

**T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

Tez Yöneticisi
Doç. Dr. Enis ULUÇAM

**GENÇ ERİŞKİNLERDE STATİK POSTURAL
KONTROLÜN DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Neziye KARADAŞ

EDİRNE-2012

**T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

Tez Yöneticisi
Doç. Dr. Enis ULUÇAM

**GENÇ ERİŞKİNLERDE STATİK POSTURAL
KONTROLÜN DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Neziye KARADAŞ


Tez No :


EDİRNE- 2012

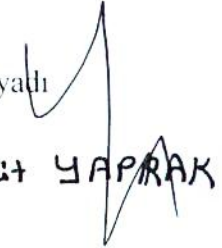
T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğü

ONAY

Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı yüksek lisans programı çerçevesinde ve Doç. Dr. Enis ULUÇAM danışmanlığında yüksek lisans öğrencisi Neziye KARADAŞ tarafından tez başlığı "Genç Eriskinlerde Statik Postural Kontrolün Değerlendirilmesi" " olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı 06./03./2012 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından "Yüksek Lisans Tezi" olarak kabul edilmiştir.


İmza
Unvanı Adı Soyadı
ÜYE
Doç. Dr. Enis ULUÇAM


İmza
Unvanı Adı Soyadı
JÜRI BAŞKANI
Prof. Dr. Oğuz TAŞKINALP


İmza
Unvanı Adı Soyadı
ÜYE
Yrd. Doç. Dr. Mevlüt YAPRAK

İmza
Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

İmza
Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.


Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEŐEKKÜR

Tez çalıŐmalarım ve yüksek lisans eğitimim sırasında özverili bir Şekilde emek harcayarak katkıda bulunan danıŐman hocam Doç. Dr. Enis ULUÇAM'a, hocalarıma ve beni her zaman destekleyen aileme teŐekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
Gözlerden gelen uyarılar.....	4
Kas ve eklemlerden gelen uyarılar.....	5
Vestibuler sistemden gelen uyarılar.....	8
Cerebellum	10
Dengenin Entegrasyonu.....	11
Postur Kontrolünün Değerlendirilmesi	16
GEREÇ VE YÖNTEMLER	21
BULGULAR.....	29
TARTIŞMA.....	41
SONUÇ.....	52
ÖZET.....	54
SUMMARY.....	55
KAYNAKLAR.....	57
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	64
EKLER.....	65

SİMGE VE KISALTMALAR

A/P	: Anterior/ Posterior
Ark	: Arkadaşlar
COP	: Center of Pressure
COG	: Center of Gravity
C	: Cervical
E95G	: %95 Güvenilir Elips
Fasc	: Fasciculus
FLM	: Fasciculus Longitudinalis Medialis
Fv	: Vertical Force
GEG	: Güvenilir Elips Genişliği
GEU	: Güvenilir Elips Uzunluğu
GEA	: Güvenilir Elips Açısı
GEAL	: Güvenilir Elips Alanı
HS	: Horizontal Sapma
L	: Lumbal
M/L	: Medial/ Lateral
S	: Sacral
TYU	: COP Total Yol Uzunluğu
VKİ	: Vücut kütle indeksi
VS	: Vertikal Sapma

GİRİŞ ve AMAÇ

Denge, vücudun ağırlık merkezini destek tabanı tarafından belirlenen stabilite sınırları içinde koruma yeteneği olarak tanımlanabilir (1,2). Stabilite ve oryantasyon amaçlarının her ikisine yönelik vücut pozisyonunu boşlukta kontrol etme görevine ise postür kontrolü denir (2). Bu fonksiyonların değerlendirilmesinde geliştirilmiş bazı yöntemler ve çeşitli testler kullanılmaktadır.

Ayakta dik duruş esnasında, destek tabanının küçük, ağırlık merkezinin de yüksekte olması vücudu sabit olamayan yerçekimine maruz bırakır. Her iki ayağın yerle temasta olduğu duruş pozisyonunda, vücut destek tabanı üzerinde salındığından, hareketsiz duruş imkansızdır. Duruş dengesi için temel gereksinim, vücudun ağırlık merkezinin ayaklar tarafından destek tabanı sınırları içerisinde tutulduğu pozisyonudur. Postür kontrolü yeteneği, günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirebilmenin ve bağımsız yaşam tarzını koruyabilmenin temelidir (4). Bir çok nöral sistem arasındaki karmaşık etkileşimleri içeren merkezi bir entegre kontrol sistemi olan postürel sistem, motor sistem ve bazı duysal sistemlerden (dokunma, görme ve işitme duyuları) oluşur. Yeterli postürel kontrol, vücut hareketinin görsel, somatosensoryal ve duysal bilgilerin birleşmesine bağlıdır (5).

Denge pratikte bazı testler uygulanarak subjektif olarak muayenesi yapılan bir fonksiyondur. Denge fonksiyonunun değerlendirilmesi genellikle *labyrinthus vestibularis*'in uyarılması ile yapılır. Ancak öncelikle spontan bulgunun var olup olmadığı araştırılır. Bunlar; nistagmus, ayakta dikilme testi (Romberg), adımlama testi (Unterberger), Babinski-VVeil kapalı gözle yürüme testi ve pozisyonel testlerdir (işaret deneyi, parmak burun pointing testi, vs.). Bu testlerle nitel olarak denge değerlendirilebilmektedir. Son yıllarda elektronik bazı aletler ile ölçümler mümkün olmakta ve objektif bazı değerlere ulaşarak hastaların

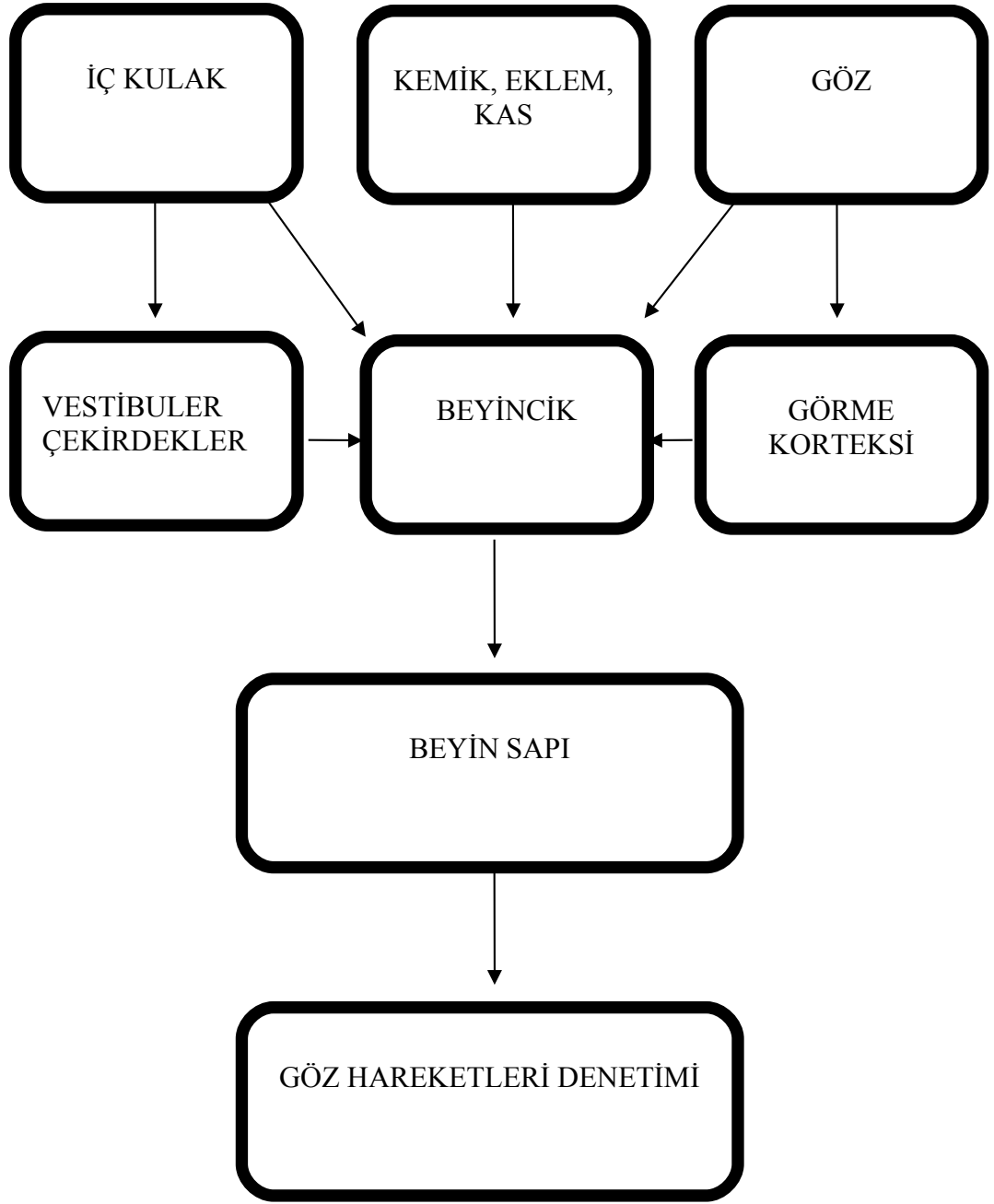
değerlendirmesi kolaylaşmaktadır (4- 9) Postürel stabiliteyi ölçmek için kullanılan standardize edilmiş yöntemlerden birisi de kuvvet platformu kullanarak Center of Pressure (COP) hareketinin hesabıdır. COP aynı zamanda, vücudun ağırlık merkezinin dengesizliğine nöromüsküler bir tepki olarak da tanımlanmıştır (4). Bu değer bir yer değişim ölçüsüdür ve yer reaksiyon kuvvet vektörünün platform yüzeyindeki lokalizasyonudur (3,4,10). COP, destek yüzeyiyle temastaki alanda oluşmuş bütün basıncın ağırlıklı ortalamasını sunar. Kütle merkezinin yönü ve vücut kütle ivmesinin kontrolü için destek yüzeyinde uygulanan tork miktarını yansıtır (2).

Yapılan çalışmalarda postür kontrolünün cinse, yaşa ve fiziksel yapıya göre değişiklik gösterdiği bildirilmektedir (4,8,9). Bu nedenle toplumlar için normal dağılım verilerini elde etmek önemlidir. Toplumumuz için normal değerler üzerine yapılan çalışmalar kısıtlı olduğundan, kontrol için yapılan ölçümlerin normal dağılımlarının bulunması önem arz etmektedir. Şimdiye kadar ki yapılan çalışmalarda daha çok orta yaş ve yaşlı bireyler üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, elektronik cihazlar ile yapılan hareketsiz duruş ölçümlerinden elde edilen verilerin normal genç erişkinlerde dağılımlarını tespit etmek ve normatif bir veritabanının oluşmasına katkı sağlamaktır.

GENEL BİLGİLER

Vücutumuzun denge içinde bulunması ve başın boşluktaki değişik pozisyonlarında uyumluluğunun bozulmaması için, üç farklı kaynaktan aldığımız bilgilere gereksinim vardır. İç kulağın vestibüler kısmı (vestibüler labirent), gözler (oküler sistem), proprioseptif sistem (kas, kiriş, eklem ve deri) denilen üç sistemden merkeze iletilen bilgilerin sentezinin ve bu bilgilerin oluşturacağı refleks yanıtların bir düzen içinde olması gerekir (11- 13). Bu sistemlerden bir veya birkaçında meydana gelebilecek bozukluk, bilgilerin çatışması ve düzenin bozulması ile sonuçlanır. Belirli bir zamanda bu üç sistemden ikisi normal çalışıyor ise organizma genel olarak dengesini koruyabilir. Fakat iki sistem birden bozulursa ağır bir denge bozukluğu ortaya çıkar. Duyu organları doğrudan *truncus encephali* ile bağlantılıdır, aynı zamanda *cerebellum* ve beyinle de bağlantıları vardır. Zemin, duvar, tavan gibi görsel bilgilerin ve yer çekiminin etkilerinin beyinde yorumlanması vücut oryantasyonu hakkında değerli ipuçları verir. *Cerebellum*, denge duyu organlarından gelen bilgileri birbirleriyle kıyaslar, işler ve sonuçta vücudun duruşunun ve gözün konumunun korunması için tüm vücut kaslarına refleks şeklinde yanıtlar gönderir (14- 18) (Şekil 1).



Şekil 1: Denge elemanları

GÖZLERDEN GELEN UYARILAR

Göze gelen ışınlar *retina* tabakasındaki ışığa karşı duyarlı özel sinir sonlanmaları olan rod ve konilere çarptığında, bunlardan çıkan sinir lifleri beyine uyarılar göndererek dengeye yardımcı görsel bilgileri aktarırlar. *Cortex cerebri* ve *truncus encephali*'de, tümüne birden okülomotor sistem adı verilen, hareket eden bir objeyi takip etme ve okuma gibi amaca yönelik göz hareketlerinin yapılmasında rolü olan birçok merkez vardır. Bazı göz hareketlerinin yapılmasında *cerebellum*'un da fonksiyonu vardır. Okülomotor sistem ile

nucleus interstitialis'ten gelen afferent impulslar *fasciculus longitudinalis medialis (FLM)* içinde seyreder ve ipsilateral *nuclei vestibulares*'lerde sonlanır.

Nuclei vestibulares'lerden kaynaklanıp *truncus encephali* içindeki afferent lifler vestibulomezensefalik izdüşümü oluştururlar. Burada ağırlıklı olarak *nucleus vestibularis superior* ve *nucleus vestibularis medialis*'ten kaynaklanan lifler yer almakta ise de yeni deneysel çalışmalarla her dört çekirdeğin de okülomotor sisteme efferentler gönderdiği ortaya konmuştur. Bu lifler *nucleus nervi abducentis*, *nucleus nervi trochlearis*, *nuclei nervi oculomotorii* ve *nuclei interstitialis* aracılığıyla ekstraoküler kasların işlevleriyle ilgili refleks bağlantılar kurar. *Nuclei interstitialis*'ten kaynaklanan fasciculus (fasc.) *intertitiospinalis* önce *FLM* içinde ve daha sonra *funiculus anterior*'da yer alarak tüm *truncus encephali* ve omurilikte seyreder.

Nuclei vestibulares'lerden kaynaklanan efferent ve afferent yolların hepsi *truncus encephali* boyunca birçok kollateral aracılığıyla *formatio reticularis* çekirdekleriyle de bağlantı kurar. *Nuclei vestibulares*'lerin okülomotor sistem ve *formatio reticularis* ile yaptığı bağlantı sayesinde, baş hareketlerinin kompensasyonu için oküler hareketler ile retinal görüntünün stabilizasyonu sağlanmış olur (14,23,24).

KASLAR VE EKLEMLERDEN GELEN UYARILAR

Kaslar ve eklemlerde bulunan duyu reseptörleri aracılığı ile alınan uyarılar beyine iletilir. Bu reseptörler kendilerini saran dokudaki gerilme ve basınca duyarlıdır. Vücudumuz hareket ettiğinde, reseptörler kendilerini saran kılıflardaki gerilmeyi algılar ve birçok duysal sinir lifi aracılığı ile bu uyanları beyine iletir. Özellikle başımızı çevirdiğimiz yönü bildiren boyundan gelen uyarılar ile ayakta dururken vücudumuzun yere göre hareketini ve eğimini bildiren dizlerden gelen uyarılar denge için oldukça önemlidir. Bu şekildeki uyarılar üzerinde bulunduğumuz alan ile ilgili beynimize bilgiler aktarır (11,12,19).

Bilinçli proprioepsiyon (pozisyon duygusu ve kinesthesia) ve iki nokta diskriminasyonu ve vibrasyon (ayrıt edici dokunma ve basınç) duyularını taşıyan yollar *cortex cerebri*'de sonlanır.

Fasc. gracilis (Goll) ve fasc. cuneatus (Burdach):

Bu yollar ile ilgili birinci nöronların hücre gövdesi *ganglion spinale*'de bulunur. Bu nöronların periferik uzantıları Golgi tendon organı, kas içiği ve eklem kapsülünden proprioepsiyon duygusu ile ilgili, Pacinian korpuskülü ve Meissner korpuskülleri gibi

reseptörlerden ise diskriminasyon ve vibrasyon duyusu ile ilgili impulsları *ganglion spinale*'ye taşır. Bu yollar içerisindeki aksonlar, *nucleus gracilis* ve *nucleus cuneatus*'taki ikinci nöronlar ile *sinaps* yapar. *Medulla oblongata*'nın alt seviyelerinde ve arka tarafında bulunan *nucleus gracilis* ve *nucleus cuneatus*'tan başlayan aksonlar *fibrae arcuatae internae* adını alır. Bu lifler, anteromediale doğru seyrederek *substantia grisea centralis*'in önünde çapraz yaparak karşı tarafa geçer. Her iki taraftan gelen liflerin oluşturduğu çapraza *decussatio lemnisci medialis* denir. Karşı tarafa geçen lifler *lemniscus medialis* adını alarak orta hattın her iki yanında, *tractus pyramidalis*'in arkasında yukarı doğru yükselir. Bu lifler daha sonra *thalamus*'un *nucleus ventralis posterolateralis*'indeki üçüncü nöronlar ile *sinaps* yaparlar. Bu nöronların aksonları *capsula interna*'nın *crus posterius*'undan ve daha yukarıda *corona radiata*' dan geçerek *cortex*' e ulaşır ve *gyrus postcentralis*' te Brodmann'ın 3, 1, 2 numaralı sahalarındaki nöronlar ile *sinaps* yaparak sonlanır. *Nucleus gracilis*' ten başlayan aksonlar, *lemniscus medialis* içerisinde daha ventralde, *nucleus cuneatus*' tan başlayanlar ise daha dorsalde seyreder (11,12,19).

Bilinçsiz proprioepsiyon duyusunu taşıyan yollar direk olarak serebral kortekse ulaşmayıp *cerebellum*'da son bulur.

Tractus spinocerebellaris anterior: Birinci nöronları *ganglion spinale*' lerde bulunur. Bu nöronların periferik uzantıları proprioseptif duyular ile ilgili reseptörlerden aldıkları impuls'ları hücre gövdesine taşırlar. Santral uzantıları ise omurilik'te *laminae V, VI, VII* 'de bulunan ikinci nöronlar ile *sinaps* yapar. Bu yol ile ilgili ikinci nöronlar, *medulla spinalis*'in sadece lumbal, sakral ve koksigeal segmentlerinde bulunur. Bu nedenle *tractus spinocerebellaris anterior*, fonksiyonel olarak alt ekstremité ile ilgilidir. İkinci nöronların uzantıları *commissura alba anterior*'dan karşı tarafa geçerek *funiculus lateralis* içerisinde ve *tractus spinocerebellaris posterior*'un önünde yükselen *tractus spinocerebellaris anterior*'u oluşturur. Bu yol, *pons*'un üst seviyelerinde *pedunculus cerebellaris superior*'dan geçerek *vermis cerebelli*'nin I-IV numaralı *lobulus*'larında sonlanır. Ancak liflerin bir kısmı üst servikal segmentlerde *tractus spinocerebellaris posterior*'a katılarak *pedunculus cerebellaris inferior* aracılığı ile *cerebellum*'a gider. *Tractus spinocerebellaris anterior*'a ait bazı liflerin karşı tarafa geçmeden *ipsilateral vermis cerebelli*'de sonlandığı gösterilmiştir (11,12,19).

Tractus spinocerebellaris posterior: *Tractus spinocerebellaris anterior*'da olduğu gibi birinci nöronlar *ganglion spinale*'lerde bulunur. Burada da nöronlar periferik uzantıları ile

proprioseptörlerden aldıkları impulsları santral uzantılarıyla medulla spinalis'e taşır. Bu yol ile ilgili aksonlar, lamina VII içerisinde bulunan *nucleus thoracicus posterior* (Clarke çekirdeği)'daki ikinci nöronlar ile sinaps yapar. *Nucleus thoracicus posterior*, *medulla spinalis*'in sadece *Cervical (C) 8- Lumbal (L) 2* segmentleri arasında bulunur. Buradaki ikinci nöronların uzantıları, aynı tarafta *funiculus lateralis*'in arka kısmında bulunan *tractus spinocerebellaris posterior*'u oluşturur. *Tractus spinocerebellaris posterior*, *medulla oblongata*'da *pedunculus cerebellaris inferior*'dan geçerek *cerebellum*'a gelir ve *vermis cerebelli*'nin çeşitli kısımlarında sonlanır. *Vermis cerebelli*'nin ön kısmına ulaşan lifler I-V numaralı *lobulus*'larda, *vermis cerebelli*'nin arka kısmına ulaşan lifler ise esas olarak *pyramis vermis* ve *lobulus paramedianus*'ta sonlanır. *Nucleus thoracicus posterior*, *medulla spinalis*'in sadece C8-L2 segmentlerinde bulunduğu için, L2 seviyesinin altındaki segmentlerden gelen birinci nöronların santral uzantıları *fasc. gracilis*'e katılarak L2 seviyesine kadar yükselirler ve bu seviyenin üzerinde bulunan *nucleus thoracicus posterior*'daki ikinci nöronlar ile sinaps yaparlar. C8 seviyesinin üzerindeki segmentlerden gelen birinci nöronların santral uzantıları ise, *fasc. cuneatus* içerisinde yükselerek, *medulla oblongata*'da bulunan *nucleus cuneatus accessorius*'ta sinaps yaparlar. Buradaki nöronların aksonları *tractus cuneocerebellaris* adı verilen başka bir yol oluşturur (11,12,19).

Tractus cuneocerebellaris: Fonksiyonel olarak *tractus spinocerebellaris posterior*'a benzeyen bu yolun birinci nöronlarının santral uzantıları, *medulla spinalis*'in C8 seviyesi üzerinde *nucleus thoracicus posterior* (Clarke) bulunmadığı için, aynı taraftaki *fasc. cuneatus*'a katılır ve *medulla oblongata*'da bulunan *nucleus cuneatus accessorius*'a gider. *Tractus cuneocerebellaris*'in ikinci nöronlarının bulunduğu *nucleus cuneatus accessorius*, *medulla spinalis*'in C8-L3 segmentleri arasında bulunan *nucleus thoracicus posterior*'un eşdeğeri. İkinci nöronlarının aksonları *fibrae arcuatae externae posteriores* adını alır ve *ipsilateral pedunculus cerebellaris inferior*'dan geçerek cerebellar korteks'in V numaralı *lobulus*'unda sonlanır (11, 12, 19).

Tractus vestibulospinalis: *Nuclei vestibulares*'ler *medulla spinalis*'le *tractus vestibulospinalis* aracılığıyla bağlantı kurar. *Medulla spinalis*'in uzunluğu boyunca *funiculus lateralis*'in ön kısmında bulunan bu yolu oluşturan aksonlar, *nuclei vestibulares*'ten başlar. *Nuclei vestibulares*'ten başlayan aksonlar, *tractus vestibulospinalis lateralis* ve *tractus*

vestibulospinalis medialis olmak üzere fonksiyon ve seyir açısından birbirlerinden farklı iki yol oluşturur.

