

165069

T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AKTİF FUTBOL OYUNCULARININ ÇEŞİTLİ DENGE
PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Tezi Hazırlayan
Serdar SUCAN**

**Tezi Yöneten
Prof.Dr.Cem SÜER**

**Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından SBY-03-03 nolu
proje ile desteklenmiştir.**

**Mart 2005
KAYSERİ**

Bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Bedensal Eğitim ve Spor Bilimleri** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

24.02.2005

JÜRİ :

İmza

Üye : Prof.Dr.Cem SÜER (Danışman)

Üye : Yrd.Doç.Dr.Yusuf CAN

Üye : Yrd.Doç.Dr.Alpaslan YILMAZ

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 28.03.05 tarih ve 327 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

04.10.2005

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Meral AŞCIOĞLU



TEŞEKKÜR

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim dalında yapılmıştır.

Bilim dalı olanaklarından yararlanmamı sağlayan, çalışmamın her safhasında bilimsel yardımlarını, bilgi ve eleştirilerini esirgemeyen değerli hocam, tez yöneticim, sayın Prof. Dr. Cem SÜER 'e,

Değerli bilimsel katkılarından ve bilimsel olanaklardan yararlanmamı sağlamalarından dolayı değerli hocalarım sayın Yrd. Doç. Dr. Alpaslan YILMAZ 'a ve Yrd. Doç. Dr. Yusuf CAN 'a,

Moral motivasyonumu her zaman yüksek tutmamı sağlayan çok değerli mesai arkadaşlarıma,

Sevgisi ve desteğinden dolayı nişanlım Songül YAVUZ 'a,

Sağladıkları uyumlu çalışma ortamından ve yardımlarından dolayı hizmetli İsmail BAŞER ve Akın YALÇIN 'a,

Çalışmamıza katılan bütün gönüllülere,

Teşekkürü bir borç bilirim.

AKTİF FUTBOL OYUNCULARININ ÇEŞİTLİ DENGE PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, aktif futbol oyuncularını ile sedanterlerin çeşitli denge parametrelerini karşılaştırmaktır. 40 sağlıklı gönüllüden, 20'si futbol oynayanlar gurubunu ve 20'si kontrol gurubunu oluşturdu. Gönüllüler 18 ve 25 (ortalama 21.4±1.3) yaşlar arasında, erkek, alışkanlık yapan bir madde kullanımı bulunmayan, kalp, dolaşım, solunum ve nörolojik şikayetleri olmayan sağlıklı kişilerden seçildi.

Deneklerin postural salınımı güç patformu üzerinde tek ve çift ayak üzerinde, gözler açık ve kapalı olarak ölçüldü. Ölçümler çıplak ayak ile 180 saniye süreyle yapıldı. Denge parametreleri deney ve kontrol gurupları arasında karşılaştırıldı. Ölçümlerde elde edilen veriler, antero-posterior ve medial-lateral eksenlerde ayrı ayrı olmak üzere maksimum hız, maksimum ivme, dominant frekans pik değeri ve eksen boyunca meydana gelen salınım eğrisinin fraktal boyutu yönünden istatistiksel olarak değerlendirildi.

Sonuç olarak, istatistiksel veri analizi iki gurup arasında maksimum hız ve ivmelenme parametrelerinde farklılık olduğunu gösterdi. Futbol oynayan gurubun kontrol gurubuna göre daha düşük maksimum hıza ve daha düşük maksimum ivmelenmeye sahip olduğu görüldü. Maksimum hız ve maksimum ivmelenme açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren hemen bütün pozisyonlarda fraktal boyut değerlerinde de anlamlı farklılık bulundu ($p<0,05$). Dominant frekans pik değeri açısından sadece medial-lateral eksenindeki salınımın frekans komponentinde istatistiksel anlamlı farklılık saptandı ($p<0,05$).

Anahtar kelimeler: Denge, salınım, hız, ivme, fraktal

THE DIFFERENT BALANCE PARAMETERS EVALUATION OF THE ACTIVE SOCCER PLAYERS

ABSTRACT

The aim of this study, was to compare the difference between balance parameters in active soccer players and sedentary volunteers. 40 healthy volunteers, 20 of whom were assigned to soccer players group and 20 were assigned to a control group. Volunteers were selected from subject who are all male aged from 18 to 25 (mean: 21.4 ± 1.3) and have no complaints about cardiovascular, respiratory and neurologic system.

Postural sway was measured using of a force platform subject standing on which bipedal and unipedal, eyes open and closed. The test was performed with the shoes off. The total duration of the test was 180 seconds. Balance parameters are compared between soccer players group and control group. The measured values were statistically evaluated with a significant level ($p < 0,05$) on the anterior-posterior and medial-lateral axis separately according to maximum velocity, maximum acceleration, dominant frequency peak values and fractal dimension.

In conclusion, data analysis revealed that there was a significant difference between groups when maximum velocity and maximum acceleration were compared. Soccer players group had a less maximum velocity and maximum acceleration than control groups at all positions. There was also a significant difference at fractal dimension values at all positions in terms of maximum velocity and maximum acceleration ($p < 0.05$). There were a statistical significant differences at the frequency component of the sway on medial-lateral axis in terms of dominant frequency peak values ($p < 0.05$).

Key words : Balance, sway, velocity, acceleration, fractal

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
İÇ KAPAK.....	I
KABUL ONAY SAYFASI.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
KISALTMALAR.....	VII
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. POSTÜR VE POSTÜR ANALİZİ.....	4
2.2. POSTURAL KONTROL.....	6
2.3. POSTURAL KONTROL SİSTEMLERİ.....	8
2.3.1. Duyusal Sistemler.....	8
2.3.1.1. Görsel Sistem.....	9
2.3.1.2. Vestibüler Sistem.....	9
2.3.1.3. Proprioseptif Sistem.....	11
2.3.2. İskelet ve Kas Sistemi.....	12
2.3.3. Merkezi Sinir Sistemi.....	13
2.4. POSTURAL KONTROL SİSTEMLERİNİN ARALARINDAKİ KOORDİNASYON.....	15
2.5. DENGE.....	16
2.5.1. Statik Denge.....	18
2.5.2. Dinamik Denge.....	19
2.6. DENGENİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	20
2.7. VÜCUT SALINIMININ ÖLÇÜMÜ.....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
3.1. DENEKLER.....	24
3.2. KULLANILAN DENGE TESTİ.....	24
3.3. TEST YÖNTEMLERİ.....	26
3.4. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ.....	26
4. BULGULAR.....	27
4.1. ANTERİO-POSTERİOR EKSEN.....	29
4.1.1. Gözler Açık.....	29
4.1.2. Gözler Kapalı.....	31
4.2. MEDİA-LATERAL EKSEN.....	34
4.2.1. Gözler Açık.....	34
4.2.2. Gözler Kapalı.....	37
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	40
6. KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMALAR VE SİMGELER

A/P	: Anterio-Posterior
ASY	: Aktif Olarak Spor Yapmayan
BM	: Basınç Merkezi
cm	: Santimetre
ÇA	: Çift Ayak Üzerinde
DAM	: Destek Alanı Merkezi
FO	: Futbol Oynamış ve Halen Oynamakta Olan
GA	: Gözler Açık
GK	: Gözler Kapalı
Hz	: Herz
M/L	: Media-Lateral
ms	: Milisaniye
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
Nm	: Newton metre
TA	: Tek Ayak Üzerinde
VAM	: Vücut Ağırlık Merkezi
YTK	: Yer Tepkime Kuvveti
YTKV	: Yer Tepkime Kuvveti Vektörü

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

		<u>Sayfa no</u>
Tablo	4.1. Deneklerin antero-posterior ve media-lateral eksenindeki salınımlarının toplu sonuçları.....	28
Şekil	3.1. Denge ölçüm sistemi.....	25
Şekil	3.2. Deneğin güç platformu üzerinde ölçümü.....	26
Şekil	4.1. Çift ayak üzerinde ve gözler açık olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin antero-posterior eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.....	29
Şekil	4.2. Tek ayak üzerinde ve gözler açık olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin antero-posterior eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.....	31
Şekil	4.3. Çift ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin antero-posterior eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.....	32
Şekil	4.4. Tek ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin antero-posterior eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.....	33
Şekil	4.5. Çift ayak üzerinde ve gözler açık olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin media-lateral eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.....	35
Şekil	4.6. Tek ayak üzerinde ve gözler açık olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin media-lateral eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.....	36
Şekil	4.7. Çift ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin media-lateral eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.....	37
Şekil	4.8. Tek ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin media-lateral eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.....	39

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Düzgün bir postüre günlük hayatın birçok aktivite ve fiziksel işlevlerinde ihtiyaç duyulur. Vücut kısımlarının uygun dengeleme hareketleri ilk olarak, vücut segmentlerini sabitleştirmek, ikinci olarak da vücudun gerekli dinamik değişimini sağlamak için gereklidir. Vücudunun dengelenmesi duyuşal sınırlar ile iskelet, kas ve merkezi sinir sistemlerinin birlikte meydana getirdiği karmaşık bir süreçtir. İlk olarak görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerden alınan uyarılar vücudun şekliyle ilgili bilgiye katkı sağlamak için gereklidir. Bu uyarılara gönderilen ortak cevaplar, dengeli bir şekilde ayakta durmak ve eklemlerde doğru hareketi oluşturmak için uygun kasların kasılmalarını sağlar.

Denge, özel eğitim programlarıyla geliştirilebilir. Postural stabilite, birbirleriyle ilişkilendirilen postural alışkanlıkları ve çeşitli konularda gövdeye bağlı hareketler dahil edilerek düzeltilip geliştirilebilir. Ayrıca kas ve onunla ilgili olan egzersizlerde, koordinasyon, eğitim programlarına dahil edilebilir. Denge geliştirici programları desteklemek için, ayakta duruş sırasındaki salınımlar, salınım sıklığı, salınım hızı ve ivmelenme gibi vücut kısımlarının fiziksel özelliklerinin bilgisine ihtiyaç olacaktır.

Farklı spor branşlarında yer alan sporcuların karakteristik yapılarını tanımlayabilmek için çok geniş araştırmalar yapılmaktadır. Böylece araştırmacılar üst düzeydeki sporcuların başarılı olmaları için gereken fiziksel, fizyolojik ve psikolojik değerleri tanımlamaya çalışmaktadırlar.

Antrenman veya müsabakalar esnasında yüksek seviyede motor hareketlerin yapılması, hem statik hem de dinamik dengenin kontrol altına alınması anlamına gelir.

Motor becerilerin kazanılmasında denge kontrolü temel olarak, sportif uygulama sırasında yapılan düzgün postural duruş, doğru ve uygun hareketler, figürler ve teknikler sergilenirken yerçekimi merkezindeki yer değiştirmeleri en aza indirebilecek kas sinerjilerine bağlıdır. Göreve en uygun duyuşal-motor stratejinin seçimi ve zihinsel yetenekler, sporcuların özellikle eğitim esnasında kazandıkları duyuşal bilgiye dayanır.

Spor dalı öğrenimi için, uzun bir zaman diliminde yapılan çalışmalar, hem günlük hayatta dinamik postural kontrolü, hem de statik duruş postüründeki etkililiğinin artırılmasını sağlar.

Futbol, dünyanın en popüler spor dallarından biri olup, elit düzeyde oynandığında sporculardan beklenen fiziksel yaptırım yüksektir. Futbolcunun başarılı ve verimli olması birçok faktöre bağlıdır. Futbol, yüksek şiddeti, aralıklı yüklenmeleri, dayanıklılığı, çabukluğu, beceriyi, koordinasyonu, istikrarlı karar vermeyi ve dengeyi kapsamına alan bir spor dalıdır.

Futbolcunun, futbola uygunluğunu saptamada kullanılan koordinasyon ve denge testleri bugün artık tam anlamıyla önemli bir yer kazanmıştır. Futbol, oyun esnasında yapılan, doğrudan oyuna katkıda bulunan ve oyunun gidişine etki eden birçok hareketten oluşur. Bu hareketlerin başarılı bir şekilde yapılabilmesi dengenin önemini ortaya çıkarmaktadır. Futbolcunun denge ölçümlerinin yapılarak değerlendirilmesi onun vücut fonksiyonları ve performansı hakkında bilgi verecektir.

Futbol gibi kollektif bir oyunda, sportif performansı önemli derecede etkileyen dengenin ölçülmesi ve değerlendirilmesinin zorluğu da göz önünde tutularak, ölçülebilir ve kıyaslanabilir parametrelerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Vücut, dengesini sağlamak veya bir harekete temel teşkil etmek için bir çok kasın uyumlu çalışması sonucunda düzgün bir duruş elde eder. Bu yüzden de düzgün bir postür ve kasların fonksiyonlarının tam olarak açığa çıkartılabilmesi için testlere ihtiyaç vardır. Bu testler genel günlük görevlerde denge performansının bilgisini verir.

Birçok farklı yöntemle yapılan denge ölçümleri ayakta hareketsiz duruş sırasındaki denge kapasitelerinin uygun bilgisini elde etmek için geliştirildi ve sunuldu. Uygun bir metodun seçilmesi genellikle hedeflere ve amaçlanan sonuçlara bağlıdır. Denge kontrol sisteminin tüm entegrasyonunu doğru belirleyecek tek bir değerlendirme tekniği yoktur. Fonksiyonel denge ölçümlerini laboratuvar ortamında uygulamak kolay ve uygundur, fakat her zaman yeteri kadar doğru değildir. Bu yüzden yeni teknolojik laboratuvar sistemleri postural denge hakkında daha detaylı bilgi verebilir.

Postural stabilite genel olarak, basınç merkezi noktasının yer değişimleri gibi postural kontrol mekanizması hakkında bilgi sağlamak için, bir platform üzerinde ve ayakta dik olarak duruş esnasında vücutta meydana gelen postural salınımı kaydederek değerlendirilir.

Çalışmamızın amacı, aktif olarak en az 5 yıl futbol oynamış ve halen oynamakta olan (FO) futbol oyuncularının çeşitli denge parametrelerinin aktif olarak spor yapmayan (ASY) bireylerle karşılaştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. POSTÜR VE POSTÜR ANALİZİ

İnternational Dictionary'ye göre "postural" terimi duruşla ilgili olan anlamında tanımlanır, ancak "postür" terimi vücudun fiziksel eğilimi ve vücut kısımlarının bir düzende duruşu olarak özelleştirilir (1).

Postür, herhangi bir vücut segmentinin yer çekimi vektörüne göre yönünü belirler. Dikey eksene göre açısal ölçümdür (2).

Postural stabilite, hareketsiz duruş sırasında dik bir postür muhafazası olarak tanımlanabilir (3).

İnsan erekt, bipedal postüre sahiptir. Bunun sayesinde elleri serbest, gözleri de yerden daha yüksektedir. Fakat vertebra ve alt ekstremitelerine daha fazla yük biner (4). Herhangi bir anda vücut ögelerinin göreceli dizilimi olan postür, o anda çeşitli eklemlerde pozisyonların karmaşık bir ilişkisinden oluşur. Bir eklemin pozisyonu, diğer eklemlerin pozisyonları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Normal postürde iskelet, vücudun destek yapılarını zedelenme ve deformasyondan koruyacak şekilde düzgün dizilmiştir, böylece eklemlere minimal yük biner (5). Doğru postür minimum kas aktivitesi ile sağlanabilen postürdür. İdeal olarak en az kas gücüyle dengenin sağlanabilmesi için her bir segmentin ağırlık merkezinden geçen çizgi, o segmentin

destek aldığı tabanın, yani bir alt segmentin ortasından geçmelidir (6). Normal dik postürde, lateralden bakıldığında vücudun ağırlık merkezinden sanal olarak çizilen dikey çizgi, ayakbileği eklemının 3-3.5 cm. önünden, diz eklemi ekseninin önünden, kalça eklemi ekseninin arkasından, lumbal vertebraların merkezinin arkasından, torakolumbal birleşme noktasının üzerinden, toraksik vertebraların merkezinin önünden, semiko-toraksik birleşme noktasının üzerinden, servikal vertebraların merkezinin arkasından ve mastoid çıkıntısının üzerinden geçer (4).

İnsan boşluktaki oryantasyonunu sağlamak için primer olarak üç duyuşal sisteme ihtiyaç duyar; görsel, vestibüler ve proprioseptif sistem. Duyuşal input normalde gerekenden fazladır ve sistemlerden bir ya da ikisinin yokluğunda postür genellikle normaldir. Fakat tümünde eksiklikler olduğunda veya şaşırıcı input varlığında postür bozulur. Duyuşal bilgiler azaldıkça postural işler zorlaşır ve kişiler dikkat kapasitelerinin daha büyük bir kısmını kullanmak zorunda kalırlar (7).

Her motor programda iki temel unsur göze çarpar. Vücudun daha büyük kısımlarını ilgilendiren tüm hareketler, hedefe yönelik ve postural kontrol alt bölümlerine sahiptir. Hareket ile ilişkili olan hazırlayıcı postural alt bölümlerine önceden postural uyum adı verilir. Önceden kontrol yalnızca içeriden gelen komutlara dayalı istemli hareketlerle ilişkili olan postural uyum için uygulanır (8). İstemli hareketten önce olan postural cevaplar, stabilitenin potansiyel olarak bozulmasına karşı işlev görürler. Bu işlem öğrenilen bir işlemdir ve santral olarak organize edilir (9).

