirilemez. Korteks bütün işlevlerin amaca uygun, tam ve doğru olarak uygulanmasını sağlar. Kortekste uygun yanıtın sağlanması vücuttan üst merkezlere iletilen duysal bilginin bütünleştirilmesi sayesinde sağlanır (Guyton ve Hall 2006).

#### **4.2.1. Korteks ve beyin sapının motor işlevdeki önemi**

Beyin sapı medulla oblongata, pons ve mezensefalondan meydana gelmiştir. Beyin sapı bir bakıma omuriliğin kranyal boşluğa doğru uzantısıdır, çünkü bu bölgede bulunan motor ve duysal çekirdekler yüz ve baş bölgeleriyle ilgili duysal ve motor görevleri, tıpkı omuriliğin boynun altındaki bölgeler için yaptığı şekilde yerine getirirler. Fakat diğer bir yönden beyin sapı kendi kendinin yöneticisidir, çünkü aşağıda sıralanan birçok özel düzenleyici görevi yerine getirir (Guyton ve Hall 2006):

- 1.Solunumun kontrolü
- 2.Kardiyovasküler sistemin kontrolü
- 3.Gastrointestinal işlevin kısmen kontrolü
- 4.Vücudun birçok stereotip (tekrarlayıcı) hareketlerinin kontrolü
- 5.Dengenin kontrolü
- 6.Göz hareketlerinin kontrolü

#### **4.2.1.1. Retiküler ve vestibüler çekirdeklerin rolü-yer çekimine karşı vücudun desteklenmesi**

Retiküler çekirdekler iki büyük gruba ayrılır. Ponsun retiküler çekirdekleri, ponsun hafifçe posterior ve lateralinde bulunup mezensefalonun içine uzanır. Medullanın retiküler çekirdekleri, orta hatta yakın ventral ve mediyal olarak tüm medulla boyunca uzanırlar. Bu iki grup çekirdek esas olarak birbirine karşı antagonistik etki gösterir; postakiler antigravite kaslarını uyarır, medulladakiler ise aynı kasları gevşetir (Guyton ve Hall 2006).

Ponsun retiküler çekirdeklerinin uyarıcı sinyalleri, omuriliğin ön kolonunda bulunan ponsun retikülospinal yoluyla omuriliğe iletilirler. Bu yolun lifleri, ekstremitelerin ekstansör kasları ile omurga kasları gibi vücudu yerçekimine karşı destekleyen vücudun aksiyal kaslarını uyanan orta ön motor nöronlarda sonlanır (Guyton ve Hall 2006).

İstemli hareketler kortekste daha alt beyin alanları olan omurilik, beyin sapı, bazal çekirdekler ve serebellumda bulunan işlev kalıplarının kortikal aktivasyonu ile başlatılır. Motor korteks; primer motor korteks, premotor alan ve suplementer motor alan olmak üzere üç alt gruba ayrılır (Guyton ve Hall 2006, Widmaier ve ark 2010). Premotor alan ise primer korteksin hemen önünde yer almaktadır. Premotor alanın ön kısmı yapılacak hareketin motor şablonunu oluşturur ve arka premotor alan ise düşünüleni gerçekleştirmek üzere kas aktivitesinin aşamalarını uyarır. Burada primer motor korteksteği gibi hareket kalıbından ziyade daha kompleks hareket kalıpları sözkonusudur. Premotor alanın arka kısmı sinyalleri ya doğrudan primer motor kortekse veya çoğunlukla bazal çekirdekler ve talamus aracılığı ile primer motor kortekse göndererek, kas aktivitesi sağlayan kompleks sistemin önemli bir parçası niteliğini gösterir (Guyton ve Hall 2006, Widmaier, 2010).



#### 4.2.2. Motor işlevlerde cerebellum ve bazal çekirdeklerin rolü

Cerebellum ve bazal çekirdekler tek başlarına kas aktivitesini düzenlemede etkili olmadıkları halde diğer merkezlerle ilişki kurarak hareketin düzenlenmesine katkıda bulunurlar. Cerebellum hareketler arasında düzgün geçişte, motor aktivitelerin zamanlamasında, agonist- antagonist kas grupları arasında sağlıklı etkileşimin oluşmasında ve kas kasılmasının şiddetinin ayarlanmasında rol oynar. Cerebellum hareketin istenen noktada durdurulması için antagonist kasları tam zamanında ve uygun bir güçle uyarır. Cerebellum olmadan amaca uygun hızlı hareketlerin yapılması kortikospinal sistem için zordur. Cerebellum özellikle gerim refleksini artırmak için omurilikle birlikte görev yapar (Guyton ve Hall 2006).

Motor kontrol işlevlerini eşgüdümlemek için cerebellum aşağıdaki şekilde rol oynar:

1.Vestibulocerebellum; temel olarak küçük flokkulonodüler serebellar loblar (posterior cerebellumun altında bulunan) ile vermisin komşu kısımlarından oluşmuştur. Vücudun denge hareketlerinin birçoğunun nöron devrelerini sağlar. Cerebellumda vestibulocerebellumu yapan flokkulonodüler loblar ile vermisin onlara komşu kısımlarının kaybı dengeyi bozar.

2.Spinocerebellum; ön ve arka cerebellumun vermis kısmının çoğu ile vermisin her iki yanındaki komşu ara loblardan ibarettir. Özellikle, eller ve el parmakları başta olmak üzere, başlıca ekstremitelerin uç kısımlarının hareketini koordine eden devreyi sağlar (Guyton ve Hall 2006).

Bazal çekirdekler nucleus caudatus, putamen, globus pallidus, substantia nigra ve subtaalamik çekirdeklerden oluşmuştur. Bazal çekirdekler kortikospinal yolla birlikte motor hareketin kompleks modellerini kontrol eder. Hareketlerin ardarda gelmesini sağlayarak karmaşık kas hareketlerinin planlanmasına yardımcı olurlar. Ayrıca hareketin hızında da bazal çekirdeklerin etkisi vardır. Bazal çekirdekler hareketlerin bilinçaltı fakat öğrenilmiş modellerini uygulamada kortekse yardım ederler(Guyton ve Hall 2006, Widmaier, 2010).

### **4.2.3. Motor işlevlerde omuriliğin rolü**

Omurilik deriden, eklemlerden ve kas gibi PSS'den gelen bilgileri üst merkezlere iletmesinin yanı sıra, içerdiği nöron devreleri yürümeye, yerçekimine karşı alt ekstremitte kaslarının tonusunu sağlayan reflekslere, vücudun ağrı uyarısından uzaklaşmasını sağlayan reflekslere ve diğer iç organların işlevlerini sağlayan reflekslere neden olmaktadır.

Omuriliğin çıkan yolları periferik yapılar ve çevre hakkında beyine bilgi taşıırken; piramidal ve ekstrapiramidal yolları içeren motor yollar, gerekli motor cevabın oluşmasını sağlamaktadır (Guyton ve Hall 2006). Motor sinyaller korteksten omuriliğe ya doğrudan kortikospinal yolla, veya dolaylı olarak bazal çekirdekler, beyincik ve beyin sapı çekirdeklerinin rol aldığı yol ekstrapiramidal yolla taşınır (Guyton ve Hall 2006, Bern, 2008).

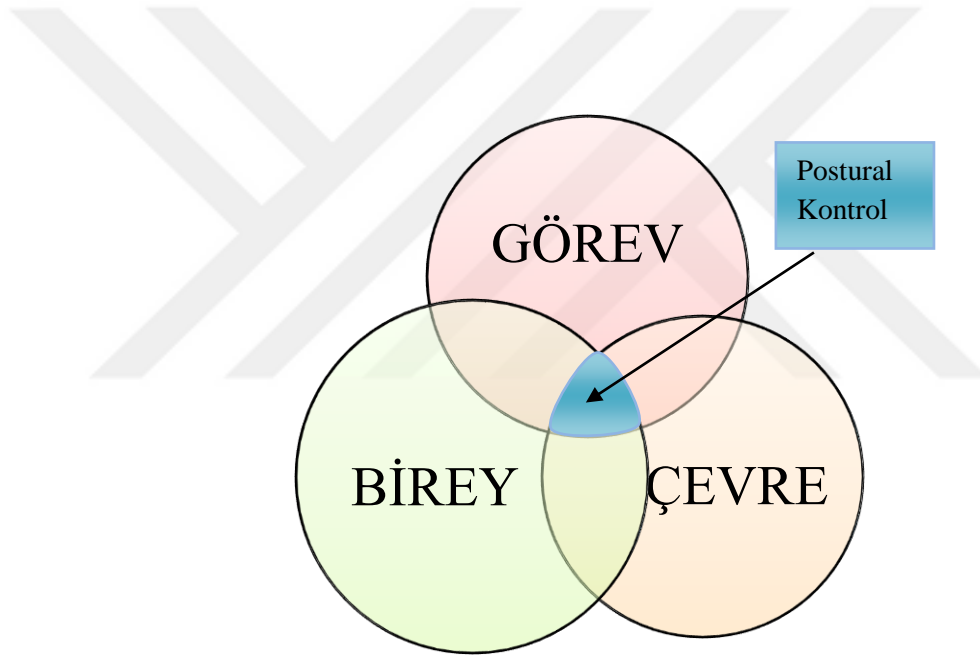
### **4.3. Postural Kontrol**

Görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemler vücudu ayakta dik ve dengede tutmak için bir araya gelir (Alpini ve ark 2008). Cote ve arkadaşlarının yaptığı bir araştırmada, günlük yaşam aktivitelerinde ve spor aktivitelerde postüral kontrol ve dinamik dengenin uygun bir performans için gerekli olduğu belirtmektedir (Cote ve ark 2005).

Görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemlerden gelen uyarıların birleşmesi, uyum sağlaması ve organizasyonu postural stabilite sağlanmaktadır. Destek yüzeyinin sabit durumda iken dengenin sağlanması sırasında, mekanik somatosensoryel uyarılar önem kazanmaktadır. Farklı ve yeni durumlarla karşılaşıldığında ise görme daha fazla kullanılmakta veya destek yüzeyi uyarılarının olduğu yerde çok az yardımcı olmaktadır. Vestibüler uyarılar ise, somatosensoryel ve görsel uyarılar arasındaki karmaşıklığı çözmede önemli role sahiptir (Nashner, 1982).

Postural kontrol, vücudun uzayda stabilizasyon ve oryantasyon amaçlı kontrolü olarak tanımlanabilir ve tüm hareket komponentleri için temel oluşturmaktadır (Shumway-Cook ve Woollacott 2007). Uzayda vücut pozisyonunun kontrol yeteneği sinir sistemi ve iskelet kas sisteminin karmaşık etkileşimiyle meydana gelir. Postural kontrolün uzayda vücut pozisyonunun denetimini içeren iki amacı vardır. Bunlar uyum sağlama ve dengedir. Postural uyum sağlama, özel görevlerde içinde bulunulan şartlar, vücut ve vücut bölümleri arasındaki uygun ilişkiyi sürdürme yeteneği olarak tanımlanır (Winter ve ark 1998).

Postural eylemler, birey, görev ve çevre arasındaki etkileşimler sonucunda ortaya çıkar (Şekil 4) (Shumway-Cook ve Woollacott 2007).



**Şekil 4. Postural kontrolün üç temel faktörü (Shumway Cook ve Woollacott 2007'den adapte edilmiştir).**

Postural kontrol, vücudun sürekli dengeli bozucu güçlerle mücadele ederek ağırlık merkezinin destek noktası sınırları içerisinde devam ettirebilme yeteneğidir (Harringe, 2008). Postural kontrol, üç temel durumda dengeli sürdürmeyle bağlantılıdır. İlk durum, otururken veya ayakta iken duruşun devam ettirilmesidir. İkincisi istemli hareketler boyunca duruşun sürdürülmesi; üçüncüsü ise vurma, çarpma veya sendeleme gibi dış güçlere karşı verilen tepkidir (Winter, 1998).

Postural kontrol sistemi beyin ve kas-iskelet sistemi arasında geribildirim kontrol devresi olarak işlev görmektedir. Bacak, ayak ve gövde kas sistemleri bu geri bildirim devrelerini kullanarak, bireyin yer çekim merkezine karşı ayakta durmasını sağlamaktadır (Deliagina ve ark 2007).

Postural kontrolün sağlanabilmesi için gerekli istemli hareketler öncelikle beyinde planlanmaktadır. Oluşturulan çıktılar piramidal ve ekstrapiramidal sistemler aracılığı ile kaslara gönderilmektedir. Premotor ve pariyetal korteks ile bağlantıya sahip olan piramidal hücreler bilgiyi spinal motor nöronlara ve inter nöronlara taşımaktadır. Taşınan bu bilgi postural kontrolün istemli ve refleks olarak gerçekleştirilebilmesi için gerekmektedir. Kortikal motor alanlardaki çıktı serebellum, retiküler formasyon ve bazal çekirdekler ile bağlantıları içermektedir (Enbom 1990). Bazal çekirdekler, ön beyinin boşluklarının içine gömülü olarak bulunan bir grup yapının (nucleus caudatus, putamen, globus pallidus, nuc. subthalamicus ve amygdala) bir araya gelmesiyle oluşmuştur, refleks ve istemli hareketlerin kontrolünden sorumludur. Kortikal-bazal çekirdek döngüsü aracılığıyla serebral korteksten inen imputlar alarak hareketin istemli kontrolünü ve beyin sapıyla olan bağlantısı sonucu postural kasların tonusunun otomatik kontrolünü sağlamaktadır (Bem ve ark 1995).

Postural kontrolden sorumlu diğer yapı ise; beyin sapında, “Retiküler Formasyon” olarak adlandırılan, medulla oblongata, pons ve mesensefalonu içeren yaygın nöron topluluklarıdır. Retiküler formasyon; spinotalamik yolların kollaterallerinden, spinoretiküler traktuslardan, vestibüler çekirdeklerden, serebellumdan, bazal çekirdeklerden, serebral korteksin hem duyu hem motor alanlarından, hipotalamus ve çevresindeki assosiasyon sahalarından sürekli uyartılar alarak, dengenin korunmasında bir bilgi ağı oluşturur (Woollacott ve Shumway-Cook 1990). Postürün düzenlenmesine önemli katkıları olan bu yapının ya da retikülospinal yolun lezyonu, lokomasyon gibi aktiviteler sırasında dik postürün sağlanma yeteneğinin ortadan kalkmasına neden olmaktadır (Brustein ve Rossignol 1998, Chen ve Zhou 2011).