Tractus vestibulospinalis lateralis: Bu yolu oluşturan *akson*'ların büyük çoğunluğu *nucleus vestibularis lateralis*'ten başlar; *medulla spinalis*'in uzunluğu boyunca *funiculus anterior*'un lateral kısmında ipsilateral olarak aşağıya iner ve bütün segmentlerde lamina VII ve VIII'de sonlanır. Bu yol içerisindeki *akson*'lar, internöronlar aracılığı ile boyun, gövde ve ekstremitelerdeki ekstansör kasları innerve eden motor nöronlarda aktivasyona, ekstremitelerdeki fleksör kasları innerve eden motor nöronlarda ise inhibisyona neden olur (11,12,14,19,24,25).

Tractus vestibulospinalis medialis: Bu yolu aksonların büyük bir kısmı *nucleus vestibularis medialis*'ten başlar ve bilateral olarak *FLM* içerisinde seyreder. *FLM*, *medulla spinalis*'te *funiculus anterior*'un medial kısmında yer alır. *Tractus vestibulospinalis medialis*, *medulla spinalis*'in sadece servikal ve üst torakal segmentlerinde bulunur. Bu yol içerisindeki *akson*'lar lamina VII ve VIII'deki internöronlar ve lamina IX'daki motor nöronlarda sonlanır. *Tractus vestibulospinalis medialis* ipsilateral boyun kasları ile ilgili motor nöronlarda aktivasyona, kontralateral boyun kasları ile ilgili motor nöronlarda ise inhibisyona neden olur (14,24,25).

VESTİBÜLER SİSTEMDEN GELEN UYARILAR

İç kulağımız temporal kemik içinde yer alan karışık geçitler ve bölmeler sisteminden oluşmaktadır. Bu geçitler *endolympa* ve *perilympa* adı verilen sıvılar ile dolu tüpler ve keseciklerdir.

İç kulağın vestibüler kısmının fizyolojik fonksiyonları şunlardır (14):

- a) Vücudun açısal hızlanma hareketlerini ayarlamak,
- b) Vücudun doğrusal hareketlerini ayarlamak,
- c) Başın uzay, boyun ve vücuda oranla pozisyonu hakkında merkezi sinir sistemine bilgi vermek,
- d) Bütün kasların tonusunu devam ettirmek,
- e) İstirahatte postürün devamı ve normal pozisyona dönülmesi için gereken tonik refleksleri uyarmak,
- f) Oküler refleksleri uyarmak,

- g) Baş hareketleri sırasında belirli bir görüş sahasını korumak,
- h) Proprioseptif ve görsel diğer mekanizmalarla birlikte dengeyi ayarlama da en önemli kontrol mekanizmasını oluşturmak ve santral denge mekanizmasıyla ilişkide bulunmak,
- i) Otonom sinir sistemini etkilemek.

Vestibüler Labirent

Zar labirent (*labyrinthus membranaceus*) ve kemik labirentten (*labyrinthus osseus*)oluşan bir yapıdır. Fonksiyon bakımından i kulağın en önemli kısmıdır. Ektodermal kökenli, kulak keseciği denilen bir taslaktan gelişir. Zar labirent Şekil bakımından kemik labirente uyar, fakat ondan çok daha ufaktır. *Labyrinthus membranaceus*; *ductus semicirculares*, *utricleus*, *sacculus* ve *ductus cochlearis* kısımlarına ayrılır. *Ductus semicirculares*'ler *utricleus* ve *sacculus* denge duyusu ile, *ductus cochlearis* ise işitme duyusu ile ilgili zar labirent parçalarıdır. Zar labirentin çeşitli kısımları kapalı bir kanallar sistemi oluşturur, ancak bunlar birbirleriyle irtibattadır. *Ductus semicirculares*'ler *utricleus*'a açılır. *Sacculus* ve *ductus cochlearis*, *ductus reuniens* ile bağlantılıdır. Zar labirent kemik labirentin duvarlarına bazı noktalarda trabeküller aracılığıyla tutunur. Fakat büyük bir kısmı kemik labirentten perilemfatik aralık vasıtasıyla ayrılır. Zar labirentin içerisi *endolympha* denilen sıvı ile doludur. *Perilympha* ve *endolympha*'nın birbiri ile bağlantısı yoktur ve bileşim açısından da farklıdırlar (11,12,19,25).

Ductus Semicirculares: Kemik kanalların Őekline uyurlar, fakat kemik kanalların ancak dörtte birini, denge ile spesifik hücrelerin bulunduğu *ampulla membranaceae* bölümü ise, hemen hemen tamamını doldurur. Kemik kanallarda olduğu gibi, zar kanallardan *ductus semicircularis anterior (süperior)* ve *posterior*'un *ampulla*'sız uçları birleşerek tek açıklıkla, *utricleus*'a açılırlar. Bu nedenle  semisirküler kanal 5 delikle *utricleus*'a açılır. Her bir zar *ampulla*'nın duvarı kalınlaşmıştır ve kemik *ampulla*'ya yapıştığı yerden boşluğa doğru *crista ampullaris* denilen bir çıkıntı yapar. *Crista ampullaris*'de *nervus vestibularis*'in *nervus ampullaris* denilen dalları sonlanır. *Crista ampullaris* zerinde kanal boşluğuna doğru uzanan ve *cupula* denilen jelatinöz bir yapı bulunur. *Cupula*'nın içinde de hassas lifcikler bulunur. *Crista ampullaris* ve üzerindeki *cupula*, her bir semisirküler kanalın merkezinden geçen eksene dik olarak yer alır. Bu nedenle semisirküler kanallar kendi eksenleri etrafında döndükleri zaman, kemiğe oranla geride kalan *endolympha*'nın oluşturduğu akıntı nedeniyle *cupula* ve içindeki tüycükler hareketin aksi yönde eğilirler. Bu eğilme de hassas hücreler

tarafından impulsa dönüştürülerek *nervus vestibularis* aracılığıyla beyindeki merkezlere iletilir (11,12,13,19).

Utriculus : *Sacculus*'dan daha büyüktür ve *vestibulum*'un iç duvarının üst-arka kısmında bulunan *recessus ellipticus*'a ve onun hemen aşağısındaki sahaya tutunur. Dıştan içe basık olan *utriculus*'un *recessus ellipticus*'a yapışan kısmında küçük bir kör kese bulunur. Bu kesenin tabanının lateral yarısında ve kafa tabanına paralel olarak horizontal düzlemde 3 x 2 mm ebadında bir saha kalınlaşarak, *macula utriculi*'yi oluşturur. Buradan, *nervus vestibularis*'in *nervus utricularis* bölümü impuls taşır. *Utriculus*'un arka bölümüne, *canalis semicircularis*'ler 5 delikle açılır. *Utriculus*'un ön- iç kısmından çıkan *ductus utriculosaccularis*, *ductus endolymphaticus*'a açılır. Bu yolla *utriculus* da, *sacculus*'la bağlantı kurmuş olur (11,12,13,19).

Sacculus: *Vestibulum*'un medial duvarındaki *recessus sphericus* içinde bulunur. *Utriculus*'a göre daha küçük ve koni biçimindedir. Üst yüzünün bir kısmı, *utriculus*'un alt yüzü ile temastadır ve burada *utriculus* ile *sacculus*'un ortak bir duvarı vardır. Arka tarafından *ductus endolymphaticus* başlar ve *ductus utriculosaccularis* ile birleşir. *Ductus endolymphaticus mediale* ve aşağı doğru *aqueductus vestibuli* boyunca uzanarak, temporal kemiğin *pars petrosa*'sının arka yüzünde *saccus endolymphaticus* denilen kör bir kesede sonlanır. *Saccus endolymphaticus*'un endolenfanın emiliminde önemli rolü olduğu bilinmektedir (11,12,13,15,19,24,26).

Sacculus'un alt kısmından, *ductus reuniens* denilen kısa bir kanal aşağı doğru seyrederek ve *ductus cochlearis*'in vestibüler ucunda sonlanır. *Sacculus*'un *recessus sphericus*'a bitişik olan duvarının iç yüzünde *macula sacculi* denilen sagittal durumda bir saha vardır. *Utriculus* ve *sacculus*'un *macula* kısımları birbirlerine dik konumdadır ve buralarda yer alan tüylü hücreler vücudun lineer hareketleri ile uyarılır.

Utriculus ve *sacculus* statik dengemizin sağlanmasında rol oynarken, Semisirküler kanallar ise kinetik dengenin korunmasında etkindir (11,12,13,15,19,24,26).

CEREBELLUM

Hareketlerin düzgün, amaca uygun kuvvette ve bir koordinasyon içerisinde yapılmasını, statik ve dinamik postürün sağlanmasını, karmaşık motor hareketlerin öğrenilmesini ve düzenlenmesini organize eden bir merkezdir. *Cerebellum*, yapılmak istenen

hareket ile ilgili olarak serebral korteksten, yapılmakta olan hareketin performansı ile ilgili olarak da periferden bilgi alır ve bu bilgileri değerlendirerek, inen motor sitemler (*tractus corticospinalis* ve *tractus rubrospinalis*) ile olan bağlantısı sayesinde, hareketin amaca uygun ve düzgün bir şekilde yapılabilmesini sağlar.

Cerebellum fonksiyon ve filogenetik açısından *vestibulocerebellum* (*archicerebellum*), *spinocerebellum* (*paleocerebellum*), ve *cerebrocerebellum* (*neocerebellum*) olmak üzere üç bölgeye ayrılır. Bu bölgelerin her birinin afferent ve efferent bağlantıları farklıdır. *Vestibulocerebellum*, *lobus flocculonodularis*'i kapsar. *Cerebellum*'un filogenetik gelişim açısından en eski kısmı olan bu bölge, daha çok *nuclei vestibulares* ile bağlantılıdır. Vestibuloserebellar lifler *lobus flocculonodularis* ve *uvula*'daki Purkinje hücrelerinden, *lobus anterior* ve *nucleus fastigii*'den kaynaklanmaktadır. *Vestibulocerebellum*'a denge ve görme ile ilgili sistemlerden gelen bilgiler, bu bölgenin *nuclei vestibulares* ile olan efferent bağlantıları aracılığı ile dengenin sağlanmasında ve vestibüler reflekslerin düzenlenmesinde rol oynar. *Vestibulocerebellum* ayrıca göz hareketlerinin kontrolü ile baş ve göz hareketlerinin koordinasyonunu da sağlar. Efferent vestibuloserebellar lifler *nucleus vestibularis inferior*, *medialis* ve *superior*'daki nöronlardan kaynaklanır. *Pedunculus cerebellaris inferior*'un iç yüzünde seyrederek *vestibulocerebellum* adı verilen ve *flocculus*, *nodulus*, *uvula* ile *nucleus fastigii*'yi kapsayan cerebellum bölümünde sonlanırlar. Bir bölüm lif de *truncus encephali*'deki yine aynı çekirdeklerden (özellikle *nucleus vestibularis inferior*'dan) çıkarak *nucleus olivaris inferior* üzerinden *tractus vestibuloolivaris* aracılığıyla *cerebellum*'a gider (24,25).

DENGENİN ENTEGRASYONU

Denge ile ilgili gözlerden, kaslardan, eklemlerden ve vestibüler sistemin her iki tarafından gelen tüm uyarılar, ayıklanmak ve entegre edilmek üzere *truncus encephali*'ye gönderilir. Sağlıklı kişilerde vestibüler sistemin her iki tarafı da düzenli olarak çalışıyorsa, beyine simetrik uyarılar gönderirler (14, 27).

Ganglion vestibulare'de (Scarpa) bulunan, iç kulak yolunun alt kısmına (*fundus meatus acusticus internus*) yerleşmiş denge yolunun birinci nöronları; bipolar olup, periferik uzantıları beş dal şeklinde vestibüler organdaki mekanoreseptör nitelikteki *crista ampullaris*, *macula utriculi* ve *macula sacculi*'den duyuyu alırlar.

Bu dallar şöyle sınıflanır;

Pars superior

1. *Nervus utriculoampullaris (ramus superior);*

a) *Nervus utricularis*

b) *Nervus ampullaris anterior*

c) *Nervus ampullaris lateralis*

Pars inferior

1. *Nervus ampullaris posterior (ramus posterior)*

2. *Nervus saccularis (ramus inferior)*

Birinci nöronların merkezi uzantıları bir araya gelerek *nervus vestibularis*'i oluştururlar. *Nervus vestibularis*, 4. ventrikülün tabanında *area vestibularis*'te bulunan ve dört tane olan denge çekirdeklerine bağlanır. *Pars superior* ve *pars inferior* dalları birbirlerine bir *isthmus* ile bağlanarak *Ganglion vestibulare*'yi meydana getirirler. *Nervus utriculoampullaris (ramus superior)*'in dalları *fundus meatus acusticus internus*'daki *area vestibularis superior*'dan geçerler. *Nervus utricularis macula utriculi*'ye, *nervus ampullaris anterior ductus semicircularis anterior ampulla*'sındaki *crista ampullaris*'e ve *nervus ampullaris lateralis ductus semicircularis lateralis ampulla*'sındaki *crista ampullaris*'e giderek perifere uzanırlar. *Ganglion vestibulare*'nin alt parçası olan *pars inferior*'un dallarından *nervus saccularis (ramus inferior)* *area vestibularis inferior*'dan geçerek *sacculus*'a uzanır ve *macula sacculi*'de sonlanır. Diğer dal olan *nervus ampullaris posterior (ramus posterior)* *area vestibularis inferior*'un arkasındaki *foramen singulare*'den geçerek *ductus semicircularis posterior ampulla*'sındaki *crista ampullaris*'e gider (11,12,19,24,27).

Dördüncü ventrikülün tabanında *area vestibularis*'te bulunan dört denge çekirdeğine *nucleus vestibularis* kompleksi de denir. Büyük bölümü *medulla oblongata*'da, bir bölümü de *pons*'ta bulunan bu çekirdeklerde vestibüler yolun ikinci nöronları bulunur. Bunlara afferent stimulusların geliş yerleri şöyledir;

Nucleus vestibularis inferior (Roller): *Medulla oblongata*'nın üst kısmından başlar. *Macula utriculi*, *macula sacculi* ve *cerebellum*'dan afferent stimuluslar gelir.

Nucleus vestibularis lateralis (Derters): *Nervus vestibularis*'in girdiği düzeydedir. 4.ventrikül tabanının dışında yerleşmiştir. *Cerebellum*, *macula utriculi* ve *medulla spinalis*'ten afferent stimuluslar gelir.

Nucleus vestibularis medialis (Schwalbe): *Nucleus vestibularis inferior* ve *nucleus vestibularis lateralis*'in iç tarafında yer alır. *Crista ampullaris*'ler, *cerebellum*, *formatio reticularis* ve *macula utriculi*' den afferent stimuluslar gelir.

Nucleus vestibularis superior (Bechterew): *Nucleus vestibularis lateralis*'in arka ve üst tarafındadır. Semisirküler kanalların crista'ları ve *cerebellum*'dan afferent stimuluslar gelir (11,12,19,22,24).

Bunların dışında yine bu bölgede işlevsel olarak yer alan f, x, y ve z hücre grupları diye adlandırılan dört çeşit aksesuar nükleer oluşum vestibüler çekirdek kompleksine katılır. Bu aksesuar nükleer oluşumlardan primer afferent vestibüler lif alan y hücre grubu dışındakiler çoğunlukla refleks kavisleri ile ilgilidir (11,12,19,22,24).

Nucleus vestibulares'lerden başlayan ikinci nöronların efferentleri *tractus vestibulocerebellaris* ile *pedunculus cerebellaris inferior*'dan *cerebellum*'a, vestibulospinal yollar ile *medulla spinalis*'e taşınır.

İkinci nöronların efferentlerinin *Medulla Spinalis*'in ön boynuzu ile ilişkisi başlıca *tractus vestibulospinalis lateralis*, *tractus vestibulospinalis medialis* ve *tractus reticulospinalis*'ledir. *Tractus vestibulospinalis lateralis* ve *medialis* direk olarak vestibüler nükleuslar ile *spinal cord* arasındadır. *Tractus reticulospinalis* ise retiküler formasyon ile *spinal cord* arasında bağlantı kurar. *Tractus reticulospinalis* istemli motor hareketlerin ve postür ile ilgili refleks hareketlerin düzenlenmesinde rol oynar. Ayrıca ikinci nöronların bir kısım lifleri de *FLM* yoluyla gözü hareket ettiren kaslarla ilgili olan 3., 4. ve 6. kranyal sinirlerin motor çekirdekleri ile bağlantı kurar. Bu bağlantı sayesinde baş ve gözlerin bir nesneye sürekli bakması veya uçan bir uçağın baş ve göz ile birlikte izlenmesini mümkün kılar. Ayrıca iç kulaktan gelen duyu impulsları, iskelet kaslarının tonusunu ayarlayarak vücudun dengesinin korunmasında etkili olur. *Nuclei vestibulares*'lerden *lemniscus lateralis* içinde yukarı çıkan lifler ise *thalamus*'un *nucleus ventralis posteromedialis*'inde sinaps yaptıktan sonra *gyrus postcentralis*'in vestibüler sahasında sonlanır. Vestibüler uç organdan kalkan uyarıların bir kısmı *Nuclei vestibulares*'lere uğramadan *cerebellum*'un *vestibulocerebellum* denen bölümüne ulaşırlar. Özellikle *nucleus vestibularis lateralis* doğrudan ön *cerebellum* lobundan gelen afferentleri alır. Bu yüzden bu çekirdek önde yer alan bir *cerebellum* çekirdeği gibi kabul edilir. Ayrıca *nucleus vestibularis medialis* ve *inferior* ile de *cerebellum*'a uyarı gelir. *Nuclei vestibulares* 'ler aracılığıyla gelen uyarılar hem labirentten hem de *spinal cord*'dan bilgi getirir (11,12,19,22,24,25).

Vücut dengesinin sağlanması daha çok refleks mekanizmalar ile düzenlenir. Bu reflekslerle, çeşitli objelerden gelen uyarılar afferentlerle taşınır. Bunlar boyun, gövde ve alt ekstremitelerden gelen genel proprioseptif duyarlar ile vestibüler reseptörlerden gelen özel proprioseptif duyarlardır. Başın hareketi esnasında ekstremiteler ve gözlerin yardımıyla dengeyi

sağlayacak refleks hareket hemen yapılır. Bu dengeyi sağlayan impulslar, *tractus vestibulospinalis* ve *tractus reticulospinalis* içinde giderler (11,12,19,22,24-26).

Cerebellum ile düşünme ve hafıza fonksiyonlarını yerine getiren *cortex cerebri* koordinasyon merkezleri'dir. *Truncus encephali* dengeyi sağlamak için aldığı uyarıları birleştirirken, *cerebellum* da geçmişte tecrübelerle öğrenilmiş otomatik hareketler ile ilgili bilgilerle katkıda bulunur. Örneğin tenis oynarken servis atma esnasında dengenin sağlanması gibi. *Cortex cerebri* önceden öğrenilmiş bilgilere katkıda bulunur. Örneğin buzlu yollar kaygandır ve bu yollarda dengeyi sağlamak için farklı ve dikkatli bir şekilde yürümemiz gerektiği gibi. Bazen *truncus encephali*'deki birleştirme aktiviteleri normalde olduğundan daha farklı olabilir. Bir kaynaktan gelen duyu uyarısı diğer bir kaynaktan gelenle çatışabilir. Harekete geçen bir otobüsün yan tarafındaki başka bir araçta oturduğumuzda bu gözlenebilir. Otobüsle ilgili görsel uyarılar beyine hareket ettiğimizi bildirebilir. Bu duyuyu kompanse etmek için vücudumuzu biraz öne eğeriz ve hatta sersemlik hissedebiliriz. Duyusal uyarıların birleştirilmesi yapılırken *truncus encephali*, kendinden başlayan ve kaslarda biten motor sinir lifleri ile kaslara impuls gönderir. Kaslar aldıkları bu uyarılar ile başımızı, boynumuzu, gözlerimizi, bacaklarımızı ve vücudumuzun kalanını hareket ettirerek dengemizi sağlamamızı ve hareket ederken net görmemizi sağlar (14).

Başımız hareketliken gözlerin hareketi otomatik olarak vestibüler sistem ile kontrol edilir. Başımız sabitken sağdan gelen uyarıların sayısı ile soldan gelen uyarıların sayısı eşittir. Başımızı sağa çevirdiğimizde, sağ semisirküler kanallardan gelen uyarı sayısı artar. Soldan gelen uyarı sayısı azalır. Bu fark göz hareketlerinin kontrolünü sağlar ve başımızı çevirirken görmemizi sağlar (14).

Vestibulooküler refleks: Baş hareketlerine rağmen gözlerin stabilizasyonunun korumasını ve görsel impulsların *retina*'da *fovea centralis* üzerine düşmesini sağlayan reflektir. Semisirküler kanallarda oluşan stimulusun ekstraoküler kaslara ulaşmasıyla sağlanır. Bu bağlantı *macula utriculi* ve *macula sacculi* arasında da mevcut olmasına rağmen önemi azdır. Semisirküler kanallardan kaynaklanan stimulusun ekstraoküler kaslara ulaşması *nuclei vestibulares*, *FLM*, *nucleus nervus oculomotorii*, *nucleus nervus trochlearis*, *nucleus nervus abducentis* aracılığıyla olur. Her semisirküler kanal belli ekstraoküler kas ile bağlantılıdır.

Buna göre;

Ductus semicircularis lateralis'in eksitasyonunda, ipsilateral *musculus rectus medialis*, kontralateral *musculus rectus lateralis*, inhibisyonunda ise ipsilateral *musculus rectus lateralis*, kontralateral *musculus rectus medialis* uyarılır.

Ductus semicircularis anterior'un eksitasyonunda, ipsilateral *musculus rectus superior*, kontralateral *musculus obliquus inferior*, inhibisyonunda ise ipsilateral *musculus rectus inferior*, kontralateral *musculus obliquus superior* uyarılır.

Ductus semicircularis posterior'un eksitasyonunda, ipsilateral *musculus obliquus superior* kontralateral *musculus rectus inferior*, inhibisyon' unda ise ipsilateral *musculus obliquus inferior*, kontralateral *musculus rectus superior* uyarılır.

Genellikle eksitator impulslar kontralateral *FLM*, inhibitör impulslar ise ipsilateral *FLM* ile taşınırlar. Örneğin, baş sola çevrildiğinde *ductus semicircularis lateralis* içindeki *endolympa* sağa doğru akım gösterecektir. Bu solda *ampullopedal*, sağda ise *ampullofugal* akım demektir. Solda *ampullopedal* akım eksitasyona, sağda *ampullofugal* akım inhibisyona neden olur. Bunun sonucu olarak sol *musculus rectus medialis* ve sağ *musculus rectus lateralis* kasılır ve gözler sağa deviye olur. Ancak baş hareketinin geniş olduğu durumlarda göz yavaşça karşı tarafa hareket ederken ani bir hareketle diğer tarafa, yani başın çevrildiği yere döner. Göz hareketinin bu hızlı fazını retiküler formasyon sağlar. Bu yavaş ve hızlı fazdan oluşan göz hareketine nistagmus adı verilir. Klinik olarak nistagmusun yönü hızlı fazın yönüne göre sağa vuran ya da sola vuran nistagmus şeklinde tanımlanır (22).

