

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**LİSE ÖĞRENCİLERİNDE DÜZ VE EĞİMLİ ZEMİNLERDE
SIRT ÇANTASI TAŞIMA YÖNTEMLERİNİN DENGE ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Fzt. Mustafa Cem TÜRKMEN

**Protez-Ortez ve Biyomekani Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2019

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**LİSE ÖĞRENCİLERİNDE DÜZ VE EĞİMLİ ZEMİNLERDE
SIRT ÇANTASI TAŞIMA YÖNTEMLERİNİN DENGE ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Fzt. Mustafa Cem TÜRKMEN

**Protez-Ortez ve Biyomekani Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Semra TOPUZ**

**ANKARA
2019**






ONAY SAYFASI

LİSE ÖĞRENCİLERİNDE DÜZ VE EĞİMLİ ZEMİNLERDE SIRT ÇANTASI TAŞIMA YÖNTEMLERİNİN DENGE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Öğrenci: Mustafa Cem TÜRKMEN

Danışman: Doç. Dr. Semra TOPUZ

Bu tez çalışması 27.12.2018 tarihinde jürimiz tarafından "Protez-Ortez ve Biyomekani Programı" nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Gül ŞENER (Hacettepe Üniversitesi)	(imza) 
Tez Danışmanı:	Doç. Dr. Semra TOPUZ (Hacettepe Üniversitesi)	(imza) 
Üye:	Prof. Dr. Tülin DÜGER (Hacettepe Üniversitesi)	(imza) 
Üye:	Prof. Dr. Ferhan SOYUER (Nuh Naci Yazgan Üniversitesi)	(imza) 
Üye:	Doç. Dr. Muhammet KILINÇ (Hacettepe Üniversitesi)	(imza) 

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

10 Ocak 2019


Prof. Dr. Diclehan Orhan
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- ✓ Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

27/12/2018



Mustafa Cem Türkmen

i

ⁱ"**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.**

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Semra TOPUZ danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığımı beyan ederim.



(İmza)

Fzt. Mustafa Cem TÜRKMEN

TEŞEKKÜR

Büyük bir özveri ve mutlulukla gerçekleştirdiğim yüksek lisans tezimin planlanmasında, yürütülmesi için gerekli cihazların kullanılmasında ve yazım aşamasında akademik bilgi ve deneyimleriyle büyük katkıda bulunan, desteği ile her zaman yanımda olan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Semra TOPUZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimleri ile desteklerini bir an bile eksik etmeyen Sayın Prof. Dr. Ferhan SOYUER ve Dr. Öğr. Üyesi Feyzan CANKURTARAN'a,

Tez çalışmamın yürütülmesinde vermiş olduğu destek ve değerli katkıları için değerli çalışma arkadaşım Uzm. Fzt. Ukbe ŞIRAYDER'e,

Tez değerlendirme sürecinde denge analizi ile ilgili bilgilerini paylaşarak değerli vaktini bana ayıran Uzm. Fzt. Elif KIRDI ve Uzm. Fzt. Ali İmran YALÇIN'a,

Tez çalışmamın istatistiksel analizlerindeki değerli katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Sevilay KARAHAN, Uzm. Dr. Deniz YÜCE ve Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK'e

Tez çalışmamın yürütülmesinde gerekli ölçümlerin yapılabilmesi için bana kapılarını açan Özel Erciyes Anadolu Lisesi'ne ve çalışmaya katılmayı kabul eden tüm değerli tez vakalarına,

Tez sürecimde içten desteklerini her daim hissettiren sevgili dönem arkadaşlarım Tanju BAHRİLLİ ve Merve Melek ERDEM'e

Hayatımın ve tezimin her aşamasında sabrını, sevgisini ve desteğini esirgemeyen, hayattaki en büyük şansım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

TÜRKMEN MC. Lise Öğrencilerinde Düz ve Eğimli Zeminlerde Sırt Çantası Taşıma Yöntemlerinin Denge Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protez Ortez ve Biyomekani Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2019. Bu çalışma düz ve eğimli zeminlerde farklı çanta taşıma alışkanlıklarının lise öğrencilerinin dengelerini nasıl etkilediğini araştırmak amacıyla planlandı. Çalışma yaş ortalamaları $15,98 \pm 1,33$ yıl olan 44 (24 erkek, 20 kız) öğrenci üzerinde gerçekleştirildi. Bireylerin sosyodemografik bilgileri kaydedildikten sonra postür ve kullandıkları çanta ile ilgili değerlendirmeler yapıldı. Bertec denge platformu ile bireylerin düz ve eğimli zemin üzerinde üç farklı çanta taşıma yöntemi (çantasız, tek omuzda çanta ve çift omuzda çanta) ile toplam 6 farklı koşuldaki statik ve dinamik dengeleri değerlendirildi. Çalışma sonucunda bireylerin düz zemindeki tüm çanta taşıma koşullarında ön arka yöndeki dinamik dengelerinin eğimli zemindeki benzer çanta taşıma koşullarından daha yüksek ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu ($p < 0,01$). Eğimli zeminde farklı çanta taşıma yöntemlerine ait ön arka dinamik denge değerleri arasında anlamlı fark bulundu ($p = 0,001$) ve grup içi ikili karşılaştırmalarda farkın çantasız ile çift omuzda çanta taşıma koşulları arasındaki farktan kaynaklandığı görüldü. Düz ve eğimli zeminlerin kendi içlerindeki çanta taşıma yöntemlerine ait lateral yöndeki statik denge değerleri karşılaştırıldığında (düz zemin-yumuşak yüzey-gözler açık-çift omuzda çanta taşıma koşulu ve eğimli zemin-yumuşak yüzey-gözler kapalı-çift omuzda çanta taşıma koşulları hariç) anlamlı farklar bulundu ($p < 0,05$). Sonuç olarak sırt çantası taşımanın hem düz hem de eğimli zeminlerde dengeyi olumsuz olarak etkilemekle birlikte bu etkinin eğimli zeminde genellikle daha fazla olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Sırt çantası, denge, eğimli zemin.