Postural kontrolden sorumlu bir diğer yapı ise serebellumdur. Serebellum kortikal, subkortikal ve spinal alanlarla nöral bağlantılara sahiptir ve karmaşık yapısı içerisinde, üç kortikal katman ve bu katmanların içerdiği beş temel hücre tipinden oluşmaktadır. Bu katmanların her biri spesifik motor fonksiyona sahiptir. Medial katman, ayakta

duruş sırasında antigravite kaslarının tonusundan ve yürüyüş sırasında ritmik kas aktivitesinden sorumludur. Orta katman, lokomasyon sırasında uzuv hareketlerinin temporal ve uzaysal ayarlamalarını sağlamaktadır. Dış katman ise yürüyüş kalıbının düzenlenmesinde önemli role sahiptir (Spirduso ve ark 1995). Ayrıca cerebellum, başta inferior vestibüler çekirdek olmak üzere, vestibüler sistemle sıkı iletişim içindedir. Bu iletişim vestibuloserebellar lifler sayesinde sağlanır. İnférieur vestibüler çekirdek, hem semisirküler kanallardan hem de utrikulusdan sinyaller alarak, cerebellum ve retiküler formasyonla çift yönlü bağlantı sağlar. Bu çift yönlü bağlantı sayesinde, cerebellumun özellikle flokkulonodüler lobu ve vestibüler sistemden gelen uyarılar, hem retiküler formasyona hem de retiküler ve vestibüler traktuslar yoluyla medulla spinalise ulaşmış olur (Armutlu ve Denge 1994). Tüm bu sensorimotor süreç sonucunda postural kontrol gerçekleştirilmektedir (Visser ve Bloem 2005).

#### **4.3.1. Postural kontrol sistemleri**

Boşlukta vücut pozisyonunu kontrol etmek için kuvvet uygulayabilmesi ve yeteneğın olması etkili bir postural kontrol için gereklidir. Ne zaman ve nasıl yeniden kuvvet uygulayacağını bilmesi için, merkezi sinir sisteminin vücudun boşlukta durağan veya hareketli olup olmadığı hakkında kesin bilgiye sahip olması gerekir. Periferel girdiler görsel, somatosensöriyel ve işitsel sistemlerden vücut pozisyonu hakkında bilgi sağlarlar (Nashner, 1982).

**Tablo 1. Postural kontrol sistemleri (Kejonen ve ark 2002).**

<b>Sensoriyel Sistem</b>	<b>İskelet-Kas Sistemi</b>	<b>Merkezi Sinir Sistemi</b>
İç kulakta yer alan vestibuler sistem	Alt ve üst ekstremite kasları	Gerilme refleksi
Görme (retina)	Gövde kasları	Uzun-döngülü refleksler
Proprioseptif sistem (kas içciği tip I-II, Golgi tendon organı, eklem reseptörleri)	Boyun kasları	Önceden programlanmış reaksiyonlar (öğrenilmiş beceriler)
Duyusal reseptörler		Sinerjist hareket

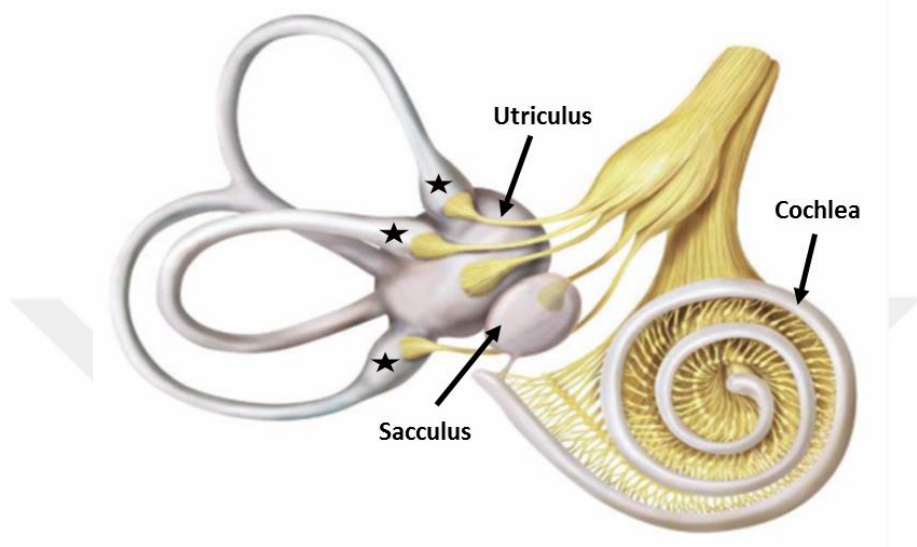
#### **4.3.1.1. Sensoriyel (duyusal) sistem**

İnsan boşluktaki oryantasyonunu sağlamak için primer olarak üç duyuşal sisteme ihtiyaç duyar. Bunlar; görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerdir (Teasdale ve ark 1993). Görsel sistem, hareketlerimizi planlayan ve yolumuzu görmemizi engelleyen durumları bildiren ilk sistemdir. Vestibüler sistem, hem başın pozisyonuna göre statik durumumuz hakkında bilgi veren, hem de doğrusal ve açısal hareketlerimizi algılayan bir sistemdir. Proprioseptif sistem, vücut segmentlerinin pozisyonlarına ve hızlarına, diğer objelere temaslardan ve yerçekimi yönüne duyarlı reseptörlerden oluşur (Teasdale, 1993).

##### **4.3.1.1.1. Vestibüler sistem**

Vestibüler aygıt denge ile ilgili duyuları algılayan reseptörler içerir. Bu organ, temporal kemiğin pars petrosasında kemiksi tüp ve odacıklar sisteminden ibaret kemiksi labirent ile, yine bu sistem içinde bulunan ve zarsı labirent denen zarsı tüp ve odacıklardan meydana gelmiştir. Zarsı labirent aygıtın işlevsel bölümüdür. Bu labirent esas olarak cochlea, üç canalis semicircularis ve vestibulum'da yer alan utriculus ile

sacculus olarak bilinen iki büyük odacıktan meydana gelmiştir (Şekil 5). Kohlea, işitmenin temel duysal organıdır ve denge ile ilişkisi yoktur. Buna karşın, yarımdaire kanalları ile utriculus ve sacculus, denge mekanizmasının birbirini tamamlayan parçalarıdır (Guyton ve Hall 2006).



**Şekil 5. Vestibüler sistem (Lamperti ve ark 2010). Ductus semicircularis'lerin ampulla bölümleri "\*" ile gösterilmiştir.**

Utriculus ve sacculusun iç yüzeyinde, çapı 2 mm'den biraz daha büyük makula adı verilen küçük bir duysal alan bulunur. Utriculustaki makula, temelde utrikülün alt yüzeyinde yatay plandadır ve birey dik durduğu zaman yerçekiminin yönüne göre başın yönelimini belirlemede önemli bir rol oynar. sacculustaki makula dikey düzlemde yerleşmiştir. Bu nedenle, insan yatar durumdayken denge organı olarak çalışır. Her makula, içinde statokonya adı verilen birçok küçük kalsiyum karbonat kristallerinin gömülü bulunduğu jelatinimsi bir tabakayla örtülüdür. Makulada binlerce tüy hücresi de vardır. Bu hücrelerden jelatinimsi tabakanın içine kadar silyumlar uzanır. Tüy hücrelerinin tabanı ve yanları vestibüler sinirin duysal sinir uçlarıyla sinaps yapar. Kireçlenmiş statokonyanın özgül ağırlığı çevredeki sıvı ve dokularınkinin 2-3 katı kadardır. Bu nedenle statokonyanın ağırlığı silyumları yerçekimi yönünde eğer (Guyton ve Hall 2006).

Her vestibüler organda üç yarım daire kanalı uzayın üç düzlemini temsil etmek üzere birbirleriyle dik açı oluşturacak şekilde yerleşmişlerdir. Her yarımdaire kanalının bir ucunda ampulla denen bir genişleme vardır. Kanallar ve ampulla endolenf adı verilen visköz bir sıvıyla doludur. Kanalların birbirinden ampullaya akan bu sıvı ampullanın duyu organını şu şekilde uyarır; Her ampullada crista ampularis denen küçük bir çıkıntıyı göstermektedir. Bu kristanın tepesinde cupula adı verilen jelatinimsi bir kütle vardır. Baş herhangi bir yöne dönmeye başladığında, bir veya daha çok yarım daire kanalındaki sıvının eylemsizliği, yarımdaire kanalı başla birlikte dönerken sıvının hareketsiz kalmasına neden olur. Bu, sıvının kanaldan ampullaya akmasına ve cupulanın bir tarafa eğilmesine yol açar. Başın aksi yöne dönmesi cupulanın zıt yöne eğilmesine neden olur.

Cupulanın içinde crista ampularis boyunca yerleşmiş tüy hücrelerinden çıkan yüzlerce silyum vardır. Bütün bu tüy hücrelerinin kinesilyumları cupulanın aynı tarafına doğru yönelmiştir. Cupulanın bu yöne eğilmesi tüy hücrelerini depolarize ederken karşı yöne eğilmesi hiper polarize eder. Tüy hücrelerinden, vestibüler sinir yoluyla, uzayın üç düzleminde başın dönüş hızı ve yönündeki değişimler hakkında merkezi sinir sistemini haberdar eden sinyaller gönderir (Guyton ve Hall 2006).

Utriculus ve sacculusun makulalarındaki farklı tüy hücrelerinin çeşitli yönlere yönelmiş olması başın değişik durumlarında farklı hücrelerin uyarılması açısından özellikle önemlidir. Farklı tüy hücrelerinin uyarılma “kalıplar”ı başın yerçekimine göre durumunu sinir sistemine bildirir. Bunun üzerine, beynin vestibüler, serebellar ve retiküler motor sinir sistemleri duruştan sorumlu uygun kasları uyarıp dengeyi korurlar. Utriculus ve sacculus sisteminin dengeyi koruma işlevi baş dikeye yakın pozisyonda iken son derece etkindir. Gerçekten de vücut en ufak bir denge bozukluğunu algılayabilir (Guyton ve Hall 2006).

Santral vestibüler sistem, beyin sapındaki vestibüler çekirdekler ile vestibüler sisteme ait serebellum kısımları ve bağlantılarını kapsar. Periferik vestibüler sistemden gelen bilgileri işler ve başın oryantasyonu nu belirlemek için diğer duyu bilgileri birleştirir. Pons ve beyin sapı, duyu entegrasyon merkezi olarak göz hareketlerinden, postür hareketlerin kontrolünden ve uzaysal oryantasyondan sorumludur. Cerebellum ise vestibüler cevapların şekillendirilmesinden sorumludur,



bakış kontrolü, postüral stabilite ve yürüyüş sırasında görev alır. Görsel ve vestibüler sistemler arasındaki iletişim serebellum aracılığı ile sağlanır. Fonksiyonel geri dönüş için santral vestibüler sistemin özellikle de vestibüloserebellumun sağlamlığı esastır (Furman ve Whitney 2000, Hain ve Helminsky 2007).

#### **4.3.1.1.2. Visual (görsel) sistem**

Vücudun uzayda hareketi hakkında daha çok bilgi görme ile sağlanmaktadır. Vücut uzaydaki hareketini bazı görsel yardımcılarla yönlendirmektedir. Genellikle normal durumlarda, somatosensoriyel ve görsel alt sistemler, denge ve postural farkındalığın öncü belirleyicileridir. Vücut pozisyonunun görecelik düzeltilmesi, dengenin dış çevredeki uyarılardan etkilenmesi bu sistemin kontrolündedir (Wade ve Jones 1997).

Gözün ışığa duyarlı kısmını oluşturan retina renkli görmeden sorumlu koni hücrelerini ve esas olarak siyah beyaz görme ve karanlıkta görmeden sorumlu basil hücreleri bulundurur. Koni veya basil hücrelerinden biri uyarıldığında sinyaller öncelikle retinanın kendi ardışık nöronlarına, buradan optik sinirlere ve serebral kortekse iletilir. Bu bölümün amacı, basil ve koni hücrelerinin ışık ve rengi fark ederek görsel imgeyi optik sinir sinyallerine çevirmesinin mekanizmasının açıklamasıdır (Guyton ve Hall 2006).

Bir şahıs hareket yönünü ani olarak değiştirdiğinde veya başını yanlara, öne ya da arkaya doğru eğdiğinde bile, bakış yönünü sabit tutan bazı otomatik kontrol mekanizmaları olmasaydı, görüntüyü retinada sabit tutmak olanaksız olacaktı. Ayrıca, bakışlar net bir görüntü almaya yetecek bir süre cisme “sabit”lenmezse, görüntünün fark edilme olanağı azalacaktı. Başın aniden her çevrilişinde yarım daire kanallarından gelen sinyaller, gözlerin başın dönüş yönüne ters yönde ve aynı miktarda rotasyonunu sağlar. Bunun sebebi vestibüler çekirdekler ile fasciculus longitudinalis medialis üzerinde oküler çekirdeklere iletilen reflekslerdir (Guyton ve Hall 2006).

Vestibüler organın tahribinden ve vücuttan gelen propriyoseptif bilginin çoğunun kaybindan sonra bile, birey dengenin korunması için görsel mekanizmaları hala etkinlikle kullanabilir. Vücudun hafif doğrusal veya dönme şeklindeki hareketi bile retinadaki görüntüyü ani olarak kaydırır ve bu bilgi denge merkezlerine aktarılır. Vestibüler organı tahrip olmuş bazı insanların gözleri açık olduğu ve bütün hareketler yavaşça yapıldığı müddetçe dengeleri neredeyse normaldir. Fakat hareket hızlı yapılırsa veya gözler kapatılırsa denge hemen kaybolur (Guyton ve Hall 2006).