Postür (Vücudun dik duruşu)

Postür iskelet öğelerinin, vücudun destek yapılarını zedelenme ve ilerleyici deformasyonlardan koruyacak şekilde düzgün ve dengeli dizilişidir (40). İç kulaktan kaynaklanan refleksler, kas, eklem ve gözden kaynaklanan reflekslerle birlikte, postürün korunmasıyla ilgilidir. Vücudun bir yanı hareket ettiğinde dengeyi korumak için postürün refleks ayarı gereklidir. Postürel refleksler statik ve kinetik olmak üzere iki türdür (20,21). Genel olarak kinetik refleksler vücudu normal duruşuna getirir, statik refleksler normal duruşu korur.

Statik refleksler

Bunlar istirahat durumundaki bedenin tepkileridir. Kas, eklemler ve diğer yapılardan çıkan reflekslerle birlikte iç kulağın (özellikle *utrículus*'dan) reflekslerini içerir. Bu tür

reflekslerden tonik labirent refleksleri, beden, el, kol, ayak, bacak, boyun ve gözleri etkiler. İçkulağın dik duruş refleksleri ise anormal bir konumda duran vücudu normal duruş konumuna döndürür.

Kinetik refleksler

Hareket eden vücudun postürel tepkileridir. İvmesi olan eylemler tarafından üretilirler. Herhangi bir düzlemdeki dönme eylemlerindeki açısız refleksler, doğrusal hareket eylemlerindeki progresif refleksler kinetik reflekslerdir.

POSTÜR KONTROLÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doğru, düzgün ve kontrollü hareketler yapabilme yeteneğine koordinasyon denir. Günlük yaşamla ilgili basit ve yardımcı aktiviteleri yapabilme, ince motor yeteneklerin kullanılabilmesi, mesleki aktivitelerin gerçekleştirilebilmesi motor koordinasyonun varlığıyla mümkündür. Koordine hareketler, iyi bir denge ve postür fonksiyonu ile birlikte sinerjistik ve resiprokal kas aktivitelerinin doğru sıralama ve zamanlamasını gerektirir (27).

Postür kontrolü sistemi, muskuloskeletal ve nöral sistemler arasında karmaşık bir etkileşim içermektedir. 2 temel fonksiyonu bulunmaktadır: birincisi, dengenin devamını sağlamak, ikincisi, dış çevreyle uyumlu olmaya yönelik, sırasıyla doğru algı ve eylem için referans bir yapı olarak hizmet veren vücut bölümlerinin pozisyonunu ve uyumunu sağlamaktır (2).

Koordinasyon kavramı içinde değerlendirilen dengenin erek postürün sağlanması ve aktiviteler sırasında sürdürülmesi için, çeşitli duyuşal kaynaklardan vücudun yönelimi ve hareketleri ile ilgili bilgi elde eden oldukça karmaşık nöromusküler mekanizmalar gereklidir. Bu mekanizmalar elde edilen bilgiyi kütle merkezini destek merkezinde tutma konusunda uygun bir motor tepki üretmek için kullanan, sinir kas etkileşiminden oluşmuştur. Duysal veriler, merkezi sinir sisteminde entegre edilir ve retiküler formasyon, ekstrapiramidal sistem, *cerebellum* ve *cortex*'den çıkan uyarılar ile modüle edilir. Denge statik ve dinamik denge olmak üzere iki alt bölümde incelenir. Statik denge; hareketsiz ayakta duruş sırasında postür kontrolünün sağlanabilmesi olarak tanımlanmaktadır. Statik dengenin sürdürülebilmesi için vücut ağırlık merkezi ikinci sakral vertebra seviyesinden geçmeli ve destek yüzeyi üzerinde kalmalıdır. Dinamik denge hareket sırasında oluşan postürel değişikliklerin önceden kestirilebilmesi ve denge değişikliklerine uygun yanıtların verilebilmesi olarak tanımlanır (27).

Statik Dengenin Değerlendirilmesi

Statik dengenin nitel değerlendirilmesinde “tek bacak üzerinde durma testi” ve “Romberg testi” sık olarak kullanılmaktadır. Ayrıca medial-lateral veya anterior-posterior stabilitenin komputere edildiği niceleyici değerlendirme teknikleri de mevcuttur. Tüm bu testlerin ortak dezavantajı, günlük yaşam aktivitelerinin çoğunda kullanılan yanıtları değerlendirmede yetersiz olmalarıdır (27, 28).

Denge fonksiyonunun çok boyutlu değerlendirilmesi: Birçok sistemin katıldığı denge fonksiyonunun değerlendirilmesinde; duyu, motor ve biyomekanik faktörler göz önünde bulundurulmalı ve incelemeler problemin nedenleri, derecesi hakkında fikir verecek nitelikte çok boyutlu olmalıdır. Bilgisayar yardımıyla hesaplanabilen teknikler, denge problemlerinin nedenleri ve derecesi hakkında objektif veriler sağlamakta, aynı zamanda görsel ve vestibüler biofeedback tekniği ile tedavide kullanılabilirler. Bununla birlikte fazla donanım ve zaman gerektirmeleri bu tekniklerin başlıca dezavantajlarıdır (27).

Dengenin fonksiyonunu çok boyutlu değerlendirmeyi sağlayan bazı testler;

- Denge duysal etkileşim klinik testi (clinical test of sensory interaction on balance)
- Stabilite limit testi
- Komputerize dinamik posturografi

1. Duysal organizasyon testi (sensory organization test)
2. Motor Kontrol Testi
3. Adaptasyon Testi(27).

Dengenin performansa dayalı değerlendirmesinde kullanılan belli başlı skalalar;

1. Aktiviteye Spesifik Denge Güvenlik Skalası (The Activities Specific Balance Confidence Scale)
2. Modifiye Hızlı Mobilite, Denge, Korku Değerlendirme Anketi (Modified Fast Evaluation of Mobility, Balance and Fear Baseline Questionnaire)
3. Berg Denge Skalası (Berg Balance Scale)
4. Tinetti Balance Assessment Tool (Tinetti Balans Değerlendirme Yöntemi)
5. Balance Error Scoring System (Balans Hata Skorlama Sistemi)
6. Kalk ve Yürü Testi (Get Up and Go Test)'dir.
7. Fonksiyonel erişme, Çok yöne erişme testleri (27)

Kuvvet Platformları

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile birlikte geliştirilen sistemlerdir. Bilgisayar destekli bu sistemler, iki ve üç boyutlu ölçümler yapmaktadırlar. Literatürde kuvvet platformu kullanarak postürel stabilite'yi ölçen çeşitli araştırmalar mevcuttur (4-12). Kuvvet platformu vertikal, anterior-posterior ve medial-lateral yönlerde kuvvetler ölçer. Bir kuvvet platformu kullanarak dengeyi değerlendirmenin yaygın usulü COP hareketinin hesabıdır. Yapılan çalışmalar 0.81 (medial-lateral) ve 0.86 (anterior-posterior) aralığında olmak üzere COP ölçümlerinin güvenilirliğini göstermiştir (2).

I

COP Tanımı ve Değerlendirmesi

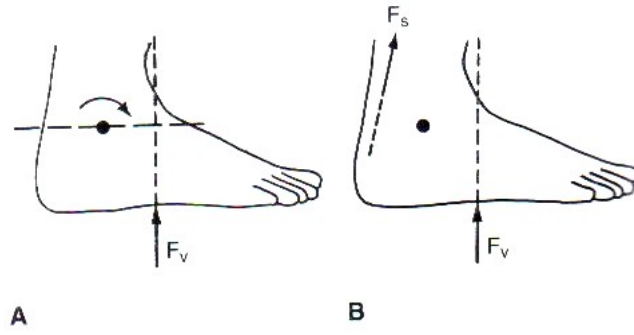
COP, destek yüzeyine uygulanan total kuvvet yayılımının merkezidir. Bu değer bir yer değişim ölçüsüdür ve yer reaksiyon kuvvet vektörünün kuvvet platformunun yüzeyindeki lokalizasyondur (4). Destek tabanına uygulanan yer reaksiyon kuvveti (F_v) bir kuvvet platformunun yardımıyla ölçülebilir (Resim 1,2). Bulunan değer COP değeridir (Resim 2).

COP'un anterior-posterior ya da medial-lateral yönlerdeki lokalizasyonu Varignon teoremi kullanılarak aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

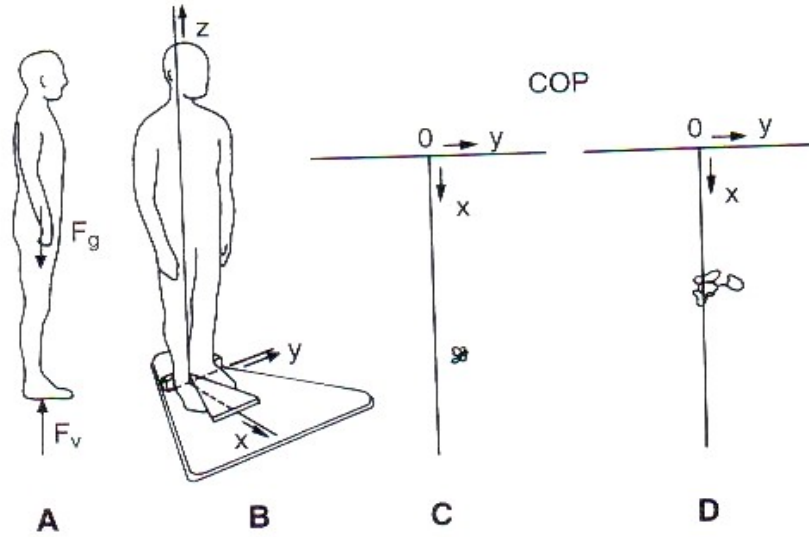
$$COP_{total} = COP_{sağ} \frac{F_{v\ sağ}}{F_{v\ sağ} + F_{v\ sol}} + COP_{sol} \frac{F_{v\ sol}}{F_{v\ sağ} + F_{v\ sol}}$$

Buna bağlı olarak F_v sağ ve F_v sol, yer reaksiyon kuvvetinin sağ ve sol ayaklar altındaki vertikal komponentleridir.

Normal bir denge pozisyonu çevresindeki salınım miktarı nöromusküler kontrol durumunu yansıtır (4,29). Ayakta durma esnasındaki salınım sırasında vücut kütlelerinin hızlanması ve yavaşlaması sonucunda saf bir statik denge durumu yoktur. Bu nedenle COP, COG'un tam konumunu temsil etmemektedir.

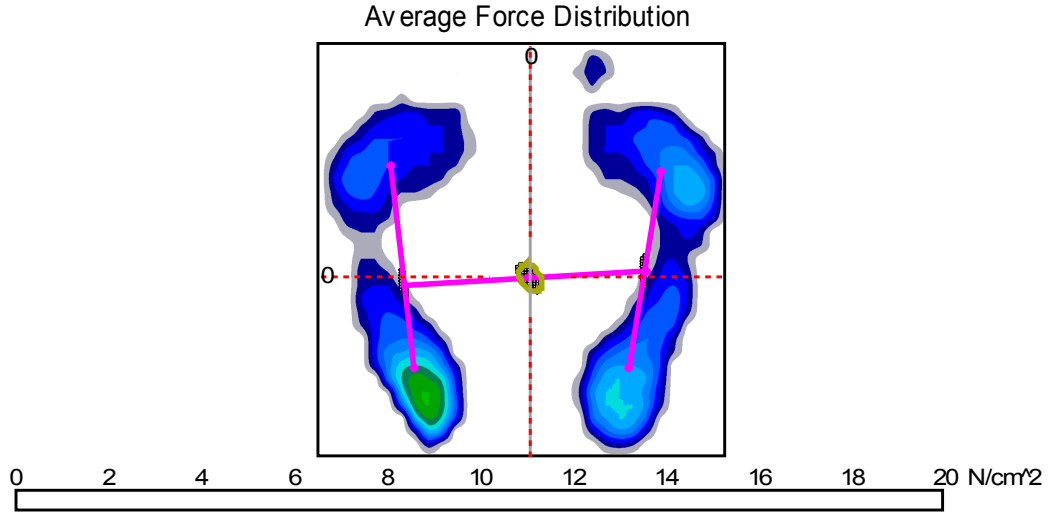


Resim1. A) Yer reaksiyon kuvveti (F_v). B) *M.triceps surae*'nin uyguladığı kuvvet (F_s) (29).



Resim 2. Üç boyutlu kuvvet platformlarında tanımlanan (x, y, z) köşeler altındaki kuvvet dönüştürücüleriyle ölçülen COP pozisyonu A) Vücut ağırlığına (F_g) denk olan ayaklar ve yer arasındaki bileşke kuvvet (F_v) B) F_v pozisyonu (Basınç merkezi yolu, COP), C) Daha çok sol ayağa dayanan bir kişinin D'deki kişiye göre daha az olan COP yer değişimi pozisyonu D) COP yer değişimi pozisyonu (29).

Literatürde COP'un daima *os navicularis* bölgesinde, ayak bileği aksisinin önünde konumlandığını belirtilmektedir (29). Bu nedenle ayakta duruşta, *musculus triceps surae* daima aktiftir (Resim 1). Ayaklar arasındaki mesafe genişletilerek, simetrik veya simetriye yakın durma esnasında, total COP ayakların arasında ve ayağın temas ettiği destek alanı dışındadır (Resim 3).



Resim 3: Total COP'un konumu.

COG, postür kontrolü sisteminin yönlendirdiği pasif bir değişken olarak hesaba katılır (4). COP'un hareketi COG'un hareketine bağlı olarak değişir. COP salınımı düzelterek, COG hareketine karşı hareket eder. Aynı zamanda postür kontrolünü sağlamak veya hareketleri meydana getirmek için ihtiyaç duyulan kas kuvvetlerinin izdüşümüne de bağlıdır. Bundan dolayı genellikle yerçekimi merkezini destek tabanı içinde tutmak için, COP' un hareketi ağırlık merkezinden daha büyük olmalıdır (2,4,41). COP ve COG pozisyonlarının bilinçli olarak farkında olunmasa da, insanlar kendi sınırlarının farkındadırlar. Limit aşıldığında, kişinin COG altında destek tabanını yeniden kurabilmesi için bir adım atması gerekir. Aksi halde kişi düşecektir (2). Örneğin, merkezi sinir sistemi tarafından COG' da bir arkaya kayma belirlendiğinde, dengeyi geri döndürmeye çalışan COP arkaya COG'a doğru hareket ederken dorsifleksörlerin refleks bir kontraksiyonu meydana gelir ve kişi adım atarak düşmeyi engellemeye çalışır. COP'un bu dengeyi sağlaması için anterior-posterior, medial-lateral olmak üzere iki yönlü hareketi tarif edilmiştir. Anterior-posterior COP yer değişimleri, fleksör ve ekstansör kaslardaki ayak bileği dönme momentinin yansıtıcılarıdır. Medial-lateral COP yer değişimleri ise çoğunlukla kalça abduktör ve adduktör kasları tarafından kontrol edilen dengeleyici lateral yüklenme değişikliklerini ortaya koyar (4,30,41).

COP analizi, denge, ayak fonksiyonu ve tedavi etkisinin bir ölçütü olarak kullanılmaktadır (31). İki ayak üzerinde duruş pozisyonunda ayaklar arasındaki mesafe miktarı, yaş, nöromusküler ve romatolojik hastalıklar, denge organı hastalıkları, dislexi, alkol kullanımı, madde bağımlılığı, bel ağrısı ve ölçümleri süresi gibi COP değerlerini etkileyen çeşitli faktörler belirtilmiştir (4,9,32,33,31,34,35).

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamıza, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Değerlendirme Komisyonundan etik onay alındıktan sonra, 18- 24 yaş arası genç erişkin toplam 60 (30 kız, 30 erkek) gönüllü denek alındı. Deneklerin tümü rastgele örnekleme yöntemiyle seçildi. Geçmişlerinde herhangi bir travma, ortopedik, nörolojik, işitme ve görme sorunu olan denekler çalışmaya alınmadı. Ölçümler Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Hareket Analiz Laboratuvarında gerçekleştirildi. Ölçümler aynı araştırmacı tarafından ve günün aynı zaman dilimi içinde (10: 00- 12: 00) yapıldı.

Antropometrik veri olarak her deneğin boy, kilo ve vücut kitle indeksi (VKİ) ölçüldü ve bilgisayar ortamına kaydedildi (Tablo 1). Vücut ağırlığının ölçümü 0,1 kg duyarlılığındaki taşınabilen dijital tartı ile gerçekleştirildi. Dijital tartı, düz bir zemine konulup sıfıra ayarlandıktan sonra denekten tartının üzerine çıkması istendi ve ekranda görülen ağırlık değeri kg cinsinden kaydedildi. Deneğin ayakkabısız ve üzerinde hafif giysiler olmasına özen gösterildi (36).

Boy uzunluğu “Harpenden antropometre” aleti kullanılarak ölçüldü (37, 38). *Vertex*'e teğet geçen düzlem ile zemin arasındaki mesafenin değeri boy uzunluğu olarak alındı.

Yürüme ve ayakta dik duruş analizi için kullanılan ölçüm cihazı

Yer tepkime kuvvetlerinin ölçümü için bir kuvvet platformu olan Zebris© FDM System Type FDM 1.5 (Zebris Medical GmbH) cihazının denge analizi bölümü ve WinFDM bilgisayar programı kullanıldı (Resim 4, 5).

Bu sistem ayakta dik duruş ve yürüme analizinde kuvvet yayılımlarını ölçmek için kullanılan bilgisayar destekli bir sistemdir. Basınç dağılımlarını ölçen bu sistem uygulanan kişiye herhangi bir zarar vermeden teşhise yardım etmenin yanı sıra tedavinin izlenmesine yönelik yapılmış bir üründür. Yürüme analizi ölçümleri kolay, çabuk ve dinamik olarak kayıt yapıp değerlendirilebilir. Veriler, ölçülecek kişi platformun üstünde yürürken veya durur pozisyondayken iki boyutlu algılama kapasiteli sensörler aracılığı ile elde edilir. Bu yol ile statik ve dinamik olarak alt ekstremiteler üzerine binen yükler hesaplanabilmektedir. Sistem birkaç bileşenden oluşmaktadır.

1. FDM platform: 1,5m uzunluğunda, 158 x 60,5 x 2,5 cm boyutlarında yaklaşık olarak 16,5 kg ağırlığında zemine oturan parçadır (Resim 4). Platform üzerinde 149 x 54.2 cm alana sahip 11264 adet sensor bulunmaktadır. Örnekleme frekansı 30 Hz (isteğe bağlı olarak 300 Hz'e kadar ayarlanabilir) dir.

2. Elektrik güç kablosu: Cihazın çalışması için gerekli olan elektrik enerjisini almayı sağlayan parçadır.

3. USB kablo: Bilgisayar ünitesi ile bağlantıyı sağlayan parçadır.

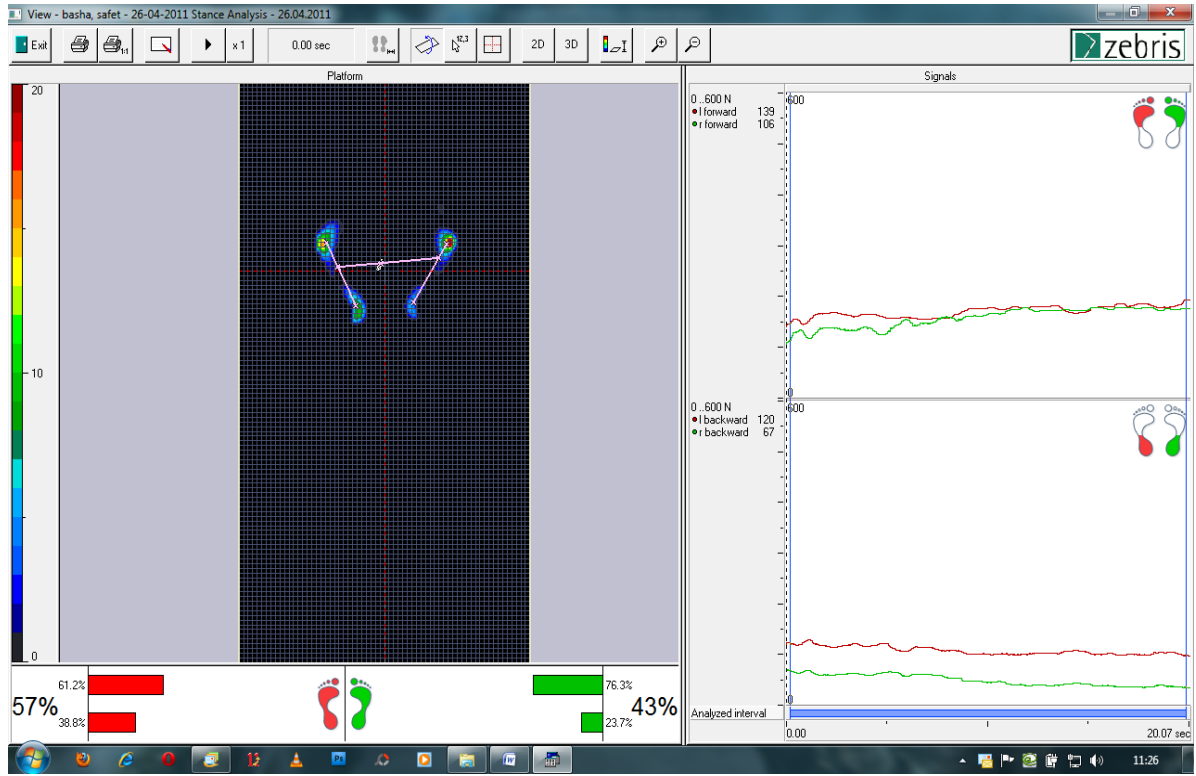
4. Bilgisayar ünitesi: Cihazın bağlandığı ve verilerin alınıp kaydedildiği parçadır.