ABSTRACT

TURKMEN MC. Investigation of the effect of backpack carrying methods on balance on flat and inclined surfaces in High School students. Graduate School of Health Sciences Institute, Prosthetics Orthotics and Biomechanics Program, Master Thesis, Ankara, 2019. This study was planned in order to investigate how different backpack carrying habits affect the balance of high school students on flat and inclined floors. The study was carried out on 44 (24 male, 20 female) students with a mean age of 15.98 ± 1.33 years. After the sociodemographic data of the subjects were recorded, evaluations were made about posture and used backpack. Static and dynamic balances were evaluated with the Bertec balance platform in total of 6 different conditions in which individuals used three different backpack carrying methods (without backpack, single shoulder backpack, double shoulder backpack) on flat and inclined floors. As a result of the study, it was found that the dynamic balances of the individuals on anteroposterior direction in all backpack carrying conditions on the flat floor were higher than the similar bag carrying conditions on the inclined surface and the difference was statistically significant ($p < 0.01$). There was a significant difference between the anteroposterior dynamic balance values of different backpack carrying methods on inclined floor ($p = 0.001$) and intragroup binary comparisons, it was seen that the difference was caused by the difference between without backpack and double-shoulder backpack carrying conditions. Significant differences were found between the lateral direction static equilibrium values of the backpack carrying methods (except for; flat ground-soft surface-eyes open-double shoulder backpack carrying condition and inclined ground-soft surface-eyes closed-double shoulder bags carrying condition) on flat and inclined surfaces when they were compared within themselves ($p < 0.05$). As a result, carrying the backpack affects the balance negatively on both flat and inclined surfaces, but this effect is usually more on the inclined floor.

Keywords: Backpack, balance, inclined surface.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN SAYFASI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Denge	4
2.1.1. Statik Denge	4
2.1.2. Dinamik Denge	4
2.1.3. Statik ve Dinamik Durumlarda Dengenin Korunması	6
2.1.4. Dengeye Etki Eden İç ve Dış Kuvvetler	7
2.1.5. Vücut Ağırlık Merkezi	14
2.1.6. Vücut Destek Alanı	15
2.1.7. Stabilite Limitleri	15
2.1.8. Dengenin Değerlendirilmesi	16
2.2. Postür	18
2.2.1. Postüral Salınım	19
2.2.2. Postüral Denge	20
2.2.3. Düzgün Postür ve Duruş	23
2.2.4. Postürün Değerlendirilmesi	25
2.3. Denge ve Postürün Korunmasından Sorumlu Sistemler	27
2.4. Sırt Çantası Kullanımı	31
2.4.1. Sırt Çantasının Özellikleri	33
2.4.2. Sırt Çantası Taşıma Yöntemleri	33

2.4.3. Çocuklarda Sırt Çantası Kullanımı	34
2.4.4. Sırt Çantası Kullanımının Biyomekanik Yönden Etkileri	34
3. BİREYLER VE YÖNTEM	39
3.1. Bireyler	39
3.2. Yöntem	40
3.2.1. Değerlendirme	42
3.2.2. İstatiksel Yöntemler	57
4. BULGULAR	59
4.1. Tanımlayıcı Bulgular	59
4.2. Denge Değerlendirmesine Ait Bulgular	62
4.2.1. Zemin Koşuluna Ait Bulgular	62
4.2.2. Farklı Çanta Taşıma Koşullarına Ait Bulgular	65
5. TARTIŞMA	67
5.1. Çanta Kullanımına Ait Özellikler	67
5.2. Zemin ve Çanta Taşıma Faktörü	69
5.3. Limitasyonlar	79
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	81
6.1. Sonuçlar	81
6.2. Öneriler	84
7. KAYNAKLAR	86
8. EKLER	
EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri	
EK-2: Tez Çalışması ile İlgili Bildiriler ve Yayınlar	
EK-3: Onam Formları	
EK-4: Değerlendirme Formu ve Anketler	
EK-5: Orjinallik Ekran Görüntüsü	
EK-6: Dijital Makbuz	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	Yüzde
°	Derece
Cm	Santimetre
CoP	Basınç Merkezi (Center of Pressure)
Ç0	Çantasız
Ç1	Tek Omzuda Çanta
Ç2	Çift Omuzda Çanta
dk	Dakika
EMG	Elektromiyografi
FW	Yer Çekimi Kuvveti (Force of Weight)
GA	Gözler Açık
GK	Gözler Kapalı
kg	Kilogram
LoS	Stabilite Limitleri (Limits of Stability)
m	Metre
mm	Milimetre
n	Birey sayısı
NYPA	New York Postür Analizi
sn	Saniye
SS	Standart Sapma
VAS	Vizüel Analog Skala
VKİ	Vücut kütle indeksi
YRK	Yer Reaksiyon Kuvveti
X	Ortalama