Duyuşal-motor süreçlerdeki aksaklıklar, postür stabilitesinin bozulmasında önemli rol oynayabilir. Postural ve istemli hareket arasında, duyuşal kontrole dayanan ilişkinin motor işlevin yerine getirilmesinde önemli rolü vardır (8).

Motor aktivite sırasında vücudun ağırlık merkezinde değişikliğe yol açabilen sınırlı bir destek alanı vardır (8). Ayakta dururken amaç, vücudun ağırlık merkezi izdüşümünü destek alanı içerisinde tutmaktır (10). Ağırlık merkezi izdüşümü destek alanı içerisinde kaldığı sürece hareket bozulmadan sürdürülebilir. Duyuşal input duyarlılığının azalması hareket açıklığını ve postural stabilizeyi etkiler. Bu durum ağırlık merkezi değişimlerini, destek alanı içerisinde daha dar bir alana sınırlayan ve ağırlık merkezi pozisyonunun kontrolünü daha doğru yapmayı gerektiren hareket stratejilerinin geliştirilmesini gerektirir. Ağırlık merkezi izdüşümü destek alanı sınırlarına doğru kaydıkça denge kaybı olasılığı artar. Dolayısıyla kişiler güvenli bir denge alanını korumak için dairesel

ve öne-arkaya ivmelenmesi azalır. Bu salınımlarda kişi, ayaktaki basınç merkezini stabilite sınırlarına yakın tutmalıdır (8).

2.2. POSTURAL KONTROL

Kısa bir süre ayakta duruşta, vücudun farklı bölgelerinde yapılan küçük hareketler normal dik postürü kontrol ederler (11). Dengeli bir şekilde ayakta duruş esnasında, optimal pozisyon vücut ağırlık merkezi izdüşümünün, ayak tabanlarının destek sınırları içerisinde muhafaza edilmesi için gereklidir. Vücut media-lateral (M/L) salınıminin en az olduğu durum, destek alanının en iyi olduğu yani ayaklar arasının açık olduğu durumdur. İyi bir destek alanı, yere karşı diagonal bir kuvvetle karşılaşır. Baş, omuzlar ve gövdenin üst kısmı kalça eklemlerinin üzerinde düzgün bir şekilde durmalı ve gövde dik hale getirilmelidir (12).

Ayakta dengeli bir duruş pozisyonunun dışına çıkmak yada duruş pozisyonunu değiştirmek için yeteneğe yani dengeye ihtiyaç vardır (13). Postural aktivite, denge görevlerine özeldir ve ayakta duruş sırasında, sinir sistemi tarafından yapılan bilinçli kas aktivitelerine ihtiyaç yoktur (14).

Postural stabilitenin bozulmasından sonra tekrar postural stabiliteyi sağlama üç motor sistem tarafından kontrol edilir. Dışarıdan bir rahatsızlığa birinci motor cevap omurgayla ilgili dolaylı bir reflekstir. Bu gerilim refleksinin rolü hızlı bir kas cevabıyla postural stabiliteyi yeniden kazanmaktır. Vücut dengesini bozacak herhangi bir durumda, bir afferent input kas yoluyla ve tendon proprioseptör tarafından algılanır. Vücuttaki diğer kasların kasılmasını sağlayarak ilk kas hareketini başlatır. Refleksler direk olarak dengenin düzeltilmesine katkı sağlamaz. Düşmeye karşı ilk verilen cevap otomatik bir reaksiyondur, bunlar orta latensli kas cevapları olarak oluşurlar. Bu reaksiyonlar işbirliği halinde olup, vestibülo-spinal reflekslere doğru taşınırlar ve tüm bacak, gövde ve boyun kaslarını etkilerler (15).

Refleksif ve otomatik reaksiyonlara zıt olarak, isteğe bağlı hareketler bilinçli dikkatimize bağlıdır ve değiştirilebilir (16). İsteğe bağlı postural düzenlemeler, yerçekimi merkezinin pozisyonunun değişmesine neden olurlar. Adımlama hareketlerle, hem postural hareketler, hem de gönüllü yapılan hareketler aynı motor programının parçaları olarak görülürler (17). Postural düzenleme üç sistem tarafından ortak hareket edilerek düzenlenmektedir (18). İnsan vücudu sürekli sabit olmadığından, vücudu sabitleştirmek için bir kontrol sistemi gereklidir. Postural kontrol veya denge kontrolü,

denge noktasına vücudun yakınlığını sürdürmek ya da geri dönüşün paralel kullanılmasıdır (19). Postural kontrolü muhafaza etme, vücudun yerçekimi merkezinin, destek alanının sınırları içerisinde tutulmasıdır (11).

Postural kontrol bir dizi duyuşsal, entegratif ve cevap aktivitelerini gerektirir. Görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemler çevreyle ilgili detaylı bilgiler sağlarken, spinal gerilim refleksi ve uzun latensli refleksler de içeriden bilgi sağlarlar. Bu iç ve dış bilgilerin entegrasyonu daha çok refleks düzeyde olur ve koordine postural motor cevap gelişir (20).

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 (6).

Postür kontrolünün temel amacının, iki önemli algı sistemini içeren, başın yerçekimine karşı doğru açısını devam ettirmek olduğu kabul edilir. Gözler kapalı olduğunda baş öne doğru eğilmeye meyillidir. Vertebral kolon fleksibilitesinde azalma, başın öne doğru eğilmesini engeller. Yine arkaya doğru baş pozisyonu gövdenin öne eğilimini kompanse edebilir. Baş arkaya eğildiğinde, lateral semisirküler kanalın duyarlılığı azalır. Birçok canlıda başın ortalama rotasyon açısının lateral semisirküler kanalın düzlemine ayarlandığı bilinmektedir. Dolayısıyla kişinin hareketlerinde, başın rotasyon açısı ve lateral semisirküler kanal fonksiyonu önemlidir (21).

İskelet kasları çok çeşitli hareketleri yaptırabilirler. Kuşkusuz bunca kas gruplarının koordine edilmesi ve istenileni gereğince yaptırabilmesi için bir çok sinirsel merkezin işe karışması doğaldır. İki tür motor fonksiyon ayırtedilebilir; postür ve amaca yönelik hareketler. Bu iki tür kas hareketleri beraberce yürütülürler ve biri olmadan öteki yapılamaz (22).

Postür ve amaca yönelik hareketlerin sinirsel kontrolünden sorumlu merkezler motor merkezler olarak adlandırılırlar ve merkezi sinir sistemi (MSS)'nin her bölgesinde, beyin korteksinden omuriliğe kadar olan bölgelerde bulunurlar. Duyusal reseptörlerinden, tüm merkezlere afferent impulslar ulaşır. Spinal motor merkezlere gelen afferent impulslar, bir çok ara nörondan geçerek spinal motor nörona ulaşır veya ulaşmaları önlenir. Zira ara nöronları uyarıcı olabilecekleri gibi inhibe edici de

olabilirler. Bunların aktivite biçimi, bir kasın aktive veya inhibe edileceğini; bir hareketin yapılıp yapılmayacağını tayin eder. Spinal refleksler, yüksek merkezlerce değiştirilebilirse de, vücudun ihtiyacına göre yüksek merkezler işe karışmadan spinal motor merkezler postural ve amaca yönelik hareketleri yaptırabilirler. Kas hareketlerinin kontrolünde işe karışan yüksek motor merkezler, spinal merkezlerin daha yukarısındaki merkezlerdir (22).

Hareketleri yaptıran korteksin motor merkezleri, beyin kökü merkezi ve spinal ilik merkezidir. Vücudun uygun pozisyonu alması beyin kökündeki merkezlerce ayarlanır. Korteksten spinal merkezlere gelen emirlerle spinal motor nöronlar uyarılır ve kaslara emirler ulaşır. Kaslar kasılırken kas içiğinden ve golgi tendon organından duyu impulsları serebelluma ulaşırlar (22).

Postürü bozan herhangi bir durumdan vücudu haberdar ederek dengeleyici olayların ortaya çıkmasını sağlayan bir mekanizma vardır (6). Postür ve vücut dengesinin sağlanmasını beyin kökündeki merkezler yaparlar (22). Normal duruşta dengenin sağlanması ve dik bir postür için bilinçli efor gerekmez. (6). Postür ve denge refleksleri haberimiz olmadan sürekli çalışırlar. Bu reflekslerin reseptörleri kaslardaki reseptörlerle birlikte, özellikle iç kulaktaki vestibüler organdır (22).

Serebellum, vücut dengesinin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Vücut hareket yönünün değişmesi yani dengenin bozulması ile ilk impulslar iç kulaktaki semisirküler kanallardan gelir. Serebellum, vestibüler impulslar ile vücudun durumunu korumaya çalışan kaslardan gelen proprioseptif impulsları birleştirir. Gerek beyin, gerekse omirilik motor merkezlerine, beyin kökündeki merkezler aracılığıyla impulslar göndererek birçok kasın karmaşık hareketlerini koordine eder ve bozulmak üzere olan denge hemen düzeltilir (22).

2.3. POSTURAL KONTROL SİSTEMLERİ

2.3.1. Duyusal Sistemler

Duyusal sistemin ana amacı, kendisiyle ve çevresindekilerle ilgili sisteme bilgi sağlamaktır. Bilgi, duyuşal reseptörlerden afferent sinirler yoluyla merkezi sinir sistemine iletilir. Duyusal reseptörler ısı, ışık, basınç ve ses gibi değişik enerji şekillerinden etkilenebilir (14).

2.3.1.1. Görsel Sistem

Görme fonksiyonu, destek alanında ortaya çıkabilecek çevresel değişimleri önceden algılama ve önlem alma olanağı sağladığından denge için çok önemlidir. Görme fonksiyonunun denge açısından en etkin biçimde kullanılabilmesi için baş-boyun diziliminin uygun olması gerekir. Görsel sistem, çevresel unsurlar, zemin özellikleri ve mesafe hakkında bilgi sağlamasının yanı sıra, vücut komponentlerinin fonksiyonu, birbirleri ile ilişkisi ve gerekli hareket miktarı hakkında da bilgi sağlar. Hareket zorlaştıkça ve hareket hızı arttıkça görme fonksiyonunun önemi artar (6).

Görsel bilgi retinadan beynin en az iki farklı bölgesine dağıtılır. Bu bilgi farklı amaçlar için özelleştirilmek üzere iki sistem tarafından alınır; nesnelere tanımlama için focal sistem ve hareket kontrolü için ambient sistem. Ambient sistemin ayrıca sabit duruşu ve dengeyi güçlü bir şekilde etkilediği gözlenmiştir (23).

Görsel sistem, postural kontrol için çok önemlidir, fakat yokluğu diğer bilgi kaynakları tarafından telafi edilebilir. Görme, retina üzerinde yakın görüntü değişmesi hareketine temas ederek dengeyi etkiler, ayrıca postural kontrolde gerekli olan kas kasılmalarını da tetikler. Postural kontrolde görmenin gerekliliği, görsel keskinliğe, görsel zıtlığa, nesnelere uzaklıklarına ve aydınlatmaya bağlıdır. Görsel sistem, dengeyi en iyi görsel alanın 2 metreden az olduğu durumlarda kontrol eder (24).

Vestibüler aparey tamamen haraplandıktan, hatta vücuttan gelen proprioseptif bilgilerin çoğu kaybolduktan sonra bile, dengenin korunması için görsel mekanizma etkin biçimde kullanılabilir. Vestibüler apareyleri tamamen haraplanmış şahısların gözleri açıkken, hareketleri yavaş yaptıkları ancak dengelerini hemen hemen normal olarak korudukları görülmüştür. Fakat gözler kapanır yada hızlı hareket yapılırsa denge derhal bozulur (25).

Platform üzerindeki denge çalışmalarında, denge üzerinde görsel bilginin etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür. Görsel bilgi yokluğunda vücut salınımının maksimal hızı ve ivmelenme değerleri artmaktadır (26).

2.3.1.2. Vestibüler Sistem

Denge mekanizması başlıca vestibüler apareyden gelen sinyallerle denetlenir. Vestibüler aparey denge ile ilgili durumlara duyarlı bir organ olup, kemik tüp, boşluklardan oluşan kemik labirent ile bunların içindeki membranöz yapılardan oluşan

membranöz labirentten ibarettir. Apareyin fonksiyonel bölümünü membranöz yapı oluşturur. Membranöz labirent, duktus koklearis, üç semisirküler kanal, utrikulus ve sakkulustan oluşmuştur. Duktus koklearis işitme organıdır, denge ile ilişkisi yoktur. Utrikulus, semisirküler kanallar ve sakkulus denge mekanizmasının birbirini tamamlayan parçalarıdır (25).

Vestibüler sistem vücudun ya da çevrenin hareketi sırasında sabit görsel algılamayı sağlar. Semisirküler kanallar aracılığıyla açısal ivmelenme, utrikulus ve sakkulus aracılığıyla doğrusal ivmelenmeyi saptar. Uzaysal pozisyon, başın hareketi, doğrusal ve açısal ivmelenme hakkında bilgi sağlar. Santral bağlantılar, kas tonusunu özellikle antigravite kasların tonusunu etkileyerek, dengenin sağlanmasında önemli rol oynar. Serebral kortekse olan vestibüler projeksiyonlar rotasyonun algılanması ve vertikal oryantasyonu sağlar. Vestibüler refleksler (vestibulo-ocular, otolith, vestibulo-spinal), baş hareketi sırasında gözler ve gövdeyi sabitleyerek dengeye katkıda bulunur (6).

Semisirküler kanallar 0.2-10 Hz. aralığındaki sıklıklarda, hareketin hız değişimlerine duyarlı bir şekilde karşılık verirler. Bu yüzden hareketin başında ve sonunda aktiftirler. Diğer bir taraftan otholiths, çalışmalarda 5 Hz.den daha az, düşük sıklıklarla işlenirler ve yerçekimi gibi çizgisel hızlanmanın bilgisini sağlarlar (27). Otholiths ve semisirküler kanallardan gelen bilgi beyindeki vestibüler sisteme aktarılır, ayrıca diğer duyuusal sistemlerden de bilgi alırlar. Vestibülo-ocular refleks başın dönüşüne zıt yönde göz hareketleri oluşturarak görüşü sabitleştirirken, vestibülo-spinal refleks başı ve vücudu sabitleştirir. Vestibüler sistemin, vücut oryantasyonunun algılanmasına katkı sağladığı ve postural kontrole dahil edildiği bilinmesine rağmen, vestibüler sistemin normal olarak kısa süreli ayakta duruş sırasında vücut salınımının algılanmasında önemli bir rol oynamadığı gözlenmiştir (28).

Vestibüler, serebellar ve retiküler motor sistemler refleks olarak uygun kasları eksite edip, dengeyi korurlar (25).

Vestibüler sinir liflerinin birçoğu vestibüler çekirdeklerde sonlanır. Vestibüler aparey ve vestibüler çekirdekler ile serebellum arasında çok sıkı bir ilişki vardır. Denge refleksleri vestibüler sinirlerden başlayarak, vestibüler çekirdekler ve serebellumdan geçer. Bu ikisi arasındaki çift yönlü ileti boyunca sinyaller, hem beyin sapının retiküler çekirdeklerine, hem de vestibülo-spinal ve retikülo-spinal traktuslardan medulla

spinalise gönderirler. Medulla spinalise ulaşan sinyallerde antigravite kaslarının fasilitasyon ve inhibisyonu yardımıyla dengeyi otomatik olarak kontrol ederler (25).

2.3.1.3. Proprioseptif Sistem

Periferik sinir sisteminin fonksiyonel bütünlüğü için, yeterli kas gücü ve dayanıklılığı, ektremitelerin anatomik bütünlüğü ve simetrisi, eklem esnekliği, normal fizyolojik hareket açıklığı, normal tonus, normal proprioseptif kontrol ve taktil uyarı algılaması gereklidir. Proprioseptif kontrol deri, kas, tendon ve eklem reseptörlerinden önemli kinestetik bilgi sağlar. Statik veya dinamik eklem pozisyonu, eklem hareket açıklığı ve hareket süresi, eklemlere etkiyen kuvvetler, kas, tendon ve ligamentlerin boyları ve vücut komponentlerinin birbirlerine göre pozisyonu hakkında bilgi sağlar. Plantar kutanöz afferentlerden kaynaklanan taktil uyarılar özellikle zemindeki değişiklikleri algılamamızı sağlar (6).

Somatosensör sistem, proprioseptör ve ekstereseptörler tarafından vücut pozisyonuyla ilgili bilgi sağlar. Proprioseptif reseptörler kaslarda, tendonlarda ve eklemlerde yer alırlar ve duruş esnasında ayrı ayrı kaslar ile ilgili bilgi verirler. Proprioseptörler, kas içiği, golgi tendon organı ve eklem reseptörleridir (29). Ekstereseptif bilgi, ayak tabanındaki proprioseptörlerin üç farklı tipinden oluşur. Ekstereseptif reseptörler deri ile ilgili ve deri altındaki dokularda yer alırlar (30). Deri ile ilgili reseptörlerin en önemlileri, Meissner Corpuscles ve Merkel Disk deri yüzeyine daha yakın yerde bulunurken, Ruffini sonu ve Pacinian Corpuscles deride daha derin yerde bulunurlar (31).