5. WinFDM: Üretici firma olan Zebris©'in geliştirdiği bilgisayar programıdır (Resim 5).

6. Cihaza bağlanabilen elektromyografi ünitesi.



Resim 4. Zebris© FDM System Type FDM 1.5



Resim 5. WinFDM programı

Ölçüm yöntemi

Yer tepkime kuvvetlerinin ölçümü gözler açık iki ayak üzerinde, gözler kapalı iki ayak üzerinde, gözler açık sağ ayak üzerinde ve gözler açık sol ayak üzerinde olmak üzere dört pozisyonda gerçekleştirildi. Ölçümler sırasında herhangi bir ses olmaması için önceden tedbir alındı ve ortam ısı oda sıcaklığında ayarlandı. Öncelikle deneklere ölçümlerin nasıl yapılacağı anlatılarak gösterildi. Deneklerin gözleri, 2 m uzaklıkta göz seviyesinde önceden belirlenmiş bir görsel hedefe odaklandı. Bu esnada bilgisayar programında platformun kalibrasyonu yapıldı. Anterior-posterior doğrultuda ayağın “*os naviculare*” kemikleri arasındaki tasarılı bir çizgi, platformun merkez eksenine uyumlu hale getirildi. Kalibrasyon işleminden sonra kayıt süresi 20 sn olacak şekilde ölçüm yapıldı ve veriler kaydedildi. Ölçümler arasında dinlenme süresi olarak 2 dk ara verildikten sonra diğer pozisyonlardaki ölçümlere geçildi.

Tek ayak üzerinde durma pozisyonu için deneklerden ağırlık taşımayan bacağın çalışma boyunca yere basan ayakla temasta olmaması istendi. Tek ayak üzerinde duruş ölçümü sırasında, kaldırılan ayağın yerle temasta olan ayağa değdirilmesi veya direkt yere basılması durumunda ölçüm başarısız olarak değerlendirildi ve tekrarlandı.

Gözler açık iki ayak üzerinde duruş pozisyonunda statik denge ölçüm yöntemi:

Denekler gözler açık durumda baş tam karşıya bakacak şekilde, kollar yere paralel ve avuç içi yere bakacak biçimde uzatılmış, topuklar bitişik ve ayaklar öne doğru 30 derece açık şekilde pozisyonlandı ve ölçümleri yapılarak veriler kaydedildi (Resim 6)



Resim 6. Gözler açık iki ayak üzerinde duruş pozisyonunda statik denge değerlendirilmesi.

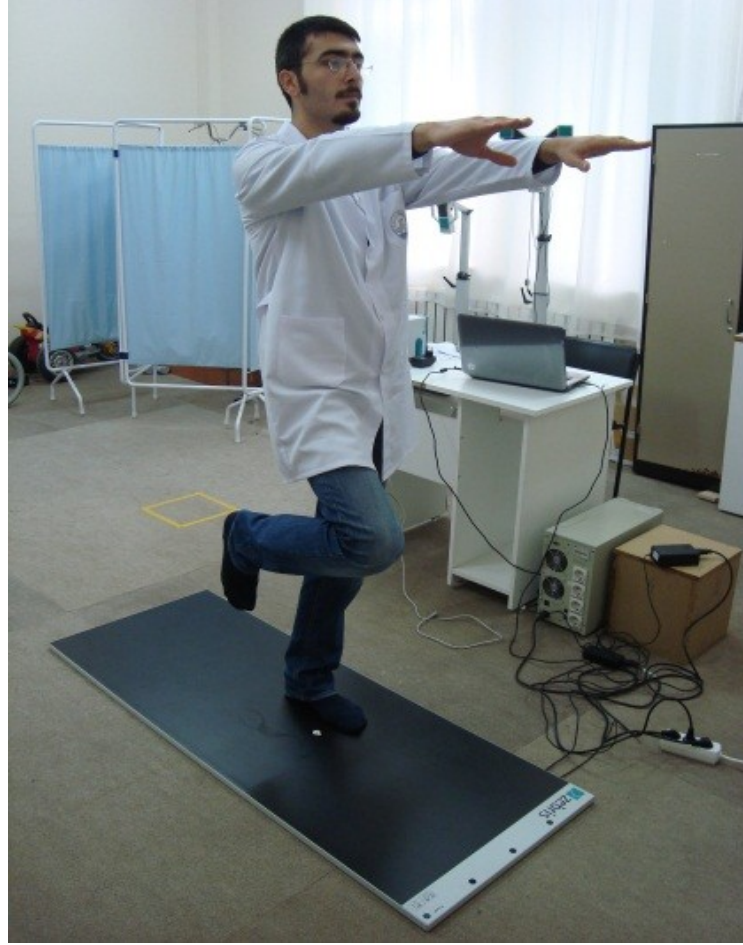
Gözler kapalı iki ayak üzerinde duruş pozisyonunda statik denge ölçüm yöntemi: Gözler kapalı durumda baş tam karşıya bakacak şekilde, kollar yere paralel ve avuç içi yere bakacak biçimde uzatılmış, topuklar bitişik ve ayaklar öne doğru 30 derece açık duruş pozisyonunda ölçümler yapıldı (Resim 7).



Resim 7. Gözler kapalı iki ayak üzerinde duruş pozisyonunda statik denge değerlendirilmesi.

Gözler açık tek ayak üzerinde duruş pozisyonunda statik denge ölçüm yöntemi:

Denek, kollar yere paralel ve avuç içi zemine dönük biçimde uzatılmış, gözler açık durumda baş tam karşıya bakacak şekilde, ayak yerle temasta, diğer diz eklemi fleksiyonda durdu. Diğer ayak yere temas etmeyecek şekilde durulmasına özen gösterilerek bu pozisyonunda ölçüm yapıldı (Resim 8).



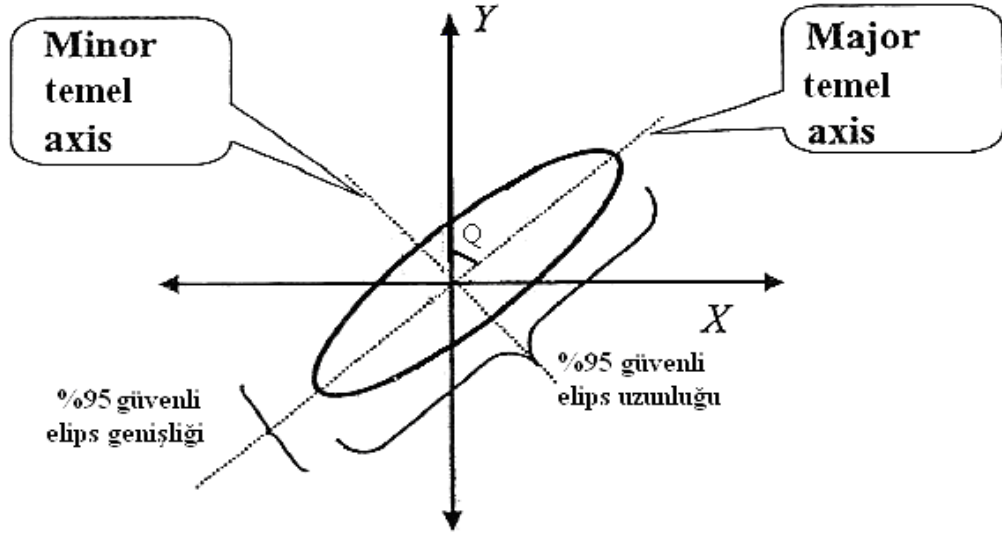
Resim 8. Gözler açık tek ayak üzerinde duruş pozisyonunda statik denge değerlendirilmesi.

COP Parametreleri

COP parametrelerinin hiç düşme hikâyesi olmayanların bile gelecekteki düşme riskini tahmin etmeye yönelik olduğu bildirilmiştir (4).

Ayakta durma sırasındaki COP hareketinin hesaplanması için ayak veya ayakların hareket etmemesi gerekmektedir. Ayrıca ayak ve parmak kaslarının aktivasyonu göz ardı edilir ve ayaklar rijit kısım olarak hesaplanır.

Destek tabanında COP uç noktaları dahil edilerek hesaplanan en küçük elipse rijidite elipsi denir. COP uç noktalarının elipsi oluşturulurken, bazı COP uç noktaları dışarda kalır ve içerdeki alanın bir kısmında da COP noktaları bulunmaz. Çalışmamızda sistem tarafından belirlenen rijidite elipsi COP uç noktalarının %95 oranında dahil olduğu elipstir. Rijidite elipsinin major aksisi maksimum rijidite ve minor aksisi minimal rijidite yönü boyunca uzanırlar. Major ve minor aksisler birbirlerine diktir (Şekil 2) (3).



Şekil 2. Rijidite Elipsi (3). .

Çalışmamızda aşağıdaki COP parametreleri ve ölçütleri değerlendirildi:

1. **%95 Güvenilir Elips Çevresi (E95G):** COP uç noktalarının %95 güvenilirlikle oluşturduğu en küçük elipsin çevresidir (3).
2. **Güvenilir Elips Genişliği (mm) (GEG):** COP uç noktalarının oluşturduğu en küçük elipsin minimum rijidite yönünde uzanan aksisidir (94).
3. **Güvenilir Elips Uzunluğu (mm) (GEU):** COP uç noktalarının oluşturduğu en küçük elipsin maksimum rijidite yönünde uzanan aksisi olarak tanımlanır (94).

4. **Güvenilir Elips Açısı (°) (GEA):** Literatürde GEU ile elips merkezinden geçen X aksisi arasındaki açı olarak tanımlanmasına karşın (3), kullandığımız cihaz %95 GEA olarak GEU ile Y aksis arasındaki açığı ölçmektedir.
5. **Güvenilir Elips Alanı (mm²) (GEAL):** COP uç noktalarının % 95 oranında dahil olduğu en küçük elips konumunu belirtir (3,32).
6. **COP Total Yol Uzunluğu (mm) (TYU):** Deneme süresince COP tarafından dolaşılan total mesafe olarak tanımlanır. COP lokalizasyonları arasındaki kesin mesafenin toplanmasıyla hesaplanabilir (2,39).
7. **COP Horizontal Sapma (mm) (HS):** COP'un yatay yer değişim aralığıdır. Literatürde medial-lateral COP yerdeğişimi olarak belirtilmiştir.
8. **COP Vertikal Sapma (mm) (VS):** COP'un vertikal yöndeki yer değişimidir. Literatürde COP'un anterior-posterior yer değişimi olarak tanımlanmıştır.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için, Trakya Üniversitesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'ndaki SPSS 19 programı kullanıldı. Sonuçlar ortalama \pm standart deviasyon (SD) olarak ifade edildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu için "Tek Örneklem Kolmogorov Smirnov testi" kullanıldı. Cinsler arası değişkenlerin karşılaştırılması normal dağılım nedeniyle "Student's t-test", değişkenlerin kendi aralarındaki karşılaştırılması için "Eşlendirilmiş t testi", kategorik verilerin karşılaştırılmasında "Ki-kare testi" kullanıldı. $P < 0.05$ değeri istatistiksel anlamlılık sınır değeri olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmamıza 18- 25 yaş aralığında 60 üniversite öğrencisi katıldı. Deneklerin antropometrik değerleri arasında boy ve kilo açısından cinsiyet farklılığı anlamlıydı ($p<0,05$). Kız ve erkek deneklerin ortalama yaş, boy, kilo ve Vücut kitle indeksi (VKİ) değerleri Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya katılan deneklerin antropometrik verileri (ortalama \pm SD)

Antropometrik veriler	Kız (n:30)	Erkek (n:30)	P
Yaş (yıl)	18,97 \pm 0,89	18,93 \pm 1,55	0,919
Boy (cm)	162,80 \pm 4,84	177,50 \pm 5,06	0,001*
Kilo (kg)	57,97 \pm 9,19	71,60 \pm 11,53	0,001*
VKİ (kg. m ⁻²)	21,84 \pm 3,11	22,69 \pm 3,36	0,314

VKİ: Vücut kitle indeksi.

İki Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonunda Statik Denge Ölçüm Bulguları

Çalışmamızda, denek grupları kendi içlerinde iki ayak üzerinde gözler açık ve iki ayak üzerinde gözler kapalı pozisyonlardaki denge durumları açısından karşılaştırıldılar. Bu karşılaştırmadan elde edilen ortalama değerler Tablo 2 ve Tablo 3’de belirtilmiştir. Her iki grupta da TYU değerleri arasında anlamlı farklılık görüldü ($p<0,05$). İki ayak üzerinde gözler açık ve iki ayak üzerinde gözler kapalı pozisyonlarda kızlar TYU değeri sırasıyla 129,4-537,0 mm ve 149,7-627,3 mm aralığında değişmekteydi. Erkekler TYU değerleri aralığı iki ayak üzerinde gözler açık pozisyonunda 113,3mm-380,7mm: iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonunda 104,9 mm, 627,3 mm’ydi.

Hem kızlar hem de erkeklerin GEA ölçüm verileri arasında her iki pozisyonda da anlamlı bir farklılık yoktu (Tablo 2 ve 3). Kızların iki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonundaki GEA değerleri $1,9^{\circ}$ ile $83,6^{\circ}$ aralığında: iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonundaki GEA değerleri ise $0,1^{\circ}$ ile $88,7^{\circ}$ aralığındaydı. İki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda, erkeklerin en küçük GEA değeri $2,3^{\circ}$, en büyük GEA değerleri $88,6^{\circ}$ idi. Erkekler GEA değeri, iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonunda ise $1,2^{\circ}$ ile $81,6^{\circ}$ arasında değişmekteydi.

Her iki grubun iki ayak üzerinde gözler açık ve iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonları arasındaki GEG, GEU, GEAL, HS ve VS değerleri karşılaştırıldığında $p>0,05$ 'di (Tablo 2 ve 3). Aralarında anlamlı fark bulunamayan bu ölçüm verilerinin ortalama değerleri Tablo 2 ve 3'de gösterilmiştir.

Kızların GEG değerleri, iki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda 2,5- 14,9 mm, iki ayak üzerinde gözler kapalı pozisyonda ise 2,8 mm ile 12,8 mm aralığında değişmekteydi. Ortalama değerler Tablo 2'de gösterilmiştir. Erkeklerin iki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda GEG değerleri 3,9- 12,7 mm arasındaydı. İki ayak üzerinde gözler kapalı pozisyonda ise alt ve üst sınır; 2,9 ile 13,5 mm değerleriydi. Erkek deneklerin iki ayak üzerinde duruş ortalama verileri Tablo 3'de belirtilmiştir.

İki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda kızların GEU değerleri 7,0 ile 35,3 mm aralığındayken, kızların iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonundaki ölçüm verileri 7,4 ile 32,1 mm arasında değişmekteydi. Ortalama değerler Tablo 2'de gösterilmiştir. Erkeklerin ise bu değer aralığı iki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda 5,7 mm- 23,0 mm: iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonunda 4,5- 21,9 mm 'ydi. Erkeklerin iki ayak üzerinde duruş ölçüm verileri ortalama değerleri Tablo 3'de belirtilmiştir. Hem kızların hem de erkeklerin GEAL değerleri açısından duruş pozisyonları arasında anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$). Kızların GEAL değerleri, iki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda 20,8 ile 331,7 mm² arasında: iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonunda ise 30,1 ile 317,2 mm² arasında değişmekteydi. Erkeklerin GEAL değeri ise, iki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda 21,2 ile 223,2 mm²: iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonunda 13,9 ile 176,7 mm² aralığındaydı. Ortalama GEAL değerleri Tablo 2 ve 3 'de verilmiştir.

Erkekler VS değerleri iki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda 0,1 ile 36,6 mm, iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonunda 0,0 ile 41,6 mm aralığındaydı. Kızların bu ölçüm verileri ise iki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda 0,0 ile 103,5

mm, iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonunda 1,8 ile 84,6 mm arasında değişti. Tablo 2’de ortalama değerler belirtilmiştir.

Tablo 2. Kız deneklerin iki ayak üzerinde duruş pozisyonu verileri (ortalama ± SD)

Ölçüm verileri	gözler açık	gözler kapalı	P
GEG	7,11 ± 2,83	7,88 ± 2,78	0,093
GEU	16,03 ± 7,27	16,28 ± 6,14	0,837
GEAL	96,57 ± 75,81	106,69 ± 73,73	0,418
TYU	221,31 ± 89,88	262,180 ± 98,39	0,001*
GEA	34,99 ± 26,34	29,77 ± 25,68	0,293
VS	20,08 ± 20,68	22,56 ± 19,70	0,330
HS	12,93 ± 9,38	11,56 ± 8,29	0,230

GEG: Güvenilir elips genişliği, GEU: Güvenilir elips uzunluğu, GEAL: Güvenilir elips alanı (mm²), TYU: “Center of Pressure” total yol uzunluğu, GEA: Güvenilir elips açısı (°), VS: Anterior-Posterior “Center of Pressure” (mm), HS: Medial-Lateral “Center of Pressure” (mm).

Tablo 3. Erkek deneklerin iki ayak üzerinde duruş pozisyonu verileri (ortalama ± SD)

Ölçüm verileri	gözler açık	gözler kapalı	P
GEG	6,98 ± 2,21	7,36 ± 2,71	0,364
GEU	13,09 ± 4,31	12,90 ± 4,59	0,856
GEAL	76,73 ± 46,79	80,43 ± 48,64	0,659
TYU	192,66 ± 63,81	225,51 ± 78,11	0,001*
GEA	34,62 ± 23,74	29,74 ± 21,73	0,360
VS	13,99 ± 9,88	13,46 ± 11,06	0,803
HS	11,58 ± 11,18	11,03 ± 10,39	0,625

GEG: Güvenilir elips genişliği, GEU: Güvenilir elips uzunluğu, GEAL: Güvenilir elips alanı, TYU: “Center of Pressure” total yol uzunluğu, GEA: Güvenilir elips açısı (°), VS: Anterior-Posterior “Center of Pressure” (mm), HS: Medial-Lateral “Center of Pressure” (mm).

HS ölçüm verileri, iki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda kızlarda 0,2-33,8 mm: erkeklerde 0,5 ile 43,4 mm aralığındaydı. İki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonunda kızların HS değerleri, 0,4- 28,7 mm: erkeklerin HS değerleri ise 0,1- 46,6 mm aralığındaydı.

Tek Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonunda Statik Denge Ölçüm Bulguları

Sağ ayak üzerinde duruş ve sol ayak üzerinde duruş pozisyonları ölçüm verilerini karşılaştırıldığımızda, erkeklerin VS ve GEA değerleri dışında hiçbir ölçüm verisi arasında anlamlı bir farklılık bulunamadı ($p > 0,05$) (Tablo 6 ve 7).

Kız deneklerin GEG ölçüm verileri aralığı, sağ ayak üzerinde duruşta 4.0- 28.9mm: sol ayak üzerinde duruşta ise 8,1- 22,3 mm'ydı. GEU ölçüm verisi alt ve üst sınırı sağ ayak üzerinde duruşta 10,2- 39,2 mm: sol ayak üzerinde duruşta 11,9- 37,1mm'ydı. GEAL değeri ise sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda 70,9 ile 883,6 mm², sol ayak üzerinde duruş pozisyonunda 91,0 ile 530,6 mm² aralığındaydı. TYU sağ ve sol ayak üzerinde duruş alt ve üst sınır değerleri sırasıyla 341,0-1120,8 mm ve 325,6-1175,4 mm'ydı. GEA değerleri sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda 0,6° ile 86,1° arasında: sol ayak üzerinde duruş pozisyonunda ise 2,3° ile 79,2° arasında değişmekteydi. VS sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda 2,4 ile 98,9 mm ve sol ayak üzerinde duruş sırasında 0,3 ile 80,0mm aralığındaydı. Son olarak HS sağ ayak üzerinde duruşta 48,7 ile 101,0 mm arasında, sol ayak üzerinde duruşta ise 46,2 ile 97,1 mm aralığında bir değişim gösterdi. Kızların tek ayak üzerinde duruş pozisyonu ortalama verileri Tablo 4'de verilmiştir. Bu değerler arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($p > 0,05$).

Tablo 4. Kız deneklerin tek ayak üzerinde duruş pozisyonu verileri (ortalama \pm SD)

Ölçüm verileri	Sağ	Sol	P
GEG	14,22 \pm 5,58	14,37 \pm 3,90	0,866
GEU	22,18 \pm 6,65	23,00 \pm 5,91	0,520
GEAL	265,390 \pm 182,34	271,88 \pm 124,68	0,828
TYU	618,94 \pm 202,96	647, 98 \pm 224,72	0,473
GEA	36,39 \pm 25,82	28,49 \pm 22,14	0,080
VS	36,68 \pm 28,15	33,59 \pm 20,28	0,512
HS	67,06 \pm 11,71	67,86 \pm 12,64	0,672

GEG: Güvenilir elips genişliği, **GEU:** Güvenilir elips uzunluğu, **GEAL:** Güvenilir elips alanı, **TYU:** "Center of Pressure" total yol uzunluğu, **GEA:** Güvenilir elips açısı (°), **VS:** Anterior-Posterior "Center of Pressure" (mm), **HS:** Medial-Lateral "Center of Pressure" (mm).

Erkeklerin VS değeri Tablo 5'de gösterildiği gibi anlamlıydı ($p < 0,05$). Sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda en alt ve üst VS değerleri 1,0 ve 78,6 mm: sol ayak üzerinde duruştaki en alt ve üst VS değerleri ise 0,5 ve 59,3 mm'ydı. Erkekler için verilen diğer ölçüm verileri arasındaki fark anlamlı değildi (Tablo 5). Tablo 5'de tek ayak üzerinde duruş ölçüm verilerinin ortalama değerleri belirtilmiştir. Sağ ayak üzerinde duruş GEG ölçüm verileri aralığı 8,8- 27,1 mm iken, sol ayak üzerinde duruşta 10,2- 22,9 mm'ydı. GEU ölçüm verisi,

sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda 14,5 ve 45,4 mm, sol ayak üzerinde duruş sırasında 15,7 ve 47,0 mm aralığındaydı. GEAL değeri ise sağ ayak üzerinde duruşta 123,3 ile 965,7 mm², sol ayak üzerinde duruş pozisyonunda 133,9 ile 845,9 mm² arasında değişmekteydi. TYU alt ve üst sınırı sırasıyla sağ ayak üzerinde duruş pozisyonlarında 343,2 ile 1390,4 mm ve sol ayak üzerinde duruş pozisyonlarında 349,2 ile 1325,0 mm' idi. Sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda GEA değerleri 0,3° ile 88,5° arasında: sol ayak üzerinde duruş pozisyonunda ise bu değer 2,3 ve 84,4° arasında değişmekteydi. Son olarak HS ölçüm verisi sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda 55,3 ile 112,0 mm: sol ayak üzerinde duruş pozisyonunda ise 55,8 ile 113,1 mm aralığındaydı.