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1. Çalışmanın akış diyagramı	41
3.2. Denge değerlendirmesinde kullanılan yöntem	45
3.3. Ağırlık plakaları	46
3.4. Ağırlıkların çanta içerisine yerleştirilmesi	47
3.5. Eğimli zeminde denge değerlendirmesi	47
3.6. Bertec denge platformu sert ve yumuşak zeminler	48
3.7. Ayakların platform üzerinde pozisyonlanması	49
3.8. Stabilite skorları	50
3.9. LoS stabilite skoru	52
3.10. Ayakta durma stabilite raporu	53
3.11. LoS ile LoS-Sert zemin üzerinde gözler açık denge testini karşılaştıran rapor	55
3.12. Standart LoS dairesi ve LoS elipsi arasındaki karşılaştırmalar	56
3.13. LoS raporu	56
3.14. LoS-Sert zemin üzerinde gözler açık denge testini karşılaştıran rapor	57

TABLULAR

Tablo	Sayfa
2.1. Dengeye etki eden iç ve dış kuvvetler	8
3.1. Bertec denge değerlendirmesi ayakta durma stabilite skorları ve LoS stabilite skoru yaşla eşleştirilmiş normatif değerler	51
4.1. Bireylerin demografik özellikleri	59
4.2. Bireylerin diğer demografik özellikleri	60
4.3. Düz ve eğimli zeminlerdeki farklı çanta taşıma yöntemleri ile denge parametrelerine ait bulgular	64

1.GİRİŞ

Okul çağındaki çocuklar için kitap, defter ve diğer okul gereçlerinin taşınmasında sırt çantası kullanımı yaygın bir yöntem olmuştur. Sırt çantası, bir insanın yalnız el ve kollarıyla taşıyabileceğinden daha ağır eşyaları taşıyabilmesini sağlar (1). Sırt çantasını tek omuz ya da çift omuz üzerinde taşımak gibi farklı taşıma yöntemleri vardır. Sırtta taşınan çantalar ağırlık, şekil, taşıma metodu ve konumuna göre kas iskelet sistemini olumsuz etkileyerek postüral bozukluklara sebep olabilir (2-5).

Çocuklarda ve adölesanlarda sırt ağrısı prevalansının giderek arttığı ve %30'dan %51'e yükseldiği belirtilmiştir (6). Sırt ağrısı ile ilişkilendirilen faktörlerin; yaş, ailede sırt ağrısı öyküsü, sırt yaralanması, sporlara yüksek seviyelerde katılım, spinal dizilim bozuklukları, sırt çantası ağırlığı ve sırt çantası taşıma alışkanlıkları olduğu belirtilmiştir (6). Sırt çantası taşıma alışkanlıklarının okul çağı çocuklarında artan sırt ağrısı prevalansının nedenlerinden biri olduğu düşünülmektedir. Bazı çalışmalar, okul çantasını asimetrik şekilde taşıma yönteminin bu yaş grubunda sırt ağrısı risk faktörlerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır (8-10). Çocukluk çağında görülen sırt ağrısının erişkinlik döneminde görülen sırt ağrısının habercisi olup olmadığı bilinmemektedir. Ancak yapılan bir araştırmanın sonucuna göre, nüfusun %85'i genellikle sırt ağrısından şikayet etmektedir (7).

Artmış yük miktarı postüral değişikliklerin ve postüral değişiklikler de kütle merkezindeki olumsuz değişimlerin kaynağıdır (8). Kişi çantasız ayaktayken postürdeki kas aktivasyon paterni ve kuvvetleri ile ilgili değişiklikler gözlemlenmez. Kas aktivasyonu, düzeltici paternlerdeki değişikliklerin sonucunda omurga ve ekstremitelerdeki uyarımı, daha yüksek metabolik gereksinimin karşılanması için ilave enerji tüketimini ve eklem yüzeyleri üzerindeki basınç kuvvetini artırabilir (9).

Çocuklar tarafından evde ve okulda alışkanlık haline gelen postüral bozukluklar düzeltilmediği takdirde yaşam boyu sürebilecek ağırlı semptomlara sebep olan kas dengesizliği ve postüral bozukluklara yol açabilir. Çocuklarda ve adölesanlarda yalnızca kemik yapısı hassas olduğu için değil aynı zamanda zayıf

postür ve zayıf kemik oluşumu bu çağdaki çocuklarda daha kolay düzeltilebileceğinden postüral bozuklukların tanısının konulması çok önemlidir (10).

Son zamanlarda sağlık çalışanları, ebeveynler ve eğitimciler arasında çocukların okul çantası ağırlığı ve bu ağırlıkların gelişmekte olan omurga üzerindeki negatif etkileri hakkında artan bir endişe vardır (11). Birçok araştırmacının önerilerine göre, güvenli sırt çantası ağırlığı çocukların ağırlığının %10'unu geçmemelidir, ancak sık sık bu oran %30-40'lara ulaşmaktadır (12). Sırt çantası ağırlığının vücut ağırlığının %5-20'si olmasını tavsiye eden Amerikan Ortopedi Cerrahları Akademisi, sırt çantasının içerdiği ağırlığın çocukların vücut ağırlığının %20'sinden fazla olduğu zaman bu durumun klinik bir probleme sebep olabileceğini belirtmektedirler (13). Dahası, yapılan araştırmalar böyle bir ağırlığın vücut postürü ve yürüyüş üzerinde önemli bir etkiye sahip olacağını göstermektedir (14, 15). Ayrıca ortaokul öğrencileri vücut ağırlıklarının Amerika Birleşik Devletleri'nde ortalama %14-%17, İtalya'da ise %22'sini taşımakla birlikte, İtalya'da bu öğrencilerin üçte biri haftada bir kez vücut ağırlıklarının %30'unu geçen ağırlıkta çanta taşımaktadırlar (16).