Eklem kapsüllerindeki reseptörler birbirleriyle ilişkili vücudun kısımlarının duruşları ve hareketleri ile ilgili bilgi verirken, postural kontroldeki rolleri henüz tam olarak tanımlanmamıştır. Kas içcikleri, kas uzunluğu ve gerilimindeki değişimler hakkında bilgi verirler ve tüm kası gererek hareket edebilirler (14). Proprioseptörler vücut salınımını ortaya çıkarırlar. Mekanoseptörler ise her ikisinin deri içerisindeki yerini ve hızını belirleyebilir (32).

Postural kontrol için, proprioseptörler duruş sırasında bazı gerekli inputlar alır. Bunlardan ilki ayakbileği eklemlerinden gelen bilgidir. Çünkü, ayakbileği eklemi etrafındaki güçle sonuçlanan, yerçekimi merkezinin hareketi tarafından etkilenir (33). Dengenin kontrolünde ayakbileği ve ayaktaki proprioseptörler de önemlidir (6). Ayak tabanından gelen basınç duyuları, ağırlığın iki ayağa eşit olarak dağılıp dağılmadığını ve

ağırlığın ayağa göre önde mi yoksa arkada mı olduğunu haber verir (25). İkincisi, boyun kaslarından gelen bilgi, gövdeyle bağlantılı baş hareketleriyle ilgili önemli bilgiler verir (33). Dengenin korunması için en önemli proprioseptif enformasyon boyundaki eklem reseptörlerinden gelir. Boynun bir yöne eğilmesiyle baş bir tarafa yatırılırsa, boyun proprioseptörlerinden gelen impulslar, vestibüler apareyin şahsa denge bozukluğunu haber vermesini engeller. Bunu, vestibüler apareyden gelen impulslara tam zıt sinyaller göndererek sağlar. Ancak, vücut bir bütün olarak yana eğildiğinde boyun proprioseptörlerinden gelen impulslar vestibüler apareyden gelenlere zıt düşmez, böylece şahıs denge durumundaki değişikliği algılar (25).

Vestibüler apareyin haraplanması durumunda boynun eğilmesiyle derhal, boyun refleksleri adı verilen kas refleksleri devreye girer. Dengenin yalnız başta değil bütün vücutta korunması gerekli olduğundan, vestibüler ve boyun reflekslerinin zıt yönde çalışmaları gerekir. Aksi halde, boynun her eğilişinde denge kaybedilecektir (25). Üçüncü olarak da göz kasları, baş ile ilişkisi olan gözlerin duruşu hakkında bilgi verir (33).

2.3.2. İskelet ve Kas Sistemi

İnsan vücudunun günlük hayattaki tüm aktiviteleri değişen oranlarda denge gerektirir ve direkt ya da indirekt tüm iskelet kaslarını ilgilendirir. İskelet sistemi, koordine kas aktivitesi olmadan yerçekimine karşı dik duramaz ve hareket edemez. Gövdenin her türlü hareketine ekstremite kasları uyum sağlar ve eşlik eder. Benzer şekilde ekstremitelerin hareketine gövde kasları özellikle stabilize yönünden eşlik eder ve uyum sağlar (6).

Baldır kaslarının ilk vücut hareketleri sırasındaki postural kontrolü sağlamak için hareket ettirilmesine rağmen, boyun kasları, hamstringler, soleus ve supraspinalis gibi ana postural kasların ortak hareketi bir düzende meydana gelir (34). Bunların dışında, bazı kaslar hem farklı latensli zamanlarda yansıtıcı refleksif kasları, hem de vücut duruşunu dengelemek için istemli hareketlerin üretimine katılırlar. Her kas gerilmesinde, kas ve tendonlardaki proprioseptif reseptörler, postural kontrol sisteminin ana mekanizmasına kas genişliğindeki değişimi bildirirler (33).

Hareketler gerçekleştirilirken koordinasyonun sağlanması için merkezi sinir sistemine sürekli bir bilgi akışı olur. Hareketlerle ve vücut pozisyonu ile ilgili bu duyuşsal bilgi akışı geri bildirim mekanizması ile gerçekleşir ve propriosepsiyon olarak adlandırılır (33).

Kasta temelde iki reseptör bulunur; kas iğciğı ve golgi tendon organı. Kas iğciğı, kasın uzunluğı hakkındaki bilgileri algılar (35). Kas iğciğinin her iki ucu kas tendonuna bağıdır ve ortası spiral bir şekilde sinir uçları ile sarılmıştır. Gerilmelere karşı duyarlı olan kas iğciğı, durumu merkezi sinir sistemine bildirir (36). Kasın gerilmesini algılayan golgi tendon organı, kas lifleri arasında yer alan bağı dokuda bulunur. Golgi tendon organı, kasın kasılması ile kas ve tendonda meydana gelen gerilme derecesini merkezi sinir sistemine iletir (37). Golgi tendon organı kası aşırı yüklenmelere karşı koruyucu bir rol oynar. Kas iğciğı ise kasılmayı kolaylaştırır (36).

Postural kontrol, ortak kas hareketlerine ihtiyaç duyar (38). Kaslar postural kontrolde eklemlerle ortak hareket ettiğı için, ayakbileğı, diz ve kalça eklemlerinin önemi büyüktür (39). Özellikle kalçada iliofemoral bağı, dizde arka oblik bağı ve eklem kapsülü pasif stabilite sağlar (40). Pasif kasılma kontrol modeli, ayakbileğı stratejisine göre postural kontrolde uygun kas kasılmasının biçimini sınırlayan merkezi sinir sisteminin bir sonucu olarak, kısa bir süre ayakta duruş sırasında sabit olmayan mekanik sistemi sabitleştirir (39). Bununla birlikte kaslar ve ayak tabanlarındaki reseptörlerin, ayakta dengeli duruşta postural stabiliteye etkisi olduğı açıklanmıştır (41).

2.3.3. Merkezi Sinir Sistemi

İskelet kaslarının hareketleri sırasında kas gruplarının koordine edilmesi ve hareketin amacına uygun biçimde yapılabilmesi, merkezi sinir sistemi (MSS)'ne ve sinirsel merkezlere bağıdır (42). İstem dışı yapılan refleks hareketlerin omurilik düzeyinde gerçekleştiğı bilinmektedir. Daha karmaşık becerilerin ve hareketlerin yapılması için ise beyin gibi yüksek merkezler devreye girmektedir. Omurilikteki alt nöronlar kasılmayı oluştururken, beyindeki üst nöronlar ise kasılmaların sırasını ve düzenini programlar (43).

Kas hareketlerinin sinirsel kontrolünden sorumlu merkezler motor merkezler olarak adlandırılırlar ve merkezi sinir sisteminin her bölgesinde, beyin korteksinden omuriliğe kadar olan bölgelerde bulunurlar (42).

Motor sistemler hiyerarşik olarak organize edilmiştir. Motor nöronlar, tüm motor aktiviteler için ortak son yoldur. Motor sistemlerin kontrolü motor nöron aktivitesinin kontrolü esasına dayanır. Hareketlerin yapı taşını motor nöron, kas sinir kavşağı ve kas liflerinin beraberce oluşturduğu motor ünite oluşturur. Motor kontrol, motor ünite üzerine etkileyen tüm sinirsel inputları içerir ve santral ve periferik sinir sistemlerinin ortak fonksiyonudur. Motor kontrol denge için esastır. Spinal kord, santral sinir sistemi organizasyonunun en alt seviyesindedir (6).

Omurilik ve beyinden oluşan merkezi sinir sisteminin bazı bölümleri, postür kontrolünde rol oynar. Kortikal nöronlara alınan sinyaller spinal kord, bazal ganglia, serebellum, parietal ve frontal korteksin ön tarafından bilgiyi aktaran thalamik çekirdekten esas olarak gelir. Statik duruştaki bir bozulmada ilk ve en hızlı cevap spinal refleksler tarafından tetiklenir (44). Merkezi sinir sistemi içerisindeki uyarılmalar, nöronların üzerindeki afferent liflerden oluşan sinapsla iletilir. Fakat inhibe eden sinapslar özel mediators ara nöronlar kullanırlar (45).

Serebral korteks motor kontrolün en üst seviyesidir. Tüm subkortikal yapılarla, sensoriyal korteksle, serebellumla ve kendi içinde karmaşık bağlantılar içerir. Beyin sapı ve spinal kordta yer alan motor nöron aktivitesini direkt veya indirekt olarak module eder. Bu yapıların tamamı hareketlerin koordinasyonu, postür ve otomatik hareketlerin koordinasyonunda görev yaparlar (6).

Dengeli bir duruş için gerekli olan isteğe bağlı hareketler beyin tarafından planlanır. Verilen emirler pramidal ve ekstrapramidal sistemler aracılığıyla kaslara gönderilir. Pramidal hücreler, premotor ve parietal korteksle bağlantılarıyla dengeli bir duruş için gerekli olan segmental refleksler ve isteğe bağlı hareketleri kontrol eden spinal motor nöronlara ve ara nöronlara bilgiyi iletirler. Kortikal motor alanlarının çıktısı aynı zamanda bazal gangliaya, serebellum ve kırmızı çekirdeğe yansımayı dahil ederler (46).

Serebellum, postür ve hareketlerin kontrolünde, özellikle motor öğrenmede önemlidir. Hareketlerin hızı, genişliği, kuvvet ve yönünü kontrol eder. Diğer santral sinir sistemi yapılarıyla bağlantılıdır. Vestibulo-serebellum denge ve göz hareketlerini düzenler. Spino-serebellum gövde ve ekstremiteler hareketlerini düzenler, desenden motor sistemi module eder. Serebro-serebellum ise hareketlerin planlanması ve aktivite için duyuşal bilginin değerlendirilmesinde ve kortikal motor programların düzenlenmesinde görev alır (6). Ekstrapramidal sistemin büyük parçasını oluştural bazal ganglia, substantia

nigra ve subthalamik çekirdekten oluşmuştur. Bunlar da, caudate çekirdek, putamen ve globus pallidus isimli üç nükleer gurupla bağlantılıdır (46).

2.4. POSTURAL KONTROL SİSTEMLERİNİN ARALARINDAKİ KOORDİNASYON

Sağlıklı postural kontrolde influx sensörü yeterli motor çıkışı sağlamak için merkezi sinir sistemine entegre edilmelidir. Görsel, vestibüler ve proprioceptif sistemlerden gelen duyuşal bilgi, girdi olarak kullanılır. Bununla birlikte, karmaşık olmayan durumlarda üç ana sistemden sadece bir tanesinin gerekliliğı bilinmektedir (18). Periferik geri bildiriminin yokluğunda bile, postural düzenlemenin sağlanabileceğı saptanmıştır (47).

Spinal kordta, afferent tepkiler gerilme reflekslerini tetikler, diğeryandan merkezi sinir sisteminin daha üst seviyelerinde sinirsel bağlantılar daha karmaşık motor tepkilerine aracılık eder. Effektör tarafında ise, duyuşal girdiler bağlamında bu tepkileri hafifletmek ve sonuçta düzgün bir postür için gereken kassal kasılmaların oluşmasında bir önemli önkoşulda, yeterli tepki seçecek olan yetenektir. Gereklitüm duyuşal girdileri kullanan ve önceden programlanmış motor tepkilere götüren konteks bağımlı tepkilerin kökeninde geçmişteki deneyimler yatmaktadır (22).

Yansıtılan postural düzenlemeleri, istemli hareketlerden herhangi güvenilir bir yolla ayırt etmek imkansız olmasına rağmen, refleksler zaman serilerine göre farklılık arz edebilir. Refleks hareketlerin rolü kas gücünü düzenlemektir, diğeryandan gerilme refleksi temelli hareketler muhtemel aksaklıklara direnirler. İstemli hareketler dengeyi direkt veya indirekt olarak etkiler (44).

Vücut kısımlarının simetrik olması, yük taşıyan segmentlerin ağırlık merkezlerinin dikey bir çizgide ve destek tabanının üzerinde yer almasını sağlar (6). Ayakta duruşta amaç, vücudun ağırlık merkezi izdüşümünü destek alanı içerisinde tutmaktır (10).

Segmentler arasında bir açılışmanın olması destek dokularda gerilim ve basınç kuvvetlerinin oluşmasına neden olur. Dengenin bozulması veya gövdenin yer değıştirmesiyle, görsel, vestibüler ve proprioceptif sistemlerden ve taktil reseptörlerden çıkan uyarılar, santral sinir sisteminde subkortikal, kortikal ve serebellar merkezler arasındaki etkileşim ile yorumlanır, motor yanıt organize edilir ve denge sağlanır (6). Serebellum, vücut dengesinin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Dengenin

sağlanması için ilk impulslar iç kulaktaki semisirküler kanallardan gelir. Serebellum, vestibüler impulslar ile vücudun durumunu korumaya çalışan kaslardan gelen proprioseptif impulsları birleştirir ve sonuç olarak, gerek beyin gerekse omurilik motor merkezlerine, beyin kökündeki merkezler aracılığı ile, impulslar göndererek bir çok kasın karmaşık hareketlerini koordine eder (22).

Vücudun farklı kısımları sürekli olarak statik duruş pozisyonunu dış güçlere karşı kontrol etmek yerine, küçük hareketlerle vücudu dengelemeye çalışır. Karışık bir postural stabilite içerisinde, salınım hızını, vücut salınımını düzeltmek için kullanan dinamik kas hareketlerinden olduğu sanılmaktadır (3).

Vücudun dengesinin bozulması, semisirküler kanallardaki reseptörleri etkiler ve burada doğan impulslar serebellumun lobus flocculonodularisine ulaşınca dengenin düzeltilmesi için gerekli olan kaslar kasılır ve bozulmak üzere olan denge hemen düzeltilir (22). Duruma ve çevre şartlarına göre duyuşsal algı ya da girdilerin göreceli katkısı değişkenlik gösterir. Tüm koordine hareketler benzer merkezlerce yönetilir ve sonuçta gerekli kas guruplarında yeterli şiddette kasılma sağlanarak, kasılmanın hızı ve süresi ayarlanır (6).

2.5. DENGE

Denge, statik ve dinamik hareket esnasında vücudun istenen pozisyonu sağlayabilme yeteneğidir (48). Denge, destek alanı üzerinde vücudun duruşunu muhafaza etme yeteneği olarak tanımlanabilir (33). Denge, vücut kütleşinin yere düşmesini önleyen dinamiği anlatan genel bir terimdir. Denge, vücudun içsel kuvvetleri ve vücut kısımlarının karakteristiği ile bağlantılıdır (2). İnsan vücudu için denge, gövdenin yerçekimi, internal ve eksternal kuvvetlerin etkisinde dizilimin korunabilmesi ve gövdeye etkiyen kuvvetler toplamının sıfırlanabilmesidir. Denge, vücudun statik ya da dinamik pozisyonlarda en az kas aktivitesi ile kontrol edilebilme yeteneğidir. Denge, vücut ağırlık merkezi izdüşümünün destek alanı sınırları içerisinde tutulmasıdır. Çevresel faktörlerin etkisinde dengeyi sürdürebilmek, en temel motor becerilerindedir. Denge ve postural stabilite yeteneği çoğu hareketlerin gerçekleşmesi ile entegre bir fonksiyondur (6).

Postür ve dengenin sağlanması birbiri ile çok yakın ilişkisi olan olaylardır, fakat aynı şeyler değildirler. Denge, postür muhafazasını da içine alır ve esas itibarıyla kas aktivitesinin koordinasyonudur. Denge refleksleri, postural reflekslere benzerler. Özellikle serebellum ve semisirküler kanallar denge organları olarak iş görürler (22).

Vücut dengede olduğu zaman, tüm kuvvetlere karşı kendini ayarlar. Vücut koordinasyonunun etkili olarak yapılabilmesi, verilen pozisyonlarda vücudun desteklenmesi için yeterli kuvvet ve doğru zamanda doğru pozisyonlara vücut ağırlığını kaydırmak için denge gereklidir (49).

İnsanlar, yere çift ayak ile temas ederken (dururken), yere tek ayak ile temas ederken (yürürken) veya temas etmeden (koşarken) denge kontrol sistemini kullanarak hareket ederler. Vücut kütleimizin 2/3'nü gövdemizin üst tarafı oluşturur. Bu yüzden bir kontrol sistemi devamlı surette çalışmadıkça dengemizi sağlayamayız (50).

Denge ve postural stabilite üç ana duyuşal sistemi kullanılır. Görsel sistem, hareketlerimizi planlayan ve yolumuzu görmemizi engelleyen durumları bildiren ilk sistemdir. Vestibüler sistem, bizim doğrusal ve açısal hareketlerimizi algılayan bir yapıdır. Proprioseptif sistem, vücut segmentlerinin pozisyonlarına ve hızlarına, diğer objelere temaslardan ve yerçekimi yönüne duyarlı sensörlerden oluşmuştur (50).

Denge kontrolünde görev yapan bu uyarıcı sistemlere benzer refleksler vardır. Refleksler genellikle duruşta dengede kalmaya ya da görsel olarak denge sağlamaya yardım eder. Bu sistemlerin birindeki eksiklik ya da sistemler arasındaki düzensiz girdi, diğer iki sisteme güven vererek kusurun düzeltilmesini sağlar. Böyle bir eksiklik kişinin tüm yeteneğini azaltsa da, diğer iki sistem yanlış girdiyi düzeltir. Ancak oluşan eksiklik kapatılana kadar kişide ciddi bir dengesizlik hissi oluşur (51).