Tablo 5. Erkek deneklerin tek ayak üzerinde duruş pozisyonu verileri (ortalama ± SD)

Ölçüm verileri	Sağ	Sol	P
GEG	15,70 ± 5,58	15,08 ± 3,41	0,344
GEU	23,28 ± 7,94	23,16 ± 6,85	0,931
GEAL	305,39 ± 186,35	285,75 ± 148,73	0,462
TYU	720,88 ± 254,65	677,69 ± 214,41	0,179
GEA	46,61 ± 25,93	32,19 ± 19,47	0,019*
VS	33,38 ± 19,30	20,58 ± 13,81	0,001*
HS	75,33 ± 13,04	74,94 ± 12,71	0,891

GEG: Güvenilir elips genişliği, **GEU:** Güvenilir elips uzunluğu, **GEAL:** Güvenilir elips alanı, **TYU:** “Center of Pressure” total yol uzunluğu, **GEA:** Güvenilir elips açısı (°), **VS:** Anterior-Posterior “Center of Pressure” (mm), **HS:** Medial-Lateral “Center of Pressure” (mm)

Cinsiyete Göre İki Ayak Üzerinde Gözler Açık ve İki Ayak Üzerinde Gözler Kapalı Pozisyonların Statik Denge Ölçüm Bulguları

İki ayak üzerinde gözler açık ve iki ayak üzerinde gözler kapalı duruş pozisyonlarında yaptığımız ölçümleri, cinsiyet farklılığını belirlemeye yönelik değerlendirdiğimizde ölçüm verileri arasında anlamlı bir cinsiyet farklılığı yoktu. Ortalama ölçüm verileri Tablo 6’da belirtildiği şekildeydi.

Tablo 6. Kız ve erkek deneklerin iki ayak üzerinde duruş pozisyonu verileri (ortalama ± SD)

Ölçüm verileri	Gözler açık			Gözler kapalı		
	Kız	Erkek	p	Kız	Erkek	p
GEG	7,11 ± 2,83	6,98 ± 2,21	0,844	7,88 ± 2,78	7,36 ± 2,71	0,464
GEU	16,03 ± 7,27	13,09 ± 4,31	0,062	16,28 ± 6,14	12,90 ± 4,59	0,019*
GEAL	96,57 ± 75,81	76,73 ± 46,79	0,227	106,69 ± 73,73	80,43 ± 48,64	0,109
TYU	221,31 ± 89,88	192,66 ± 63,81	0,160	262,180 ± 98,39	225,51 ± 78,11	0,115
GEA	34,99 ± 26,34	34,62 ± 23,74	0,955	29,77 ± 25,68	29,74 ± 21,73	0,996
VS	20,08 ± 20,68	13,99 ± 9,88	0,151	22,56 ± 19,70	13,46 ± 11,06	0,031*
HS	12,93 ± 9,38	11,58 ± 11,18	0,614	11,56 ± 8,29	11,03 ± 10,39	0,828

GEG: Güvenilir elips genişliği, **GEU:** Güvenilir elips uzunluğu, **GEAL:** Güvenilir elips alanı, **TYU:** “Center of Pressure” total yol uzunluğu, **GEA:** Güvenilir elips açısı (°), **VS:** Anterior-Posterior “Center of Pressure” (mm), **HS:** Medial-Lateral “Center of Pressure”(mm).

Cinsiyete Göre Tek Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonundaki Statik Denge Ölçüm

Bulguları

Tek ayak üzerinde duruş pozisyonlarında kızlar ve erkekler ölçüm verilerini karşılaştırdığımızda, her iki duruş pozisyonunda da, HS ölçüm verisi açısından cinsiyet farklılığı anlamlıydı (Tablo 7). Erkeklerin sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda, HS değerleri 55,3 ile 112,0 mm aralığında iken, kızların 48,7 ile 101,0 mm arasında değişmekteydi. Sol ayak üzerinde duruş pozisyonundaki HS değerleri ise erkeklerin 55,8 ile 113,1 mm aralığında, kızların 46,2 ile 97,1 mm aralığında değişmekteydi. VS değeri ise sadece sol ayak üzerinde duruş pozisyonunda cinsiyet farklılığı göstermekteydi (Tablo 7). Sol ayak üzerinde duruş pozisyonunda kızların VS değeri 0,3 ile 80,0 mm aralığında, erkeklerin VS değeri 0,5 ve 59,3 mm aralığındaydı.

Tablo 7. Kız ve erkek deneklerin tek ayak üzerinde duruş pozisyonu verileri (ortalama ± SD)

Ölçüm	Sağ	Sol
-------	-----	-----

verileri	Kız	Erkek	p	Kız	Erkek	p
GEG	14,22 ± 5,58	15,70 ± 5,58	0,249	14,37 ± 3,90	15,08 ± 3,41	0,458
GEU	22,18 ± 6,65	23,28 ± 7,94	0,562	23,00 ± 5,91	23,16 ± 6,85	0,922
GEAL	265,390 ± 182,34	305,39 ± 186,35	0,404	271,88 ± 124,68	285,75 ± 148,73	0,697
TYU	618,94 ± 202,96	720,88 ± 254,65	0,092	647,98 ± 224,72	677,69 ± 214,41	0,602
GEA	36,39 ± 25,82	46,61 ± 25,93	0,132	28,49 ± 22,14	32,19 ± 19,47	0,494
VS	36,68 ± 28,15	33,38 ± 19,30	0,598	33,59 ± 20,28	20,58 ± 13,81	0,005*
HS	67,06 ± 11,71	75,33 ± 13,04	0,012*	67,86 ± 12,64	74,94 ± 12,71	0,035*

GEG: Güvenilir elips genişliği, GEU: Güvenilir elips uzunluğu, GEAL: Güvenilir elips alanı, TYU: “Center of Pressure” total yol uzunluğu, GEA: Güvenilir elips açısı (°), VS: Anterior-Posterior “Center of Pressure” (mm), HS: Medial-Lateral “Center of Pressure” (mm)

İki Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonu ile Tek Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonlarının Statik Denge Ölçüm Bulgularının Karşılaştırılması

Çalışmamızda propriosepsiyon azalmasının postür kontrolüne etkisini belirlemek için gözler açık iki ayak üzerinde ve tek ayak üzerinde duruş pozisyonlarını karşılaştırdığımızda, hem kızların hem de erkeklerin ölçüm değerlerinin çoğunda anlamlı farklılık bulduk. Kızlarda gözler açık iki ayak üzerinde duruş pozisyonuyla hem sağ ayak, hem de sol ayak üzerinde duruş pozisyonları arasında GEA dışındaki ölçüm verilerinin hepsinde anlamlı farklılık vardı ($p < 0,05$) (Tablo 8).

Erkeklerde, gözler açık iki ayak üzerinde duruş pozisyonuyla sağ ayak üzerinde duruş pozisyonları arasında GEA dışındaki ölçüm verilerinin hepsinde anlamlı farklılık vardı ($p < 0,05$) (Tablo 9). Erkeklerin gözler açık iki ayak üzerinde duruş pozisyonuyla sol ayak üzerinde duruş pozisyonunu karşılaştırdığımızda GEA değerinin yanı sıra VS değerleri arasında da anlamlı farklılık yoktu ($p > 0,05$) (Tablo 9).

Tablo 8. Kız deneklerin İki ayak ve tek ayak üzerinde duruş pozisyonu verileri (ortalama ± SD)

Ölçüm verileri	İki Ayak	Sağ	Sol
GEG	7,11 ± 2,83	14,22 ± 5,58*	14,37 ± 3,90†
GEU	16,03 ± 7,27	22,18 ± 6,65*	23,00 ± 5,91†

GEAL	96,57 ± 75,81	265,390 ± 182,34*	271,88 ± 124,68 [†]
TYU	221,31 ± 89,88	618,94 ± 202,96*	647,98 ± 224,72 [†]
GEA	34,99 ± 26,34	36,39 ± 25,82	28,49 ± 22,14
VS	20,08 ± 20,68	36,68 ± 28,15*	33,59 ± 20,28 [†]
HS	12,93 ± 9,38	67,06 ± 11,71*	67,86 ± 12,64 [†]

GEG: Güvenilir elips genişliği, **GEU:** Güvenilir elips uzunluğu, **GEAL:** Güvenilir elips alanı, **TYU:** “Center of Pressure” total yol uzunluğu, **GEA:** Güvenilir elips açısı (°), **VS:** Anterior-Posterior “Center of Pressure” (mm), **HS:** Medial-Lateral “Center of Pressure” (mm)

*: p<0,05: İki ayak ile sağ ayak üstünde, †: p<0,05 İki ayak ile sol ayak üstünde

Tablo 9. Erkek deneklerin İki ayak ve tek ayak üzerinde duruş pozisyonu verileri (ortalama ± SD)

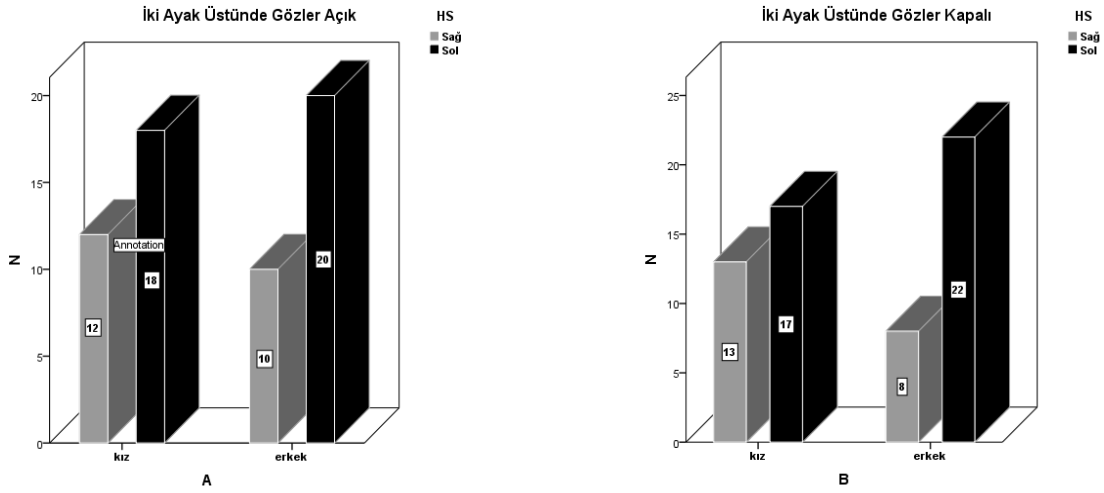
Ölçüm verileri	İki Ayak	Sağ	Sol
GEG	6,98 ± 2,21	15,70 ± 5,58*	15,08 ± 3,41 [†]
GEU	13,09 ± 4,31	23,28 ± 7,94*	23,16 ± 6,85 [†]
GEAL	76,73 ± 46,79	305,39 ± 186,35*	285,75 ± 148,73 [†]
TYU	192,66 ± 63,81	720,88 ± 254,65*	677,69 ± 214,41 [†]
GEA	34,62 ± 23,74	46,61 ± 25,93	32,19 ± 19,47
VS	13,99 ± 9,88	33,38 ± 19,30*	20,58 ± 13,81
HS	11,58 ± 11,18	75,33 ± 13,04*	74,94 ± 12,71 [†]

GEG: Güvenilir elips genişliği, **GEU:** Güvenilir elips uzunluğu, **GEAL:** Güvenilir elips alanı, **TYU:** “Center of Pressure” total yol uzunluğu, **GEA:** Güvenilir elips açısı (°), **VS:** Anterior-Posterior “Center of Pressure” (mm), **HS:** Medial-Lateral “Center of Pressure” (mm)

*: p<0,05: İki ayak ile sağ ayak üzerinde, †: p<0,05 İki ayak ile sol ayak üzerinde

İki Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonundaki Cinsler Arası COP’un HS Yönlerinin Karşılaştırılması

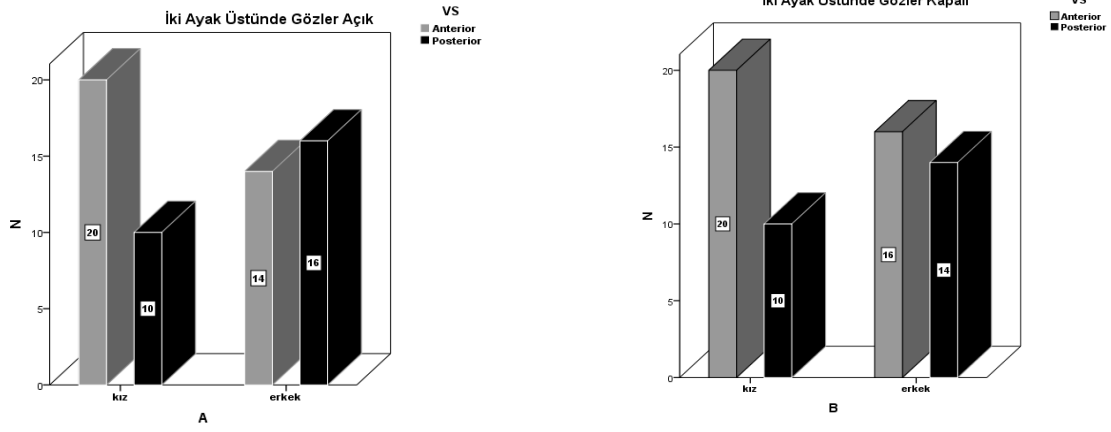
Çalışmamızda gözler açık duruş pozisyonunda kızların %40’ı (12), erkeklerin %33,3’ü (10) sağa, kızların %60’ı (18), erkeklerin % 66,7’si (20) sola sapmaktaydı. Gözler kapalı duruş pozisyonunda kızların %43,3’ü (13), erkeklerin %26,7’si (8) sağa, kızların %56,7’si (17), erkeklerin % 73,3’ü (22) sola sapmaktaydı (Resim 9). Cinsler arasında anlamlı bir fark yoktu (p>0.05).



Resim 9. COP'un HS yönlerinin iki ayak üzerinde duruş pozisyonundaki Karşılaştırılması: A) Gözler açık. B) Gözler kapalı.

İki Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonundaki Cinsler Arası COP'un VS Yönlerinin Karşılaştırılması

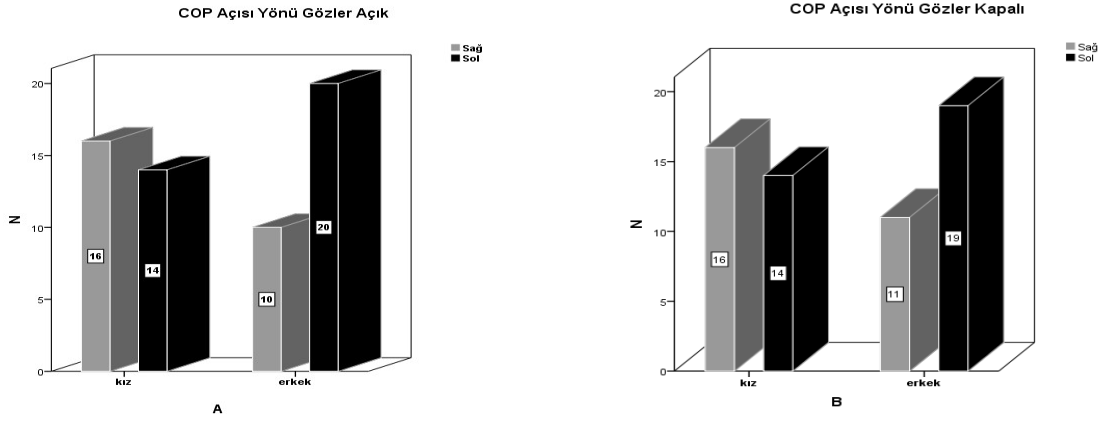
Gözler açık duruş pozisyonunda kızların %33,3'ü (10), erkeklerin %53,3'ü (16) arkaya, kızların %66,7'si (20), erkeklerin % 46,7'si (14) öne sapsmaktaydı. Gözler kapalı duruş pozisyonunda kızların VS değerleri gözler açık duruştaki değerlerle aynıken, erkeklerin %53,3'ü (16) öne, % 46,7'si (14) arkaya sapsmaktaydı (Resim 10). Cinsler arasında anlamlı bir fark yoktu ($p > 0.05$).



Resim 10. COP'un VS yönlerinin iki ayak üzerinde duruş pozisyonundaki Karşılaştırılması: A) Gözler açık. B) Gözler kapalı.

İki Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonundaki Cinsler Arası COP Açısı Yönlerinin Karşılaştırılması

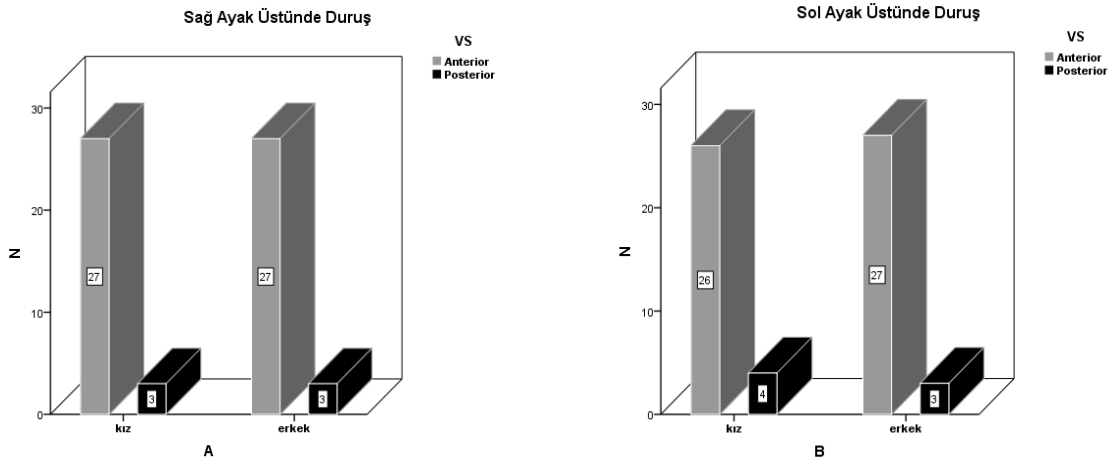
İki ayak üzerinde gözler açık duruş pozisyonunda kızların % 53,3'ünün (16), erkeklerin % 33,3'ünün (10) COP açısı yönü sağa, kızların % 46,7'sinin (14), erkeklerin %66,7'sinin (20) sola sapmaktaydı. Gözler kapalı duruş pozisyonunda kızların COP açısı yönleri gözler açık ayakta duruş pozisyonuyla aynıydı. Erkeklerin ise % 36,6'sının (11) sağa, % 63,4'ünün (19) sola doğruydü (Resim 11). Bu karşılaştırmalar sonucunda da cinsler arası anlamlı bir farklılık bulunmadı.



Resim 11. İki ayak üzerinde duruş pozisyonunda COP açısı yönü karşılaştırılması: A) Gözler açık. B) Gözler kapalı.

Tek Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonunda Cinsler Arası COP'un VS Yönleri Karşılaştırılması

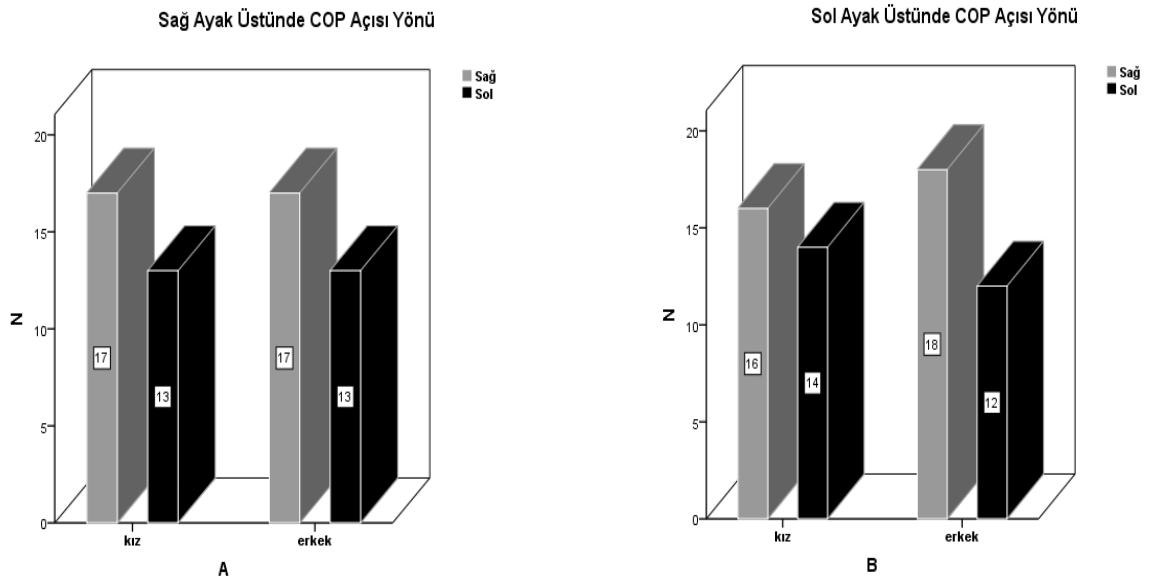
Sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda kızlar ve erkeklerin %10'unun COP değeri (3) arkaya , %90'nın (27) öne kaymıştı. Sol ayak üzerinde duruşta kızların % 13,3'ünün (4), erkeklerin %10'unun (3) arkaya, kızların % 86,7' sinin (26), erkeklerin % 90'nın (27) öne sapmıştı (Resim 12). Cinsler arası anlamlı bir farklılık yoktu.



Resim 12. COP'un VS yönünün Tek ayak üzerinde duruş pozisyonunda karşılaştırılması: A) Sağ ayak üzerinde. B) Sol ayak üzerinde.

Tek Ayak Üzerinde Duruş Pozisyonunda Cinsler Arası COP Açısı Yönlerinin Karşılaştırılması

Sağ ayak üzerinde duruş pozisyonunda hem kızların hem de erkeklerin % 43,3'ünün (13) COP açısı sol yöne, % 56,7'sinin (17) sağa doğruydu. Sol ayak üzerinde duruşta ise kızların % 53,3'ünün (16), erkeklerin % 60'mının (18) sağa, kızların % 46,7'sinin (14), erkeklerin %40'mının (12) sola doğruydu (Resim 13). Cinsler arası anlamlı bir farklılık bulunmadı.



Resim 13. Tek ayak üzerinde duruş pozisyonunda COP açısı yönü karşılaştırılması: A) Sağ ayak üzerinde. B) Sol ayak üzerinde.

TARTIŞMA

Dengenin üç bileşeninden görme ve propriosepsiyon kısımlarının statik postür kontrolü üzerindeki etkisi genellikle araştırılmaktadır. Bu çalışmada genç erişkinlerde statik postür normatif verilerinin elde edilmesi prosedürü iki denge komponentinin postür kontrolü üzerindeki etkileri ortaya koyularak yapılmıştır. Ayrıca test yaptığımız her pozisyon için (gözler açık ve kapalı iki ayak üzerinde, gözler açık sağ ve sol ayak üzerinde) denekler cinsiyet farklılığı açısından karşılaştırılmıştır. Literatürde kullanmış olduğumuz cihazla yapılan ve ölçüm verilerimizin tamamının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

COP'un yer değişimini etkileyen bazı faktörler bulunmaktadır. Yaş, COP yer değişimini etkileyen faktörlerden biridir (4, 5, 6). Sağlıklı yaşlıların postür kontrolünün gençlerden daha kötü olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır (4, 5, 6, 42, 49). Bel ağrısı (31, 32, 41, 50), Wiplash yaralanmaları (41), alt ekstremitte yaralanmaları (31), disleksi (9), diyabetik polinöropati (50), skolyoz (48), yaşlanmaya eşlik eden MSS ve diğer sistem hastalıkları (35) gibi hastalıkların da COP yer değişimine etki ettiğine dair literatür bilgileri bulunmaktadır. Ayrıca, ölçüm süresi (33), ortamın aydınlatılma derecesi (45), profesyonel olarak spor yapmak (8), vertikal kütle merkezinin yeniden dağılımı (48), alkol kullanımı (34) gibi faktörlerinde postür kontrolünü etkilediği belirtilmiştir.