Okul çantası vücudun arkasında konumlandığı zaman, kütle merkezi destek alanı üzerinden arkaya kayar (17). Bu kayma ayak bileği, kalça ve başın öne eğilimi ile kompanse edilir ve bu ayarlamayı yapan kasların kontraksiyonu yükü desteklemek için artar (18).

Son zamanlardaki çalışmalar özellikle sırt çantası taşımanın en uygun metodu üzerinde odaklanmasına rağmen, çoğu araştırmada görüş birliğine ulaşamamıştır. Bu çalışmalarda tek ya da iki omuz üzerinde çanta taşımanın yürüyüşe ve postüral değişikliklere sebep olduğu ancak çanta tek omuzda taşınırken daha büyük değişiklikler olduğu kaydedilmiştir (19). Pascoe ve arkadaşları'nın araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin çoğunun da (%72,3) sırt çantasını tek omuz üzerinde taşımayı tercih ettikleri gösterilmiştir (20).

Literatürde sırt çantası taşımanın öğrenciler üzerinde etkisi pek çok yönden değerlendirilmiş olup, genellikle çanta özellikleri, çanta taşıma alışkanlıkları ve farklı çanta-vücut ağırlığı oranına sahip çantaların postür, kas-iskelet sistemi yaralanmaları ile ağrı üzerindeki etkisi konusunda yapılan araştırmalar oldukça fazladır. Ancak yapılan çalışmaların düz zeminde yapılması öğrencilerin günlük yaşamdaki çevresel

koşullar göz önüne alındığında sırt çantası kullanımının yarattığı etkileri göstermek bakımından yetersiz kalmaktadır. Ayrıca kas-iskelet sisteminin adölesan çağıdaki hızlı gelişimi bu dönemde omurgayı diğer iskelet yapılarına göre daha uzun süre yaralanmalara maruz bırakabilmektedir(17). Bu yüzden bu dönemde ağır ve yanlış sırt çanta taşıma alışkanlıklarının kas-iskelet sistemi üzerindeki olumsuz etkilerinin artıracığı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte zemin-eğim faktörünün farklı çanta taşıma alışkanlıklarına sahip lise öğrencilerinin dengelerini nasıl etkilediğini gösteren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamız lise öğrencileri üzerinde yapılması planlanmış ve bu öğrencilerin düz ve eğimli zeminlerde farklı çanta taşıma yöntemleri sırasındaki dengelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızın hipotezleri;

Hipotez 1

H0: Lise öğrencilerinde düz zeminde sırt çantası taşıma yöntemleri ile eğimli zeminde sırt çantası taşıma yöntemleri arasında statik ve dinamik denge açısından fark yoktur.

H1: Lise öğrencilerinde düz zeminde sırt çantası taşıma yöntemleri ile eğimli zeminde sırt çantası taşıma yöntemleri arasında statik ve dinamik denge açısından fark vardır.

Hipotez 2

H0: Lise öğrencilerinde düz zeminde farklı çanta taşıma yöntemleri arasında statik ve dinamik denge açısından fark yoktur.

H1: Lise öğrencilerinde düz zeminde farklı çanta taşıma yöntemleri arasında statik ve dinamik denge açısından fark vardır.

Hipotez 3

H0: Lise öğrencilerinde eğimli zeminde farklı çanta taşıma yöntemleri arasında statik ve dinamik denge açısından fark yoktur.

H1: Lise öğrencilerinde eğimli zeminde farklı çanta taşıma yöntemleri arasında statik ve dinamik denge açısından fark vardır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Denge

Denge, vücut ağırlık merkezini destek alanı içerisinde tutabilme becerisidir (21). Hareketsiz durumda bulunan ya da sabit hızla hareket eden bir vücut bölümüne veya vücudun bütününe etki eden kuvvetlerin bileşkesinin sıfır olması halinde denge durumundan bahsedilir (22-24). Vücut üzerindeki tüm dış kuvvetler sıfıra eşit ve vücut doğrusal bir hareket yapmıyorsa statik, hareket halinde ve ivmelenmiyorsa dinamik dengede olduğu söylenir (22). Denge halinin devamlılığı ya da bozulması öncelikli olarak kişinin kütle merkezi ve destek alanı arasındaki ilişkiye bağlıdır (25).

İnsanların diğer canlılardan farklı olarak destek alanının daha dar ve ağırlık merkezlerinin daha yukarıda olması dengelerini koruyabilmeleri açısından dezavantaj oluşturmaktadır (26).

2.1.1. Statik Denge

İnsan vücuduna etki eden bileşke kuvvetlerin birbirleri ile eşit ve dengede olması statik denge olarak ifade edilir. Bireyin dengesi, etki eden kuvvetlerin dışında bireyin ağırlık merkezi, yer çekim hattı ve destek alanının vücutta konumlandığı yere göre de değişmektedir (23, 24).

Vücuttaki bazı bölgeler lokomasyon sırasında ihtiyaç duyulan fonksiyonel hareket paternlerini ortaya çıkartırken, bazı bölgeler ise yapılan bu hareketi destekleyerek hareketin düzgün ve doğru bir şekilde yapılmasını sağlarlar. Vücudu destekleyen ve statik durumda bulunan bu yapıların dengeyi sağlamak için harcadıkları enerjiyi ve intrinsik kuvvetleri en aza indirmek ve bu yapılar üzerinde oluşacak baskıyı azaltmak için vücudun denge ilkelerine uygun pozisyonlanması gereklidir (27, 28).