#### **4.3.1.1.3. Proprioseptif sistem**

Duyusal girdiler postüral kontrolü sürdürmek için tek başına sorumlu değildir. Postüral stabilite kas kitlesinin bütünlüğü, merkezi sinir sistemi içerisindeki sistemlerin etkinliği ve motor kontrol için eksiksiz sinirsel yollara bağlıdır. Postürün doğru kontrolü; sağlıklı bireyler için otomatik olarak gerçekleşebilir fakat yorgunluk, patolojik bir durum, sakatlık veya yaşlılık gibi sebeplerden dolayı denge kaybı olan bireyler için mücadele etmek anlamına gelir (Jerosch ve Prymka 1996, Johansson ve ark 2000).

Propriyosepsiyon organizmanın içinde üretilen uyarılara tepki olarak tanımlanır (Günay 2006). İlk klasik tanım Sherrington tarafından 1906 da yapılmıştır; “propriyosepsiyon; vücut hareketlerinin ve eklemlerin uzayda yaptığı devinimle vücut dengesinin kontrolünü sağlamaktadır” (Sherrington 1916).

Propriyoseptif duyular, vücudun pozisyon duyuları, ayak tabanlarından gelen basınç duyuları ve hatta genelde bir somatik duyudan ziyade özel bir duyu olarak kabul edilen denge duyusu gibi vücudun fiziksel durumu hakkında bilgi veren duyulardır (Guyton ve Hall 2006).

Propriyoseptif duyu, motor kontrolün en önemli parçalarından biridir. İki grup altında incelenir. Grup I (Deri, eklem ve basınca ait bilgiler) ve Grup II (Kas afferentleri). Grup I propriyoseptörler, hızı düşük olan aktivitelerde denge

hareketlerinin koordinasyonunda görev alırlar. Grup II proprioseptörlerin ise, hızlı gelişen denge reaksiyonlarında, önceden patern halinde planlanmış olan refleks hareketleri başlatma görevleri vardır. Kas içiği, eklem ve deriye ait reseptörlerden alınan veriler, destek yüzeyinin niteliği hakkında ve ekstremitelerin pozisyonlarının birbirleriyle olan ilişkisi hakkında bilgi vererek motor kontrolün sağlanmasında sinir sistemine bilgi sağlarlar (Armutlu ve Denge 1994, Füzün ve Tüzün 1995).

Kas içiği kasın orta bölümleri boyunca yer alır ve sinir sistemine ya kasın boyu veya boyundaki değişmelerin hızıyla ilgili bilgileri gönderir (Guyton ve Hall 2006). Kontrolün sağlanmasında, eklem ve deriye ait reseptörlerden alınan veriler destek yüzeyinin niteliği hakkında bilgi sağlamaktadır. Ayrıca ekstremitelerin pozisyonlarının birbirleriyle olan ilişkisi hakkında sinir sistemine veri sağlar. Kas içiği ve reseptörü iki yoldan uyarılmaktadır. Kasın tümüyle uzaması içiğin orta bölümünü gererek reseptörü uyarır, kasın boyu tümüyle değişmese bile liflerin uç bölümlerinin kasılması da liflerin orta kısmını gerer ve sonuçta reseptörü uyarır. Kas içiklerinin fonksiyonunun en basit göstergesi, kas gerilme refleksidir (Altay 2001).

Golgi tendon organları, kasın tendonunda yer alırlar ve tendonun gerilimi veya gerimin değişme hızı ile ilgili bilgileri iletirler (Guyton ve Hall 2006).

Eklem reseptörleri kırışlerde, bağlarda, kemiklerde, kaslarda ve eklem kapsüllerinde bulunur. Eklem açısı ile ilgili eklem ivmelenmesi ve basınca karşı oluşan şekil bozuklukları hakkında MSS'ne bilgi aktarırlar (Fox ve ark 1999). Dört tip eklem mekanoreseptörü vardır:

- 1- Ruffini reseptörü
- 2- Pacini körpüskülleri
- 3- Golgi tendon organı
- 4- Serbest sinir sonlanmaları

Bunların içinde Pacini korpüskülleri ve Golgi tendon organı dinamik durumu, Ruffini cisimcikleri statik durumu, serbest sinir sonlanması ise ağrı ve deformasyonu algılar (Heidt ve ark 2000, Ashton-Miller ve ark 2001).

Vestibüler organ sadece başın hareketlerini ve uyumunu tespit eder. Bu bilgi boyun ve vücuttaki proprioseptörlerden doğrudan ve serebellum yoluyla dolaylı olarak, beyin sapının vestibüler ve retiküler nükleuslarına iletilir. Boyun eğilip baş bir

tarafa yatırılınca, boyundaki propriyoseptörlerden gelen impulslar, vestibüler organın insana denge bozukluğu hissettirmesini önler. Bunu, vestibüler organdan gelen sinyallere tamamen zıt sinyaller ileterek yaparlar. Bununla birlikte, bütün vücut bir yana eğildiği zaman, vestibüler organdan gelen sinyaller, boyun propriyoseptörlerinden gelen sinyallerin zıt etkisiyle karşılaşmaz ve bu durumda şahıs tüm vücudun dengesinde belircek bir değişikliği algılar (Guyton ve Hall 2006).

#### **4.3.1.2. İskelet ve kas sistemi**

İskelet kasları merkezi sinir sisteminin farklı düzeyleri tarafından kontrol edilir. Bunlar; medulla spinalis, medulla oblongata, pons ve mezensephalon'un retiküler çekirdekleri, bazal çekirdekler, cerebellum ve motor kortektir. Bu alanların her biri motor kontrol üzerinde kendine özgü rolünü gerçekleştirir. Alt bölgeler daha çok duysal uyarılara karşı oluşan otomatik ve anlık kas yanıtları ile, daha yukarıdaki bölgeler ise beynin düşünce süreçleri ile kontrol edilen önceden düşünülmüş karmaşık kas hareketleri ile ilgilidir (Guyton ve Hall 2006).

Statik veya dinamik postür için gerekli olan kas kuvveti, postür tipine ve kişinin fiziki özelliklerine göre değişir. Genellikle kullanılan kas grupları, yer çekiminin etkisine karşı koyarak, vücudu dik bir pozisyonda tutan kaslardır. Bunlara antigravite kasları denir ve genellikle ekstansiyon yaptırırlar. Postürde efferent cevap motor cevap olup, antigravite kasları esas efektör organlardır (Akman ve Karataş 2003).

Vestibüler çekirdeklerin hepsi antigravite kaslarını uyarmak için ponsun retiküler çekirdekleriyle birlikte görev yapar. Vestibüler çekirdekler omuriliğin ön kolonlarındaki lateral ve medyal vestibülospinal yollarla antiagravite kaslarına güçlü uyarıcı sinyalleri taşırlar. Ponsun retiküler sistemi vestibüler çekirdeklerin bu desteği olmadan aksiyal antigravite kaslarını uyarma yeteneğini büyük ölçüde kaybeder. Bununla birlikte, vestibüler çekirdeklerin özgül rolü, dengeyi korumak için vestibüler organdan gelen sinyallere yanıt olarak farklı antigravite kaslarına giden uyarıcı sinyalleri seçici olarak kontrol etmektir (Guyton ve Hall 2006).

#### **4.3.1.2.1. Kas gerim refleksi**

Kas iğciği işlevinin en basit göstergesi, kas gerim refleksidir. Bir kas ne zaman hızlıca gerilirse, iğciklerin uyarılması aynı kasın ve yakın işbirliği yapan sinerjistik kaslarda büyük iskelet kas liflerinin refleks kasılmalarına neden olur (Guyton ve Hall 2006).

#### **4.3.1.3. Merkezi sinir sistemi**

Merkezi sinir sistemi, beyin ve omurilikten oluşan kontrol merkezidir. İç ve dış ortamda oluşan değişiklikler reseptörler aracılığı ile algılanır ve merkezi sinir sistemine iletilir. Merkezi sinir sistemi meydana gelen değişikliklere ne gibi tepkinin (cevabın) oluşturulduğu ve değerlendirmelerin yapıldığı bölümdür. Beyin cranium içinde yer alır. Medulla spinalis ise columna vertebralis içinde bulunur (Günay 2006).

#### **4.4. Yorgunluk**

Bireyin fonksiyonlarını yapabilmesi ve normal kapasitesini kullanmasına engel olan, tüm bedenini etkileyen hafif bir tükenmişlikten, katlanılamaz bir bitkinliğe kadar değişebilen, hoş olmayan subjektif bir semptomdur (Walker ve Avant 1988).

Motor kontrolün azalmasına yol açan merkezi ve çevresel düzeylerde meydana gelen farklı fizyolojik mekanizmaların bir kombinasyonu yorgunluğa sebep olur. Fizyolojik olarak aktiviteleri sonrasında yorgunluk ortaya çıkmaya başlar. Bu durumdan dolayı, egzersizler ve spor uygulamalarında postüral kontrolde kayıp oluşmaya başlar. Antrenman esnasında oluşan yorgunluk istenilen performans düzeyini engellemeye başlar. Denge kaybıyla sakatlık durumları olabilir (Noakes 2000). Yorgunluk, eklemlerin proprioseptif ve kinestetik özelliklerini zayıflatır, kas

iğciği deşarj eşiğini arttırır. Bu durum eklem duyarlılığının değişmesi sonrasında afferent geri bildirimini bozar (Vuillerme ve ark 2001).

Yorgunluktan dolayı afferent sinyal iletiminin yavaşlayacağı ve bunun da postürün sürdürülmesine yardım eden efferent sinyallerin üretiminin yavaşlatılmasına yol açabileceği bildirilmiştir. Bu yüzden, yorgunluk oluştuğu zaman bireylerin sakatlanma riskinin arttığı belirtilmektedir (Gribble ve ark 2004).

Özellikle yüksek şiddette olmak üzere; fiziksel aktivite, organizmanın homeostatik dengesi üzerinde olumsuz etki yaratarak yorgunluk belirtilerinin gelişmesini tetiklemektedir. Egzersiz sonrasında ise metabolik artıkların uzaklaştırılması, enerji maddelerinin yeniden sentezlenmesi, su elektrolit dengesinin sağlanması, vücut sıcaklığının ve oksijen tüketiminin düşürülmesi gibi birçok faktöre bağlı olarak toparlanma gerçekleşmektedir (Stupnicki ve ark 2010).

Yorgunlukta kasın ürettiği kuvvet ve gücün baskılanması nedeni ile kas performansı önemli oranda azalır. Yorgunluk sürecinde iskelet kasında meydana gelen bazı değişiklikler kas performansının azalmasından sorumlu tutulmaktadır. Bu bağlamda etkin sportif performans için sağlıklı bir iskelet kas yapısı gereklidir (Budgett 1990).

#### **4.4.1. Santral ve periferel yorgunluk**

Pek çok araştırma yorgunluğun kaynağının ne olduğunu sormaktadır. Çünkü bu soru yorgunluk kaynağının periferde (kasın kendisinde) mi yoksa santral düzeyde mi olması açısından önem taşımaktadır. Periferel yorgunluk nöromüsküler kavşakta ve sonrasında veya bazı kaynaklarda sadece kasın kendisinde meydana gelen ve performansı düşüren bir süreç olarak tanımlanırken; santral yorgunluk ise bu kavşağın öncesinde oluşan süreçleri içerir. Literatürde santral ve periferik yorgunluk ayırımına çok sık gidilmiş olsa da bunları birbirinden ayırmak oldukça zordur. Santral yorgunluk literatürde “aktif motor nöronların ateşleme frekanslarının azalması sonucu kuvvetin

azalması” olarak ifade edilmektedir. Bu tanım motor nöronların bütün eksitator idaresinin azalmasını içerir (Duchateau ve ark 2006).

#### **4.4.2.Laktik asit**

Hücre sitoplazmasında gerçekleşen anaerobik glikolizde glikojen, pirüvik asit ve laktik aside (Lac) yıkılır ve açığa çıkan enerji ile ATP'nin yeniden sentezlenmesi sağlanır (Posterino ve Fryer 2000).

Artan egzersiz yoğunluğuna bağlı olarak kan laktat seviyesinde ve katekolamin üretiminde artmalar gözlenmekte, bu ise sempatik sistem uyarılmasına ve kalp atımında artmaya neden olmaktadır. Egzersiz sırasında kalp atım hızının iş gücüne göre değişmeye başladığı nokta ile anaerobik eşik tespiti yapılabileceğini öne sürülmüştür (Conconi ve ark 1982). Anaerobik eşik belirlenmesinde en etkin yöntem olarak egzersiz sırasında belirli aralıklarla arteriyal kandaki laktat konsantrasyonu ölçümüdür (Yoshida ve ark 1981). Periferal dolaşımdaki kan laktat seviyesi direkt olarak kardiovasküler sistemi etkileyerek kalp atım hızını etkileyebilir (Gregory ve ark 1987).

#### **4.4.3.Anaerobik eşik**

Anaerobik eşik, egzersiz sırasında vücudun artan metabolik ihtiyacının aerobik enerji sistemlerince tam olarak karşılanamadığında, anaerobik enerji üretimindeki artışın başladığı metabolizma değişim bölgesini tanımlamaktadır. Egzersiz sırasında aerobik metabolizmaya anaerobik metabolizmanın eklendiği bu değişim bölgesinde arteriyal kan laktat konsantrasyonunun da sistematik olarak istirahat seviyesinin üzerine doğru artmaya başladığı gösterilmiştir (Jones 1997).

## **4.5. Egzersizde Solunum Sistemi**

Egzersiz sırasında solunum kaslarındaki mekanik iş fazla artırılmadan alveoler oksijen ve karbondioksit düzeyleri yeterli ya da istirahat halindeki yakını düzeyde tutulmaya çalışılır. Bu amaçla kardiyak output artırılır, solunum kaslarının enerji tüketimi azaltılır, solunumsal eforu artıracak uyarılar en aza indirilir. Bu etkiler sonucunda solunum kaslarında oluşacak yorgunluk minimize edilir ve egzersiz performansı artırılmaya çalışılır (Rodman ve ark 2002).