Literatürde görmenin ortadan kalkmasıyla sistematik olarak postür kontrolünün daha iyi değerlendirildiği rapor edilmiştir (6, 31, 41, 43, 45.). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar da bu bilgiyi desteklemektedir. İki ayak üzerinde durma pozisyonunda dengenin görme komponentini ortadan kaldırdığımızda, her iki grubun TYU değerlerinde anlamlı bir artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. D. Abrahamová ve F. Hlavačka (6) yaptıkları çalışmada genç, orta yaşlı ve yaşlılarda görmenin ortadan kalkmasıyla COP parametreleri değerlerinde

istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit etmişlerdir. S. Kim ve arkadaşları (ark.) (5) yaşlıların görme yokluğuna gençlerden daha az duyarlı oldukları, kompensasyon stratejisi geliştirdikleri ve böylece statik postür kontrolünü daha iyi yapabildiklerini belirtmişlerdir.

ML. Harringe ve ark. (31), 12- 21 yaş arası 18'i sağlıklı, 41'i patolojik durumu olan bayan jimnastikçi üzerinde, AMTI® kuvvet platformu ile yaptıkları çalışmada, sağlıklı bireylerin TYU değerini gözler açık pozisyonda $145,81 \pm 39,49$ cm, gözler kapalı duruş pozisyonunda ise $198,98 \pm 58,92$ cm olarak bulmuşlardır. GEAL değerleri ise sırasıyla, $4,26 \pm 1,75$ ve $6,92 \pm 3,91$ cm² olarak tespit etmişlerdir. Gözler açık konumda HS COP değeri $0,39 \pm 0,09$ cm, VS COP değeri ise $0,57 \pm 0,15$ cm, gözler kapalı konumda ise HS COP $0,50 \pm 0,14$ cm, VS COP $0,72 \pm 0,29$ cm olarak elde etmişlerdir. Bu değerler bizim bulduğumuz değerlerden oldukça büyüktür. Çalışma 50 Hz örnekleme frekansında 120 sn süresince gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresinin bizim süremizden uzun olmasının verilerimiz arasındaki farkın nedeni olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu denek grubunun jimnastik sporcularından oluşması da bu farkı açıklayacak bir diğer neden olarak gözükmemektedir. Bunun yanı sıra bu araştırmada çalışmamızda olduğu gibi, VS değerleri HS değerlerinden daha büyük ve görme komponenti ortadan kaldırıldığında hem VS hem de HS değerlerinde artış olduğu bildirilmiştir.

Yaş ortalaması $33,3 \pm 6,7$ olan 11 (4 erkek ve 7 bayan) sağlıklı yetişkinle aynı sayıda Wiplash yaralanmalı hastanın karşılaştırıldığı bir çalışmada (41), iki farklı kuvvet platformu kullanılmıştır. Bu araştırmada iki ayak üzerinde gözler açık, gözler kapalı ve bilişsel yüklenme ile gözler açık duruşta sağ ve sol ekstremitelerin COP yer değişimi ölçülmüştür. 45 sn süren denemelerin sonucunda test pozisyonlarının hepsinde, sağlıklı deneklerin VS COP ve HS COP yer değişimlerinin standart deviasyonu Wiplash yaralanmalı deneklerden daha küçük bulunmuştur. Sağlıklı ve Wiplash yaralanmalı denekler için üç test pozisyonunun ortalama VS değerleri sırasıyla $0,41 \pm 0,02$ cm ve $1,15 \pm 0,11$ cm ($p < 0,001$) ve HS değerleri sırasıyla $0,19 \pm 0,01$ cm ve $0,53 \pm 0,05$ cm ($p < 0,001$) olarak belirtilmiştir. Bu çalışmadaki kontrol grubunun VS ve HS değerleri çalışmamızdaki hem gözler açık, hem de gözler kapalı iki ayak üzerinde duruş pozisyonlarındaki değerlerimizden belirgin şekilde yüksekti. Üç test pozisyonunda yapılan ölçümlerin ortalama değerlerinin verilmiş olması ve sürenin bizim süremizden fazla olması nedeniyle bu farklılığın olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca bu çalışmada deneklerin gözler açık ve gözler kapalı hareketsiz duruş pozisyonlarındaki ortalama HS değerleri sırasıyla $0,30 \pm 0,03$ ve $0,42 \pm 0,06$ cm olarak verilmiştir. Bu değerler bizim değerlerimizden oldukça yüksektir. Bu araştırmada sağlıklı ve Wiplash yaralanmalı deneklerin hepsinin ortalama

değerlerinin alınmış olmasının bu farklılığa neden olduğu görüşündeyiz. Test pozisyonlarındaki VS ve HS COP yer değişimi ayrı ayrı olarak değerlendirildiğinde, kontrol grubunun değerleri Wiplash yaralanmalı grubun değerlerinden belirgin şekilde küçük olduğu ve Wiplash yaralanmalı hastalarda gözler kapalı pozisyonda HS değerinde belirgin bir artış olduğu grafiksel olarak belirtilmiştir. Bu araştırmada grafik üzerinde gösterilen yaklaşık değerlere bakarak sağlıklı deneklerin hem gözler açık hem de gözler kapalı koşullardaki COP VS ve HS değerlerinin bizim değerlerimizden bir miktar yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Bu değer farklılığının, bu çalışmadaki ölçüm sürelerinin bizimkinden fazla olması, demografik ve yöntemsel farklılıklar nedeniyle olduğunu düşünmekteyiz.

COP yer değişimini göstermek için çok sayıda parametre kullanılabilir ve bazı çalışmalarda parametrelerin, test pozisyonlarının ve sürelerin güvenilirliği araştırılmıştır (33, 43, 44, 47, 41). Ortalaması $26,9 \pm 4,7$ yaş olan 12 sağlıklı erkek denekle, BP900900 model kuvvet platformu (Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, MA) kullanılarak yürütülen bir çalışmada, bir hafta içinde iki farklı günde ve iki pozisyonda (gözler açık ve gözler kapalı), hareketsiz duruş değerlendirilmiştir. Bu çalışmadaki değerlendirilen COP parametrelerinin güvenilirliği zayıf-orta olarak belirtilmiştir. Ortalama GEAL değeri, gözler açık pozisyonda 467 ± 337 mm, gözler kapalı pozisyonda ise 597 ± 455 mm'dir. Ortalama VS COP yer değişimi gözler açık ve kapalı pozisyonlarda sırasıyla $18,5 \pm 6,4$ ve $22,7 \pm 18,6$ mm olarak bildirilmiştir. Gözler açık pozisyonda HS COP yer değişimi $23,9 \pm 7,8$ mm, gözler kapalı pozisyonda ise $29,5 \pm 11,9$ mm'dir (43). Bu çalışmadaki yöntem ve kullanılan cihaz bizimkilerden farklıdır ve deneme 60 sn süresince yapılmıştır. Çalışmamızdaki değerlerden farklı olmasının bu nedenle olduğu görüşündeyiz. Bu literatür çalışmasında denemeler üzerindeki gün etkisi görme etkisinden daha az bulunmuştur. Gözler açık pozisyonda yapılan postür kontrolü değerlendirilmesinin güvenilirliğinin gözler kapalı pozisyonundakinden daha fazla olarak belirtilmiştir. Gözler kapatıldığında denegin kompensasyon stratejisi geliştirebileceği ihtimaline karşı daha fazla güvenilirlik geliştirmek için daha çok deneme yapılması gerektiği bildirilmiştir (43).

60- 83 yaş arası 10 bayan ve 6 erkekten oluşan sağlıklı denekler üzerinde 2011 yılında yayınlanan Bertec 4060- 10 kuvvet platformu ve Bertec AM-6701 yükseltici kullanılarak yapılan bir çalışmada, COP parametreleri ölçülmüştür. Bu çalışmada 100 Hz örnekleme frekansı kullanılmıştır. Tekrarlanan test skorları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir ($p>0,05$). Bu çalışmada postürel zorluk dereceleriyle (sert yüzey-gözler açık, sert yüzey gözler kapalı) ve bilişsel görev üstlenme durumuna (eşzamanlı sayma

yaparken) paralel hiçbir net patern gözlenmediği bildirilmiştir. Gözler açık duruş pozisyonunda HS değeri 19 ± 6 mm ve 22 ± 11 mm: VS değerleri gözler açık duruş pozisyonunda 33 ± 0.07 ve 35 ± 0.09 mm, gözler kapalı duruş pozisyonunda 34 ± 6 ve 37 ± 6 mm olarak belirtilmiştir GEAL değeri ise gözler açık duruş pozisyonunda 117 ± 68 ve 154 ± 126 mm² , gözler kapalı duruş pozisyonunda ise 146 ± 115 ve 135 ± 55 mm² olarak verilmiştir. Bu araştırmada tekrarlanan ölçümler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (44). Deneme süresi 30 sn olarak belirtilmiş olan bu çalışmadaki değerler ile değerlerimiz arasındaki farklılık yaşlanmanın postür kontrolünü azalttığını düşündürmektedir

H. van der Kooij ve ark. (33) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, denekler (23-31 yaş arası, 5 kadın ve 5 erkek) bir kuvvet platformu üzerinde rahat duruşta iken ölçümler yapılmıştır. Gözler açık olarak 60 sn 'den daha uzun sürede hesaplandığında ortalama VS, HS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte gözler kapalı yapılan ölçümler sırasında, stabil ortalama VS ve HS değerlerine ulaşmak için 360 sn gerektiği belirtilmiştir. Bu sürelerinde yorgunluk ve konsantrasyon bozukluğuna sebep olabileceği göz önüne alınarak, bu ölçümlerin gözler kapalı pozisyonların aksine gözler açık pozisyonlara duyarlı olduğu rapor edilmiştir. Aynı zamanda en etkili deneme süresinin de araştırıldığı bu çalışmada denekler, gözler açık ve gözler kapalı pozisyonlarda, 60 sn'den başlayarak, git gide artan zaman aralıklarında (örneğin 0- 60, 0- 120, 0- 180, 0- 600sn) değerlendirilmişlerdir. Sonuçlar ölçüm büyüklüklerinin örnekleme süresine duyarlı olduğunu açıkça göstermiştir. 600 sn boyunca meydana gelen COP hareketleri, 60 sn deneme süresiyle karşılaştırıldığında gözle görülür şekilde daha geniştir (33). Yapılan başka bir çalışmada ise 120 sn süre ile yapılan ölçümlerin 60 sn süre ile yapılan ölçümlerden daha güvenilir olduğu belirtilmiştir (31). Literatürdeki çalışmalarda deneme süresi olarak çoğunlukla 60 sn tercih edilmesine rağmen biz 20 sn süresince deneme yapmayı tercih ettik. Çalışmamız normatif veri elde etmeye yönelik olduğundan daha sonra hasta, yaşlı veya çocuklarla yapılan çalışmalarla karşılaştırılma ihtimali çok yüksektir ve bu gruplar için 60 sn süresince ayakta durmak çok zor olabilir. Literatürde deneme süresi olarak 10 ile 30 sn arasında deneme süresi tercih edilen çalışmalarda bulunmaktadır (9, 47).

50 gelişimsel disleksili erkek çocuk ve 42 sağlıklı erkek çocuktan oluşan kontrol grubunun dâhil edildiği bir çalışmada (9), 10 ve 13 yaş arası 2 denek grubu, 50 Hz örnekleme frekansında, bir kuvvet platformu üzerinde, sırayla iki ayak üzerinde (25.6sn) ve tek ayak üzerinde (12.8 sn) hareketsiz durmuşlardır. Her bir grup için hesaplanan ölçümlerin hepsinde, görmenin ortadan kaldırılmasıyla postür stabilitesinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde

azaldığı rapor edilmiştir. Gözler kapalı pozisyonda kontrol grubunun %25'inin kayıt süresi sonlanmadan önce düştüğü bildirilmiştir. Bu çalışmada iki ayak üzerinde gözler kapalı pozisyonun her iki gruba etkisinin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (9). Çalışmamızda da görmenin ortadan kalkmasıyla, TYU ölçüm verisi anlamlı olmak üzere bütün ölçüm verilerinde artış meydana gelmiştir. Bu nedenle çalışmamızın bu çalışmayla uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.

Yapılan bir ön çalışmada HS ve VS kombine edilmiştir (47). Bir çift AMTI kuvvet plağı sistemi kullanılarak 100 Hz örnekleme frekansında 30 sn süresince 8 sağlıklı genç yetişkin (18- 30 yaş arası) denek değerlendirilmiştir. Gözler açık iki ayak üzerinde duruş sırasında, deneklerin ortalama VS mesafesi $2,10 \pm 0,88$ mm, ortalama HS mesafesi $0,62 \pm 0,27$ mm olarak belirtilmiştir. Bu çalışma ölçme ve veri analiz teknikleri açısından çalışmamızdan farklıdır. Ayrıca araştırmaya sadece 8 denek dahil edilmiştir. Demografik farklılıkları da göz önünde bulundurduğumuzda değerler arasındaki farklılığın normal olduğu kanısındayız.

Hayatın ilk 10 yılı sırasında hareketsiz duruş stabilitesinin yaşın artması ile birlikte postür kontrolünün geliştiği şeklinde literatür bilgisi bulunmaktadır (46). Çocukların kas-iskelet sistemi gelişimleri devam ettiği için hareketsiz duruş stabilitesinin gittikçe arttığını düşünmekteyiz. 2007 yılında yayınlanan bir çalışmada (45), yaş ortalaması 9 olan 12 sağlıklı erkek ve 26 kız deneğin, AMTI edinilebilir pilli sistem kuvvet platformu üzerinde, postür kontrolü değerlendirilmiştir. Gözler kapalı iki ayak üzerinde duruş pozisyonundaki TYU, normal ışıklandırmada (200 lx) gözler açık iki ayak üzerinde duruşta ölçülen TYU anlamlı şekilde büyük bulunmuştur (sırasıyla $71,14 \pm 13,3$ ve $66,45 \pm 14,92$ cm $p= 0.001$). VS mesafesi ise gözler kapalı pozisyonda $2,35 \pm 0,78$, normal ışıklandırmada gözler açık pozisyonda ise $1,93 \pm 0,59$ 'dur. Aralarında anlamlı bir farklılık olduğu belirtilmiştir ($p=0.001$). Gözler kapalı pozisyonda HS $1,32 \pm 0,56$ cm, normal ışıklandırma koşulunda gözler açık pozisyonda ise $1,27 \pm 0,69$ cm olarak bildirilmiştir. Bu değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. Işıklandırma koşullarının karşılaştırıldığı bu çalışmada, gözler kapalı duruş için anlamlı olarak daha fazla VS mesafesi gözlemlenmiştir. Çalışmamızdaki değerlerle bu araştırmanın verilerini karşılaştırdığımızda, TYU, VS ve HS salınım aralığı değerlerinin farklı olması çocukların yetişkinlerden daha kötü postür kontrolü olduğu bilgisini düşündürmektedir.

Çalışmamızda görmenin yanı sıra proprioseptif bilgi azalmasının postür kontrolüne etkisini araştırdık ve iki ayak üzerinde duruş ile hem sağ, hem de sol ayak üzerinde duruş

pozisyonları arasında her iki grup içinde GEA dışındaki ölçüm verilerinde anlamlı fark olduğunu gözlemledik ($p < 0,05$). Literatürdeki bazı çalışmalar bulgularımızı desteklemektedir (4, 8, 32). E.C Bryant ve ark. tarafından 50- 67 yaş aralığında randomize 97 sağlıklı denek (44 erkek, 53 kadın) üzerinde yapılan bir çalışmada, gözler açık iki ayak üzerinde duruştan gözler açık tek ayak üzerinde duruşa geçişte, COP yer değişim büyüklüğünün arttığı rapor edilmiştir. Bir Kistler 9281B11 (Kistler Instruments Ltd., Winterthur, Switzerland) model kuvvet platformu kullanılarak deneklerin, hareketsiz gözler açık ve kapalı iki ayak üzerinde ve gözler açık tek ayak üzerinde olmak üzere 4 denge pozisyonunda değerlendirildiği bildirilmiştir. 70 Hz örnekleme frekansında yapılan araştırmada, iki ayak üzerinde gözler kapalı ve açık pozisyonların her ikisinde de HS' de VS' den 2 mm'den fazla hareket olduğunu not etmişlerdir. Gözler açık iki ayak üzerinde duruş pozisyonunda COP HS mesafesi $26,4 \pm 7,9$ mm, COP VS mesafesi $24,4 \pm 5,8$ mm olarak bildirilmiştir. Bu pozisyonda gözler kapalı yapılan ölçümlerde HS $33,1 \pm 11,1$ mm, VS $29,8 \pm 7,6$ mm'dir. Bu değerler bizim her iki denek grubumuzun değerlerinde de yüksektir. Çalışmamızdaki her iki grubun değerleriyle bu değerleri ayrı ayrı karşılaştırdığımızda yaşlanma ile postür kontrolün azaldığını düşünmekteyiz. Tek ayak üzerinde duruş değerlendirmesinde ise HS VS'den ortalama 4mm daha az olduğu bildirilmiştir. Sol ayak üzerinde duruşta HS COP mesafesi $41,9 \pm 13,4$ mm, VS COP mesafesi $45,7 \pm 15,0$ mm verilmiştir. Sağ ayak üzerinde duruşta, HS ve VS COP mesafeleri sırasıyla $41,1 \pm 9,1$ ve $45,8 \pm 16,7$ mm'dir. Çalışmamıza katılan kızların ve erkeklerin HS COP değerleri bu değerlerden oldukça yüksek, VS COP değerleri ise bu çalışmadaki değerlerden bir miktar daha azdır.

15 profesyonel ve 15 amatör futbol oyuncusu üzerinde yapılan bir çalışmada, topa vurmak için kullanılan ayak havada, vücut ağırlığı diğer ayak üzerinde iken postür kontrolü değerlendirilmesi yapılmıştır (8). Kuvvet platformu kullanılarak, gruplar arası ve grup içi (gözler açık ve kapalı) ölçümlerin yapılmış olduğu bu çalışma da statik denge koşulunda GEAL ve COP hızı profesyonel futbol oyuncularını için amatör futbol oyuncularından önemli ölçüde daha fazla bulunmuştur. Tek ayak üzerinde gözler açık pozisyondaki %90 GEAL amatörler için 491 ± 253 , profesyoneller için 301 ± 108 mm² olarak bildirilmiştir. Gruplar arasında farklılığın anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p=0.01$). Bu deneysel çalışmada profesyonel futbolcular amatörlerden daha stabillerdir ve daha iyi postürel performans üretmişlerdir. Ayrıca propriosepsiyon ve görme bilgilerini farklı kullanmışlardır. Futbol oynamaya özgü test pozisyonlarında oynama seviyesinin, postür kontrolü ve performans ölçüm stratejilerini etkilediğini bildirmişlerdir (8). Bu grupların değerleri, deneklerimizin

değerlerinden farklıdır. Ölçüm cihazının ve sürenin farklı olması bu duruma yol açmış olabilir. Literatürdeki bilgilere ters olan bu farklılığının aynı zamanda yöntem farklılığına da bağlı olduğu görüşünderiz (8).

Bel ağrılı hastalarda postürel dengeyi değerlendiren bir grup araştırmacı, tek ayak üzerinde duruşun ve taşınabilir kuvvet platformu üzerinde COP yer değişimi parametrelerinin 10 dk ara ile tekrarlanan ölçümlerdeki güvenilirliğini değerlendirmişlerdir (32). Deneklerin tek ayak üzerinde (sırasıyla sağ ve sol ayaklar üzerinde) hareketsiz durdukları bu çalışmada, COP sapması dört kanallı bir taşınabilir kuvvet platformu (HurLabs BT4) kullanılarak test edilmiştir. Bu çalışmada TYU ve hız parametrelerinin güvenilir olduğu bulunmuş ve tek ayak üzerinde duruş güvenilirliği için COP parametrelerinin tercih edilebileceği belirtilmiştir (32). Testlerde TYU birinci denemede 724 mm, ikinci denemede 721 mm , %90 GEAL sırasıyla 238 ve 234 mm² olarak bulunmuştur. Ölçümler 60 sn yapılmış ve sinyaller 200 Hz de örneklendirilmiştir. Bu araştırmada deneklerin 18- 63 yaş arası 49 bel ağrılı hastalardan oluştuğu bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmayla bu çalışmanın ölçüm değerleri arasındaki farklılığın, yöntemsel farklılıklardan ve denek özelliklerinin farklı olmasından kaynaklandığı görüşünderiz.

T. Pozzo ve ark.'nın çalışmalarında (9), bütün kontrol grubu denekleri sağ ve sol ayak üzerinde 12.5 sn boyunca gözler açık durmuşlardır. Bu çalışmada, disleksinin postür kontrolüne etkisini değerlendirmek için tek ayak üzerinde duruş pozisyonunda yapılan ölçümlerin güvenilir olduğu bildirilmiştir.

Postür kontrolüne cinsiyet etkisinin olup olmadığı literatürdeki çalışmalarda da araştırılmıştır (4, 6, 34). Çalışmamızdaki bulgular, gözler kapalı iki ayak üzerinde ve sağ ayak üzerinde duruşta VS değerinde, sağ ve sol ayak üzerinde duruşlarda HS değerlerinde anlamlı cinsiyet farklılığı göstermiştir.

Statik duruş postürü sırasında COP parametrelerinde cinsiyet farklılıklarının araştırıldığı bir çalışmada (34), sağlıklı, genç 220 denek (108 erkek ve 112 kadın) Romberg pozisyonunda, 1 dk ara ile 60 sn boyunca iki kez test edilmiştir. Kullanılan ölçüm aygıtı bir Anima'nın stabilometresi G5500'dür ve veri örnekleme frekansı 20 Hz'dir. Ortalama TYU erkeklerde $1,14 \pm 0,27$ cm, kadınlarda $1,03 \pm 0,26$ cm olarak bildirilmiştir. Büyüklük dağılımı açısından erkek ve bayanların X aksis'inin standart deviasyonu (HS) sırasıyla $0,51 \pm 0,14$ cm ve $0,44 \pm 0,15$ cm, Y aksis standart deviasyonu (VS) ise sırasıyla $0,65 \pm 0,29$ cm ve $0,60 \pm 0,22$ cm olarak belirtilmiştir. Sağ-sol salınımında anlamlı cinsiyet farklılıkları bulunmuştur, fakat bir bütün olarak vücut salınımına etkisinin göz ardı edilebileceği bildirilmiştir. Hem bu

çalışmada hem de bizim çalışmamızda erkeklerin bazı ölçüm verileri kızlardan anlamlı olarak daha büyüktür. Bu çalışmada ayrıca alkol kullanımının COP parametrelerine etkisi araştırılmıştır. 6 bayan ve 5 erkek genç deneklerin alkol kullanımı öncesinde ve sonrasında yapılan değerlendirilmelerinde sarhoşluğa sebep olacak kadar alkol kullanımıyla COP parametreleri arasında anlamlı farklılık meydana geldiği belirtilmiştir (34).