2.1.2. Dinamik Denge

Hareket sırasında dinamik olarak dengede olduğu düşünülen bir kişinin üzerine etki eden kuvvetlerin tümü eşit ve zıt yönlü iç kuvvetler tarafından karşılanır (29). Durağan durumdan hareketli duruma geçen bir kişinin üzerine etki eden

kuvvetler kişinin dengesini bozma eğilimi içerisindedir. Vücut veya vücut bölümleri yerçekim hattına dik veya açı ile uygulanan kuvvetler sonucunda, doğrusal veya açısal bir şekilde yer değiştirmeye başlar (24, 30).

Dinamik denge canlı ve cansız cisimler için farklılık göstermektedir. Örneğin sabit hızla giden bir aracın üzerine birçok kuvvet etki etse dahi araç sabit hızla yoluna devam ediyorsa dengededir (23). Ancak insan ve hayvanlarda harekete etki eden birçok etken bulunmaktadır ve denge, hareket esnasında sürekli bozulur ve düzeltilir. Bu nedenle insan ve hayvanlarda dinamik dengenin sağlanabilmesi için sürekli değişen denge durumuna uyum göstermek gereklidir (24).

İnsanlar dengelerini korumak için değişen intrinsik ve çevresel koşullara dinamik olarak aşağıda verilen örneklerde olduğu gibi cevap verebilirler:

-Hareket halindeki bir otobüste ayakta duran yolcunun ani fren anında hareket yönü doğrultusunda öne veya arkaya adım atması

-Spor müsabakası sırasında rakipten gelen itme, çekme veya çarpma kuvvetlerini karşılamak isteyen sporcunun aksi yöne doğru adım atması (31).

Bir kişinin statik veya dinamik denge durumundaki pozisyonu, yerçekim hattına göre vücut kısımlarının simetrik olması, şekli, yüzeyi gibi fiziksel özellikleri farklılık göstermektedir. Denge kararlı, kararsız ve nötral olmak üzere 3 farklı şekilde açıklanır. Bir bireye etki eden kuvvetlerin nötralize edildiği, vücut duruşunun simetrik ve düzgün olduğu durum kararlı dengedir (23). Kararlı dengeye, kişinin hareketsiz olarak ayakta dik pozisyonda durması örnek verilebilir. Spastik veya ataksik serebral palsili bir çocuğun yürüyüşü, parkinson hastası olan yaşlı bir bireyin yürüyüşü veya buzlu bir zeminde yürümeye çalışan bir kişinin yürüyüşü sırasında kararsız denge durumu hakimdir. Dengesini korumak için düzeltme reaksiyonlarıyla öne, arkaya, sağa veya sola vücut salınımı yapan bir kişinin nötral dengede olduğundan bahsedilebilir (24, 30, 32).

2.1.3. Statik ve Dinamik Durumlarda Dengenin Korunması

Vücutun dengesinin korunabilmesi için, aşağıda belirtilen koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir (23-25, 29):

1.Yer çekim merkezinin vertikal olarak mümkün olduğunca aşağıda pozisyonlanması

Yerçekim merkezinin destek alanına göre yüksekliği stabiliteyi etkileyebilir. Vücut açısız bir yer değiştirmeye maruz kalsaydı, daha yüksek bir pozisyondaki yerçekim merkezi potansiyel olarak daha büyük bir yıkıcı (bozucu) tork oluştururdu. Stabilitenin artırılması arzu edildiğinde, atletler spor sırasında sık sık çömelirler. Araştırmacılar, bir bireyin yürürken ve koşarkenki destek alanının, yerçekim merkezi yüksekliği ile ilişkisine yönelik bir pozisyon için formül önermişler ve dengenin korunması için, yerçekim merkezinin hareketli destek alanı içinde kalması gerektiğini savunmuşlardır.

2. Vücut yerçekim hattının destek alanı içerisine düşmesi

Örneğin; İki ayağının üzerinde duran bir kişinin yer çekim hattı, destek alanının üzerinde veya yakınındadır. Bu kişi yana eğildiği zaman, yer çekim merkezi izdüşümü destek alanının dışına doğru hareket eder. Yer çekim hattı destek alanının dışına çıktığı zaman, kişi dengesizdir ve kişi postürünü düzeltmezse ya da destek alanını genişletmezse yere düşecektir. Kişinin dengesini kaybetmeden daha fazla eğilmesi için ya karşı kolunu kaldırması ya da destek alanını genişletmesi gerekir. Her iki durumda da, yer çekim merkezi izdüşümü destek alanına geri dönecektir.

3. Destek alanının büyüklüğünün dış kuvvetlerin hareket çizgisi yönünde artırılması

Örneğin; Rüzgarlı bir günde otobüs durağında bekleyen bir kişi, rüzgarın geldiği yöne doğru dönerek ve bir ayağını diğer ayağının arkasında konumlandırıp destek alanını rüzgar yönünde genişleterek stabilitesini artırabilir.

4.Vücut ile temas eden yüzeyler arasındaki sürtünme kuvvetinin artırılması

Destek yüzeyi ile destek alanı arasındaki sürtünme kuvveti ne kadar büyükse vücut da o kadar stabil olacaktır. Buzlu bir kaldırımda yürüme sırasında buz ile ayakkabı arasında sürtünme yoktur. Kaldırımın kumlanması buzlu yüzeyin sürtünmesini artırır ve böylece stabilite artar.