### **4.5.1.Solunum merkezi**

Solunum merkezi, medulla oblongata ve ponsa bilateral olarak yerleşim gösteren çeşitli nöron gruplarından oluşmuştur. Bu nöronlar üç ana gruba ayrılmıştır;

1-Dorsal solunum grubu: medullanın dorsal bölgesinde yer alır ve esas olarak inspirasyondan sorumludur.

2-Ventral solunum grubu: medulla oblongatanın ventrolateral kısmında yer alır. Esas olarak ekspirasyonu gerçekleştirir.

3-Pnömotaksik merkez, ponsun dorsal üst kısmında yer alır. Solunum hızı ve derinliğinin belirlenmesine yardım eder. Solunum düzenlenmesinde dorsal solunum grubu ana rolü oynamaktadır (Guyton ve Hall 2006).

### **4.5.2.Egzersizde akciğer ventilasyonu ve oksijen tüketimi**

Solunumun amacı, dokulara oksijen sağlamak ve karbon dioksidi uzaklaştırmaktır. Bu amacı gerçekleştirirken solunum,dört ana işlev yürütür (Guyton ve Hall 2006).

1-Havanın atmosfer ve akciğer alveolleri arasında içe ve dışa akımı,



2-Akciğer ventilasyonu; alveoller ile kan arasında oksijen ve karbon dioksidin difizyonu,

3-Gerekli oksijeni hücrelere taşımak ve oluşan karbon dioksit taşınması,

4-Ventilasyonun ve solunumun diğer yönlerinin regülasyonudur.

Genç erişkin bir erkekte dinlenme durumunda normal oksijen tüketimi dakikada 250 ml'dir. Çeşitli düzeydeki egzersizlerde oksijen tüketimi ile akciğer ventilasyonu arasında doğrusal bir ilişki vardır. İyi antrenmanlı bir atlette maksimum şiddetteki egzersiz sırasında hem oksijen tüketimi, hem de akciğer ventilasyonu dinlenme durumuna göre 20 kat artar (Guyton ve Hall 2006).

Dakikada ekspirasyon hacmi (VE),  $VO_{2max}$ 'ın %50 ila 60'ına kadar  $O_2$  alımı ve  $CO_2$  üretimi ile doğrusal ilişkide artar. Çoğu kez anaerobik eşik olarak adlandırılan bu noktanın üzerinde,  $O_2$  alımından daha fazla artan  $CO_2$  üretimiyle daha yakından ilişkilidir (Jones 1997).

#### **4.5.3. Kardiyorespiratuar uygunluk**

Fiziksel aktivitenin değerlendirilmesinde kullanılan bir yöntem olan kardiyorespiratuar uygunluk düzeyi ağır ve dinamik bir egzersiz sırasında kardiyovasküler ve respiratuar sistemin çalışan kaslara oksijen taşıyabilme becerisini yansıtır. Kardiyorespiratuar uygunluğun ölçümünde altın standart maksimal oksijen tüketiminin ( $VO_{2max}$ ), maksimal iş yükü sırasında doğrudan ölçülmesidir (Haskell ve ark 1992). Kardiyorespiratuar uygunluk, fiziksel aktivitenin dışında yaş, genetik yapı, vücut kompozisyonu ve cinsiyet gibi faktörlerden etkilenmektedir (Pols ve ark 1998).

Egzersiz sırasında kardiyovasküler sistemin en önemli işlevi, kaslara gerekli olan oksijen ve diğer besin maddelerini sağlamaktır. Kasılma olayının kendisi kasta kan akımının azalmasına neden olmaktadır. Çünkü kasılmış kas, kas içi kan damarlarına basınç yapar. Bu nedenle, kuvvetli tonik kasılmalar hızla kasta yorgunluğun gelişmesine neden olurlar. Zira sürekli kasılmalar sırasında oksijen ve besin maddelerinin sağlanması yetersiz olmaktadır. Egzersiz sırasında kasların kan akımı

belirgin şekilde artabilir. Egzersiz sırasında kasın yaptığı iş oksijen tüketimini artırır ve oksijen tüketimi de kas kan damarlarını genişleterek venöz dönüşü ve kalp dakika hacmini çoğaltır (Guyton ve Hall 2006).

Maksimum egzersiz sırasında hem kalp atım hızı, hem de atım hacmi maksimum düzeylerinin yüzde 95'ine kadar yükselirler. Kalp dakika hacmi, atım hacmi ile atım sayısının çarpımına eşit olduğundan, kişi kalp dakika atım hacmini en çok maksimum değerinin yüzde 90'nına çıkarabilir. Bu pulmoner ventilasyonun maksimum değerindeki yüzde 65'lik artışa zıt bir durumdur. Bu nedenle, kolayca görülebildiği gibi, kardiovasküler sistemin dokulara taşıyabildiği oksijenden asla fazla olamaz.

Yaş ilerledikçe maksimum kalp dakika hacmi önemli ölçüde (18 yaş ile 80 yaş arasında yüzde 50 oranında) azalır. Aynı şekilde, maksimum solunum kapasitesinde de azalma görülür. Bu nedenlerle, kas kütlelerinin azalmasıyla birlikte kas gücü de çok düşer (Guyton ve Hall 2006).

Aerobik metabolizmanın en önemli unsurlarından birisi dokunun oksijen ( $O_2$ ) ihtiyacı olup,  $O_2$  azaldığı durumlarda tepkimeler yavaşlar veya durur. Kan akımı doku  $O_2$  desteğini sağlaması nedeni ile özel bir öneme sahiptir (Abbiss ve Laursen 2005).

Özellikle aerobik metabolizmanın üst düzeyde zorlandığı fiziksel aktiviteler sırasında başarıyı belirleyen en önemli ölçütlerden biri olan oksijen kullanabilme kapasitesi, esasta iskelet kas mitokondrilerinin çalışabilme yeteneğini ifade etmektedir.

Aerobik kapasitesinin belirleyicisi olan  $VO_2max$ 'ın yüksek olması, sporcuların homeostatik koşullarda daha uzun süre egzersiz yapabilmelerine olanak sağlamaktadır. Fiziksel aktivite sırasında atmosfer havasındaki oksijenin alveollerden, kullanıldığı iskelet kası mitokondrilerine taşınıp, ne kadarının kullanılabileceğinin belirlenmesinde 6 önemli basamağın bulunduğu bilinmektedir (Wagner ve ark 2008). Bunlar sırasıyla oksijenin:

1. Alveoler ventilasyonla akciğerlere alınması
2. Alveolo-kapiller membranı difüzyonla geçmesi
3. Hemoglobinin ile bağlanması

4. Arter kanıyla doku düzeyindeki kapillerlere ulaşması
5. Kapiller seviyede difüzyonla mitokondrilere geçmesi
6. Oksidatif fosforilasyonda kullanılması ve sonrasında ATP üretimidir.

VO<sub>2</sub>max hem kaslara verilen oksijen miktarı (kasların oksijeni kullanabilme kapasitesi), hem de kas kütleinin miktarına bağlıdır. Erkeklerin çalışma kapasitesi kadınlardan daha yüksektir. Çünkü erkeklerin kas kütlesi daha fazladır. Buna ek olarak da kadınların aerobik kapasitelerindeki yaşlanmaya bağlı azalma erkeklerden daha fazladır (Malbut-Shennan ve Young 1999).

#### 4.5.4. Solunumsal Değişim Oranı

Akciğerlerden dokulara normal oksijen taşınması kanın her 100 mililitresinde yaklaşık 5 ml iken, dokulardan akciğerlere normal karbondioksidin taşınması 4ml'dir. O halde, normal istirahat koşullarında, akciğerlere alınan oksijenin yüzde 82'si kadar karbon dioksit akciğerlerden atılır. Atılan karbon dioksidin alınan oksijen oranına solunumsal değişim oranı (R) denir.

$$R = \frac{\text{CO}_2 \text{ atılma hızı}}{\text{O}_2 \text{ alım hızı}}$$

R değeri, farklı metabolik koşullar altında değişir. Eğer vücut metabolizması için özellikle karbonhidrat kullanılıyor ise R değeri 1,00'a yükselir, yağları kullanıyorsa 0,7'ye düşer. Ortalama miktarlarda karbonhidrat, yağ ve protein içeren normal bir diyetle beslenen kişi için ortalama R değeri 0,825 olarak kabul edilmektedir (Guyton ve Hall 2006).

## 5. GEREÇ VE YÖNTEM

### 5.1. Gönüllülerin Seçimi

Araştırmaya, 20 kadın ve 14 erkek toplam 34 sağlıklı gönüllü katılmıştır. Gönüllüler 18-45 yaş aralığında ve vücut kitle indeksi (VKİ ) 18-36 kg/m<sup>2</sup> olanlardan seçildi. Araştırmanın örnekleme basit rastgele örnekleme yöntemine göre seçilmiştir. Çalışma öncesi sözlü hikaye ile kronik veya geçirilmiş kalp, lokomotor sistem veya nörolojik rahatsızlıklar (baş dönmesi, denge kaybı gibi semptomlara yol açan) sorgulandı. Kardiyoloji polikliniğinde yapılan muayene ile ılımlı egzersiz yapmasında sakınca olmayanlar çalışmaya alındı. Uygulama öncesinde araştırma kapsamında maruz kalacakları testler anlatıldı ve gönüllü olarak katıldıklarına dair “”gönüllü onam formu imzalatıldı (Ek1). Çalışmaya başlamadan önce Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan onay alındı (Ek 2).

Antropometrik veri olarak her deneğin boy, kilo ve VKİ ölçüldü ve bilgisayar ortamına kaydedildi. Vücut ağırlığının ölçümü 0,1 kg duyarlılığındaki taşınabilen dijital tartı ile gerçekleştirildi. Dijital tartı, düz bir zemine konulup sifıra ayarlandıktan sonra denekten tartının üzerine çıkması istendi ve ekranda görülen ağırlık değeri kg cinsinden kaydedildi. Deneğin ayakkabısız ve üzerinde hafif giysiler olmasına özen gösterildi.

### 5.2. Uygulanan Ölçüm ve Testler

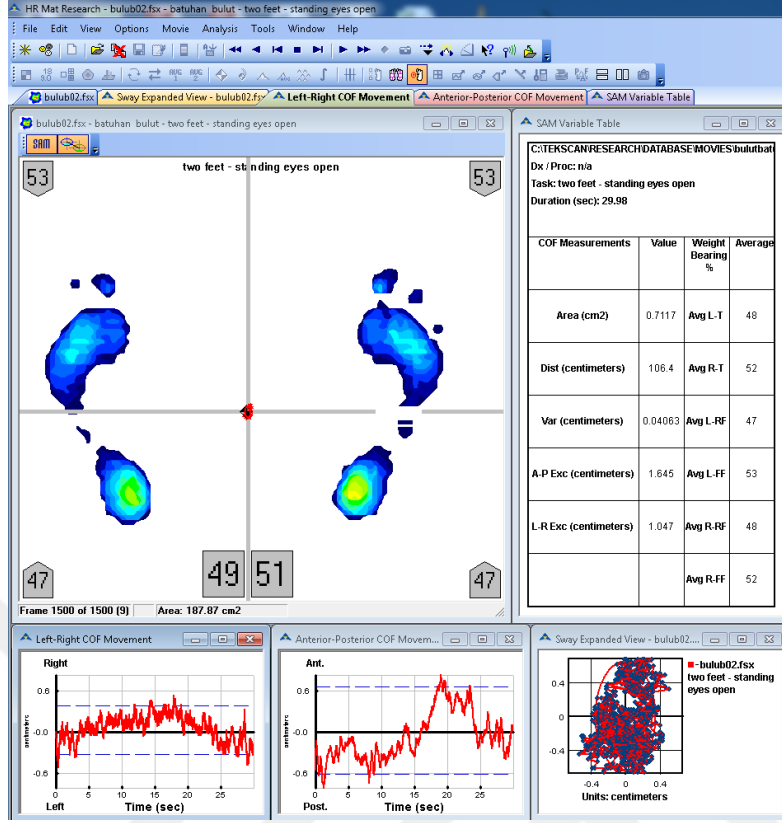
#### 5.2.1. Denge ölçümleri

Denge ölçümleri HR Mat (Tekscan Inc, MA, Boston, USA) pedobarografi cihazı ile yapıldı (Resim 1). Gönüllü cihazın platformuna çıplak ayakla çıkartıldı önce vücut ağırlığına göre cihazın kalibrasyonu yapıldı. Daha sonra ayaklarının pozisyonu

şablona göre ayarlandı. Dik postürde, gözleri açık ve göz hizasında karşıdaki bir noktaya bakması sağlanıp, hazır olduğunda ölçüm başlatıldı. 30 saniye süreyle ve 50 Hz frekansta salınım ölçümü yapıldı (Şekil 6). Teste başlamadan önce kontrol amaçlı bir ölçüm alındı. Test sonrası, koşu bandından indikten hemen sonra 0. dakika, 5 dakika sonra ve 10 dakika sonra olmak üzere 3 kez salınım ölçümü tekrarlandı.



**Resim 1. İki ayak üzerinde göz açık statik denge ölçümü (sway analizi)**



Şekil 6. HR Mat Research Software V.6.70-03 yazılımı ile statik denge ölçümü

### 5.2.2. Ilımlı egzersiz uygulaması

Araştırma grubu, koşu testi öncesi denge ölçümü yapıldıktan sonra maximum kalp atım hızının (maxKAH) % 85'e ulaşmaya kadar koşu bandı (Cosmed T 150, Cosmed, Italy) üzerinde ılımlı egzersiz ile yorgunluk oluşturuldu. Koşu testi olarak Modifiye Bruce protokolü kullanıldı (Tablo 2) (Bruce 1972). Egzersiz sırasında algılanan eforun düzeyini (RPE) belirlemek için 15 puanlı Borg skalası (Tablo 3) (Borg 1982) ve kalp atım sayısını tespit etmek amacıyla kalp atım monitörü (RS400, Polar Electro Inc., Finland) kullanılmıştır. Koşu bandı protokolü öncesinde ve her aşama geçişinde olmak üzere kalp atım sayısı (KAH) ve sorgulanan RPE puanları kaydedildi.