Günlük hayatta çok komplike motor görevler hiç düşünülmeden ve otomatik olarak gerçekleşir. Normal insanlarda dengenin sürdürülmesi ve postural stabilite için bilinçli bir efor gerekmez. Motor sistem yanıtı otomatik hareketler, refleks yanıtlar veya istemli hareketler şeklindedir. Becerikli otomatik hareketlerin ve dengenin tam olarak sürdürülebilmesi için tüm fonksiyonların sağlam olması gerekir (6).

Destek alanı yüzeyinin eğilmesine karşı vücudun cevabı olarak tanımlanan denge reaksiyonları, santral sinir sisteminin en üst düzeyi olan korteks tarafından kontrol edilir (13).

Refleks aktivite, afferent uyarana cevap olarak ortaya çıkan ve oluşları sırasında modifiye edilemeyen koordine paternde istemsiz kas kasılması ve gevşemesi şeklinde hareket paternleridir. Refleksif ve ritmik hareketler sterotipik paternde kas kasılması ile oluşturulurlar. Refleks aktivitelerin nörolojik organizasyonu daha çok spinal kord düzeyinde ve beyin sapındadır (6).

Ayakta dik duruşta, vücudun ağırlık merkezinin sürekli değişmesi kas liflerinin sürekli düzensiz olarak gerilmesine ve çeşitli motor ünitelerin aktivite veya inaktivitesine neden olur. Hassas denge ve ayakta duruş kontrolünde görme önemlidir. Kişinin dengesi, etrafında gördükleri değiştirilerek korunabilir (6).

İnsanlar iki tip duyuşsal input varlığında, bir duyuşsal inputtan diğesine geçişi kolaylıkla yapabilir ve dengede durabilirler. Sadece bir duyuşsal input varlığında ise kişilerin vücut salınımı dengenin bozulmasına yol açacak kadar artabilir (13).

Denge, statik ve dinamik denge olarak ikiye ayrılır. Bu ayrım destek alanı yüzeyinin sabit ya da hareketli olmasına göre yapılır (33).

2.5.1. Statik Denge

Statik denge, yerçekimi çizgisinin ve destek alanı genişliğinin ayarlanması ile oluşturulan değişik pozisyonları, sabit bir şekilde sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanır (52). Gövdenin ve destek alanının sabit olması durumunda statik dengeden söz edilir (6).

Statik dengede, insanın ayakta dik durabilmesi için vücut ağırlık merkezinden yere doğru inen vektörün, destek alanı merkezinden geçmesi gerekir. Sagittal düzlemde bu vektör, kafada kulak kanalının, karında dördüncü lumbal vertebranın ve dizin önünden, kalçanın ise arkasından geçerek ayakbileğinin 3-3.5 cm. önüne iner (40). Frontal düzlemde ise gövdenin iki ekstremite arasında eşit olarak paylaşılması halinde destek alanı merkezinin tam ortasına düşer. Ancak gerçekte destek alanı merkezi, orta hattın 6 mm kadar sağına kayar. Sağ bacak, sola göre biraz daha fazla yüklenir. Femur boynundaki 120 derece varus açısı, dizdeki 5-7 derecelik valgus açısı ve ayakların 7 derece dışa dönük durması sayesinde destek alanı genişler, stabilite artar (6).

Statik dengenin kurulmasında rol oynayan üç etken; vücut ağırlığı, bağ gerginliği ve kas kasılmasıdır. Yer tepkime kuvveti vektörü (YTKV), kalça eklemine arkasından, dizin ise önünden geçer ve bu eklemleri ekstansiyona getirir. Dizde arka oblik bağ, kalçada

ise iliofemoral bağ adı verilen kapsül ön kısmı bu ekstansiyonu kısıtlar ve adale gücü harcamadan pasif stabilite sağlanır. Gerek ayakbileği gerekse subtalar eklemlerde bağlar pasif stabiliteye katkıda bulunmaz. Ayakbileği eklemi ayağın ortasında olmayıp topuğa çok daha yakındır. Önde ayağın kaldıraç kolu metatars başına kadar uzanır ve ayağın gerçek merkezi ayakbileği eklemının 5 cm önüne düşer. Bu nedenle yer tepkime kuvveti vektörünü bu noktadan geçirmek için ayakbileğinde 5 derece dorsifleksiyon gerekir. Bu dorsifleksiyon hareketini soleus kası kontrol eder. Ayakta dik dururken dengenin sağlanmasında en önemli kas soleustur. Ayakta dik duruşta, kalça ve diz eklemlerinin pasif stabilitesi sayesinde bu eklemlerde dengeyi korumak için kas aktivitesi gerekmezken, ayakbileği eklemünde soleus kası aktivitesi şarttır (40).

2.5.2. Dinamik Denge

Dinamik denge, hareket halinde vücudun dengesini sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanır (52). Destek alanının yada gövdenin hareketli olması durumunda dinamik dengeden söz edilir (6).

Dinamik dengede, yürüme denge ile dengesizlik dönemlerinin birbirini izlediği ritmik bir hareket zinciridir. Yürürken gövde ağırlığı arkadaki bacadan öndekine aktarılır. Aynı zamanda destek alanı merkezi topuktan tabana ve ön ayağa doğru değişir. Yani gövde ağırlığı bir süre topukta, bir süre tabanda ve bir süre de ön ayakta taşınır. Yer tepkimesi kuvveti vektörü yürüme boyunca sürekli yer değiştirir. Yer tepkimesi kuvveti vektörü basan ayağın merkezinden geçtiği anda denge sağlanır. öne doğru ilerlerken bu vektör, destek alanı merkezi dışına düştüğünde denge bozulur (40).

Basma fazı başlangıcında ayak gövdenin önündedir. Bu nedenle yer tepkimesi kuvveti vektörü kalçanın önüne, dizin ise arkasına düşer. Her iki eklemlerde de fleksiyon momenti yaratır. Bu fleksiyonu önlemek için her iki eklemın ekstansör kasları kasılırlar. Basma fazı ortasında yer tepkimesi kuvveti vektörü her iki eklemın de merkezinden geçtiğinden pasif ekstansiyon oluşur. Ancak basma fazı sonunda yer tepkimesi kuvveti vektörü ayakbileği eklemının önüne geçtiğinde öne düşmeyi engelleyen plantar fleksör kasların kasılması gerekir. Basma fazı boyunca kaslar yer tepkimesi kuvveti nedeni ile oluşan kalça ve dizdeki fleksiyon, ayak bileğindeki dorsifleksiyon momentini yenmek için çalışırlar (40).

2.6. DENGENİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Vücut ağırlık merkezi (VAM), toplam vücut kütesinin ortasındaki noktadır. Denge kontrol sistemi tarafından pasif değişken olarak kontrol edilir (2). Vücut ağırlık merkezi, denge noktası ya da rotasyon momentine neden olmayan nokta olarak tanımlanabilir. Dengeyi etkileyen üç kritik faktör; destek alanının boyutları, yerçekimi çizgisi ile destek alanı ilişkisi ve vücut ağırlık merkezinin yüksekliğidir. Bu noktada vücuda etkileyen tüm vektörel kuvvetlerin toplamı sıfır olmak zorundadır. Vücudun duruşu değişir ya da eksternal bir yük söz konusu olursa, vücut ağırlık merkezinin de yeri değişir (6). Vücut ağırlık merkezinin yer üzerinde dikey izdüşümü, yer çekimi merkezi (YM) olarak adlandırılır (2). Çocuklukta 12. torakal vertebra düzeyinde olan vücut ağırlık merkezi büyüme ile aşağıya iner ve erişkin bir insanda 2. sakral vertebranın 5 cm kadar önünde yer alır (53). Erkeklerde ayaktan başa doğru % 57. nokta, bayanlarda ise % 54-55. nokta vücut ağırlık merkezidir. Kişi vücut ağırlık merkezini, iki yana ve yukarı-aşağı en az yer değiştiren helezoni bir eğride tutmaya çalışır (54).

Ayakta duran insanın yerde oluşturduğu ağırlık kuvvet vektörüne yer de büyüklüğü aynı, yönü ters bir kuvvet vektörü ile karşılık verir. Buna yer tepkimesi kuvveti vektörü (YTKV) denir (54).

Kuvvet platformunda basınç merkezi değişimleri, bütün denge ölçümlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Farklı vücut ağırlık merkezi ve basınç merkezi değişimleri bazı araştırmacılar tarafından farklı yollardan hesaplanmıştır (55). Vücut ağırlık merkezi ve basınç merkezinin farklı değişkenler olduğu ve vücut ağırlık merkezi ile basınç merkezi arasındaki farklılığın bir şekilde vücut ağırlık merkezinin hareketlerine bağlı olduğu kabul edilmiştir. Basınç merkezi ve vücut ağırlık merkezi sinyalinin vücut ağırlık merkezinin yatay ivmelenmesine doğrudan bağlı olduğu tahmin edilmiştir (56).

Vücut ağırlık merkezi ve basınç merkezi sinyalinin, vücut ağırlık merkezinin yatay ivmelenmesine bağlı olmasından dolayı, denge kontrol sisteminin hata sinyalini algıladığı düşünülebilir. Bu hata sinyalinin frekansının büyüklüğü denge kontrol sisteminin tanımlanması açısından önemlidir. Geri alım ve geri bildirim sistemi her iki büyüklük ve hata sinyalini değiştirecektir. Artan kazanç sadece hata sinyalini yükseltmeyecek aynı zamanda salınımın frekansını da yükseltecektir (57).

Basınç merkezi (BM), dikey ekseninde yer tepkimesi kuvvet vektörünün noktasal yeridir. Yer ile temas eden yüzeylerin tamamının basınçlarının ortalamasıdır. Vücut ağırlık merkezinden tamamen bağımsızdır. Eğer tek ayak yere basıyorsa basınç merkezi bu ayağın altındadır. Şayet çift ayak yere basıyorsa basınç merkezi bu iki ayağın altında bir yerdedir ve bu ayaklardan birinin yere uyguladığı basınca bağlıdır. Bu yüzden çift ayak temas halinde olduğu zaman her ayağın altında farklı basınç merkezleri vardır. Kuvvet platformunda sadece tek basınç merkezi vardır. Ayağın altındaki basınç merkezinin yeri, bilek kaslarının sinirsel kontrolünün direk yansımasıdır. Plantarfleksör aktivitesinin artırılması ile basınç merkezi öne doğru gider, invertör aktivitesinin artırılması ile basınç merkezi yana doğru gider (2).

Basınç merkezi sinyalinin analizinde önemli derecede bir karışıklık vardır. Araştırmacıların büyük bir çoğunluğu basınç merkezini postural salınım olarak ifade etmişlerdir (58). Literatürde salınım olarak ifade edildiğinde basınç merkezi yanlış kullanılır, bu durumda vücut ağırlık merkezi ve basınç merkezi aynı olarak düşünülebilir, ancak basınç merkezi ile vücut ağırlık merkezi birbirinden farklıdır (2). Basınç merkezinin sonuçlarının mevcut vücut ağırlık merkezinden büyük olduğu doğru olarak gözlenmiştir (59).

Çalışmalar, basınç merkezinin genişliğinin yükselip yükselmemesinin, dengenin yok olmasını gerektirip gerektirmediği sorusunu ortaya çıkarmıştır (60).

Basınç merkezinin yer değiştirmelerinin diğer parametreleri ise, yürünge uzunluğu ve alanıdır. Yürünge, basınç merkezinin yer değiştirme eğrilerinin uzunluğudur ve yönden bağımsızdır. Ayrıca insanın kontrol sisteminin basınç merkezi eğrisi yönünden bağımsız olduğunu ifade eder (61).

A/P yönünde ayakbileği ve kalça stratejisi açıklanmıştır. Ayakbileği stratejisi, hareketsiz duruş esnasında ufak uyarılmalar kullanır ve ayakbileği plantarfleksör/dorsifleksörlerin tek başlarına kontrol ettiğini kabul eder. Daha fazla uyarılma durumunda veya ayakbileği kaslarının, kalça stratejisi gibi davranmadığı zaman, kalçayı esnetecektir. Bu yüzden vücut ağırlık merkezi arkaya doğru hareket eder veya vücut ağırlık merkezini öne doğru hareket ettirmek için kalçaya doğru uzanır (62).

Ayakta dik duruşta, vücutta gözle fark edilmeyen salınımlar olur. Gerek sagittal, gerekse de frontal düzlemlerde gövde ağırlığı, yavaş ancak sürekli olarak saniyede 4-6 kez bir bacadan diğerine aktarılır. Dengeyi değerlendirirken vücut ağırlık merkezinin

yere izdüşümü incelendiğinde destek alanı merkezinin antero-posteriorda (A/P) 8 mm, media-lateralde (M/L) ise 5 mm hareket ettiği saptanır (40).

2.7. VÜCUT SALINIMININ ÖLÇÜMÜ

Statik ve dinamik denge sistemleri ile ilgili araştırmalar geliştirilmiştir. Bu araştırmalar üç ana duyuşal sistemin rollerini ve elde edilen sonuçların sistemlerden birinin eksikliği veya zayıf düşmesi sonucunda nasıl etkili olabileceğini göstermektedir (50).

Postural stabilite, vücut segmentlerinin koordinasyonu, iç ve dış kuvvetlerin etkileşiminden faydalanılarak ve sinir-kas-iskelet sistemlerinin hareketleriyle sağlanabilir. Fiziksel değişimlerin üç belirgin yapısı, laboratuvar ortamında statik denge ölçülürken, gözlenmesi gereken nedendir:

- a) Kinematik, kuvvetten ziyade hareketlerin detaylarıyla ilgilidir.
- b) Kinetik veri, hareket sırasında geliştirilen kuvveti ve kuvvetlerin anlarını gösterir.
- c) Bioelektrik değişiklikler iskelet kas hareketiyle ilişkilidir (63).

Normal dik duruşta vücut ağırlık merkezi, basınç merkezinin üzerine düşer. Vücudun basınç merkezi, yer tepkime kuvvet vektörünün etki noktasıdır. Normal dik duruşta, bir miktar baş hareketi izlenir. Bu hareket vücut ağırlık merkezinde, bir yer değişimine neden olur. Vücut ağırlık merkezindeki hafif yer değiştirme, yer tepkime kuvvetinde de hafif yer değiştirmeye neden olur ki buna postural salınım adı verilir (6). Bu terim tipik olarak basınç merkezi noktasının büyüklüğünü veya yerçekimi merkezi değişimlerini tanımlamak için kullanılır. Basit bir teknolojiyle vücut salınımı ölçülebilir. (64). Dengeyi tanımlamada, vücut salınımının yolu önemlidir. Bu bilgiye ek olarak, postural kontrol mekanizmasına daha fazla bilgi verebilen vücut hareket hızı ve ivmesi, proprioseptif ve vestibüler sistemlerin fonksiyonları ve cevapları gibi başka parametreleri değerlendirmek içinde faydalı olur (3). Postural salınım hem sagittal, hem frontal düzlemde hesaplanabilir. Antero-posterior salınım ortalama 5-7 mm. iken, media-lateral salınım 3-4 mm. civarındadır (6).

Verinin, zaman ayarlamasına yeterli dikkat gösterilmelidir (65). Postural salınım ölçümlerinin duyuşal-motor yaklaşımları değerlendirilmiştir. Fonksiyonel performansları arasında değişim yoktur (26). Postural salınım, yüzey şartlarına uygun sağlam bir platform üzerinde, gözler açık ve kapalı olarak test edilir (66). Bunun

yanında, tüm laboratuvar ölçümlerinde, ölçme zamanının seçimi ve duruş şartları önemlidir. Ayakta denge ölçümü için birçok teknik kullanılmıştır. Sıklıkla kullanılan, çift ayak ve tek ayak üzerinde duruş şeklidir. Çift ayak üzerinde duruş doğal olarak en kolay pozisyonudur (67). Platform ölçümlerinde en sık kullanılan süre 20-30 saniyedir. Ancak sonuca ulaşmak için ölçüm zamanı yeteri kadar uzun, ölçme yorgunluğundan sakınacak kadar da kısa olmalıdır (68).

Denge, deneğin bir güç platformu üzerinde anlık postural salınımının bilgisayara aktarılması ile ölçülür. Dolayısıyla bu ölçümler statik ve dinamik posturografi olarak tanımlanabilir (38).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. DENEKLER

Çalışma, 40 adet sağlıklı gönüllü üzerinde yapıldı. Gönüllüler 18-25 yaşlarda, erkek, alışkanlık yapan bir madde kullanımı bulunmayan, kalp, dolaşım, solunum ve nörolojik şikayetleri olmayan sağlıklı insanlardan oluşturuldu. Gönüllülerden 20 kişi en az 5 yıldır futbol oynamış ve halen oynamakta olan (FO) kişilerden seçildi ve bu kişilerden deney gurubu oluşturuldu. Diğer 20 kişi ise aktif olarak spor yapmayan (ASY) kişilerden seçildi ve kontrol gurubu oluşturuldu.