5. Vücut yerçekim hattının ağırlık merkezinden ya da mümkün olduğu kadar yakınından geçmesi

6. Vücut destek alanının mümkün olduğunca geniş olması

Destek alanı, vücudun destek yüzeyleri ile temas halindeki en dış kenarları tarafından çevrelenen alanı kapsar. Vücudun yerçekim hattı destek alanı dışına çıktığı zaman vücut ve vücut bölümlerinin açılma hareketine neden olacak momentum nedeniyle denge bozulur. Destek alanı ne kadar büyükse, bunun gerçekleşme olasılığı o kadar düşüktür. Dövüş sanatı ustaları tipik olarak, savunma durumunda iken stabiliteyi artırabilmek için geniş bir duruş pozisyonu alırlar. Bundan farklı olarak, başlangıç bloklarındaki koşucular kısmen küçük denebilecek destek alanını korurlar ve yarışın başlamasıyla hızlıca stabiliteyi bozarlar.

7. Bir cismin kütlesi ne kadar büyükse, stabilitesi de o kadar büyüktür. Bu konsept bir futbol takımı oyuncularının ölçülerine bakılarak gözlemlenebilir. Defans oyuncuları genellikle daha ağırdır ve bu yüzden onların dengesini bozmak daha zordur. Görevi top ile koşmak olan orta saha oyuncuları daha hafiftir. Dengede kazanılmış olanın hız ile kaybedildiği ve tam tersi de söylenebilir.

8. İnsanlar hareket halindeyken hareketli bir nesneye değil sabit bir nesneye odaklanırsa, dengelerini daha iyi sağlarlar. Bu yüzden, koltuk değneği ile yürümeyi öğrenen insanlar hareket eden ayaklarına ve koltuk değneklerine bakmak yerine salondaki bir cisme odaklanmaları daha stabil olmalarını sağlayacaktır.

2.1.4. Dengeye Etki Eden İç ve Dış Kuvvetler

Vücudumuz ayakta duruş sırasında dengeyi etkileyen dış kuvvetlere ve postüral salınımlara karşı aktif iç kuvvetlerle karşılık vermektedir. Dış ve iç

kuvvetlerin tamamı ile vücut ve vücut segmentleri üzerine etki eden torqların tamamının, vücudun dengesini sürdürebilmesi için sıfıra eşit olması gerekir (33).

Tablo 2.1. Dengeye etki eden iç ve dış kuvvetler

1. İç Kuvvetler		2. Dış Kuvvetler
a. Pasif Kuvvetler -Eklem kıkırdağı -Ligamentler -Tendonlar -Kemikler -Konnektif doku -Çevre yumuşak doku	b. Aktif Kuvvetler -Kaslar	a. Yerçekimi Kuvveti b. Yer Reaksiyon Kuvveti c. Sürtünme Kuvveti

1. İç Kuvvetler

Vücudumuzdaki kas, kemik, ligament, bağ, fasya ve konnektif doku tarafından oluşturulan kuvvetler iç kuvvet olarak tanımlanır. İç kuvvetlerden kaslar aktif kuvvetleri oluştururken, diğerleri pasif kuvvetleri oluşturur (31).

A. Pasif Kuvvetler

Statik ve dinamik denge durumlarında eklemlerde meydana gelen hareketlerin düzgün ve doğru bir şekilde normal eklem hareket sınırları içerisinde oluşmasında pasif kuvvetlerin önemli bir payı vardır. Pasif kuvvetleri oluşturan kemik, ligament, bağ, fasya ve konnektif doku gibi oluşumların fizyolojik ve morfolojik özellikleri sayesinde eklem hareketlerinin yönü, derecesi, şiddeti kontrol edilmektedir. Bu sayede, eklemler üzerindeki yük miktarı ve kasların harcamış olduğu enerji miktarı azalmaktadır (32).

Eklem Kıkırdağı

Yaklaşık %75'i sudan oluşan ve elastik bir yapıya sahip eklem kıkırdağının görevleri; vücut üzerine binen yüklerin absorbe edilmesi, yüklerin eklem yüzeylerine eşit olarak dağıtılması ve diğer yapılara aktarılmasıdır. Kıkırdak, vücut üzerine binen yüklerle eş zamanlı olarak hareket ederek, bu duruma uyum gösterme eğilimindedir.

Eklem kıkırdağının üzerindeki baskının etkisiyle komprese olması ve baskının ortadan kalkmasıyla eski haline dönmeye eklem lubrikasyonu denir. Farklı pozisyonlar, farklı aktiviteler, farklı ortamlarda eklem üzerine binen yüklere göre eklem lubrikasyonu da değişmektedir (34).

Walker yaptığı çalışmaya göre yalnızca düşük değerlerdeki yüklerin vücut üzerine 5 saniyeden daha uzun bir süre güvenle uygulanabileceği sonucuna ulaşmıştır (35). Steindler ve arkadaşları ise yaptıkları araştırmada 50 ile 120 gr arasında bir kuvvetin 1 saat süresince kıkırdak doku üzerine etki etmesinin kıkırdak dokuda hasar oluşturduğunu ve hasarın olduğu dokuda rejenerasyonun mümkün olmadığı sonucuna ulaşmışlardır (30).