Koşu protokolü, deneklerin istemli tükenmişlik düzeyine erişildiğinde (Borg skalasına göre 17 puan) veya kalp atım hızı maksimal değerinin % 85 'ine eriştiğinde veya ekspire edilen CO<sub>2</sub> ile alınan O<sub>2</sub>'nin anlık oranı olarak ifade edilen solunumsal equivalent değerinin (R) 1.10 veya daha yüksek değerlere çıkması ve egzersiz yoğunluğu artmasına karşın oksijen alımındaki artışın 150 ml/dakikadan fazla olmaması gönüllülerin istenen düzeyde egzersiz yaptıklarının kriteri olarak kabul edilmiştir (Alon ve Smith 2005).

**Tablo 2. Modifiye Bruce Protokolü**

<b>SÜRE(DK)</b>	<b>HIZ</b>	<b>EĞİM(%)</b>
<b>3</b>	<b>2,7</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>2,7</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>4,0</b>	<b>12</b>
<b>12</b>	<b>5,5</b>	<b>14</b>
<b>15</b>	<b>6,8</b>	<b>16</b>
<b>18</b>	<b>8,0</b>	<b>18</b>
<b>21</b>	<b>8,9</b>	<b>20</b>
<b>24</b>	<b>9,7</b>	<b>22</b>

**Tablo 3. Borg skalası**

Skor	Algılanan Zorlanma Derecesi (RPE)
6	
7	Çok çok hafif
8	
9	Çok hafif
10	
11	Oldukça hafif
12	
13	Biraz zor
14	
15	Zor
16	
17	Çok zor
18	
19	Çok çok zor
20	

### 5.2.3. Laktat ölçümleri

İstirahat halinde ve koşu testi bitiminde 0.dk, 5.dk ve 10. dk'da parmak ucundan alınan kan örneklerinden laktik asit analizleri YSI 1500 laktat analizörü (Yellow Springs Inst., Yellow Springs, Ohio, USA) ile yapıldı (Resim 2). Analizörün kalibrasyonu, üretici firmadan sağlanan 5 mmol/L ve 30 mmol/L standart konsantrasyonlu laktat solüsyonları ile membran ve solüsyon değişimlerinden sonra, testlere başlamadan önce ve her bir denek için yapıldı.





**Resim 2. YSI 1500 Laktat Analizörü**

#### **5.2.4. Solunum parametrelerinin ölçümü**

Çalışmaya başlamadan önce gönüllülerin  $VO_2max$  değerleri her soluktaki hava değişimi esasına dayanan kardiopulmoner egzersiz test düzeneği portatif metabolik ölçüm aleti (Cosmed K4b2, Cosmed, Italy) (Resim 3) ile ve test sırasında bilgisayar ortamına sürekli kayıt yapıldı. Test, metabolik ölçüm aletinde “breath by breath” yöntemiyle analiz edildi.

Testten önce gönüllülere yapılacak olan ölçümler ayrıntılarıyla anlatılmış ve egzersiz sırasında uygulanacak test protokolü açıklanmıştır. Her testten önce standardizasyonu sağlayabilmek için hacim ve gaz analizör bileşenleri ayrı ayrı kalibre edilmiştir. Gaz kalibrasyonu solunum havası ile içeriği %5  $CO_2$ , %16  $O_2$  ve % 79  $N$ 'dan oluşan kalibrasyon havası kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



**Resim 3. Metabolik ölçüm aleti Cosmed K4b2**

### **5.3. İstatistiksel Analiz**

Tüm verilerin istatistiksel analizinde SPSS for Windows 15.0 programı kullanılmıştır.

Çalışmaya katılan gönüllülerin demografik verileri, solunum parametreleri, protokolün farklı aşamalarına göre kalp atım hızı, denge parametreleri, her iki cins için ayrı ayrı ortalama ve standart sapma olarak hesaplandı.

Grup dağılımlarına Kolmogorov-Smirnov ile bakıldı. Normal dağılıma sahip parametrelere student-t test ve eşleştirilmiş örneklem t test (paired sample t test) yapıldı.  $p < 0.05$  değeri anlamlı kabul edildi.

## 6. BULGULAR

### 6.1. Demografik Özellikler

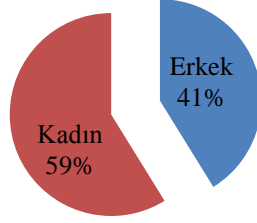
Çalışmamıza yaşları 18 ile 45 arasında 34 kişi alındı. Araştırma grubunu oluşturan tüm gönüllülerin yaş ortalaması  $30,15 \pm 6,21$  yıl, boy uzunluğu ortalaması  $165,88 \pm 9,06$  cm, vücut ağırlığı ortalaması  $68,50 \pm 13,14$  kg ve VKİ'in ortalaması  $24,80 \pm 3,73$  kg/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Araştırma grubunun demografik özellikleri

Değişkenler	N	Std.			
		Minimum	Maximum	Ortalama	Sapma
Yaş (yıl)	34	19,00	44,00	30,1471	6,21402
Ağırlık (kg)	34	48,00	109,00	68,5000	13,14546
Boy (cm)	34	151,00	187,00	165,8824	9,06129
VKI (kg/m <sup>2</sup> )	34	18,40	36,40	24,8029	3,73954

Gönüllülerin % 59'u (n=20) kadın iken, % 41'i (n=14) erkekler oluşturmaktadır (Şekil 7).

## Cinsiyetin Orantısal Dağılımı

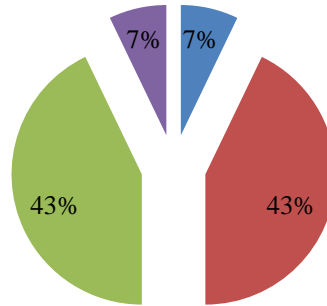


Şekil 7. Gönüllülerin cinsiyete göre orantısal dağılımı

Gönüllü erkeklerin VKİ' i incelendiğinde; % 7,14'ü (n=1) 18.5 kg/m<sup>2</sup> 'nin altında , % 42,86'sı (n=6) 18,5-24,9 ve 25-29,9 kg/m<sup>2</sup> arasında ,% 7,14 'ü (n=1) 30-39,9 kg/m<sup>2</sup> olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8).

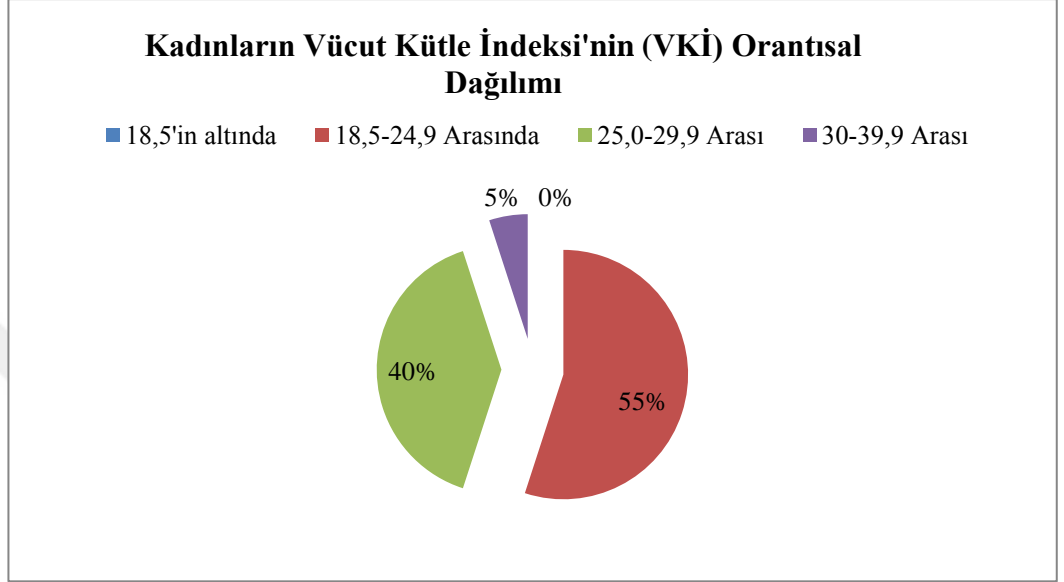
## Erkeklerin Vücut Kütle İndeksinin(VKİ) Orantısal Dağılımı

■ 18,5 altı ■ 18,5-24,9 Arasında ■ 25,0-29,9 Arası ■ 30,0-39,9 Arasında



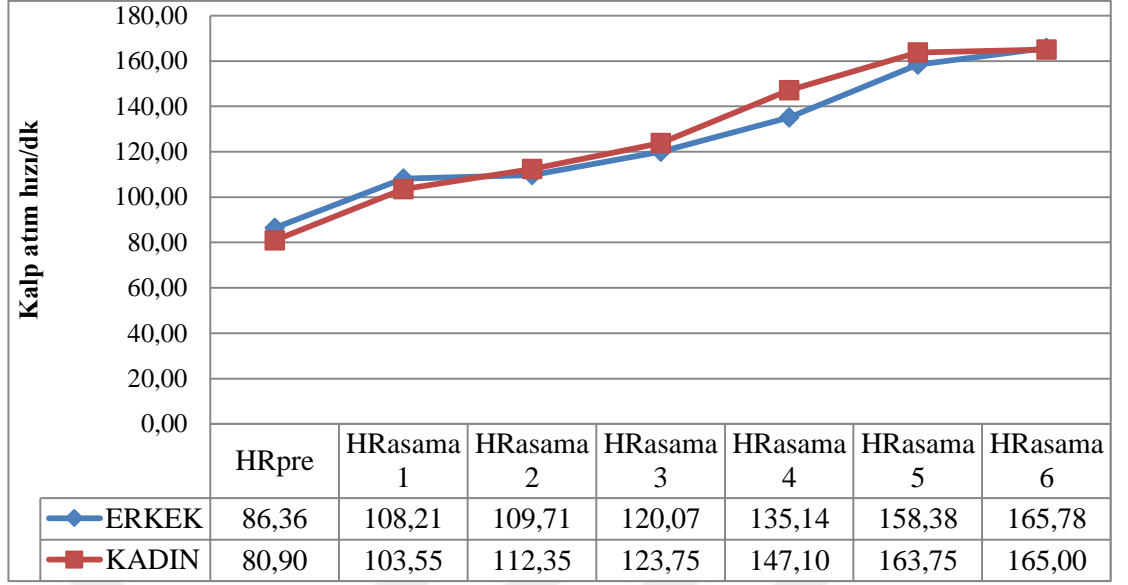
Şekil 8. Erkeklerin VKİ'nin orantısal dağılımı

Gönüllü kadınların VKİ'i incelendiğinde; % 55'i(n=11) 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup> arasında, %40'ı (n=8) 25-29,9 kg/m<sup>2</sup> arasında, % 5'i (n=1) 30-39,9 kg/m<sup>2</sup> olduğu tespit edilmiştir (Şekil 9).



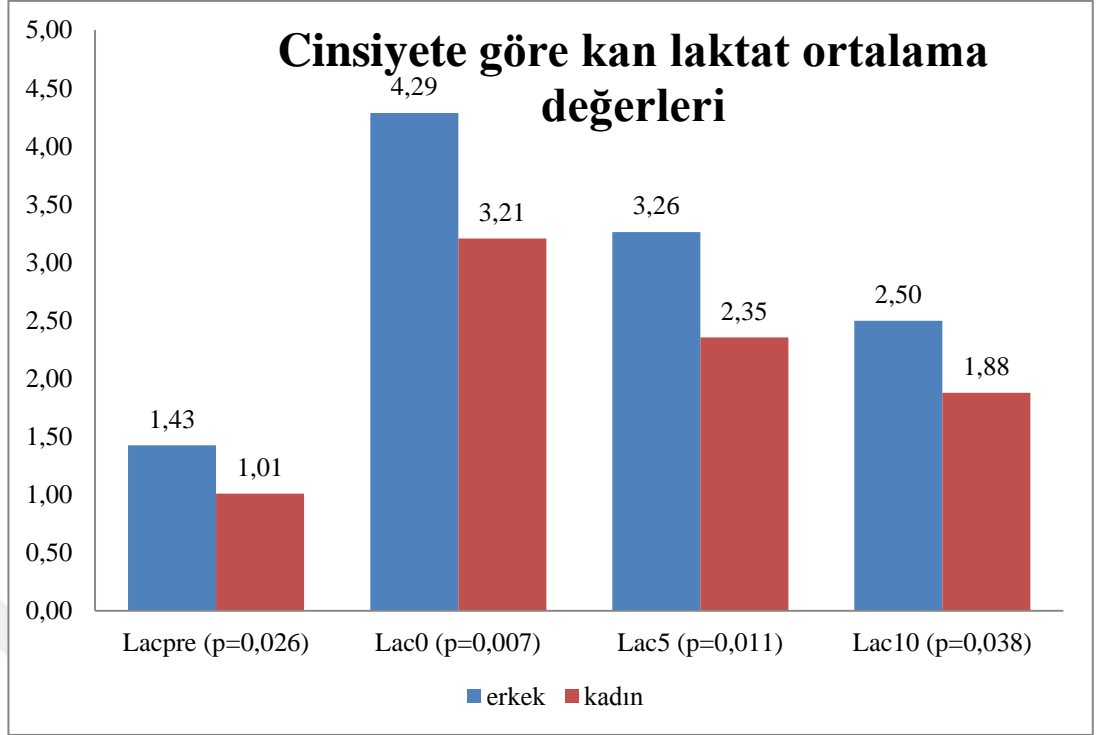
**Şekil 9. Kadınların Vücut Kitle İndeksinin (VKİ) orantısal dağılımı**

Erişkin sedanter bireylerde, deney öncesi nabız, laktat ve denge parametreleri ölçüldü. Ardından mobil nabız ölçüm cihazı takılıp, Cosmed T150 koşubandı üzerinde Modifiye Bruce Protokolü kullanarak yapılan ılımlı egzersizde, maksimum kalp atım hızının (KAH) %85'ine ulaşıldı. Her bir katılımcı için, istenen kalp atım hızına ulaşıldığında veya diğer limitlere ulaşıldığında egzersiz sonlandırıldı. Uygulanan ılımlı egzersiz protokolünün 5.aşaması sonunda deneklerin kalp atım sayısı ortalaması kadınların 163,75 atım/dakika ve erkeklerin 158,38 atım/dakika olarak saptandı (Şekil 10).