E.C Bryant ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, emeklilik yaşına yaklaşan kişilerde hareketsiz duruşta denge performansında cinsiyet farklılıkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Ayrıca gözler açık tek ayak üzerinde durma görevleri için de VS ve HS değerlerinin her ikisinde, istatistiksel olarak anlamlı cinsiyet farklılıkları belirlenmiştir ($p<0,01$). Fakat boy ve kilo standardize edilerek COP yer değişimleri karşılaştırıldığında, cinsiyet farklılığı anlamlı bulunmamıştır. Deneklerin boy ve ayak uzunlukları arasında pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir ($r = 0.86$). Erkeklerin %14'ünün ($n=6$) ve bayanların %15'inin ($n= 8$), 30 sn süresince tek ayak üzerinde durma görevini tamamlayamadıkları belirtilmiştir. Bu denge görevini gerçekleştiremeyenler arasında cinsiyet açısından anlamlı bir farklılık olmadığı, grubun sadece %48'inin ($n=47$), denemelerin tamamını başarıyla tamamladıkları rapor edilmiştir (4). Çalışmamızda da deneklerin bir kısmının tek ayak üzerinde duruş denemelerinin sonuna yaklaşırken dengesini devam ettirmede zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Abrahamová ve Hlavačka çalışmalarında (6), yaş ortalaması 24,8 olan 10 erkek ve 24 kadının hareketsiz duruş değerlendirmesi yapmışlardır. Grup içi COP parametrelerinin analizinde sadece sert yüzeyde gözler kapalı duruş sırasında genç kadınlar ve erkekler arasında anlamlı farklılığın ortaya çıktığı belirtilmiştir. Gözler kapalı duruş sırasındaki sapma için (VS erkekler için 28,54 mm, kadınlar için 23,57 mm, $p= 0,040$) ve GEAL için (erkekler için GEAL 3202,44 mm², bayanlar için 2346,80 mm², $p= 0,049$) anlamlı cinsiyet farklılıkları bildirilmiştir (6). Çalışmamızda ise kızlar ve erkekler arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Bu çalışmada denekler, sert ve yumuşak yüzeyde gözler açık ve kapalı olarak değerlendirilmişlerdir. Örneklem frekansı 41 Hz, deneme süresi 50 sn olarak belirlenmiştir. Sürenin uzun olması, bu çalışmada otomatik olarak denegin ağırlığını standardize eden kuvvet platformu kullanılması ve diğer yöntem farklılıklarının değerlerin farklı olmasında etken olduğunu düşünmekteyiz.

Bazı hastalıklar postür kontrolünü etkilemektedir (14, 24, 26). T. Pozzo ve ark.'nın yürüttükleri çalışmada (9), test edilen 50 disleksili çocuğun en az bir ölçüm değerinde sapma olduğu bildirilmiştir. Grupları arasında, TYU açısından bir etkileşim bulunmuştur ($p<0,03$).

Bu çalışma iki ayak ve tek ayak üzerinde durma sırasında kontrol grubuyla karşılaştırılan disleksili grupta, anlamlı postür instabilitesi göstermiştir. COP HS ve VS değerlerinde anlamlı bir farklılık olduğu belirtilmiştir. Disleksili çocukların görme varlığında veya görme olmaksızın sağlıklı çocuklardan daha fazla instabilite gösterdikleri bildirilmiştir (9).

2000 yılında yayınlanan bir çalışmada, diyabetik polinöropatili 15 yaşlı hastaların ve aynı yaş sağlıklı deneklerin kliniksel ve biyomekanik denge karakteristikleri karşılaştırılmıştır. Deneklerin iki kuvvet platformu üzerinde hareketsiz duruşta gözler açık ve gözler kapalı çift basma fazında yapılan ölçümlerin yanı sıra klinik denge değerlendirmeleriyle de değerlendirildikleri bildirilmiştir. Her iki pozisyonda da 2 dk süren denemeler sonucunda, diyabetik polinöropatili yaşlı hastalarda A/P ve M/L yönlerde COP-COG değişkenleri sağlıklı deneklerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha geniştir. Bu çalışmada nöropatinin şiddetinin her iki yönde de COP-COG büyüklüğüyle korele olduğu belirtilmiştir (50).

Bir grup araştırmacı (35), 38 sağlıklı ve 24 sağlığı bozulmuş (12 Merkezi sinir sistemi (MSS) hastalığı olanlar, 12 diğer sistem hastalığı olanlar) yaşlı denegin hareketsiz dik duruş sırasında vücut salınım karakteristiklerini değerlendirmişlerdir. Gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunan alan parametreleri, MSS bozuklukları olan hastalarda sağlıklı insanlardakinden daha fazla bulunmuştur. HS da anlamlı farklılıklar olduğu belirtilmiştir. HS merkezi sinir bozukluklarında diğer bozukluklardan ve sağlıklı insanlardan daha geniş olarak tespit edilmiştir. Hastalar geniş ve hızlı salınım meydana getirmişler ve özellikle MSS bozukluklarında horizontal yönde belirgin bir salınım meydana gelmiştir. Aynı yaşlanmaya rağmen hastaların sağlıklı yaşlılardan daha geniş salınım gösterdikleri bildirilmiştir. Bu çalışmaya göre hastalığın varlığı gövde salınımını, yaşlanmanın beraberinde getirdiği gerilemeden daha fazla etkilemektedir (35).

ML Mille ve ark. yaptıkları çalışmada, hareketsiz ayakta duruşta dış sarsıntılara koruyucu adımlama tepkilerini başlatma eşiğini belirlemeye çalışmışlardır. Ayakta duran deneklerin (18 bayan 6 erkek olmak üzere 21- 37 yaş arası 24 genç ve 60- 85 yaş arası 15 kadın 10 erkek denek) farklı hız ve yer değişim kombinasyonlarıyla öne doğru çekilerek değerlendirildikleri belirtilmiştir. Çalışmada yaşlı deneklerin gençlerden daha çok adımladığı bildirilmiştir. Ayrıca duysal-motor testlerde performansı kötü olan deneklerin eşik sınır pozisyonunun ayak bileğine daha yakın olduğu ve bu nedenle daha sık adımlama eğiliminde oldukları belirtilmiştir (42).

Cheng-Feng Lin et al.(2011) şort giyinirken postural kontrole yaş ve yüzeyin etkilerini araştırmışlardır. Sağlıklı 15 genç yetişkin (yaş aralığı 21-27) ve 15 yaşlı deneklerin

(yaş aralığı 63-78) iki pozisyonda (kaymayan paspas üzerinde ve fayans üzerinde) karşılaştırıldığı bildirilmiştir. Sonuçlar yaşlanma ile döngü süresinin uzadığı, tek extremite destek oranı, medio-lateral COG hızı, COG ve COP arasında yer değişim bağlantısı ve kalça abd.-add.açısı, diz flex. açısı ve ayak elavasyonu yüksekliğinin azalmış olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak yaşlının, görev sırasında destekleyen extremite üzerine mekanik yüklenmeyi azaltabilen ölçülü, fakat medial-lateral dengeyi koruyan bir strateji gösterdiği belirtilmiştir (49).

Bir grup araştırmacı, dereceli yürüme sırasında *Sacral (S) 2* vertebra çıkıntısındaki momentleri, COP paternindeki asimetriyi ve skolyozlu gençlerdeki spinal deformiteyle ilişkisini tahmin etmek ve değerlendirmek amacıyla, 2008 yılında yayınlanan bu çalışmayı yapmışlardır. Yaş ortalaması $15,33 \pm 2,54$ olan 8 bayan, 1 erkek olmak üzere değişik tarafta eğrilikleri ve değişik konkavite büyüklüğü olan, 9 genç idiopatik skolyozlu deneğin çalışmaya dahil edildiği belirtilmiştir. COP yer değişimini tahmin etmeyi amaçlayan Kinetik ve Kinematik yürüme değerlendirmeleri yapıldığı bildirilmiştir. Yürüme siklusunun basma fazı boyunca minimum ve maksimum COP pozisyonları ya da yönü arasındaki farklılık olarak tanımlanabilen HS ve VS COP değerlerini değerlendirmek için 464 x 508 mm ebadında kuvvet kalibre edici bir kuvvet platformu (Advanced Mechanical Technology, Inc, MA, USA) kullanılmıştır. Sonuçlar M/L yönde primer ve sekonder eğriliklerin büyüklüğü ile ilişkili olabilecek maksimum COP yer değişimi göstermiştir. Büyük bir VS değeri olmadığı bildirilmiştir. Sola kompensatuar eğriliği olan deneklerin sola doğru daha büyük yer değişimi meydana getirdikleri belirtilmiştir (48). Bu çalışma postür bozukluğuna sebep olan ortopedik hastalıkların postür kontrolünü etkilediğini göstermektedir. Çalışmamıza katılan deneklerin herhangi bir ortopedik sorunu yoktu.

1996 yılında yayınlanan bir çalışmada hareketsiz ayakta duruşta A/P ve M/L dengeyle ilgili olarak tek bir platform üzerindeki COP değişikliklerine bakılmıştır. Yaş ortalaması $28,7 \pm 6,1$ olan deneklerin yaklaşık olarak 1 dk. gözler açık istenilen pozisyonlarda (ayaklar yan yana iki ayak üzerinde duruş pozisyonu, tandem duruşu ve 45 derece açılı ara duruş) durdukları belirtilmiştir. Bu çalışmada ayakların yan yana olduğu duruş pozisyonu ve tandem duruşu için iki postürel stratejiden bahsedilmiştir. Her bir ayağın altında, horizontal doğrultuda doğrusal bir hattın, kalça mekanizması tarafından kontrol edilen bir yüklenme/ yüklenmeme hattı olduğu ve ayak bileği kasları tarafından bu yüklenme/ yüklenmeme hattına dik olan bağımsız kontrol hattı oluşturulduğu belirtilmiştir (30).

J. Rosker ve ark. 13 sağlıklı erkek gönüllü (yaş ortalaması $22,1 \pm 4,2$) üzerinde yaptıkları hareketsiz duruş değerlendirmesinde, vücut salınım parametrelerine yeniden kütle dağılımının vertikal merkezinin etkilerini araştırmışlardır. Artan ve azalan COG'un postür kontrolüne etkisinin araştırıldığı bu çalışmaya göre, yük büyüklüğü ve vertikal pozisyonlanma postürel görevlerin yoğunluğunu değiştirerek statik dengeyi etkilemektedir. Sonuç olarak vertikal COG'un yeniden dağılımının denge eğitimi ve fonksiyonel performansa yönelik yeni yaklaşımlar geliştirmek için umut verici bir metod olabileceği savunulmuştur (48).

M. Roerdink ve ark. 15 sağlıklı genç yetişkinin oturma ve ayakta durma pozisyonunda 32 sn süresince VS ve HS COP değerlerini ölçmüşlerdir. 64 Hz örnekleme frekansında kaydedilen bu ölçüm sonuçlarına göre, ayakta durma sırasındaki postür kontrolü oturma sırasındakinden daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada, postürü devam ettirmeye yönelik konsantrasyon miktarındaki artışla COP düzenliliği arasında bağlantı olduğu belirtilmiştir (114).

Literatürde, postürel kontrol defisitini belirlemede yumuşak yüzeyde gözler kapalı yapılan ölçümlerin, sert yüzeyde gözler açık yapılan ölçümden daha güvenilir olduğu belirtilmiştir (31). Yine bu çalışmada yaralanma bölgesinin, COP sapmasını etkilediği gösterilmiştir.

SONUÇLAR

Tez çalışmamızın öncelikli amacı, hareketsiz iki ayak (gözler açık ve kapalı) ve tek ayak (gözler açık) üzerinde duruşlarda postür kontrolüne yönelik normatif bir veritabanı oluşturmaktır. Çalışmamız gençlerin postür kontrolünü nicel olarak ortaya koymuştur. Bu nedenle bundan sonraki bilimsel çalışmalar için önemli bir veri kaynağı olacak şekilde literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda görmenin ortadan kalkmasıyla değerlerde artış olmasına rağmen görme pozisyonlarında cinsiyet açısından anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Görmenin ortadan kalkmasıyla her iki grubunda TYU değerleri artmıştır ($p < 0,05$). Yine gözler kapatıldığında kızların VS ve GEU değerleri erkeklerden anlamlı olarak daha fazla bulunmuştur.

Gözler açık iki ayak üzerinde duruş pozisyonuyla gözler açık sağ ayak üzerinde duruş pozisyonları arasında hem kızların, hem de erkeklerin GEA dışındaki verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Gözler açık iki ayak üzerinde duruş ile gözler açık sol ayak üzerinde duruş karşılaştırılmasında, erkeklerin GEA ve VS, kızların ise GEA dışındaki veri değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0,05$). Erkeklerin sağ ayak üzerinde duruş pozisyonundaki değerleri sol ayak üzerinde duruş pozisyonundaki değerlerinden daha büyüktür. VS değerleri sol ayak üzerinde duruşta, erkeklerde kızlardan anlamlı olarak daha küçük bulunmuştur ($p < 0,05$). HS değerleri ise hem sağ, hem de sol ayak üzerinde duruşta erkeklerde kızlardan anlamlı şekilde daha büyük olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Ölçüm yapmak için kullandığımız Zebris 3-D Motion Analysis sisteminin statik denge değerlendirmesi yapmak için kullanımı çok kolaydır. Özellikle yaşlılar ve çocuklar üzerinde rahatlıkla ölçüm yapılabilecek, pratik kullanıma sahip ve deneklere zarar vermeyen bir cihazdır.

Denge değerlendirmesinin daha çok subjektif olarak yapıldığı ülkemizde hangi hastalıkların ve faktörlerin postür kontrolünü etkilediğinin araştırılması gerekmektedir. Gençler üzerinde yaptığımız bu ölçümlerin diğer yaş grupları içinde yapılarak, bu sonuçların klinikte teşhis, tedavinin etkinliğinin araştırılması ve düşme riskini ortadan kaldırmaya yönelik ölçüm yapılması sırasında karşılaştırma yapılabilecek bir normatif veri tabanı oluşturması açısından önemli olacağı kanısındayız.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, elektronik cihazlar ile yapılan hareketsiz duruş ölçümlerinden elde edilen verilerin normal genç erişkinlerde dağılımlarını tespit etmek ve normatif bir veri tabanının oluşmasına katkı sağlamaktır. 18- 24 yaş arası, sağlıklı 60 (30 kız, 30 erkek) genç erişkin gönüllü denek üzerinde yapılan çalışmada, yer tepkime kuvvetlerinin ölçümü için bir kuvvet platformu olan Zebris© FDM System Type FDM 1.5 kullanılmıştır. Testler, gözler açık iki ayak üzerinde, gözler kapalı iki ayak üzerinde, sırasıyla gözler açık sağ ve sol ayak üzerinde olmak üzere dört pozisyonda gerçekleştirilmiştir.

Gözler kapatıldığında her iki grubun ortalama total yol uzunluğu değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmektedir ($p<0,05$). Gözler açık iki ayak üzerinde duruş pozisyonuyla gözler açık sağ ayak üzerinde duruş pozisyonları arasında hem kızların, hem de erkeklerin güvenilir elips açısı dışındaki verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Gözler açık iki ayak üzerinde duruş ile gözler açık sol ayak üzerinde duruş karşılaştırılmasında, erkeklerin güvenilir elips açısı ve vertikal sapma, kızların ise güvenilir elips açısı dışındaki veri değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Proprioepsiyon azaldığında, erkeklerin sağ ayak üzerinde duruşta güvenilir elips açısı ve vertikal sapma değerleri soldaki değerlerden anlamlı olarak daha fazladır ($p<0,05$). Hem sağ, hem de sol ayak üzerinde duruşta, erkeklerin horizontal sapma değeri kızlardan anlamlı olarak fazla bulunmuştur ($p<0,05$). Sağ ayak üzerinde duruşta ise kızların vertikal sapma değeri erkeklerden anlamlı olarak daha fazladır ($p<0,05$).

Sonuç olarak Türk toplumunda 18-24 yaş grubu genç erişkinlerde daha sonra patolojik durumlarda karşılaştırma yapmak için statik postür kontrolüne yönelik normatif değerler elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: basınç merkezi, postür kontrolü, kuvvet platformu, denge.

EVALUATION OF STATIC POSTURAL CONTROL ON YOUNG ADULTS

SUMMARY

The purpose of this study, the data obtained from measurements of electronic devices during a quiet stance is to determine the distribution among normal young adults and to contribute to creation of a normative database. Zebris FDM System Type FDM 1,5 is used in order to measure ground reaction force in the study included 60 healthy volunteer subjects between the age of 18- 24 (30 males and 30 females). Tests are performed based on four positions as feet together eyes open, feet together eyes closed, respectively right and left limb stance eyes open.

When the eyes are closed, a significant increase in average path length value is observed in each of the groups ($p < 0,05$). There are statistically significant differences for both girls and boys in measurements except 95% Confidence ellipse angle between the positions of feet together eyes open and right limb stance eyes open ($p < 0,05$). In the comparison between feet together eyes open and left limb stance eyes open, significant differences are found in average measurements except 95% Confidence ellipse angle, Vertical Deviation values of boys and 95% Confidence ellipse angle value of girls ($p < 0,05$). When the proprioception decreases, 95% Confidence ellipse angle and Vertical Deviation values of boys are significantly larger on the right limb stance than on the left limb stance ($p < 0,05$). Average Horizontal Deviation value of boys are larger than average Horizontal Deviation

value of girls on both right and left limb stance, but while standing on the right foot, average Vertical Deviation value of girls is significantly larger than average Vertical Deviation value boys ($p<0,05$).

As a result, some normative values for the static postural control of the young adults in the 18- 24 age group of Turkish society were been obtained to make comparison in the patalogic situations later.

Key Words: Center of pressure, postural control, force platform, balance.

KAYNAKLAR

1. Esin ND. Obez Primer Hipertansiyonlu ve Obez olmayan Primer Hipertansiyonlu Bayan Olgularda Serum Leptin Düzeyleri. İstanbul: Sağlık Bakanlığı Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi; 2005.
2. Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB and Krause AB. Center-of-Pressure Used in the Assessment of Postural Control. Sport Rehabilitation. Human Kinetics Publishers, Inc. 2002; 11:51- 66.
3. Vladimir M. Zatsiorsky.Kinetics of Human motion. United States of Amerca. Human Kinetics. Champaign III. 2002; 653.
4. Bryant EC, Trew ME, Bruce AM, Kuisma RME, Smith AW. Gender differences in balance performance at the time of retirement. Clin Biomec. 2005; 20: 330–335
5. Sunwook K, Maury AN, Madigan ML. Direct parameterization of postural stability during quiet upright stance:Effects of age and altered sensory conditions. Journal of Biomechanics. 2008; 41: 406– 411.
6. Abrahamová D, Hlavacka F. Age-Related Changes of Human Balance During Quiet Stance. Physiol. Res. 2008; 57: 957- 964.
7. Henry SM, Fung J, Horak FB. Effect of Stance Width on Multidirectional Postural Responses. J Neurophysiol. 2001; 85: 559- 570.
8. Paillard T, Noe F, Riviere T, Marion V, Montoya R, Dupui P. Postural Performance and Strategy in the Unipedal Stance of Soccer Players at Different Levels of Competition. Journal of Athletic Training. 2006; 41(2):172–176.

9. Pozzo T, Vernet P, Garcher CC, Robichon F, Bron A, Quercia P. Static postural control in children with developmental dyslexia. *Neuroscience Letters*. 2006; 403: 211–215.
10. Chesnin KJ, Selby-Silvesstein L, Besser MP. Comparison of an in-shoe pressure measurement device to a force plate: concurrent validity of center of pressure measurements. *Gait and Posture*. 2000; 12: 128- 133.
11. Gökmen F.G(ed.): *Sistemik Anatomi*. İzmir: Güven Kitabevi, 2003; 907.
12. Williams PL, Warwick R: *Gray's Anatomy*.38.ed. London: Churchill Livingstone, 1995; 1377- 1384.
13. <http://www.vestibular.org/human.html>
14. Karasalihoğlu AR. *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi*. Ankara: Güneş Kitapevi, 1992; 14- 15, 28- 29.
15. http://www.ankara.edu.tr/medicine/surgical_medical/kbb/trk/student/3rdgrade/phyexam/ear-anat.html.
16. http://www.med.ege.edu.tr/~eubam/KandelDers/kandel_41.html.
17. http://www.american-hearing.org/name/vestibular_testing.html.
18. <http://www.med.ege.edu.tr/~norolbil/2002/NBD19502.html>.
19. Arıncı K, Elhan A: *Anatomi 2. Cilt*. Ankara: Güneş Kitapevi. 1995; 480- 488.
20. <http://www.geocities.com/HotSprings/Villa/1707/denge.html>.
21. Lauk M, Chow CC, Pavlik AE, Collins JJ. Human Balance out of Equilibrium: Nonequilibrium Statistical Mechanics in Posture Control. *Physical Review Letters*. 1998; 80(2): 413- 416.
22. <http://medicine.inonu.edu.tr/kbb/documents/dersnot/14.pdf>.
23. <http://medicine.inonu.edu.tr/kbb/documents/dersnot/33.pdf>.
24. Akkın SM. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri. Baş Ağrıları-Baş Dönmeleri Sempozyumu, İstanbul, 10- 11 Aralık 1998; 133- 145.
25. Taner D. *Fonksiyonel Nöroanatomi*. Ankara: Metu Pres. 1998; 94- 95, 109- 114, 122- 123,124- 125,153- 155.