Ligamentler

Statik ve dinamik pozisyonlardaki eklemlerin stabilitesinin korunmasında ve eklem hareketlerinin şiddetinin ayarlanmasında etkin rol oynayan ligamentler fonksiyonel açıdan vücuttaki en önemli bağ dokusu tipidir (36). Ligamentlerin; hareket sırasında eklem yüzeylerinin biribiri ile ilişkisini korumanın yanında proprioseptörler aracılığıyla eklem çevresindeki kasları eklem pozisyonları hakkında bilgilendirerek ihtiyaç duyulan kas kuvvetinin oluşmasına yardımcı olmak gibi görevleri bulunmaktadır. Ligamentlerdeki herhangi bir hasar eklem hareketlerinde dengesizlik ve bozukluğa sebep olacaktır (32).

Tendonlar

Ligamentler gibi kollajen doku ve sudan oluşan tendonlar, kasların her iki ucunda yer alır ve kasların kemikle bağlantısını sağlayarak origo ve insersiyonlarını oluştururlar. Tendonlar, hem kasların kemiklerle bağlantı kurduğu yer olması

nedeniyle kaslar tarafından oluşturulan kuvvetlerin aktarımı, hem de viskoelastik özellikleri sayesinde kaslar ile kemikler üzerindeki stresi kısmen absorbe etmesi bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca tendonlardaki ağrı duyusunu taşıyan C lifleri ile propriyoseptif duyuyu taşıyan sinir lifleri sayesinde kaslarda tonus değişikliğini algılayan golgi tendon organlarından alınan bilgiler ilgili merkezlere ulaştırmakta ve kas gerimi kontrol edilmektedir. Kas, sinir ve tendonların birbirleriyle uyum içinde çalışması sayesinde hareket paterni düzgün, gereken şiddette oluşur ve bu durum vücut ve vücut bölümlerinin dengesinin korunması bakımından önemlidir (37).

Kemikler

Kalsiyum fosfat, kollajen lifler ve su içeren matriksten oluşan kemik vücudun en sert konnektif dokusudur. Vücuttaki kemiklerin dayanıklılığı ve elastikiyetini kemiklerin boyu, şekli, çapı gibi faktörler etkiler. Kemiğin yeteri kadar dayanıklı olmaması durumunda vücut üzerine etki edecek statik ve dinamik yüklenmelerin absorbe edilmesi ile iç ve dış kuvvetler tarafından oluşturulan kuvvetlerin karşılanması noktasında başarısız olacaktır.

Vücudumuzdaki kemiklerin biyomekanik açıdan; kaslar tarafından oluşturulan kuvvetlerin ilgili bölge ve eklemlere aktarılması, vücudun hareket ve ayakta duruş pozisyonları sırasında desteklenmesi gibi görevleri bulunmaktadır (38).

B. Aktif Kuvvetler

Tek tek veya grup halinde birbirleriyle düzenli, ahenk içinde çalışan ve vücuttaki aktif kuvvetleri oluşturan *kaslar*; bağlantı yaptıkları kemikler vasıtasıyla basit hareketleri veya karmaşık hareket paternlerini oluştururlar. Kasların fiziksel, kimyasal, anatomik ve fizyolojik yapıları eklem hareketi, kuvvet, koordinasyon, denge ve hızı etkiler (39).

2. Dış Kuvvetler

A. Yerçekimi Kuvveti

Vücut ağırlığı, yeryüzünün oluşturmuş olduğu yerçekim kuvvetinin kişinin kütlesi ile çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Yerçekiminin, hareketli ya da hareketsiz

konumda vücut duruşunu korunmasındaki etkisi sayesinde kişi dengede durabilir ve hareketleri gerçekleştirebilir (24). Bu durum özellikle dengesini kaybeden bir kişinin verdiği tepkilerde açık bir şekilde görülür. Örneğin öne doğru düşmek üzere olan bir kişi baş, omuz ve kollarını arkaya hareket ettirerek yerçekimin etkisiyle bu bölgelerin ağırlığını kullanarak dengesini sağlamaya çalışır.

B. Yer Reaksiyon Kuvveti

Bir insan tamamiyle hareketsiz ayaktayken Newton'un üçüncü yasasının bir sonucu olarak yer, vücut ağırlığına eşit ve karşı yönde bir reaksiyon kuvveti üretir (40). Yer Reaksiyon Kuvveti (YRK) tek ya da iki ayağa binen yükün şiddeti ve yönünü gösteren bileşke kuvvettir. YRK genellikle sahip olduğu üç komponente göre açıklanır (28):

- a) Vertikal bileşen kuvveti(y eksenini boyunca)
- b) Horizontal olarak yönlendirilmiş medio-lateral yöndeki kuvvet bileşeni (x eksenini boyunca)
- c) Horizontal olarak yönlendirilmiş antero-posterior yöndeki kuvvet bileşeni-(z eksenini boyunca)

Yer reaksiyon kuvveti gerçekte ayağın altındaki tüm kuvvetlerin ya da basıncın ortalamasıdır. Basıncın ayak tabanının her tarafına eşit olarak dağılmaz. Özellikle basıncın ayakta topuk ve metatarsofalangeal eklem ve çevresinde toplanır (40).

Yer reaksiyon kuvvet vektörü ayak veya ayaklara binen yükün yönünü ve büyüklüğünü gösterir. YRK vektörünün uygulanma yeri vücut basıncı merkezindedir. Basıncın Merkezi (Center of Pressure-CoP) ise unilateral ayakta duruş sırasında ayak üzerinde konumlanırken bilateral duruş postürü sırasında ayaklar arasındadır. Örneğin; kişinin amuda kalkması durumunda, CoP elleri arasına yerleşecektir (28).