**Şekil 10. Modifiye Bruce Protokolü uygulaması sırasında her biri 3 dakika süren aşamalarda kalp atım hızı değerleri.**

Egzersiz öncesi, egzersiz bitiminde, bitiminden 5 dakika sonra ve bitiminden 10 dakika sonra kan laktat düzeyleri ölçüldü (Şekil 11). Egzersiz öncesi (Lacpre), sonrası (Lac0), 5 dakika sonrası (Lac5) ve 10 dakika sonrası (Lac10) elde edilen sonuçlara göre, her iki cinste laktat düzeyleri arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p < 0.05$ )



**Şekil 11. Cinsiyete göre kan laktat düzeyleri.**

Erişkin sedanter bireylerde her laktat ölçümü ile birlikte pedobarografi cihazı ile salınım analizi yapılarak denge durumu ile ilgili parametreler (area, distance, variance, AP excursion, LR excursion) ölçüldü (Tablo 5). Bu parametreler kadın ve erkek cinsine göre değerlendirildi. Her iki cins arasında sadece 10. dakika LRExc değerleri arasında anlamlı farklılık saptandı ( $p=0.008$ ).

**Tablo 5.** Postural salınım parametreleri; egzersiz öncesi (PRE), egzersiz bitiminde (POST0), bitiminden 5 dakika (POST5) ve 10 dakika sonra (POST10) salınım parametreleri; salınım alanı (AREA), salınım mesafesi (DIST), salınım değişkenliği (VAR) ön-arka yönde salınım (APexc) ve sağ-sol yönde salınım (LRexc) değerleri ortalama (standart sapma) olarak verilmiştir.

	AREA (cm <sup>2</sup> )			DIST (cm)			VAR (mm)			APexc (cm)			LRexc (cm)		
	Ort (SD)			Ort (SD)			Ort (SD)			Ort (SD)			Ort (SD)		
	K	E	p	K	E	p	K	E	p	K	E	p	K	E	p
	(n=20)	(n=14)		(n=20)	(n=14)		(n=20)	(n=14)		(n=20)	(n=14)		(n=20)	(n=14)	
<b>PRE</b>	1,261	1,313		103,06	106,13		0,0420	0,0420		2,411	2,238		1,095	1,240	
	(0,818)	(0,945)	0,944	(23,77)	(35,31)	0,764	(0,0106)	(0,0135)	0,999	(0,808)	(0,969)	0,576	(0,286)	(0,457)	0,303
<b>POST0</b>	1,968	1,532		98,56	103,38		0,0411	0,0446		2,575	2,407		1,347	1,351	
	(1,946)	(0,763)	0,753	(35,16)	(34,11)	0,431	(0,0169)	(0,0118)	0,278	(1,089)	(0,819)	0,916	(0,646)	(0,397)	0,700
<b>POST5</b>	1,760	1,615		92,02	99,58		0,0379	0,0442		2,465	2,373		1,378	1,403	
	(1,327)	(1,501)	0,506	(27,25)	(23,76)	0,263	(0,0127)	(0,0117)	0,086	(1,091)	(1,384)	0,726	(0,476)	(0,651)	0,897
<b>POST10</b>	1,079	1,679		102,48	100,62		0,0422	0,0804		2,049	2,386		1,110	1,424	
	(0,518)	(1,283)	0,195	(29,0)	(29,03)	0,855	(0,0125)	(0,1545)	0,700	(0,840)	(1,122)	0,345	(0,234)	(0,352)	<b>0,008*</b>



Gönüllü katılımcıya, koşu bandı üzerine çıkmadan önce portatif metabolik durum ölçüm cihazı (Cosmed K4b2) giydirildi. Daha önceden kalibre edilen cihaz, testin başlaması ile birlikte ölçüm yaparak, test boyunca solunumla ilgili metabolik değişkenlerin (LTtime, Rctime, PEAKtime, VEpre, VELt, VERc, VEpeak, VO2pre, VO2lt, VO2rc, VO2peak, VCO2pre, VCO2lt, VCO2peak, VO2Kgpre, VO2Kgt, VO2Kgrc, VO2Kgpeak) kaydı yapıldı (Tablo 6).

**Tablo 6.** Portatif metabolik durum ölçüm cihazı (Cosmed k4b2) ile elde edilen ölçüm değerlerinin cinsiyete göre dağılımı (bazı parametrelerde ölçüm sonucu elde edilemediğinden katılımcı sayısı değişkenlik göstermektedir).

	KADIN					ERKEK				
	n	Min	Max	Ort	SD	n	Min	Max	Ort	SD
LTTİME	18	8,00	782,00	384,61	347,17	13	9,00	964,00	466,31	422,34
RCTİME	18	114,00	840,00	569,00	209,33	13	443,00	967,00	701,23	197,35
PEAKTİME	18	151,00	996,00	724,11	178,18	13	629,00	986,00	889,38	100,69
VEPRE	19	5,01	31,29	11,93	6,00	14	8,95	15,46	12,74	2,07
VELT	18	7,30	62,80	31,47	20,59	13	8,00	88,50	44,59	32,78
VERC	18	12,60	60,80	37,05	13,39	13	21,10	88,40	54,82	22,43
VEPEAK	18	14,20	70,30	47,02	12,19	13	43,90	90,60	72,95	14,94
VO2PRE	19	126,13	860,77	387,02	208,59	14	292,60	571,64	403,57	87,10
VO2LT	18	268,00	2168,0	1104,39	723,10	13	40,27	3236,0	1430,17	1242,87
VO2RC	18	456,00	1969,0	1314,11	425,28	13	35,36	3145,0	1894,87	873,52
VO2PEAK	18	490,00	2041,0	1536,44	348,46	13	36,66	3030,0	2306,20	744,90
VCO2PRE	19	100,20	710,60	302,23	157,18	14	203,56	434,16	324,59	62,66
VCO2LT	18	186,00	2057,0	990,78	717,67	13	134,00	3240,0	1508,85	1206,81
VCO2PEAK	18	420,00	2113,0	1512,78	399,40	13	1590,0	3248,0	2502,31	476,72
VO2KGPRE	19	1,83	36,23	7,99	7,67	14	3,61	8,28	5,32	1,29
VO2KGLT	18	5,05	44,57	19,53	12,24	13	2,06	40,27	20,42	14,58
VO2KGRC	18	14,54	50,63	23,49	8,61	13	16,32	35,36	26,21	6,60
VO2KGPEAK	18	18,80	54,44	27,55	7,86	13	27,80	37,93	32,21	3,60
RPRE	19	0,68	0,94	0,79	0,08	14	0,70	1,07	0,81	0,10
RLT	18	0,62	0,98	0,84	0,11	13	0,68	1,02	0,85	0,12
RRC	18	0,68	1,01	0,88	0,10	13	0,72	1,02	0,89	0,12
RPEAK	18	0,82	1,10	1,00	0,06	13	0,83	1,15	1,01	0,09

Gönüllü katılımcılara egzersize başlamadan önce, koşu bandında her aşama sırasında, egzersiz bitiminde, 5 dakika ve 10 dakika sonra olmak üzere algılanan zorlanma derecesini belirlemek üzere Borg skalası ile sorgulandı (Tablo 7).

**Tablo 7.** Egzersiz öncesi (Pre), egzersiz aşamaları sırasında, egzersiz bitiminde (Post0), bitiminden 5 dakika (Post5) ve 10 dakika (Post10) sonra katılımcılardan alınan algılanan zorlanma derecesi (Borg Skalası) değerlerinin cinsiyete göre ortalama (SD) değerleri.

	Kadın			Erkek			p
	n	Ort	SD	n	Ort	SD	
<b>Pre</b>	20	8,55	2,06	14	8,43	2,14	0,870
<b>1. aşama</b>	20	8,7	1,98	14	8,43	1,65	0,677
<b>2. aşama</b>	20	10,55	1,61	14	9,57	1,99	0,140
<b>3. aşama</b>	20	12,05	1,70	14	10,86	2,41	0,126
<b>4. aşama</b>	20	13,6	1,85	14	11,93	2,02	<b>0,018*</b>
<b>5. aşama</b>	16	14,75	1,95	13	13,85	1,14	0,152
<b>6. aşama</b>	1	13	-	9	14,78	1,56	0,312
<b>Post0</b>	20	10,95	2,31	14	10,29	2,67	0,444
<b>Post5</b>	20	9,15	1,79	14	8,43	1,65	0,241
<b>Post10</b>	20	8,65	2,23	14	8,14	1,88	0,492

\*p<0.05

Araştırmaya katılan deneklerin egzersizin 4. aşamasında, katılımcılardan alınan algılanan zorlanma derecesi (Borg Skalası) değerlerinin cinsiyete göre ortalama (SD) değerleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir(p<0.05).

## 7. TARTIŞMA

Araştırmamızda, 18-45 yaş ve VKİ 18-36 kg/m<sup>2</sup> arasındaki bireylerde ılımlı egzersiz öncesi ve sonrası metabolik parametrelerdeki [Kalp atım hızı (KAH), kan laktat konsantrasyonu (Lac) ve oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub>)] değişikliklerin denge üzerine etkisi ve bu ölçümlerin cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediği araştırıldı. Erişkin sedanter bireylerde, modifiye Bruce protokolü kullanarak yapılan ve deneklerde VO<sub>2</sub>max düzeyine erişmek üzere tasarlanan ılımlı egzersiz çalışmamızda, deneklerin tümü değerlendirildiğinde denge statik parametrelerinde anlamlı fark saptanmadı. Ancak cinsiyete göre bakıldığında kadınlarda AREA 0. ve 10. dakikalar arasında (p=0.021) ve APexc parametresi 0. ve 10. dakikalar arasında (p=0.018) anlamlı farklılık gösterdi. Erkeklerde tüm parametrelerde anlamlı farklılık saptanmadı.

Kadınlar ve erkekler arasındaki denge parametrelerine bakıldığında, sadece 10. dakikadaki LRExc değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteriyorken diğer parametrelerde bu farklılık gözlenmedi. Bu sonuçlara göre ılımlı egzersiz sonrası her iki cinste denge parametrelerindeki değişim benzer özellik göstermekteydi. Sadece kadınlarda APexc değerlerine bakıldığında ılımlı egzersizin sonlandırıldığı anda yapılan ölçüm ile (APexcpost0) 10.dk da yapılan ölçüm (APexcpost10) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p=0.018). Bu durum istirahat sonrası algılanan zorluk derecesindeki azalmaya paralel olarak ön-arka yönde salınımın da azaldığını göstermektedir. Benzer şekilde AREA parametresinde de 0. ve 10. dakikalarda yapılan ölçümler arasında da anlamlı farklılık gözlendi (p=0,021). Diğer parametrelerde anlamlı farklılığın saptanamamış olması salınım alanında gözlenen iyileşmenin daha çok ön-arka salınım da ki iyileşmeden kaynaklandığını düşündürdü. Gribble ve Hertel'in yaptığı bir çalışmada, izokinetik egzersiz sonrasında diz ve kalçanın fleksör ve ekstansörlerinin yorgunluğunun, frontal ve sagittal düzlemlerin her ikisinde de önemli düzeyde postüral kontrol bozulmasına sebep olduğunu tespit etmiştir. Yorgunluktan dolayı afferent sinyal iletiminin yavaşlayacağı ve bunun da postürün sürdürülmesine yardım eden efferent sinyallerin üretiminin yavaşlatılmasına yol açabileceği bildirilmiştir (Gribble, 2004).

Erkeklerle bakıldığında ılımlı egzersiz sonrası yapılan ölçümlerde denge parametreleri arasında anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0.05$ ). Bu durum erkeklerin egzersiz sonlandırma kriterlerine ulaşmak için daha fazla efor harcamalarına ve buna bağlı olarak kaslarında daha fazla metabolik ürün birikmesine bağlı olabileceği düşünüldü. Egzersiz öncesi, egzersiz bitiminde, bitiminden 5 dakika sonra ve bitiminden 10 dakika sonra kan laktat düzeyleri ölçüldü. Egzersiz öncesi (Lacpre), sonrası (Lac0), 5 dakika sonrası (Lac5) ve 10 dakika sonrası (Lac10) elde edilen sonuçlara göre, her iki cinste laktat düzeyleri arasında anlamlı farklılık bulundu (sırasıyla  $p=0.026$ ,  $p=0.007$ ,  $p=0.011$ ,  $p=0.038$ ). Test bitiminde (Lac0) ölçülen laktat seviyelerine bakıldığında, erkeklerin bir bölümünün anaerobik eşiği aştığı gözlemlendi. Kanda 4mM/L laktat düzeyi anaerobik eşik olarak kabul edilmiştir (Mougios ve ark 1995). Tomlin ve Wenger 4 mmol/L kan laktat konsantrasyonundaki  $VO_2$  değeri ile toparlanma hızı arasında kuvvetli ilişki ( $r = 0.94$ ) olduğunu bildirmişlerdir (Tomlin ve Wenger 2001). Ingham ve arkadaşlarının kürekçilerde 4 mmol anaerobik eşikte kullanılan  $VO_{2max}$ 'ın yüzdesini kulüp ve elit düzey kürekçiler için sırasıyla  $78.1 \pm 1.9$  ve  $85.7 \pm 1.7$  olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmada 4mmol anaerobik eşikte üretilen güç kulüp düzeyi ve elit kürekçilerde sırasıyla  $272 \pm 9$  ve  $391 \pm 11$  watt olarak tespit edilmiştir (Ingham ve ark 2007). Roels ve ark. (2005) aşamalı artan testte yüzücüler ve triatloncularda 4 mmol anaerobik eşikte kullanılan  $VO_{2max}$ 'ın yüzdesini % 80'in üstünde bulmuşlardır (Roels ve ark 2005).