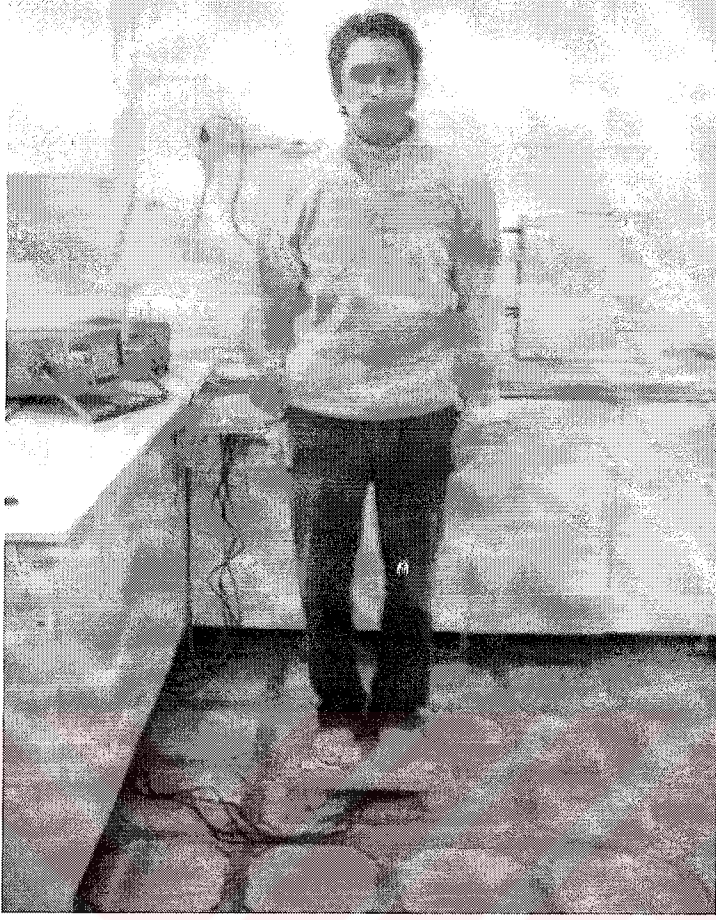
3.2. KULLANILAN DENGE TESTİ

Gönüllülerin denge testleri Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu laboratuvarında geliştirilen denge ölçüm sistemi ile kaydedildi.



Şekil 3.1. Denge ölçüm sistemi

Denekler, 400x400x15 cm. ebatlarında bir güç platformu üzerinde, 3 dakika süreyle anlık postural salınımının bilgisayara aktarılması ile ölçüldü. Platformun her bir köşesine transdüserler yerleştirilmiştir. Bu transdüserler, güç platformu yüzeyine binen yükün her üç düzlemdeki bileşenlerini ölçer ve bu veriyi bilgisayara aktarırlar. Güç platformu testinin temel ilkesi, hem yerçekimi merkezinin yatay pozisyonunu, hem de kassal aktiviteden kaynaklanan tepki güçlerini yansıtan basınç merkezinin yer değişmelerini ölçmektir (38). Ölçümün amacı, basınç merkezi pozisyonlarının zaman serilerinden, toplam vücut salınımının seçilmiş parametrelerini hesaplamaktır. Platform ölçümlerindeki tipik parametreler, anlık basınç merkezi noktası referans olarak anterior-posterior (A/P) ve medial-lateral (M/L) salınımlar, maksimum hızı, maksimum ivmesi ve fraktal boyuttur (69).



Şekil 3.2. Deneğin güç platformu üzerinde ölçümü

3.3. TEST YÖNTEMLERİ

Postural salınım, denge platformu üzerinde 3 dakika süreyle çıplak ayakla ve dört ayrı pozisyonda; çift ayak üzerinde ve gözler açık (ÇA-GA), çift ayak üzerinde ve gözler kapalı (ÇA-GK), tek (destek) ayak üzerinde ve gözler açık (TA-GA), tek (destek) ayak üzerinde ve gözler kapalı (TA-GK) ve olarak ölçüldü.

3.4. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Denge testleri sırasında gönüllünün denge merkezinin değişimi, dengedeki bozulmanın kompoze edilmesi sırasında oluşacak denge merkezi değişimleri, deney ve kontrol grubunda Student T Testi kullanılarak karşılaştırıldı.

4. BULGULAR

Ölçümlerde elde edilen veriler antero-posteriör ve media-lateral eksenlerde ayrı ayrı olmak üzere maksimum hız, maksimum ivme, dominant frekans pik değeri ve eksen boyunca meydana gelen salınım eğrisinin fraktal boyutu yönünden karşılaştırılmış. elde edilen istatistiksel sonuçlar Tablo 4.1’de toplu olarak sunulmuştur.

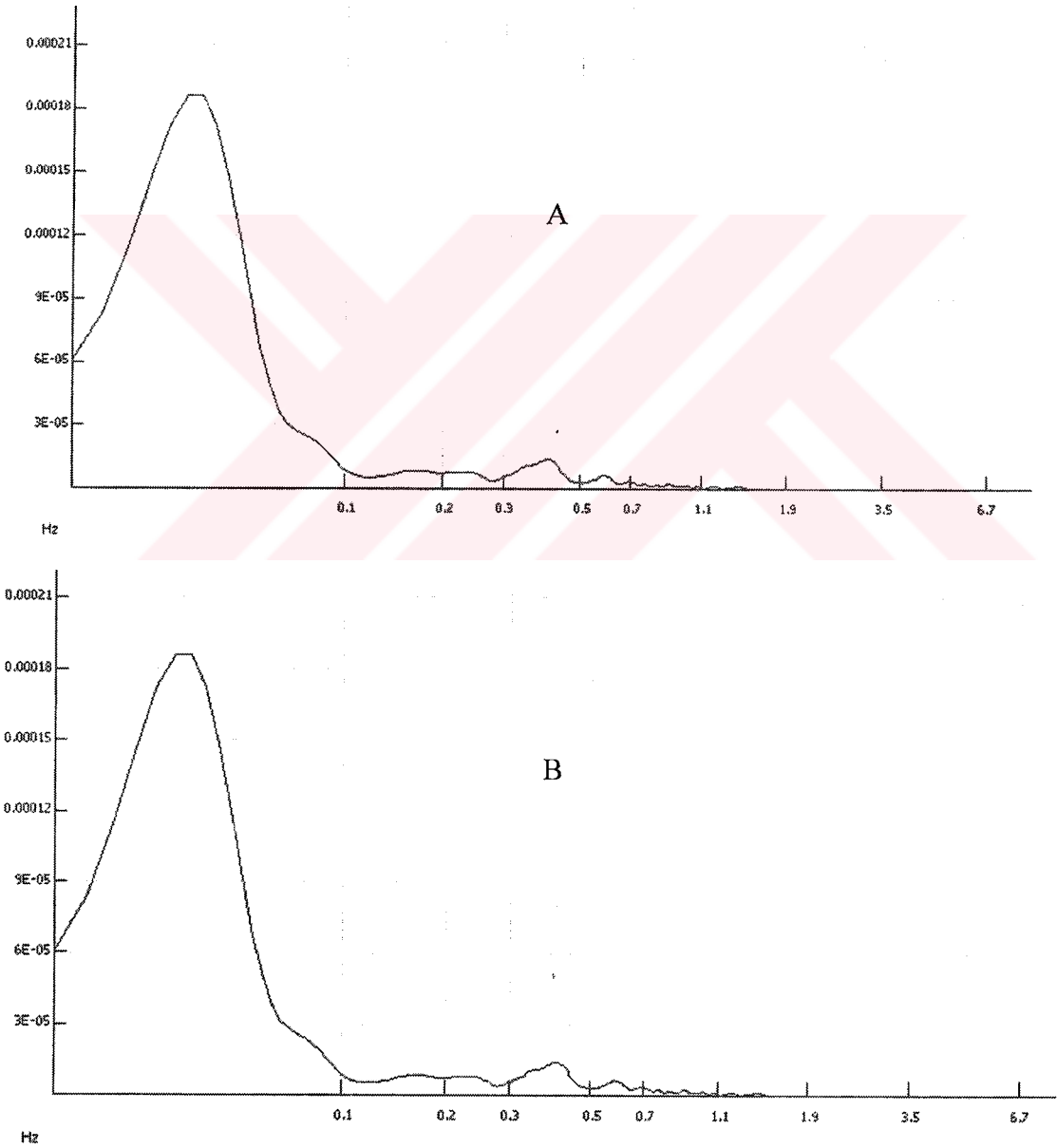
Tablo 4.1. Deneklerin antero-posterior ve media-lateral eksenindeki salımlarının toplu sonuçları.

Pozisyon	Max Hız						Max İvme					
	A-P			M-L			A-P			M-L		
	FO	ASY		FO	ASY		FO	ASY		FO	ASY	
ÇA-GA	1.96±0.63	2.75±1.56	2.77±0.35	14.98±2.62	3.96±2.44	23.98±15.63	23.60±2.73	37.87±26.4				
ÇA-GK	2.67±0.83	5.21±2.16	4.7±1.4	21.16±4.99	8.5±1.15	42.52±21.26	43.95±15.33	70.78±5.75				
TA-GA	9.17±0.44	9.14±2.45	9.91±2.16	99.72±18.55	11.56±5.17	105.95±28.79	100.3±21.32	116.66±63.07				
TA-GK	32.33±26.3	29.07±18.17	39.59±26.13	286.46±152.17	41.76±29.37	318.5±195.2	459.04±290.01	267.41±221.81				
	Dominant Frekans											
Pozisyon	A-P						M-L					
	A-P			M-L			A-P			M-L		
	FO	ASY		FO	ASY		FO	ASY		FO	ASY	
ÇA-GA	2.67E-2 ± 1.91E-3	2.88E-2 ± 1.91E-3	3.2E-2 ± 4.93E-3	1.0757103 ± 0.028856623	2.67E-2 ± 1.91E-3	1.090798 ± 0.040187524	1.0059102 ± 0.035514637	0.98532175 ± 0.010612395				
ÇA-GK	2.99E-2 ± 5.4E-3	2.83E-2 ± 5.71E-3	2.78E-2 ± 2.21E-3	1.1690995 ± 0.05778861	3.58E-2 ± 1.24E-2	1.1386138 ± 0.054692522	1.072805 ± 0.038913751	1.1234793 ± 0.022652258				
TA-GA	4.81E-2 ± 1.63E-2	6.2E-2 ± 2.2E-2	3.74E-2 ± 1.1E-2	1.1174838 ± 0.053667561	4.7E-2 ± 4.41E-3	1.1397483 ± 0.039760988	1.0274302 ± 0.028723991	1.0232323 ± 0.044187184				
TA-GK	2.2E-1 ± 1.7E-1	6.7E-1 ± 3.7E-1	1.9E-1 ± 1.8E-1	1.108831 ± 0.075534134	7.6E-1 ± 2.3E-1	1.009097 ± 0.063732612	1.0684672 ± 0.05627098	1.0357893 ± 0.092052642				
	Fraktal Boyut											

4.1. ANTERİO-POSTERİOR EKSEN

4.1.1. Gözler Açık

Deneklerin çift ayak üzerinde ve gözler açık olarak durduğu durumda, futbol oynayan gurubunun antero-posterior ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değeri $2,67 \cdot 10^{-2} \pm 1,91 \cdot 10^{-3}$ Hz, kontrol gurubunun $2,88 \cdot 10^{-2} \pm 1,91 \cdot 10^{-3}$ Hz olarak bulunmuş olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$). Kontrol ve futbol oynayan guruplardaki bireylerden birer tanesinin Fast Fourier Transformasyonu uygulanarak elde edilen frekans eğrileri Şekil 4.1'de gösterilmektedir.

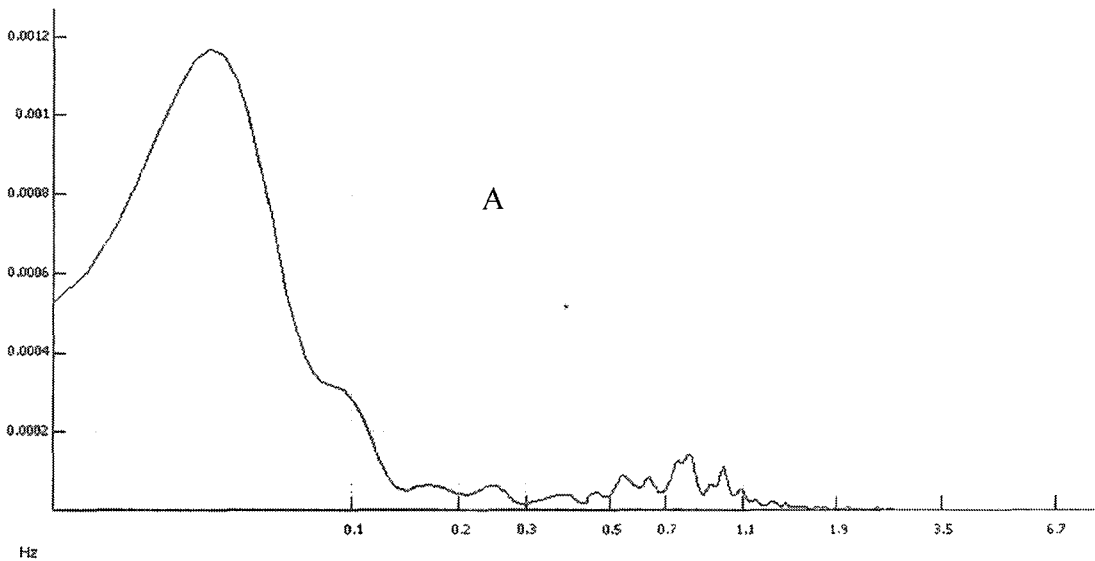


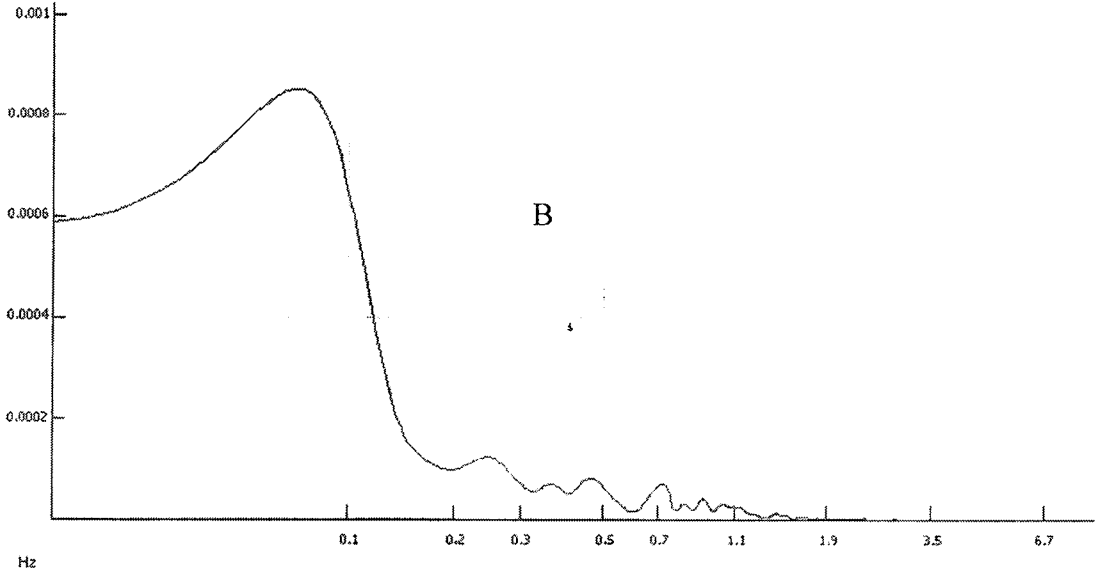
Şekil 4.1. Çift ayak üzerinde ve gözler açık olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer denegin antero-posterior eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.

Bu pozisyonda futbol oynayan grup için vücut salınımlarının antero-posterior ekseninde maksimum hızı $1,96 \pm 0,63$ cm/sn, maksimum ivmesi $14,98 \pm 2,61$ cm/sn², fraktal boyutu $1,0757103 \pm 0,028836623$, kontrol gurubu için maksimum hızı $2,75 \pm 1,56$ cm/sn, maksimum ivmesi $23,98 \pm 15,63$ cm/sn², fraktal boyutu $1,090798 \pm 0,040187524$ olarak bulunmuş olup bu farklılık hız, ivme ve fraktal boyut için istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

Deneklerin tek ayak üzerinde ve gözler açık olarak durduğu durumda, futbol oynayan grubunun antero-posterior ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değeri $4,81 \cdot 10^{-2} \pm 1,62 \cdot 10^{-2}$, kontrol grubunun $6,20 \cdot 10^{-2} \pm 2,20 \cdot 10^{-2}$ olarak bulunmuş olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Kontrol ve futbol oynayan guruplardaki bireylerden birer tanesinin Fast Fourier Transformasyonu uygulanarak elde edilen frekans eğrileri Şekil 4.2'de gösterilmektedir.