26. Kaytaç A. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri. Baş Ağrıları-Baş Dönmeleri Sempozyumu, İstanbul,10- 11 Aralık 1998; 147- 152.
27. Balaban Ö, Nacı B, Erdem H, Karagöz A. Denge Fonksiyonunun Değerlendirilmesi. FTR Bil Der. 2009;12: 133- 139
28. Emily A, Keshner PT. Postural Abnormalities in Vestibular Disorders Chapter:3,In: Vestibular Rehabilitation, Ed:Herdman SJ, Wolf SL, Second Edition, FA. Davis Company, Philadelphia 2000; p. 52- 58.
29. Nordin M, Frankel VH. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. 3th edition. Lippincott Williams&Wilkins. 2001; 421- 424.
30. Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. Unified Theory Regarding A/P and M/L Balance in Quiet Stance. Journal of Neurophysiology. 1996. Vol. 75. No:6.
31. Harringe ML, Halvorsen K, Renstro P, Werner S. Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. Gait & Posture. 2008; 28: 38–45.
32. Maribo T, Stengaard-Pedersen K, Jensen LD, Andersen NT, Schiøttz-Christensen B. Postural balance in low back pain patients: Intra-session reliability of center of pressure on a portable force platform and of the one leg stand test. Gait & Posture. 2011; 34: 213–217.
33. Van der Kooij H, Campbell AD, Carpenter MG. Sampling duration effects on centre of pressure descriptive measures. Gait & Posture. 2011; 34: 19–24.
34. Kitabayashi T, Demura S, Noda M, Yamada T. Gender Differences in Body-Sway Factors of Center of Foot Pressure in a Static Upright Posture and under the Influence of Alcohol Intake. J. Physiol Anthropol Appl Human Sci. 2004; 23(4): 111–118.
35. Demura S, Kitabayashi T, Kimura A, Matsuzawa J. Body Sway Characteristics during Static Upright Posture in Healthy and Disordered Elderly.. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 2005; 24(5): 551–555.
36. Özdoğan E. Tip 2 Diyabet Hastalarında Kan Lipid Düzeylerinin HbA1c ve Obezite İle İlişkisi (tez). İstanbul: T.C. Sağlık Bakanlığı İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi; 2007
37. Çakıcı KC. Türkiye 1. Sutopu Ligi Oyuncularının Vücut Kompozisyonlarının İncelenmesi(tez). Ankara: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2006.

38. Çolak M, Kaya M. Erzincan ilinde yaşayan 12- 14 yaş kız ve erkek çocuklarda sağlıkla ilişkili fiziksel uygunluk bileşenlerinden vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesi. Kastamonu Eğitim Dergisi 2007; 15(2): 757- 64.
39. Hufschmidt A, Dichgans J, Mauritz KH, Hufschmidt M. Some methods and parameters of body sway quantification and their neurological applications. Arch Psychiatr Nervenkr. 1980; 228:135- 150.
40. http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/tez/pdf/fizik_tedavi/dr_oznur_ecer kale.pdf.
41. Madeleine P, Nielsen M, Arendt-Nielsen L. Characterization of postural control deficit in whiplash patients by means of linear and nonlinear analyses. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2011; 21: 291–297.
42. Mille ML, Rogers MV, Martinez K, Hedman LD, Johnson ME, Lord SR ve Fitzpatrick RC. Thresholds for Inducing Protective Stepping Responses to External Perturbations of Human Standing. J Neurophysiol. 2003; 90: 666- 674.
43. Santos BR, Delilse A, Larivière C, Plamondon A, Imbeau D. Reliability of centre of pressure summary measures of postural steadiness in healthy young adults. Gait & Posture. 2008; 27: 408–415.
44. Moghadam M, Ashayeri H, Salavati M, Sarafzadeh J, Taghipoor KD, Saeedi A, Salehi R. Reliability of center of pressure measures of postural stability in healthy older adults: Effects of postural task difficulty and cognitive load. Gait & Posture. 2011; 33: 651–655.
45. Blanchard Y, McVeigh R, Graham M, Cadet M, Mwilambwe K, Scott C. The influence of ambient lighting levels on postural sway in healthy children. Gait & Posture. 2007; 26: 442–445.
46. Laufer Y, Ashkenazi T, Josman N. The effects of a concurrent cognitive task on the postural control of young children with and without developmental coordination disorder. Gait & Posture. 2008; 27: 347–351.
47. Valles KDB, Schneider JM, Long JT, Riedel SA, Johnson MJ, Harris GF. Combined sagittal and coronal plane postural stability model. Proceedings of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference. 2006; 1: 4244.

48. Chockalingam N, Bandi S, Rahmatalla A, Dangerfield PH and El-Nasri A. Assessment of the centre of pressure pattern and moments about S2 in scoliotic subjects during normal walking. *Scoliosis*. 2008; 3: 10.
49. Cheng-Feng L, Chia-Ling C, Li-Chieh K, Chii-Jeng L, Chin-Yang C, Fong-Chin S. Postural control while dressing on two surfaces in the elderly. *AGE*. 2011; 33: 187- 196.
50. Corriveau H, Prince F, Hebert R, Raiche M, Tessier D, Maheux P, Ardilouze J-L. Evaluation of Postural Stability in Elderly With Diabetic Neuropathy. *Diabetes Care*. 2000; 23: 1187- 1191.

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİLLER DİZİNİ	Sayfa
Şekil 1: Denge elemanları	
Şekil 2. Rijidite Elipsi	27
RESİMLER DİZİNİ	Sayfa
Resim1. A) Yer reaksiyon kuvveti (F_v). B) M.triceps surae'nin uyguladığı kuvvet (F_s).	19
Resim 2. Üç boyutlu kuvvet platformlarında tanımlanan (x, y, z) köşeler altındaki kuvvet dönüştürücüleriyle ölçülen COP pozisyonu A) Vücut ağırlığına (F_g) denk olan ayaklar ve yer arasındaki bileşke kuvvet (F_v) B) F_v pozisyonu (Basınç merkezi yolu, COP), C) Çok salınım yapan kişinin COP pozisyonu D) Az salınım yapan kişinin COP pozisyonu	19
Resim 3: Total COP'un konumu.	20
Resim 4. <i>Zebris© FDM System Type FDM 1.5</i>	22
Resim 5. WinFDM programı	23
Resim 6. Gözler açık iki ayak üzerinde duruş pozisyonunda statik denge değerlendirilmesi.	24
Resim 7. Gözler kapalı iki ayak üzerinde duruş pozisyonunda statik denge değerlendirilmesi.	25
Resim 8. Gözler açık tek ayak üzerinde duruş pozisyonunda statik denge değerlendirilmesi.	26
Resim 9. COP'un HS yönlerinin iki ayak üzerinde duruş pozisyonundaki	

Karşılaştırılması: A) Gözler açık. B) Gözler kapalı.	37
Resim 10. COP'un VS yönlerinin iki ayak üzerinde duruş pozisyonundaki	
Karşılaştırılması: A) Gözler açık. B) Gözler kapalı.	38
Resim 11. İki ayak üzerinde duruş pozisyonunda COP açısı yönü karşılaştırılması:	
A) Gözler açık. B) Gözler kapalı.	39
Resim 12. COP'un VS yönünün Tek ayak üzerinde duruş pozisyonunda	
karşılaştırılması: A) Sağ ayak üzerinde. B) Sol ayak üzerinde.	39
Resim 13. Tek ayak üzerinde duruş pozisyonunda COP açısı yönü karşılaştırılması:	
A) Sağ ayak üzerinde. B) Sol ayak üzerinde.	40

ÖZGEÇMİŞİM

02.06.1983 'de Giresun'da doğdum. İlköğrenimimi Giresun'da, orta ve lise öğrenimimi İstanbul'da tamamladım. 2001 yılında İstanbul Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulunda üniversite eğitimine başladım ve 2005 yılında mezun oldum.

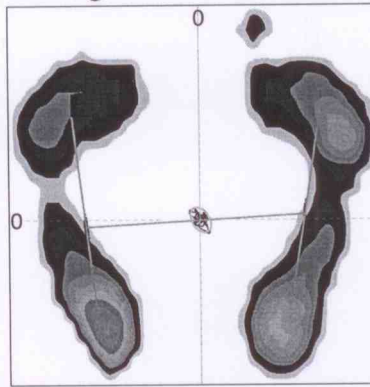
2009- 2010 Öğretim yılı güz döneminde Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimime başladım. Aynı zamanda bir özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde fizyoterapist olarak görev yapmaktayım.

EKLER

Ek- 1: Zebris Statik Postür Kontrolü Test Raporları

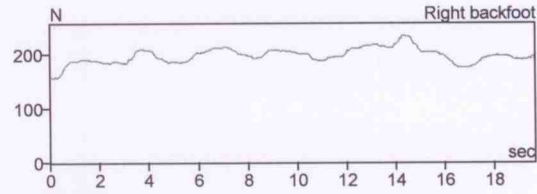
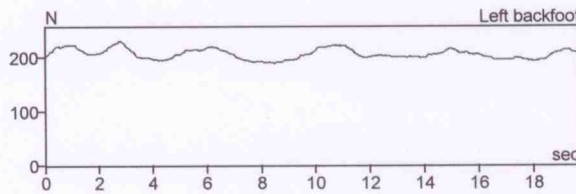
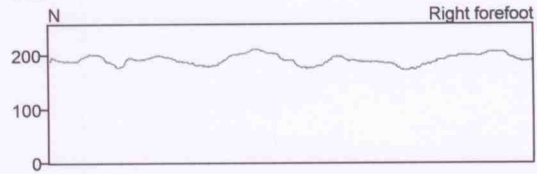
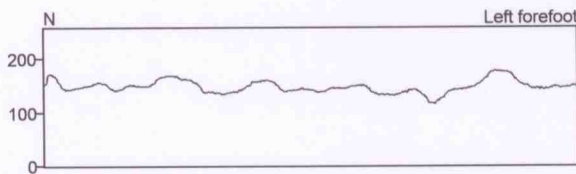
Ek- 2: Etik Kurul Onayı

Average Force Distribution

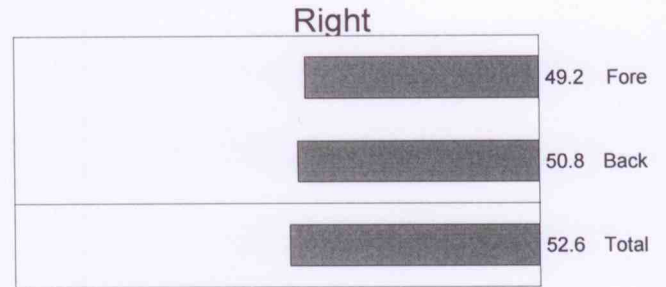
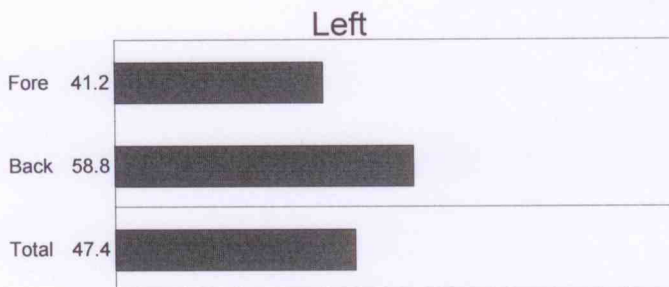


Parameters	03-05-2011 Stance Analysis
95% Confidence Ellipse	
Confidence ellipse width, mm	6.1
Confidence ellipse height, mm	9.6
Confidence ellipse angle, deg	31.4 left
Confidence ellipse area, mm*mm	45.8
COP Measures	
COP total track length, mm	184.5
COP horizontal deviation, mm	0.5 right
COP vertical deviation, mm	0.2 bottom

Forces (N)



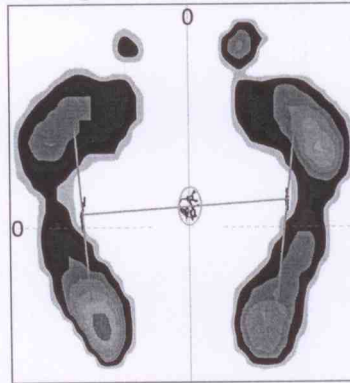
Average Forces (%)



Patient Comments

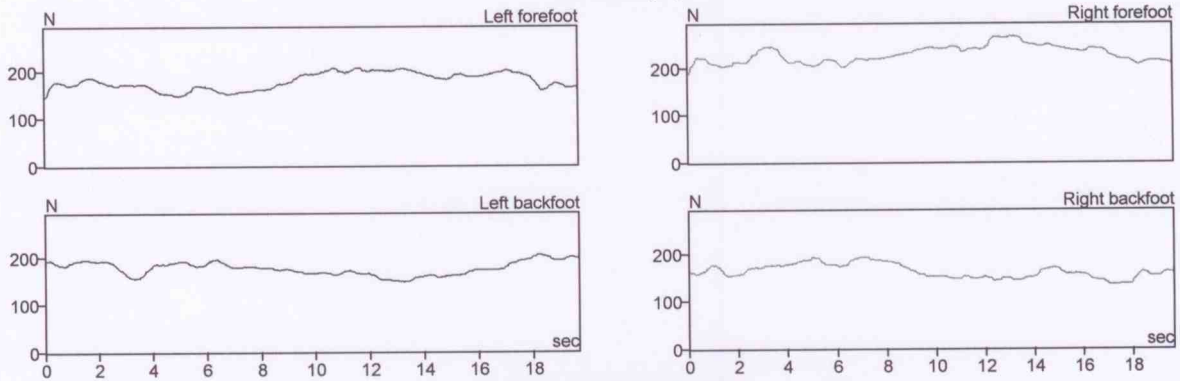
Record Comments

Average Force Distribution

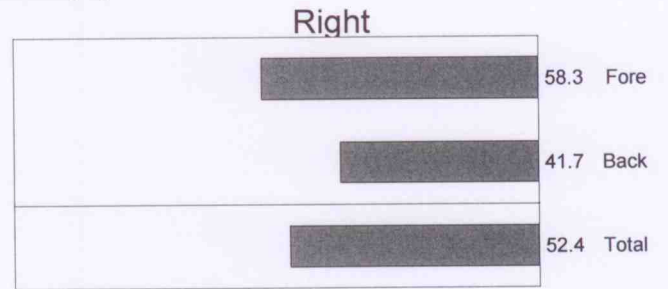
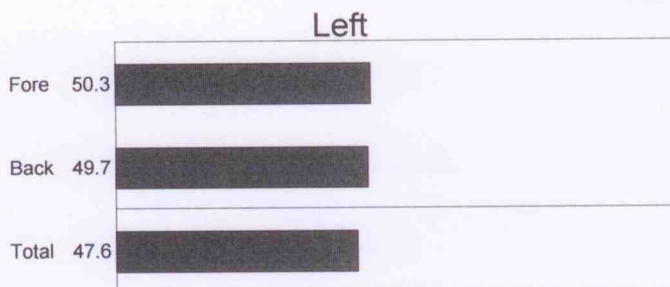


Parameters	03-05-2011 Stance Analysisce
95% Confidence Ellipse	
Confidence ellipse width, mm	8.3
Confidence ellipse height, mm	14.2
Confidence ellipse angle, deg	2.5 right
Confidence ellipse area, mm*mm	92.9
COP Measures	
COP total track length, mm	176.7
COP horizontal deviation, mm	0.7 right
COP vertical deviation, mm	15.5 top

Forces (N)



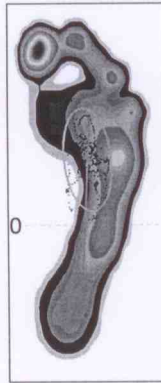
Average Forces (%)



Patient Comments

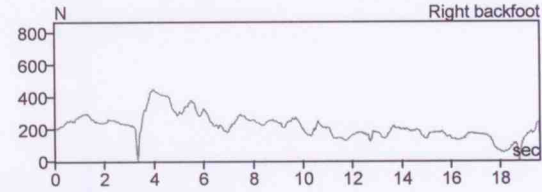
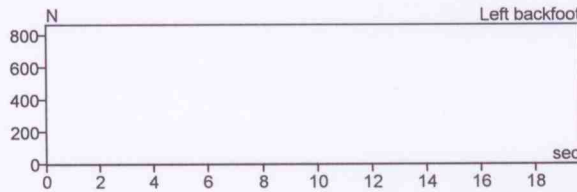
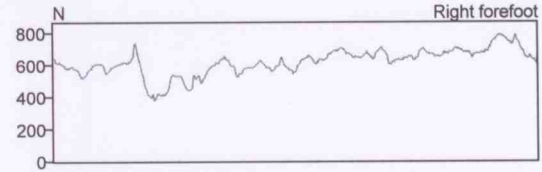
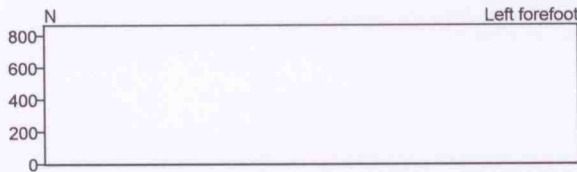
Record Comments

Average Force Distribution

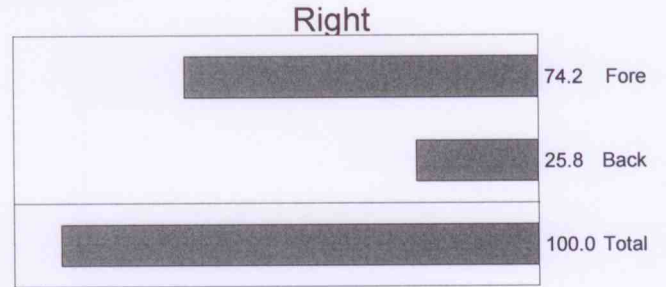
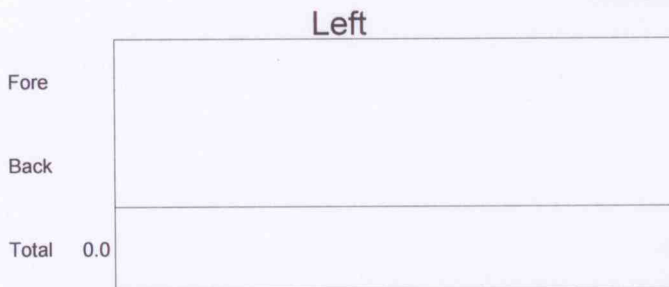


Parameters	03-05-2011 Stance Analysisright
95% Confidence Ellipse	
Confidence ellipse width, mm	19.3
Confidence ellipse height, mm	40.6
Confidence ellipse angle, deg	6.9 left
Confidence ellipse area, mm*mm	615.3
COP Measures	
COP total track length, mm	1020.1
COP horizontal deviation, mm	76.8 right
COP vertical deviation, mm	51.3 top

Forces (N)



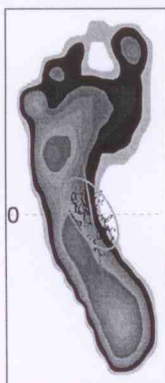
Average Forces (%)



Patient Comments

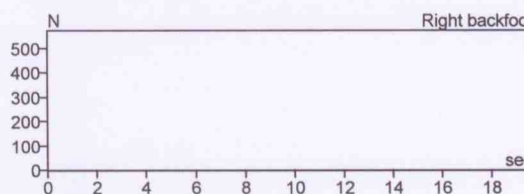
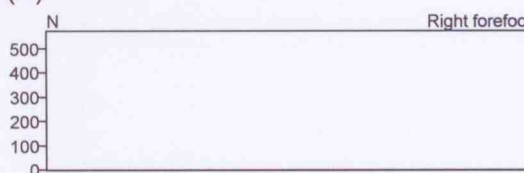
Record Comments

Average Force Distribution

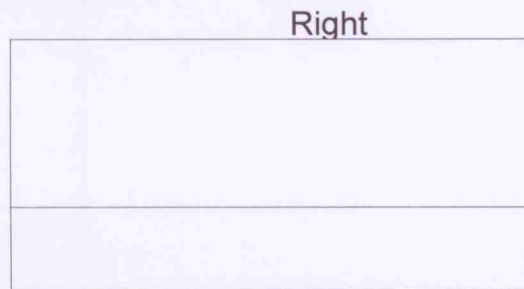
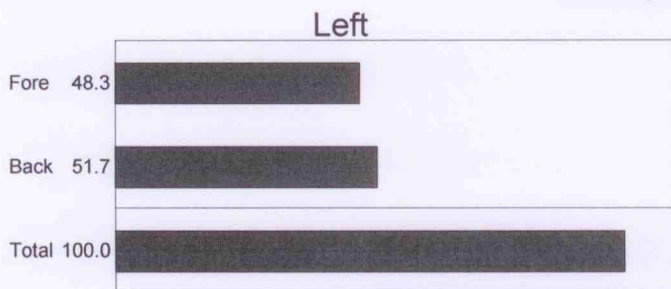


Parameters	03-05-2011 Stance Analysisleft
95% Confidence Ellipse	
Confidence ellipse width, mm	15.3
Confidence ellipse height, mm	30.9
Confidence ellipse angle, deg	33.1 left
Confidence ellipse area, mm*mm	370.7
COP Measures	
COP total track length, mm	795.1
COP horizontal deviation, mm	81.3 left
COP vertical deviation, mm	0.5 top

Forces (N)



Average Forces (%)



Patient Comments

Record Comments

T.C. TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME KOMİSYONU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜBADK 2011/64	
	PROTOKOL ADI	Genç Erişkinlerde Statik Postural Kontrolün Değerlendirilmesi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Yrd. Doç. Dr. Enis ULUÇAM	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	<input checked="" type="checkbox"/> Tek Merkez <input type="checkbox"/> Ulusal	<input type="checkbox"/> Çok Merkez <input type="checkbox"/> Uluslararası	

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 06/ 16	Tarih: 09.03.2011
	<p>Üniversitemiz Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalında Görevli Yrd. Doç. Dr. Enis ULUÇAM'ın sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Yüksek Lisans Öğrencisi Neziye KARADAŞ'ın tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödetilmediği koşullarda gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.</p>	

DEĞERLENDİRME KOMİSYONU BİLGİLERİ	
ÇALIŞMA ESASI	Helsinki Bildirgesi, Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyî Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜBADK Yönergesi

ÜYELER						
Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Hakan KARADAĞ Başkan	Farmakoloji	T.Ü.T.F. Farmakoloji A.D	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Hasan ÜMİT Başkan Yardımcısı	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Üfret VATANSEVER ÖZBEK Üye	Çocuk Sağ. ve Hast.	T.Ü.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D	K	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. F. Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Hilmi TOZKIR Üye	Tıbbi Biyoloji	T.Ü.T.F. Tıbbi Biyoloji A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Esin KARLIKAYA Üye	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Tunç KUTOĞLU Üye	Anatomi	T.Ü.T.F. Anatomi A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Erhan TABAKOĞLU Üye	Göğüs Hastalıkları	T.Ü.T.F. Göğüs Hastalıkları A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Fiğen KULOĞLU Üye	Enfeksiyon Hastalıkları	T.Ü.T.F. Enfeksiyon Hastalıkları A.D.	K	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Ömer Nuri PAMUK Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Yener YÖRÜK Üye	Göğüs Cerrahisi	T.Ü.T.F. Göğüs Cerrahisi A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Recep YAĞIZ Üye	Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları	T.Ü.T.F. K.B.B. Hast. A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Ümit Nusret BAŞARAN Üye	Çocuk Cerrahisi	T.Ü.T.F. Çocuk Cerrahisi A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Avukat Gülden ATILLA ÖZTÜRK Üye		T.Ü. Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürlüğü	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunan

Prof. Dr. Murat DİKMENGİL
Dekan