Çalışmamıza katılan gönüllü grubunun vücut kütle indeksi (VKİ) 18.5-36 kg/m<sup>2</sup> aralığındaydı. Elde edilen sonuçlarda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, özellikle VKİ değeri yükseldikçe algılanan zorluk derecesinin de daha erken yükseldiği gözlemlendi. Greve ve arkadaşları tarafından 2007 yılında Brezilya'da yapılan bir çalışmada dinamik denge ile VKİ arasındaki ilişki incelenmiş ve obezite ile postural instabilite arasında anlamlı bir ilişki olduğu ifade edilmiştir (Greve ve ark 2007). Kerkez ve arkadaşları, 35-45 yaş grubu sağlıklı ve sedanter kadınlarda VKİ ile denge kaybı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu, VKİ indeksi arttıkça denge kaybı arttığını tespit etmişlerdir (Kerkez ve ark 2013). Çalışmamızda bu konuda değerlendirme yapabilmek için örnek sayısının yetersiz olduğunu ve etkileyen değişkenlerin çok fazla olmasından dolayı kesin bir sonuca ulaşmak için yeterli veri bulunmadığı kanaatindeyiz.

Test sırasında portatif metabolik ölçüm aleti ile elde edilen solunum parametreleri, erkeklerde kadınlara göre maksimum değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğunu gösterdi. Sedanter bireylerde yaşa ve cinsiyete bağlı olarak solunum parametrelerinin önemli ölçüde değişkenlik gösterdiği, buna bağlı olarak yaşa ve cinsiyete göre sınıflandırma yapmanın mümkün olmadığı gözlemlendi. Ancak elde edilen sonuçların ılımlı egzersizin kriteri olarak kullanılabilmesi düşünüldü.

Egzersiz sırasında solunum kaslarındaki mekanik iş fazla artırılmadan alveoler oksijen ve karbondioksit düzeyleri yeterli ya da istirahat düzeyine yakın tutulmaya çalışılır. Bu amaçla kardiyak output artırılır, solunum kaslarının enerji tüketimi azaltılır, solunumsal eforu artıracak uyarılar en aza indirilir. Bu etkiler sonucunda solunum kaslarında oluşacak yorgunluk minimize edilir ve egzersiz performansı artırılmaya çalışılır (Rodman, 2002). Artan solunum sayısı ve kalp atım hızının doğrudan dengeyi etkileyen bir faktör olmasından dolayı, özellikle statik denge ölçümlerinin tam istirahat durumunda yapılması önemlidir. Bu durum bireysel solunum ve dolaşım kapasitesinden de doğrudan etkilenecektir.

Koşu bandında modifiye Bruce protokolü ile ılımlı egzersiz yapılması sırasında algılanan zorluk derecesinin hem bireysel hem de cinsiyete bağlı farklılık gösterdiği saptandı. Özellikle protokolün 4. aşamasında her iki cins arasında algılanan zorluk derecesi istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ( $p=0.018$ ). Bu durum algılanan zorluğun subjektif bir kavram olması ve sosyokültürel faktörlerden etkilenebileceğini düşündürdü. Her halükarda cinsiyet içinde tutarlılık gösterdiği gözlemlendi. Her iki cinsten de test öncesi ve test sonrası 10. dakika da algılanan zorluk derecelerinin birbirine yakın değerler olması, test sonrası 10 dakikalık istirahatin fizyolojik parametrelerdeki düzelme için yeterli bir süre olabileceği şeklinde değerlendirildi (Borg 1982).

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aerobik egzersiz sınırları içinde yapılan ılımlı egzersizin 18-45 yaş arası erişkin sedanter bireylerde metabolik parametreleri önemli oranda etkilediğini ve hem solunumsal hem de laktik asit gibi metabolit birikiminin bireysel ve cinsiyete bağlı önemli değişkenlik gösterdiği gösterildi. Kadınların aynı algılanan zorluk derecesinde erkeklere göre fizyolojik kapasitelerinin düşük olduğu gözlemlendi. Buna karşılık denge parametrelerine bakıldığında kadınların biraz daha hızlı toparlandığı söylenebilir. Gündelik ve iş yaşamında algılanan zorlanma derecesinin bir yorgunluk kriteri olarak değerlendirilmesi, özellikle dikkat ve denge gerektiren fiziksel faaliyetlerde istenmeyen kazalardan kaçınmak için göz önünde bulundurulması gerektiği önerilebilir. Bu çalışmada sedanter birey olarak kabul edilen gönüllülerin kendi içlerinde aynı fiziksel ve fizyolojik kapasitede olmamaları bir sınırlılık olarak kabul edilebilir. İleri çalışmalar ile daha dar yaş gruplarında, sadece cinsiyet değil, yaş dekadlarına göre metabolik ve denge durumundaki toparlanmanın ortaya konması gerekmektedir.

## 9. KAYNAKLAR

Abbiss, C. R. and P. B. Laursen (2005). "Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling." *Sports Medicine* **35**(10): 865-898.

Akman, N. and M. Karataş (2003). *Temel ve Uygulanan Kinezyoloji*. Ankara, Haberal Eğitim Vakfı.

Alon, G. and G. V. Smith (2005). "Back Issues." *Journal of Sports Science and Medicine* **4**: 395-405.

Alpini, D., A. Hahn and D. Riva (2008). "Static and dynamic postural control adaptations induced by playing ice hockey." *Sport Sciences for Health* **2**(3): 85-92.

Altay, F. (2001). "Ritmik Jimnastikte İki Farklı Hızda Yapılan Chainé Rotasyon Sonrasında Yan Denge Hareketinin Biyomekanik Analizi." Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Ankara.

Armutlu, K. and S. A. Denge (1994). "koordinasyondan sorumlu yapılar." *Fizyoterapi Rehabilitasyon Dergisi* **7**(5): 104-109.

Ashton-Miller, J. A., E. M. Wojtys, L. J. Huston and D. Fry-Welch (2001). "Can proprioception really be improved by exercises?" *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy* **9**(3): 128-136.

Bem, T., T. Gorska, H. Majczyński and W. Zmysłowski (1995). "Different patterns of fore-hindlimb coordination during overground locomotion in cats with ventral and lateral spinal lesions." *Experimental brain research* **104**(1): 70-80.

Bern, R., M. Levy, B. Koeppen and B. Stanton (2008). *Sinir Sistemi, Özgünen T, Türk Fizyolojik Bilimler Derneği. Fizyoloji*, Mosby.

Bizid, R., E. Margnes, Y. François, J. L. Jully, G. Gonzalez, P. Dupui and T. Paillard (2009). "Effects of knee and ankle muscle fatigue on postural control in the unipedal stance." *European journal of applied physiology* **106**(3): 375-380.

Borg, G. A. (1982). "Psychophysical bases of perceived exertion." *Med sci sports exerc* **14**(5): 377-381.

Bruce, R. (1972). "Multi-stage treadmill test of submaximal and maximal exercise." *Exercise testing and training of apparently healthy individuals: a handbook for physicians*: 32-34.

Brustein, E. and S. Rossignol (1998). "Recovery of locomotion after ventral and ventrolateral spinal lesions in the cat. I. Deficits and adaptive mechanisms." *Journal of Neurophysiology* **80**(3): 1245-1267.

Budgett, R. (1990). "Overtraining syndrome." *British Journal of Sports Medicine* **24**(4): 231-236.

Cailliet, R. (1988). *Low back pain syndrome*, FA Davis Company.

Chen, Y.-S. and S. Zhou (2011). "Soleus H-reflex and its relation to static postural control." *Gait & posture* **33**(2): 169-178.

Conconi, F., M. Ferrari, P. G. Ziglio, P. Droghetti and L. Codeca (1982). "Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners." *Journal of Applied Physiology* **52**(4): 869-873.

Cote, K. P., M. E. Brunet II, B. M. Gansneder and S. J. Shultz (2005). "Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability." *Journal of athletic training* **40**(1): 41.

Deliagina, T. G., P. V. Zelenin, I. N. Beloozerova and G. N. Orlovsky (2007). "Nervous mechanisms controlling body posture." *Physiology & behavior* **92**(1): 148-154.

Duchateau, J., J. G. Semmler and R. M. Enoka (2006). "Training adaptations in the behavior of human motor units." *Journal of Applied Physiology* **101**(6): 1766-1775.



Duncan, P. W., D. K. Weiner, J. Chandler and S. Studenski (1990). "Functional reach: a new clinical measure of balance." *Journal of gerontology* **45**(6): M192-M197.

Emery, C. A., J. D. Cassidy, T. P. Klassen, R. J. Rosychuk and B. B. Rowe (2005). "Development of a clinical static and dynamic standing balance measurement tool appropriate for use in adolescents." *Phys Ther* **85**(6): 502-514.

Enbom, H. (1990). Vestibular and somatosensory contribution to postural control, Department of Oro-Rhino-Laryngology, University Hospital.

Erkmen, N. (2009). "Futbolcularda yorgunluğun denge performansına etkisi." *Sport Sciences* **4**(4): 289-299.

Fox, E. L., R. W. Bowers, M. L. Foss, M. Cerit and H. Yaman (1999). *Beden eğitimi ve sporun fizyolojik temelleri*, Bağırğan Yayınevi.

Furman, J. M. and S. L. Whitney (2000). "Central causes of dizziness." *Physical Therapy* **80**(2): 179-187.

Füzün, S. and Ç. Tüzün (1995). "Motor fonksiyonun nörofizyolojisi." *Tıbbi Rehabilitasyon*.(Ed. Oğuz H). Nobel Tıp Kitapları, İstanbul: 43-66.

Gregory, J., P. Kenins and U. Proske (1987). "Can lactate-evoked cardiovascular responses be used to identify muscle ergoreceptors?" *Brain research* **404**(1): 375-378.

Greve, J., A. Alonso, A. C. P. Bordini and G. L. Camanho (2007). "Correlation between body mass index and postural balance." *Clinics* **62**(6): 717-720.

Gribble, P. A., J. Hertel, C. R. Denegar and W. E. Buckley (2004). "The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control." *Journal of Athletic Training* **39**(4): 321.

Guyton, A. and J. Hall (2006). "Textbook of medical physiology, 11th."

Günay, M. (2006). Spor Fizyolojisi ve Performansın Ölçülmesi, Ankara: Gazi Kitapevi Yayınları.

Hain, T. and J. Helminsky (2007). "Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. Chapter 1." Vestibular Rehabilitation 3<sup>o</sup> Ed. FA Davis Company. Philadelphia USA: 214.

Harringe, M., K. Halvorsen, P. Renström and S. Werner (2008). "Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury." Gait & posture **28**(1): 38-45.

Hashiba, M. (1998). "Transient change in standing posture after linear treadmill locomotion." The Japanese journal of physiology **48**(6): 499-504.

Haskell, W. L., A. S. Leon, C. J. Caspersen, V. F. Froelicher, J. M. Hagberg, W. Harlan, J. O. Holloszy, J. G. Regensteiner, P. D. Thompson and R. A. Washburn (1992). "Cardiovascular benefits and assessment of physical activity and physical fitness in adults." Medicine and science in sports and exercise **24**(6 Suppl): S201.

Heidt, R. S., L. M. Sweeterman, R. L. Carlonas, J. A. Traub and F. X. Tekulve (2000). "Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning." The American journal of sports medicine **28**(5): 659-662.

Hotchkiss, A., A. Fisher, R. Robertson, A. Ruttencutter, J. Schuffert and D. B. Barker (2004). "Convergent and predictive validity of three scales related to falls in the elderly." American journal of occupational therapy **58**(1): 100-103.

İnal, H. S. (2004). Spor biyomekaniği: temel prensipler, Nobel.

Ingham, S. A., H. Carter, G. P. Whyte and J. H. Doust (2007). "Comparison of the oxygen uptake kinetics of club and olympic champion rowers." Medicine and science in sports and exercise **39**(5): 865-871.

Jerosch, J. and M. Prymka (1996). "Proprioception and joint stability." Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy **4**(3): 171-179.

Johansson, H., J. Pedersen, M. Bergenheim and M. Djupsjobacka (2000). "Peripheral afferents of the knee: their effects on central mechanisms regulating muscle stiffness, joint stability, and proprioception and coordination." *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Champaign, IL: Human Kinetics: 5-22.

Jones, N. L. (1997). *Clinical exercise testing*, WB Saunders Company.

Kejonen, P., K. Fysiatian and Y. Oulun (2002). *Body movements during postural stabilization: measurements with a motion analysis system*, University of Oulu.

Kerkez, F. İ., F. KIZILAY and C. Arslan (2013). "RELATIONSHIP BETWEEN BODY MASS INDEX AND POSTURAL DYNAMIC BALANCE AMONG 35-45 AGED WOMEN." *Sport Sciences* **8**(4): 57-64.

Lamperti, E. D., L. M. Ross, U. Schumacher, E. Schulte and M. Schuenke (2010). "Comprar Head and Neuroanatomy (THIEME Atlas of Anatomy)| Edward D Lamperti| 9781604062908| Thieme." *Head and Neuroanatomy (THIEME Atlas of Anatomy)*-9781604062908-56, 95.

Lee, H. K. and R. J. Scudds (2003). "Comparison of balance in older people with and without visual impairment." *Age and ageing* **32**(6): 643-649.

Malbut-Shennan, K. and A. Young (1999). "The physiology of physical performance and training in old age." *Coronary artery disease* **10**(1): 41-42.

Massion, J. (1994). "Postural control system." *Current opinion in neurobiology* **4**(6): 877-887.

Mougios, V., C. Kotzamanidis, C. Koutsari and S. Atsopardis (1995). "Exercise-induced changes in the concentration of individual fatty acids and triacylglycerols of human plasma." *Metabolism* **44**(5): 681-688.

Nardone, A., J. Tarantola, A. Giordano and M. Schieppati (1997). "Fatigue effects on body balance." *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control* **105**(4): 309-320.

Nashner, L. (1997). "Physiology of balance, with special reference to the healthy elderly." *Gait disorders of aging: falls and therapeutic strategies*: 37-53.

Nashner, L. M., F. O. Black and C. Wall (1982). "Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits." *The Journal of Neuroscience* **2**(5): 536-544.

Noakes, T. (2000). "Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* **10**(3): 123-145.