Bu pozisyonda futbol oynayan grup için vücut salınımlarının antero-posterior ekseninde maksimum hızı $9,17 \pm 0,44$ cm/sn, maksimum ivmesi $99,72 \pm 18,55$ cm/sn², fraktal boyutu $1,1174838 \pm 0,053667561$, kontrol gurubu için maksimum hızı $9,14 \pm 2,45$ cm/sn, maksimum ivmesi $105,95 \pm 28,79$ cm/sn² fraktal boyutu $1,1397483 \pm 0,039760988$ olarak bulunmuş olup bu farklılık hız, ivme ve fraktal boyut açısından istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

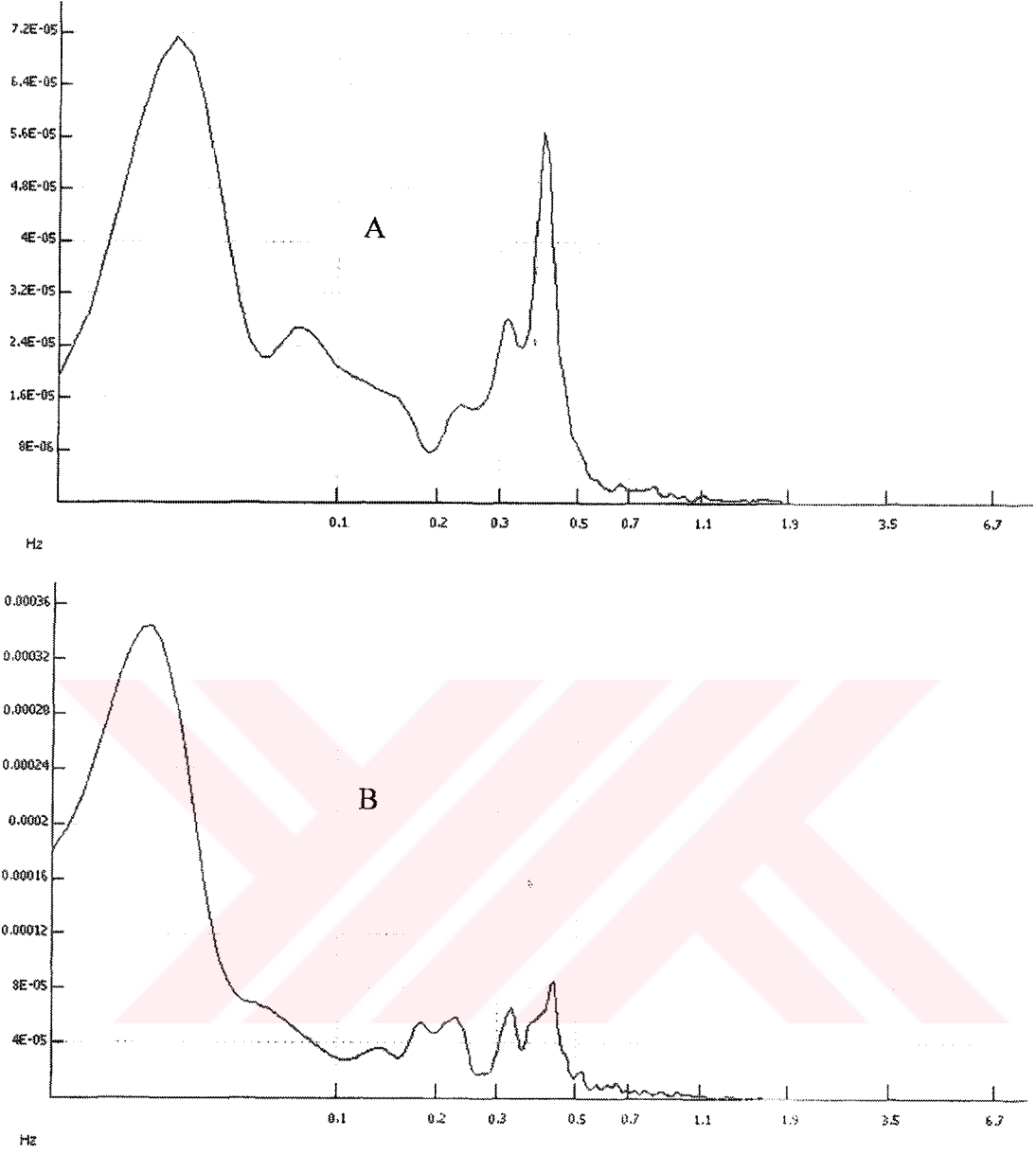




Şekil 4.2. Tek ayak üzerinde ve gözler açık olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin antero-posterior eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.

4.1.2. Gözler Kapalı

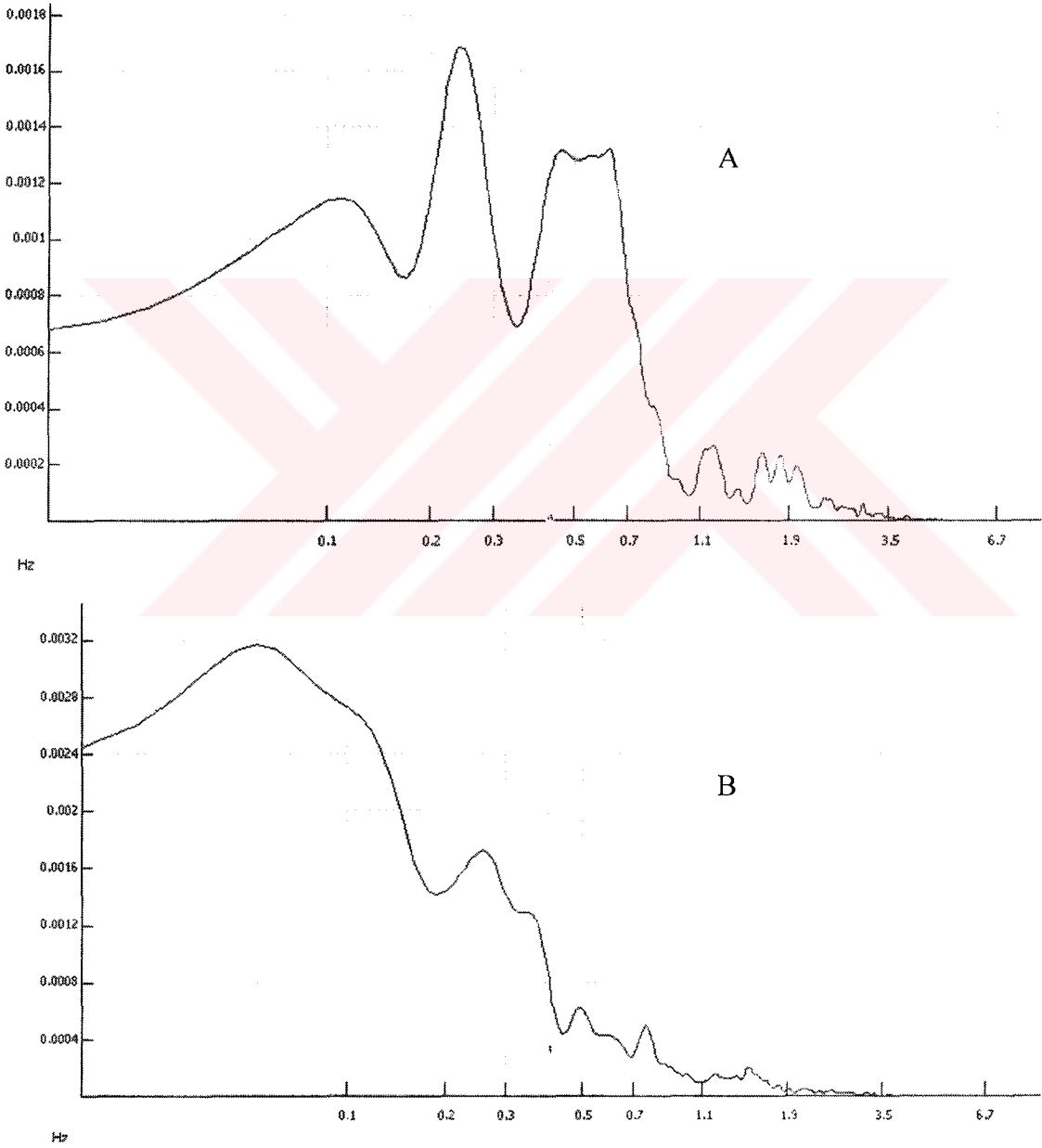
Deneklerin çift ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak durduğu durumda, futbol oynayan gurubunun antero-posterior ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değeri $2,99.10^{-2} \pm 5,40.10^{-3}$, kontrol gurubunun $2,83.10^{-2} \pm 5,70.10^{-3}$ olarak bulunmuş olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Kontrol ve futbol oynayan guruplardaki bireylerden birer tanesinin Fast Fourier Transformasyonu uygulanarak elde edilen frekans eğrileri Şekil 4.3'de gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Çift ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer deneğin antero-posterior eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.

Bu pozisyonda futbol oynayan grup için vücut salınımlarının antero-posterior ekseninde maksimum hızı $2,67 \pm 0,83$ cm/sn, maksimum ivmesi $21,16 \pm 4,99$ cm/sn², kontrol gurubu için maksimum hızı $5,21 \pm 2,16$ cm/sn, maksimum ivmesi $42,52 \pm 21,26$ cm/sn² fraktal boyutu $1,1690995 \pm 0,05778861$ olarak bulunmuş olup bu farklılık hız, ivme ve fraktal boyut açısından istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Deneklerin tek ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak durduğu durumda, futbol oynayan gurubunun antero-posterior ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değeri $0,22 \pm 0,17$, kontrol gurubunun $0,67 \pm 0,37$ olarak bulunmuş olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Kontrol ve futbol oynayan guruplardaki bireylerden birer tanesinin Fast Fourier Transformasyonu uygulanarak elde edilen frekans eğrileri Şekil 4.4'de gösterilmektedir.



Şekil 4.4. Tek ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer denegin antero-posterior eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.

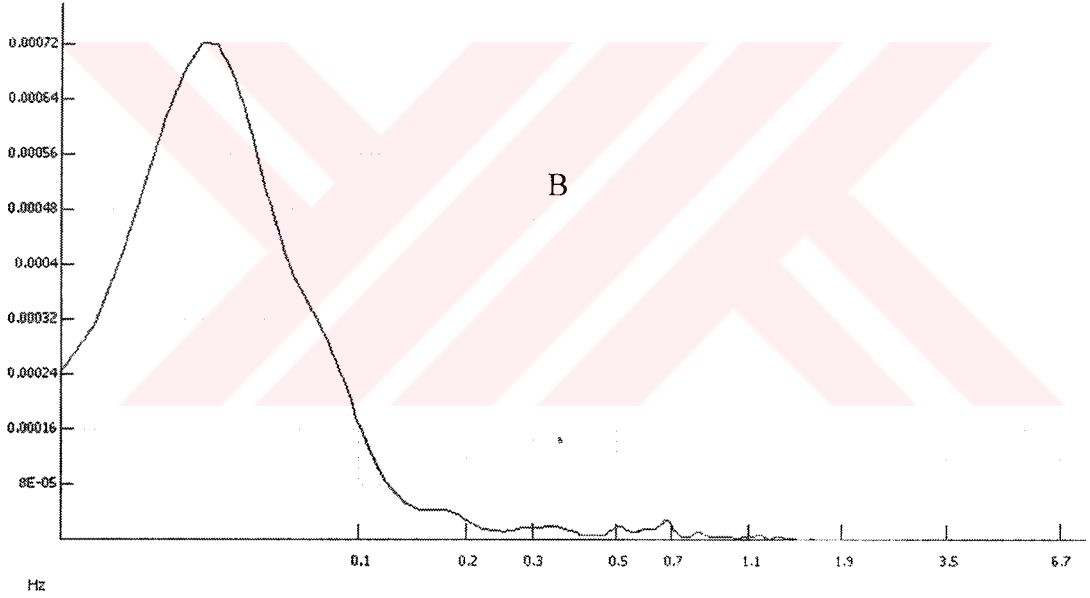
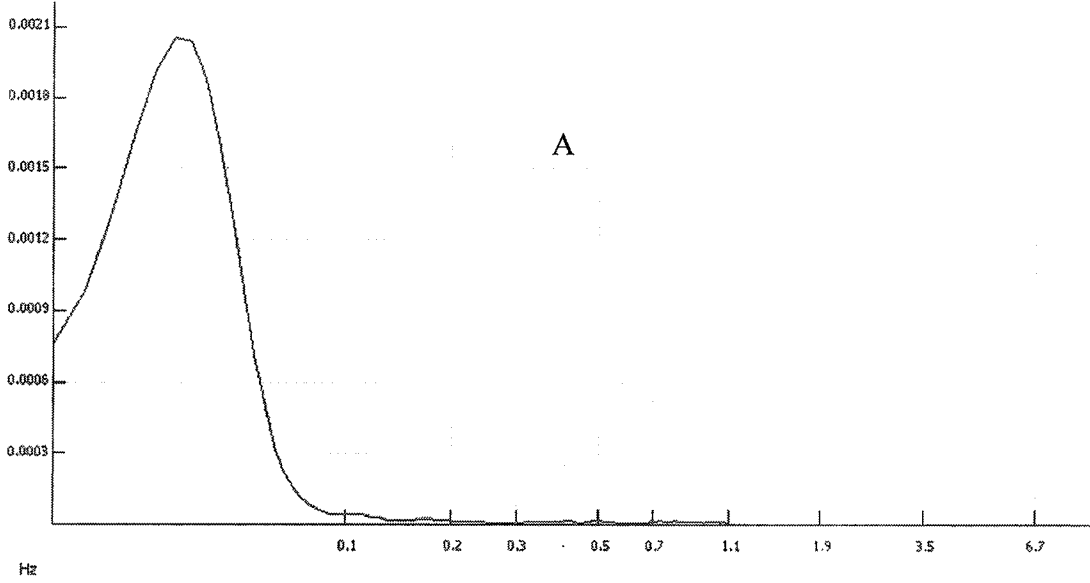
Bu pozisyonda futbol oynayan grup için vücut salınımlarının antero-posterior ekseninde maksimum hızı $32,33 \pm 26,3$ cm/sn, maksimum ivmesi $286,46 \pm 152,17$ cm/sn², kontrol gurubu için maksimum hızı $29,07 \pm 18,17$ cm/sn, maksimum ivmesi $318,50 \pm 195,2$ cm/sn² fraktal boyutu $1,108831 \pm 0,075534134$ olarak bulunmuş olup bu farklılık hız ve ivme açısından istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0,05$), fraktal boyut açısından anlamlıdır ($p<0,05$).

4.2. MEDİA-LATERAL EKSEN

4.2.1. Gözler Açık

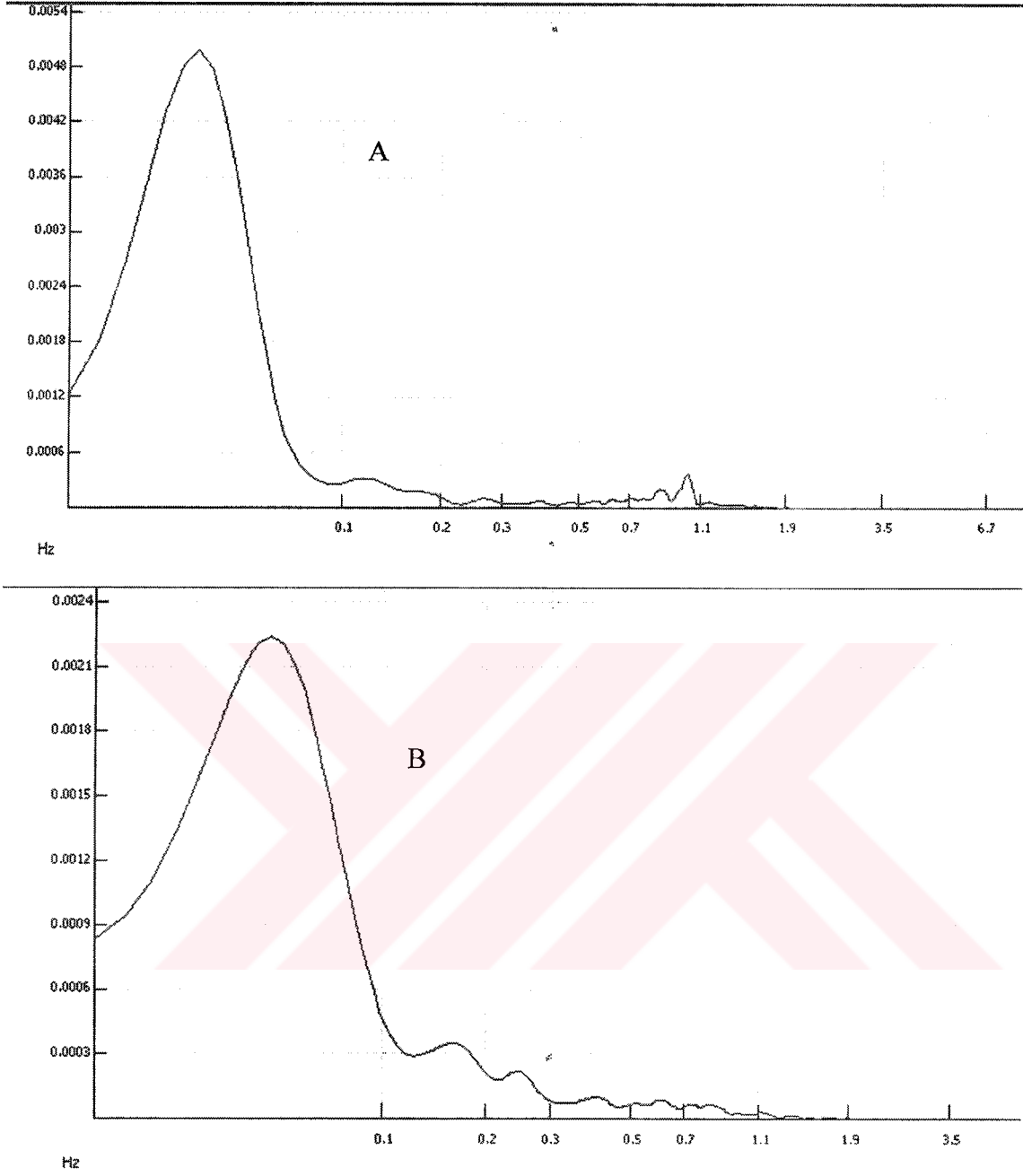
Deneklerin çift ayak üzerinde ve gözler açık olarak durduğu durumda, futbol oynayan grubunun media-lateral ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değeri $3,20 \cdot 10^{-2} \pm 4,93 \cdot 10^{-3}$, kontrol grubunun $2,67 \cdot 10^{-2} \pm 1,91 \cdot 10^{-3}$ olarak bulunmuş olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Kontrol ve futbol oynayan guruplardaki bireylerden birer tanesinin Fast Fourier Transformasyonu uygulanarak elde edilen frekans eğrileri Şekil 4.5'de gösterilmektedir.