Okubo, J., I. Watanabe, T. Takeya and J. Baron (1979). "Influence of foot position and visual field condition in the examination for equilibrium function and sway of the center of gravity in normal persons." *Agressologie: revue internationale de physio-biologie et de pharmacologie appliquées aux effets de l'agression* **20**(2): 127.

Pols, M. A., P. H. Peeters, H. C. Kemper and D. E. Grobbee (1998). "Methodological aspects of physical activity assessment in epidemiological studies." *European journal of epidemiology* **14**(1): 63-70.

Posterino, G. S. and M. W. Fryer (2000). "Effects of high myoplasmic L-lactate concentration on EC coupling in mammalian skeletal muscle." *Journal of Applied Physiology* **89**(2): 517-528.

Rodman, J., H. Haverkamp, S. Gordon and J. Dempsey (2002). "Cardiovascular and respiratory system responses and limitations to exercise."

Roels, B., L. Schmitt, S. Libicz, D. Bentley, J. P. Richalet and G. Millet (2005). "Specificity of  $\dot{V}O_2\text{max}$  and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers." *British journal of sports medicine* **39**(12): 965-968.

Sherrington, C. S. (1916). *The integrative action of the nervous system*, CUP Archive.

Shumway-Cook, A. and M. H. Woollacott (2007). Motor control: translating research into clinical practice, Lippincott Williams & Wilkins.

Spirduo, W. W., K. L. Francis and P. G. MacRae (1995). "Physical dimensions of aging."

Stupnicki, R., T. Gabrys, U. Szmatlan-Gabrys and P. Tomaszewski (2010). "Fitting a single-phase model to the post-exercise changes in heart rate and oxygen uptake." *Physiological Research* **59**(3): 357.

Sucan, S., A. Yılmaz, Y. Can and C. Süer (2005). "Aktif Futbol Oyuncularının Çeşitli Denge Parametrelerinin Değerlendirilmesi." *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)* **14**(1): 36-42.

Teasdale, N., C. Bard, J. LaRue and M. Fleury (1993). "On the cognitive penetrability of posture control." *Experimental aging research* **19**(1): 1-13.

Tomlin, D. L. and H. A. Wenger (2001). "The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise." *Sports Medicine* **31**(1): 1-11.

Visser, J. E. and B. R. Bloem (2005). "Role of the basal ganglia in balance control." *Neural plasticity* **12**(2-3): 161-174.

Voight, M. and T. Blackburn (2000). "Proprioception and balance training and testing following injury." *Knee Ligament Rehabilitation*. Philadelphia: Churchill Livingstone: 361-385.

Vuillerme, N., F. Danion, L. Marin, A. Boyadjian, J. Prieur, I. Weise and V. Nougier (2001). "The effect of expertise in gymnastics on postural control." *Neuroscience letters* **303**(2): 83-86.

Wade, M. G. and G. Jones (1997). "The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture." *Physical therapy* **77**(6): 619-628.

Wagner, P., N. Taylor and N. Secher (2008). Maximal exercise: is it limited centrally or peripherally? *Physiological Bases of Human Performance During Work and Exercise*, Groeller H & McLennan PL.

Walker, L. O. and K. C. Avant (1988). *Strategies for theory construction in nursing*, Appleton & Lange Norwalk, CT.

Widmaier, E. P., H. Raff, K. T. Strang and S. Demirgören (2010). *Vander insan fizyolojisi*, Güven Kİtabevi.

Winter, D. A., A. E. Patla, F. Prince, M. Ishac and K. Gielo-Perczak (1998). "Stiffness control of balance in quiet standing." *Journal of neurophysiology* **80**(3): 1211-1221.

Woollacott, M. H. and A. Shumway-Cook (1990). "Changes in posture control across the life span—a systems approach." *Physical therapy* **70**(12): 799-807.

Yoshida, T., A. Nagata, M. Muro, N. Takeuchi and Y. Suda (1981). "The validity of anaerobic threshold determination by a Douglas bag method compared with arterial blood lactate concentration." *European journal of applied physiology and occupational physiology* **46**(4): 423-430.

Zemková, E. and D. Hamar (2003). "Postural sway after exercise bouts eliciting the same heart rate with different energy yield from anaerobic glycolysis." *Medicina Sportiva* **7**(4; ENG ED): E135-E140.

## **EKLER**

### **EK 1 :Gönüllü Onam Formu**

---

**ÇALIŞMANIN ADI** (Araştırma başvuru formunda bölüm A.2’de yer alan araştırma adı kullanılmalıdır.) :

“Erişkin bireylerde koşu bandı ile yapılan ılımlı egzersizin denge üzerine etkisi.”

---

*Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, bu çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Çalışma amacıyla yapılan normal muayeneniz sırasında istenilen tetkikleriniz dışındaki tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyicisi tarafından karşılanacak; size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir.*

#### **ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI :**

Bu çalışmada,18-45 yaş ve normal kilolu bireylerde egzersiz öncesi ve sonrası denge ve kalp atım hızı, oksijen tüketiminin karşılaştırılması, istirahat sırasında ve koşu bandıyla yapılan egzersiz ile oluşturulan yorgunluk sonrası denge ölçümü yaparak, bu yaş gurubunda yorgunluğun denge üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen verilerle, düşme ve buna bağlı yaralanmaların önlenmesi açısından alınacak tedbirlerin ortaya konması beklenmektedir.

#### **ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:**

( Gönüllüden kan alınacak ise kan miktar 2 ml ( bir çay kaşığı ) / 5 ml ( bir tatlı kaşığı ) şeklinde belirtilmelidir Çalışma işlemlerinin hasta açısından yan etkileri, riskleri ve rahatsızlıkları açıklanmalıdır.)

Bu araştırma öncesi sözlü hikaye ile kronik veya geçirilmiş kalp, kas-iskelet sistemi veya sinir sistemi rahatsızlıkları (baş dönmesi, denge kaybı gibi belirtilere yol açan) sorgulanacaktır. Kardiyoloji polikliniğinde yapılacak fizik muayene ile egzersiz yapmasında sakınca olmayanlar çalışmaya alınacaktır.

Çalışma öncesi bizim tarafımızdan ücret ödmeden kardiyoloji polikliniğinde muayeneniz yaptırılacaktır. İlimli egzersiz yapmanızda sakınca görülmediği takdirde ve kabul etmeniz halinde çalışmaya katılabileceksiniz. Bu çalışmada önce tansiyon ve nabzınız ölçülüp, vücut ağırlığınız ve boyunuz ölçülecek. Daha sonra bir cihazın üzerinde ayakta durmanız istenerek dengene bakılacak (30 saniye süreyle). Parmak ucundan bir damla kan alınacak. Sonra koşu bandı üzerine çıkmanız istenecek ve bu sırada yorgunluk durumunuzu belirlemek için portatif maskeli bir cihaz ile solunum hızınız ölçülecek. 9 dakika yürüdükten sonra tekrar parmak ucundan 1 damla kan alınacak ve tekrar denge cihazının üzerine çıkmanız istenecek (30 sn).

Bu işlemlerde sürekli kontrol altında olacaksınız. Herhangi bir sıkıntı olduğunda veya isteğiniz halinde çalışmadan çıkabilirsiniz.

Kan alınırken bir miktar ağrı duyabilir ve delinen deri alanında kızarıklık, morarma olabilir. Bunun dışında bir risk bulunmamaktadır.

### **ÇALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?**

Denge ve yorgunluk ilişkisini araştırdığımız bu çalışmanın verileri, denge kaybı sonucu düşmelerin önlenmesine yönelik alınacak tedbirlerin belirlenmesinde fayda sağlayacak ve bundan siz de yararlanabileceksiniz.

### **KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?**

Kişisel bilgileriniz tamamen gizli kalacak olup, sadece elde edilen veriler bilimsel yayın amacıyla kullanılabilir.

### **SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER :**

1. Prof. Dr. Tuncay Varol 5355660575
2. Emine KARAKAYA 5378603277



## Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

<i>Gönüllü Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Veli / Vasinin Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Tanık<sup>1</sup> Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

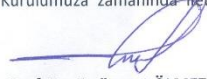
<i>Araştırmacı<sup>2</sup> Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2: Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi

## EK 2: Etik Kurul Onayı

T.C.  
Celal Bayar Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulu  
Karar Formu

KARAR TARİH / NO	30/04 / 2014 / 20478486 - 188				
ARAŞTIRMANIN ADI	Erişkin bireylerde koşu bandı ile yapılan ılımlı egzersizin denge üzerine etkisi				
SORUMLU ARAŞTIRMACI	Prof. Dr. Tuncay VAROL – CBÜ. Anatomi AD				
ARAŞTIRMA EKİBİ	Araş. Gör. Emine Karakaya, Araş. Gör. Dr. Serkan Özgür				
ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/>	YÜKSEK LİSANS--DOKTORA TEZİ <input checked="" type="checkbox"/>	AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>		
KARAR BİLGİLERİ	Araştırma başvuru formu ve gerekli ekleri incelenmiş; Etik açıdan UYGUN olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.				
Ünvanı/Adı/Soyadı	Araştırma ile ilişkisi Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye	Ünvanı/Adı/Soyadı	Araştırma ile ilişkisi Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye
Prof. Dr. Ercüment ÖLMEZ Farmakoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Necip KUTLU Fizyoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Cengiz KIRMAZ Alerji İmmünoloji BD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Ece ONUR Tıbbi Biyokimya AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Pelin ERTAN Çocuk Sağlığı Hastalıkları AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Canan TIKIZ F. T. R Algoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Erhun KASIRGA Çocuk Sağlığı Hastalıkları AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Gönül Tezcan KELEŞ Anestezi ve Reanimasyon AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Artuner DEVECİ Psikiyatri AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. F. Sırrı ÇAM Tıbbi Genetik AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doç. Dr. Selda BEREKET Antrenörlük Eğitimi AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Doç. Dr. Beyhan Cengiz ÖZYURT Halk Sağlığı AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doç. Dr. Peyker TEMİZ Patoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Yrd. Doç. Dr. Tank ULUÇAY Adli Tıp AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yrd. Doç. Dr. Selim ALTAN Tıbbi Etik AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yrd. Doç. Dr. Dilek ÇEÇEN Cerrahi Hemşireliği AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nazlı KÜEY Avukat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Derviş KILIÇ Sivil Üye	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etik Kurulumuzun kararı yukarıda belirtilmiştir. Araştırma Başvuru Formunun Taahhütname – Bölüm E kısmında belirtilmiş olan hususların dikkate alınarak istenilen bilgilerin Etik Kurulumuza zamanında iletilmesi konusunda bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.					
 Prof. Dr. Ercüment ÖLMEZ Başkan					

### EK 3: ÖZGEÇMİŞ

Adı	Emine	Soyadı	Karakaya
Doğum Yeri	Mersin	Doğum Tarihi	24.10.1976
Uyruğu	T.C.	Tel	05378603277
E-mail	He_mi_ra@hotmail		

#### Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans		
Lisans	EGE ÜNİVERSİTESİ HEMŞİRELİK YÜKSEK OKULU	2002
Lise	SİLİFKE LİSESİ	1997

#### İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (Yıl-Yıl)
HEMŞİRE(NÖRÖLOJİ- ACİL)	İZMİR EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKULTESİ HASTANESİ	2003-2004
SORUMLU HEMŞİRE(ACİL,DAHİLİ BİRİMLER,CERRAHİ BİRİMLER) ENFEKSİYON KONTROL HEMŞİRELİĞİ,DİYALİZ HEMŞİRELİĞİ,TAŞINIR KAYIT KONTROL YETKİLİSİ,EĞİTİM HEMŞİRELİĞİ	YOZGAT AKDAĞMADENİ DEVLET HASTANESİ	2004-2012
ACİLHEMŞİRESİ,DİYALİZ SORUMLU	KÜTAHYA SİMAV DEVLET HASTANESİ	2012-2014

HEMŞİRESİ,SÜPERVİZÖR HEMŞİRE,EFOR STRES TESTİ		
ENFEKSİYON SERVİS HEMŞİRESİ	MANİSA MERKEZEFENDİ DEVLET HASTANESİ	2014-DEVAM

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama	Konuşma	Yazma
İNGİLİZCE	İYİ	İYİ	İYİ

Yabancı Dil Notu								
YDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı			
(Diğer) Puanı			

#### Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
EXEL,İNTERNET,WORD,POWER POINT	İYİ

## EK 4: Turnitin Orjinallik Raporu

15.06.2016

Turnitin  
Doküman Görüntüleyici

### Turnitin Orjinallik Raporu

İçleme Kodu: 13-Haz-2016 14:00:57  
NUMARA: 583575430  
Kurum Sayısı: 12883  
Gönderildi: 1

Emine\_Tez EMİNE KARAKAYA tarafından

Kaynağa göre Benzerlik:	
Benzerlik Endeksi	%27
İnternet Sources:	%23
Yayımlar:	%13
Öğrenci Ödevleri:	%11

yenile

2% match (09-Haz-2016 tarihli öğrenci ödevleri)  
Sınıf: ANA\_TEZ  
Ödev: ESMA\_TEZ  
Ödev Numarası: 682715542

1% match (03-Haz-2016 tarihli internet)  
<http://www.tevsizadivolum.com>

1% match (26-May-2015 tarihli internet)  
<http://saelikbe.cbu.edu.tr>

1% match (09-Ara-2015 tarihli internet)  
<http://www.firasiptedergi.com>

1% match (04-Nis-2016 tarihli internet)  
<http://www.ozgurakademi.com.tr>

1% match (14-May-2015 tarihli öğrenci ödevleri)  
Submitted to 58450 on 2015-05-14

1% match (24-Haz-2015 tarihli internet)  
<http://www.ozgurakademi.com.tr>

1% match (16-Nis-2015 tarihli internet)  
<http://www.ozgurakademi.com.tr>

1% match (07-Ara-2015 tarihli internet)

[https://turnitin.com/newreport.classic.asp?lang=tr&code=683575430&it=1&ypass\\_cy=1](https://turnitin.com/newreport.classic.asp?lang=tr&code=683575430&it=1&ypass_cy=1)

*Handwritten signature:* Prof. Dr. Tunçay KAROL  
Tez Danışmanı

1031