Bu pozisyonda futbol oynayan grup için vücut salınımlarının media-lateral ekseninde maksimum hızı $2,77 \pm 0,35$ cm/sn, maksimum ivmesi $23,6 \pm 2,73$ cm/sn², fraktal boyutu $1,0059102 \pm 0,035514637$, kontrol gurubu için maksimum hızı $3,96 \pm 2,44$ cm/sn, maksimum ivmesi $37,87 \pm 26,4$ cm/sn² fraktal boyutu $0,98532175 \pm 0,010612395$ olarak bulunmuş olup bu farklılık hız açısından istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0,05$, $P=0,058$), ivme ve fraktal boyut açısından istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 4.5. Çift ayak üzerinde ve gözler açık olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) gruplarından birer deneğin media-lateral eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.

Deneklerin tek ayak üzerinde ve gözler açık olarak durduğu durumda, futbol oynayan gurubunun media-lateral ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değeri $3,74 \cdot 10^{-2} \pm 1,10 \cdot 10^{-2}$, kontrol gurubunun $4,70 \cdot 10^{-2} \pm 4,41 \cdot 10^{-3}$ olarak bulunmuş olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Kontrol ve futbol oynayan guruplardaki bireylerden birer tanesinin Fast Fourier Transformasyonu uygulanarak elde edilen frekans eğrileri Şekil 4.6'da gösterilmektedir.

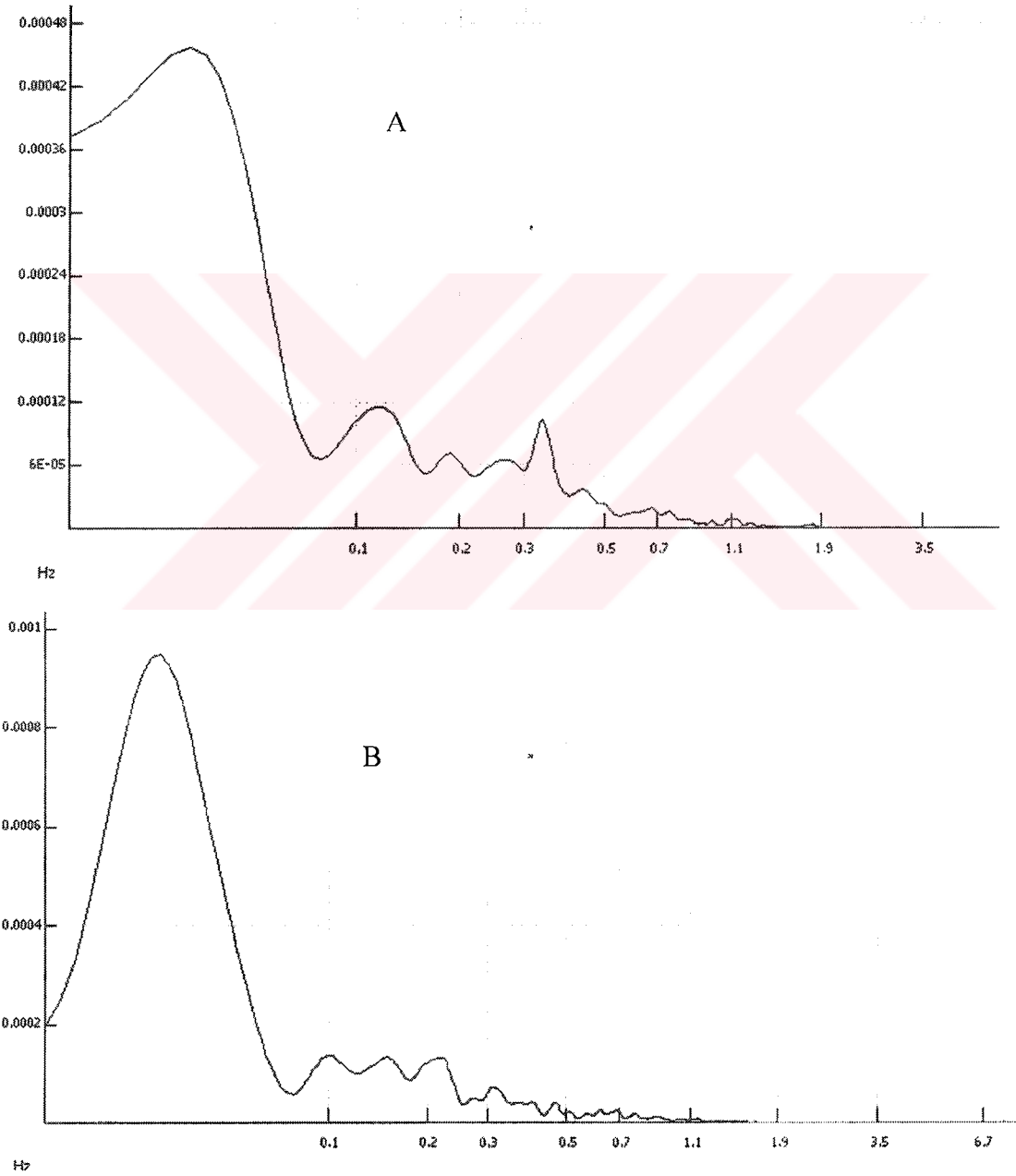


Şekil 4.6. Tek ayak üzerinde ve gözler açık olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) gruplarından birer deneğin media-lateral eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.

Bu pozisyonda futbol oynayan grup için vücut salınımlarının media-lateral ekseninde maksimum hızı $9,91 \pm 2,16$ cm/sn, maksimum ivmesi $100,3 \pm 21,32$ cm/sn², fraktal boyutu $1,0274302 \pm 0,028723991$, kontrol gurubu için maksimum hızı $11,56 \pm 5,17$ cm/sn, maksimum ivmesi $116,66 \pm 63,07$ cm/sn² fraktal boyutu $1,0232323 \pm 0,044187184$ olarak bulunmuş olup bu farklılık hız, ivme ve fraktal boyut açısından istatistiksel olarak anlamlı değildir

4.2.2. Gözler Kapalı

Deneklerin çift ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak durduğu durumda, futbol oynayan gurubunun media-lateral ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değeri $2,78 \cdot 10^{-2} \pm 2,21 \cdot 10^{-3}$, kontrol gurubunun $3,58 \cdot 10^{-2} \pm 1,24 \cdot 10^{-2}$ olarak bulunmuş olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Kontrol ve futbol oynayan guruplardaki bireylerden birer tanesinin Fast Fourier Transformasyonu uygulanarak elde edilen frekans eğrileri Şekil 4.7’de gösterilmektedir.

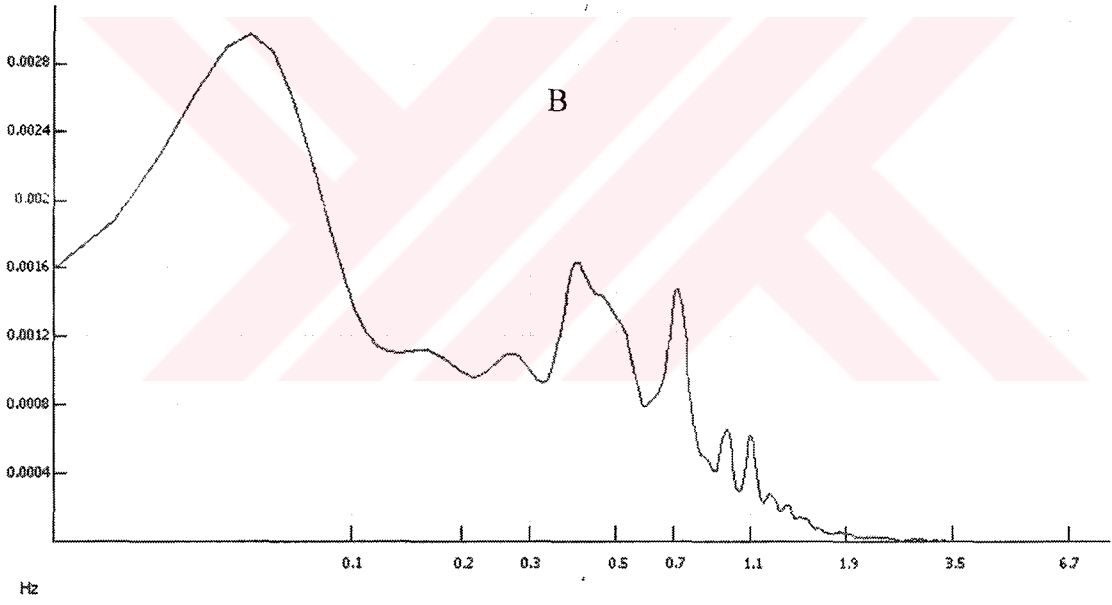
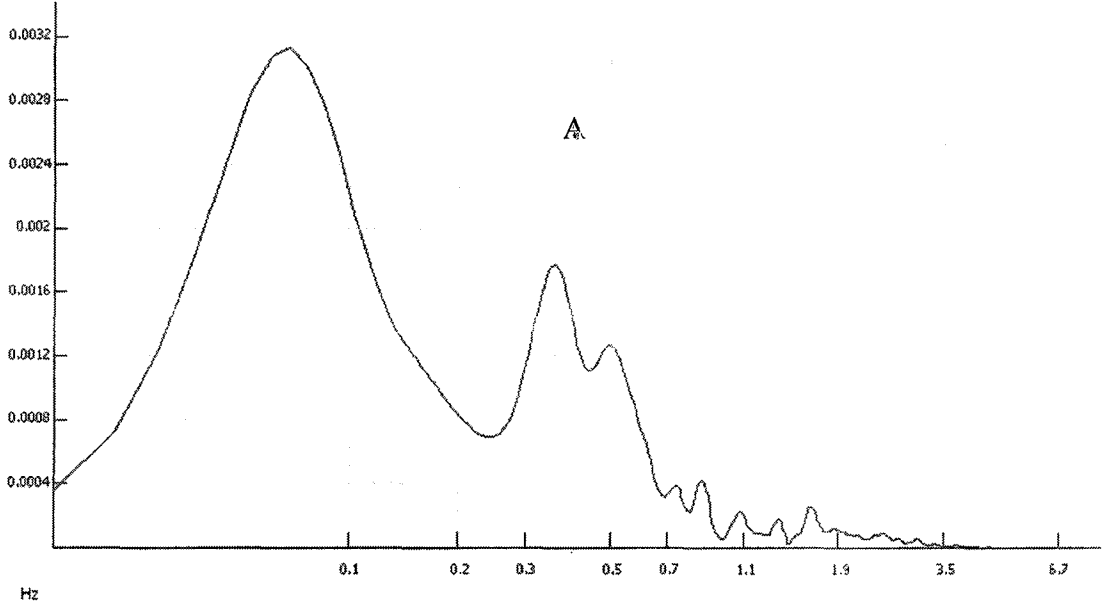


Şekil 4.7. Çift ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer denegin media-lateral eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.

Bu pozisyonda futbol oynayan grup için vücut salınımlarının media-lateral ekseninde maksimum hızı $4,7 \pm 1,4$ cm/sn, maksimum ivmesi $43,95 \pm 15,33$ cm/sn², fraktal boyutu $1,072805 \pm 0,038913751$, kontrol gurubu için maksimum hızı $8,5 \pm 1,15$ cm/sn, maksimum ivmesi $70,78 \pm 5,75$ cm/sn² fraktal boyutu $1,1234793 \pm 0,022652258$ olarak bulunmuş olup bu farklılık hız, ivme ve fraktal boyut açısından istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,01$).

Deneklerin tek ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak durduğu durumda, futbol oynayan grubunun media-lateral ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değeri $0,19 \pm 0,18$, kontrol gurubunun $0,76 \pm 0,23$ olarak bulunmuş olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Kontrol ve futbol oynayan guruplardaki bireylerden birer tanesinin Fast Fourier Transformasyonu uygulanarak elde edilen frekans eğrileri Şekil 4.8'de gösterilmektedir.

Bu pozisyonda futbol oynayan grup için vücut salınımlarının media-lateral ekseninde maksimum hızı $39,59 \pm 26,13$ cm/sn, maksimum ivmesi $459,04 \pm 290,01$ cm/sn², fraktal boyutu $1,0684672 \pm 0,05627098$, kontrol gurubu için maksimum hızı $41,76 \pm 29,37$ cm/sn, maksimum ivmesi $267,41 \pm 221,81$ cm/sn² fraktal boyutu $1,0357893 \pm 0,092052642$ olarak bulunmuş olup bu farklılık hız, ivme ve fraktal boyut açısından istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.8. Tek ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak, futbol oynayan (A) ve kontrol (B) guruplarından birer denegin media-lateral eksenindeki salınımlarının FFT ile belirlenen frekans karakteristikleri.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Futbolcuların fiziksel ve fizyolojik karakteristiklerini belirlemek için yapılan araştırmalar, futbolcuların daha objektif olarak değerlendirilmesini ve her bir sporcunun pozisyona özel veya takıma genel olarak yapılan programların doğru olarak hazırlanmasını kolaylaştıracaktır.

Futbol, oyun esnasında yapılan, doğrudan oyuna katkıda bulunan ve oyunun gidişine etki eden birçok hareketlerden oluşmaktadır. Bu hareketlerin başarılı bir şekilde yapılabilmesi dengenin önemini ortaya çıkarmaktadır. Futbolcunun denge ölçümlerinin yapılarak değerlendirilmesi onun vücut fonksiyonları ve performansı hakkında bilgi verecektir.

Futbol, yüksek şiddeti, aralıklı yüklenmeleri, dayanıklılığı, çabukluğu, beceriyi, koordinasyonu, istikrarlı karar vermeyi ve dengeyi kapsamına alan bir spor dalıdır. Bununla ilgili yapılan çalışmalarda, futbolcunun denge ölçümleri yapılarak değerlendirilmesi onun vücut fonksiyonları ve performansı hakkında bilgi vermiştir.

Bu çalışmada uzun süreli futbol oynamanın çeşitli denge parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan literatür taramasında başka sadece birkaç spor branşında denge üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalara kısıtlı sayıda rastlandığı halde, futbol oyuncularıyla yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır (70-73).

Son yıllarda çeşitli araştırmacılar vücut salınımlarını ölçümünde basınç merkezi ve/veya ağırlık merkezinin salınım hızı ve salınım ivmesiyle birlikte elde edilen salınım eğrisinin fraktal boyutunun da önemli olabileceğini ifade etmektedirler (74). Bu görüş ışığında çalışmamızda deneklerin vücut salınımlarının fraktal boyutları da hesaplanıp karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda, aktif olarak en az 5 yıl futbol oynamış ve halen oynamakta olan futbol oyuncularının çeşitli denge parametreleri aktif olarak spor yapmayan bireylerle karşılaştırıldı ve ölçümlerde elde edilen veriler antero-posterior ve media-lateral eksenlerde ayrı ayrı olmak üzere maksimum hız, maksimum ivme, dominant frekans pik değeri ve eksen boyunca meydana gelen salınım eğrisinin fraktal boyutu yönünden ($p < 0,05$ ve $p > 0,05$) anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Buna göre, deneklerin çift ayak üzerinde ve gözler açık olarak yapılan ölçümlerde, antero-posterior ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değerleri futbol oynayan grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu pozisyonda futbol oynayan grup ile kontrol grubu arasındaki farklılık vücut salınımlarının antero-posterior ekseninde maksimum hız, maksimum ivme ve fraktal boyut için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Deneklerin tek ayak üzerinde ve gözler açık olarak yapılan ölçümlerde, antero-posterior ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değerleri futbol oynayan grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu pozisyonda futbol oynayan grup ile kontrol grubu arasındaki farklılık vücut salınımlarının antero-posterior ekseninde maksimum hız, maksimum ivme ve fraktal boyut için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Deneklerin çift ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak yapılan ölçümlerde, antero-posterior ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değerleri futbol oynayan grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu pozisyonda futbol oynayan grup ile kontrol grubu arasındaki farklılık vücut salınımlarının antero-posterior ekseninde maksimum hız, maksimum ivme ve fraktal boyut için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Deneklerin tek ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak yapılan ölçümlerde, antero-posterior ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değerleri futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu pozisyonda futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasındaki farklılık vücut salınımlarının antero-posterior ekseninde maksimum hız ve maksimum ivme için istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0,05$), fraktal boyut için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Deneklerin çift ayak üzerinde ve gözler açık olarak yapılan ölçümlerde, media-lateral ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değerleri futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu pozisyonda futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasındaki farklılık vücut salınımlarının media-lateral ekseninde maksimum hız açısından istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0,05$, $P=0,058$), ivme ve fraktal boyut açısından istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Deneklerin tek ayak üzerinde ve gözler açık olarak yapılan ölçümlerde, media-lateral ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değerleri futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu pozisyonda futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasındaki farklılık vücut salınımlarının media-lateral ekseninde maksimum hız, maksimum ivme ve fraktal boyut için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Deneklerin çift ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak yapılan ölçümlerde, media-lateral ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değerleri futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu pozisyonda futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasındaki farklılık vücut salınımlarının media-lateral ekseninde maksimum hız, maksimum ivme ve fraktal boyut için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p>0,05$).

Deneklerin tek ayak üzerinde ve gözler kapalı olarak yapılan ölçümlerde, media-lateral ekseninde meydana getirdikleri postural salınımlarının dominant frekans pik değerleri futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu pozisyonda futbol oynayan grup ile kontrol gurubu arasındaki farklılık vücut salınımlarının media-lateral ekseninde maksimum hız,

maksimum ivme ve fraktal boyut için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çalışmamızda elde edilen bulgular toplu olarak gözden geçirildiğinde istatistiksel olarak farklılık gösteren bütün bulgularda futbol oynayan gurubun kontrol gurubuna göre daha düşük maksimum hıza ve daha düşük maksimum ivmelenmeye sahip olduğu görülmüştür. Bu durum futbol oynayanlarda denge sağlayan fizyolojik sistemin daha iyi kontrole sahip olduğu sergilemektedir. Bu yönüyle bulgumuz literatürde başka spor dalları için dahi olsa egzersizin denge parametrelerini geliştirdiğini öngören çalışmalarla uyumludur (70-73).

Çalışmamızda maksimum hız ve maksimum ivme açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren hemen bütün pozisyonlarda fraktal boyut değerlerinde anlamlı farklılık sergilemesi dikkat çekicidir. Bu açıdan vücut salınımı ölçümünde basınç merkezi ve/veya ağırlık merkezi salınım eğrisinin fraktal boyutunun önemli olabileceğini düşünmekteyiz (74).

Dominant frekans pik değeri açısından bakıldığında sadece media-lateral eksenindeki salınımın frekans komponentinde istatistiksel anlamlı farklılık olması ve bu anlamlılığın gözler açık olduğu pozisyonda daha yüksek olması denge sağlama sisteminde en azından futbol oyuncularının görsel bilgiyi entegre etmede daha başarılı olduklarını düşündürmektedir.

Postural kontrolde önemli yer alan görsel bilgi, farklı denge becerileri gerektiren balerinler ve akrobatlar üzerinde ölçülmüş ve sonuç olarak görsel bilgiye antrenmansız kişilerin balerinlerden, balerinlerin ise akrobatlardan daha az ihtiyaç duyduğu belirtilmiştir (75).

Düşük ya da yüksek yoğunlukta yapılan sporların denge kontrolünde görev alan bazı fizyolojik ve duyuşal-motor yetenekler üzerinde pozitif yönde etkisi olduğu görülmüştür (76-77).

Altı hafta süreyle yapılan denge antrenmanları sonucunda, futbolcuların pozisyon değişikliğindeki denge ve stabilitesi üzerinde olumlu yönde gelişim gösterdiği görülmüştür (78-79).

Yapılan bütün çalışmaların sonuçları göstermektedir ki, düşük ya da yüksek şiddette olsun, düzenli olarak yapılan fiziksel aktivitelerin ve antrenmanların denge kontrolünde görev alan, başta proprioseptif sistem olmak üzere diğer sistemler üzerinde de olumlu yönde gelişim gösterdiğini söyleyebiliriz.

6. KAYNAKLAR

1. Becker EL, Butterfield WJH, Harwey MC, Gehee A, Heptinstall RH et al. International dictionary of medicine and biology. A Wiley Medical Publication. John Wiley & Sons. New York, 1986: 35-64
2. Okubo J, Watanabe I, Takeya T, Baron JB. Influence of foot position and visual field condition in the examination of equilibrium function and sway of centre of gravity in normal persons. *Agressologie* 1979; 20: 127-132
3. Toppila E, Pyykkö I. Chaotic model of postural stability - A position and velocity dependent system? *Automedica* 2000; 19: 115-134
4. Magee D. Assessment of Posture. Magee D (eds), *Orthopedic Physical Assessment*. W.B. Saunders Company, Philadelphia 1997: 697-726
5. Köseoğlu F. Postür. Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y (eds), *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Güneş Kitabevi, Ankara, 2000: 177-188
6. Akman N, Karataş M. Temel ve Uygulanan Kinesyoloji, Haberal Eğitim Vakfı, Ankara, 2003: 247-288
7. Teasdale N, Bard C, LaRue J, Fleury M. On the Cognitive Penetrability of Postural Control. *Experimental Aging Research* 1993; 19:1-13

8. Blaszczyk JW, Hansen PD, Lowe DL. Evaluation of the postural stability in man: Movement and posture interaction. *Acta Neurobiol Exp* 1993; 53: 155-160
9. Schwendner KI, Mikesky AE, Holt WS, Peacock M, Burr DB. Differences in muscle endurance and recovery between fallers, and nonfallers and between young and older women. *J Gerontol* 1997; 52(3): 155-160
10. Winter DA, Patla AE, Frank IS, Walt SE. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *Phys Ther* 1990; 7(6): 340-347
11. Nashner LM. Strategies for organization of human posture. In: Igarashi, Black (eds), *Vestibular and visual control on posture and locomotor equilibrium*. Basel, New York, 1985:1-8
12. Carr J H, Shepherd R B. *A motor relearning programme for stroke* (2 nd ed), Heinemann Physiotherapy, London, 1987: 91-113
13. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Changes in posture control across the life span- A systems approach. *Phys Ther* 1990; 70: 799-807
14. Enoka RM. *Neuromechanical basis of kinesiology* (2nd ed), Human kinetics. Champaign, IL. 1994
15. Nashner LM (2001) Computerized dynamic posturography. In: Joel A Goebel: *Practical Management of Dizzy Patient* (eds), Lippicott Williams & Wilkins. Philadelphia, 2001: 143-170
16. Diener HC, Dichgans J. Long loop reflexes and posture. In: Bles W, Brandt T (eds), *Disorders of posture and gait*. Elsevier, Amsterdam, 1986: 41-44
17. Lee WA, Buchanan TS, Rogers MW. Effects of arm acceleration and behavioral conditions on the organization of postural adjustments during arm flexion. *Exp Brain Res* 1987; 66: 257-270
18. Rothwell John. *Control of Human Voluntary Movement*. Published by Chapman & Hall. 2-6 Boundary Row. London, 1994: 252-290
19. Karlsson A, Frykberg G. Correlations between force plate measurements for assessment of balance. *Clin Biomech* 2000; 15: 365-369
20. Colledge NR, Cantley P, Peaston I, Brash, H, Lewis S, et al. Aging and balance: The measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontology* 1994; 40:273-278
21. Hirasaki E, Kubo T, Nozawa S, Matano S, Matsunaga T. Analysis of head and body movements of elderly people during locomotion. *Acta Otolaryngol* 1993; 501:25-30

22. Noyan A. Fizyoloji Ders Kitabı (7. Baskı), Meteksan Matbaası, Ankara, 1990: 336-345
23. Schmidt R.A. Motor Control and Learning (2nd ed), A Behavioral Emphasis. Champaign, IL: Human Kinetics 1991: 482-489
24. Brandt T, Paulus W, Straube A. Vision and posture. In: Bles W, Brandt T (eds), Disorders of posture and gait. Elsevier, Amsterdam, 1986: 157-175
25. Guyton , A.C. Textbook of Medical Physiology (7.Baskı), Nobel Kitabevi, İstanbul, 1986
26. Hughes MA, Duncan PW, Rose, DK, Chandler JM, Studenski SA. The relationship of postural sway to sensorimotor function, functional performance, and disability in the elderly. Arch Phys Med Rehabil 1996; 77: 567-572
27. Markham CH. Vestibular control of muscular tone and posture. Can J Neurol Sci 1987; 14: 493-496
28. Fitzpatrick R, McCloskey DI. Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. J Physiol 1994; 478(1): 173-186
29. McComas, A.J. Reflex inhibition of human soleus muscle during fatigue. J. Physiol 1990; 429: 17-27
30. Johansson R, Vallbo A. Spatial properties of the population of mechanoreceptive units in the glabrous skin of the human hand. Brain Res 1980; 184: 353- 366
31. Latash ML (1998) Postural Control. Vision. In: Human Kinetics (eds), Neurophysiological Basis of Movement. Champaign, Illinois, 1998: 163-194
32. Magnusson M, Enbom H, Johansson R, Pyykkö I. Significance of pressor input from the human feet in anterior-posterior postural control. Acta Otolaryngol 1990; 110: 182-188
33. Spirduso WW: Balance, posture and locomotion. In: Physical Dimensions of Aging. Human Kinetics, Champaign, Illinois 1995: 152-185
34. Nashner LM. Analysis of movement control in man using the movable platform. In: Motor Control Mechanism in Health and Disease (eds), JE Desmedt, Raven Press, New York, 1983: 607-619
35. Silbernagl S, Despopulos A. Renkli Fizyoloji Atlası, Arkadaş Tıp Kitapları Yayını, İstanbul, 1989: 40-79
36. Ergen E, ve ark. Spor Fizyolojisi, Anadolu Üniversitesi Yayını: 584, Eskişehir, 1993

37. Tortora J.G. Principles of Human Anatomy (3.Edition), Newyork,1983: 128-147
38. Era P, Schroll M, Ytting H, Gause-Nilsson I, Heikkinen E & Steen B Postural balance and its sensorymotor correlates in 75-year-old men and women: A cross-national comparative study. J Gerontol 1996; 51: 53-63
39. Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Gielo-Perczak K. Stiffness control of balance in quiet standing. J Neurophysiol 1998; 80: 1211-1221
40. Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi (1.Baskı), Avrupa Matbaacılık, İstanbul, 2001: 1-23
41. Morasso PG, Schieppati M. Can muscle stiffness alone stabilize upright standing? J Neurophysiol 1999; 83:1622-1626
42. Noyan A. Fizyoloji Ders Kitabı (8. Baskı), Meteksan Matbaası, Ankara, 1993:125-132
43. Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi (4.Baskı), Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1992: 179-180
44. Allum JHJ, Keshner EA. Vestibular and proprioceptive control of sway stabilization. In: Bles W, Brandt T (eds), Disorders of posture and gait. Elsevier, Amsterdam, 1986: 19-39
45. Pierrot-Deseilligny E, Katz R, Hultborn H. Functional organization of recurrent inhibition in man: changes preceding and accompanying voluntary movements. Adv Neurol 1983; 39: 443-457
46. Jäntti P (1993) Falls in elderly. Acta Universitatis Tamperensis. University of Tampere, 1993, Ser A Vol 365
47. Forget R, Lamarre Y. Anticipatory postural adjustment in the absence of normal peripheral feedback. Brain Res 1990; 508: 176-179
48. İmamoğlu O, Savranbaşı R, Kolukısa S. Güreşe Başlama Yaşı Ne Olmalıdır?, Ankara, 2000: 54-68
49. Ergün N, Baltacı G. Spor Yaralanmalarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Prensipleri, Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları:20, Ankara, 1997, 96-97
50. Winter DA. Human balance and postural control during standing and walking. Gait Posture 1995; 3: 193-214
51. Halmagyi, Michael G. Testing the vestibulo-ocular reflex. Advances in Otolaryngology 1997; 53: 132-154

52. Hockey, RV. Skill and Motor Ability. Physical Fitness: The Pathway to Healthful Living. 4 ed. St. Louis Toronto, London, 1981: 113-118
53. Felsenthal G, Stein BD. Principles of Geriatric Rehabilitation. Braddom RL (2 nd ed), Physical Medicine and Rehabilitation. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1996: 1237-1257
54. Whittle M. Gait Analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1993: 48-90
55. Eng JJ, Winter DA. Estimations of the horizontal displacement of the total body centre of mass: considerations during standing activities. Gait Posture 1993; 1: 141-144
56. Jian Y, Winter DA, Ishac MG, Gilchrist L. Trajectory of the body COG and COP during initiation and termination of gait. Gait Posture 1993; 1: 9-22
57. Soames RW, Atha J. The validity of physique-based inverted pendulum models of postural sway behaviour. Ann Hum Biol 1980; 7: 145-153
58. Diener HC, Dichgans J, Bacher M, Gompf B. Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar disease. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1984; 57: 134-142
59. Prieto TE, Myklebust JB, Myklebust BM. Characterization and modelling the postural steadiness in the elderly: a review. IEEE Trans Rehabil Eng 1993; 1: 26-34
60. Patla A, Frank J, Winter DA. Assessment of balance control in the elderly: major issues. Physiother Can 1990; 2: 89-97
61. Hasan SS, Lichtenstein MJ, Shiavi RG. Effect of loss of balance on biomechanics platform measures of sway: influence of stance and a method of adjustment. J Biomech 1990; 23: 783-789
62. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support surface configurations. J Neurophysiol 1986; 55: 1369-1381
63. Medved V (2001) Measurement of Human Locomotion. CRC Press LLC, 2000 N.W. Corporate Blvd, Boca Raton, Florida 33431
64. Lord S, Clark R, Webster I. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. J Gerontol 1991; 46: 69-76
65. Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement (2 nd ed), Wiley-Interscience. John Wiley & Sons Inc, New York, 1990: 54-63

66. Baloh RW, Fife TD, Zwerling L, Socotch T, Jacobson K, et al. Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal people. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 405-412
67. Harrison EL, Duenkel N, Dunlop R, Russell G. Evaluation of single-leg standing following anterior cruciate ligament surgery and rehabilitation. *Phys Ther* 1994; 74(3):245-52
68. Era P, Heikkinen E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol* 1985; 40: 287-295
69. Kinney LaPier TL, Liddle S, Bain C. A comparison of static and dynamic standing balance in older men versus women. *Physiotherapy Canada* 1997; 49: 207-213
70. M.L Percy, H.B Menz. Effects of foot orthoses on postural stability in professional male soccer players. 5 th IOC World Congress on Sport Sciences with the Annual Conference of Science and Medicine in Sport, 31 October-5 November 1999, Sydney
71. Perrin P.P, Deviterne D, Hugel F, Perrot C. Judo, better than dance, develops sensorymotor adaptabilities involved in balance control. *Gait and Posture* 2002; 15: 187-194
72. Perin P.P, Gauchard C, Perrot C, Jeandel C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *Br J Sports Med* 1999; 33: 121-126
73. Hakim R.M, DiCicco J, Burke J, Hoy T, Roberts E. Differences in Balance Related Measures Among Older Adults Participating in Tai Chi, Structured Exercise, or No Exercise. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2003; 27: 1-4
74. Duarte M, Zatsiorsky V.M. On the fraktal properties of natural human standing. *Neuroscience Letters* 2000; 283: 173-176
75. Golomer E, Dupui P, Monod H. The effects of maturation on self-induced dynamic body sway frequencies of girls performing acrobatics or classical dance. *European Journal of Applied Physiology* 1997; 76(2): 140-144
76. Gauchard G.C, Jeandel C, Perin P.P. Physical And Sporting Activities Improve Vestibular Afferent Usage and Balance in Elderly Human Subjects. *Gerontology* 2001; 47: 263-270
77. Perrot C, Mur J.M, Mainard D, Barrault D, Perrin P.P. Influence of trauma induced by judo practice on postural control. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2000; 10(5): 292-310

78. Gauffin H, Tropp H, Odenrick P. Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med* 1988; 9: 141-144
79. Tropp H, Askling C. Effects of ankle disk training on muscular strength and postural control. *Am J Sports Med* 1984; 85: 259-261



ÖZGEÇMİŞ

07. 05. 1973 Kayseri ili Pınarbaşı ilçesinde doğdu. 1984 yılında Ahmet Baldöktü İlkokulundan, 1987 yılında 50.Yıl Dedeman Ortaokulundan ve 1990 yılında Kayseri Lisesinden mezun oldu. 1991 yılında Erciyes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümüne girdi. 1997 yılında Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulundan mezun oldu. 2000 yılında Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda okutman kadrosunda göreve başladı. 2001 yılında Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalında Lisansüstü öğretime başladı.

1985 yılında Kayserispor altyapısında başladığı futbola, 1991 yılında profesyonel olarak sırasıyla Kayserispor, Erciyesspor, Gençlerbirliği, Zonguldakspor, Adıyamanspor, Y.Yozgatspor, Kartalspor ve Kırşehir Petlasspor'da devam etti. 1993-1994 ve 1994-1995 yıllarında Türkiye U21 Ümit Milli Futbol Takımında görev yaptı. Türkiye Futbol Federasyonu B Lisans Antrenör Belgesine sahip ve Türkiye Futbol Antrenörleri Derneği Kayseri Şubesinde Eğitim Genel Sekreterliği görevini yürütmekte.

Adres : Erciyes Evler Mah. Billur Cad. Kardelen Apt. No: 188/24 KAYSERİ

Ev Tel : 0352-223 78 91

GSM Tel : 0532-291 46 40

E-Mail : ssucan@erciyes.edu.tr

Serdar SUCAN