CoP'un konumu, yer çekim merkezinin hareket hattını gösterir. CoP hareketsiz ayakta dururken navikular kemiğin altında, ayak bileği eklemının yaklaşık 5 cm önündedir. CoP ayak bileği eklemının 5 cm önünde iken ayak dorsi fleksiyona gitme eğilimindedir. Ayakta hareketsiz dururken, oluşan dorsi fleksiyon momentine karşı oluşturulan zıt moment ile denge sağlanır. Aşıl tendon kuvveti tarafından üretilen iç moment ile tam olarak dengelenir. Bu kuvvet aşıl tendonu vasıtasıyla

aktarılmasına rağmen, elbette çoğunlukla kaslar tarafından üretilmektedir ve bu yüzden tendon pasif bir yapıdır. Tendondaki kuvveti oluşturan aktif yapılar kalkaneusa yapışan soleus ve gastrocnemius kaslarıdır (40).

Ayakta Duruşun Kontrolü

Yer reaksiyon kuvveti dış etkenlerden dolayı normalde olması gereken yerin önüne veya arkasına hareket edebilir. Örneğin biri tarafından öne doğru itilen bir kişiye etki eden yer reaksiyon kuvveti öne kayacaktır. Bu durumda plantar fleksörlerin yer reaksiyon kuvvetini dengeleyerek kişinin ayakta durmasını devam ettirebilmesi için daha büyük bir ayak bileği momenti üretmesi ve daha güçlü şekilde kasılması gerekecektir. Kişinin öne itilmesi yerine arkaya itilmesi durumunda ise yer reaksiyon kuvveti arkaya hareket edecektir. Bu durumda ise yer reaksiyon kuvveti ayak bileğini plantar fleksiyona getirme eğilimindedir ve tibialis anterior gibi kaslardan hareketi sınırlayıcı dorsi fleksör momente ihtiyaç duyulur.

Aynı prensipler diz ve kalça gibi proksimal eklemlerde de geçerlidir. Her eklemdaki iç eklem momenti yer reaksiyon kuvveti tarafından uygulanan momente eşit ve karşıt olmalıdır. Ayrıca hareketsiz ayakta dururken, yer reaksiyon kuvveti genellikle bu eklemlere oldukça yakın geçer böylece çok küçük eklem momenti için çok az kas kuvveti yeterli olur.

Açık bir şekilde diz, çömelme (squat) pozisyonunda iken fleksiyona gitme eğilimindedir. Bu durumda eksternal moment fleksörlerdir. Tıpkı ayak bileğindeki gibi bir kas, dengeyi sağlayabilmek için internal bir moment üretmelidir. Bu yüzden, eksternal moment fleksörler olduğu zaman, internal kas momenti ekstansörler olmalıdır ve kuadriceps kasları eksternal momenti karşılarlar.

Yer reaksiyon kuvvetinin diz ekleminin önünden geçmesi durumunda ise dizin primer fleksörleri olan hamstring kas grubunun aktive olması gerekir. Teorikte yer reaksiyon kuvveti dizin önünden geçtiği zaman hamstring kas grubunun aktive olması gerektiği görülse de, diz eklemi posterior kapsüldeki güçlü ligamentlerin bu açıda gergin olmalarından dolayı diz pasif olarak stabildir ve kas aktivasyonuna ihtiyaç duyulmaz.

Kalçanın genellikle ayakta duruş sırasında tam eksansiyonda olmayıp 2 ile 15° arasında değişen kalça fleksiyonu yaptığı bilinmektedir (41). Literatürde yer çekim hattı çizgisinin kalça eksenine göre pozisyonu hakkında bazı varyasyonlar olmakla birlikte, yerçekim çizgisinin kalça eklemine arkasından geçtiği kabul edilir. Bu yüzden vücudun arkaya hareket etmeden yerçekim momentine karşı koyulabilmesi için iliacus kasının çok az da olsa aktivasyonuna ihtiyaç duyulur (42).

Bireylerin yer reaksiyon kuvvetleri ile basınç merkezleri hakkında bilgi veren kuvvet platformları sayesinde vücuda etki eden yüklerin yönü, yüklerin yoğunlaştığı bölgeler gösterilmektedir. Bu sayede denge ve duruş bozuklukları belirlenebilmektedir (32).

C. Sürtünme Kuvveti

Cisimlerin birbirleriyle temas eden yüzeyleri arasındaki harekete zıt ve hareketi zorlaştırıcı etkisi olan kuvvete sürtünme kuvveti denir. Sürtünme kuvveti, cisimlerin hareketli veya hareketsiz olmasına göre farklılık göstermektedir. Hareket eden cisimler ile temas yüzeyleri arasındaki sürtünme kuvveti dinamik, hareketsiz cisimler ile temas yüzeyleri arasındaki sürtünme kuvveti ise sabit sürtünme olarak ifade edilir (23).

Ayakta hareketsiz dururken, otururken, yatarken veya harekete başlama anında oluşan sabit sürtünme, hareketli durumdaki dinamik sürtünmeye göre daha büyüktür. Sabit sürtünme durumundaki bir kişinin sürtünme katsayısının "1" olduğu kabul edilirken, yerle temasının olmadığı durumlarda sürtünme kuvvetinin "0" olduğu kabul edilir (27).

Dinamik sürtünme hareketli yüzeyler arasında oluşmaktadır. İnsanlar yürürken, koşarken yer ile ayakları, yüzerken su ile vücut yüzeyleri ve paten yaparken paten tekerleri ile yüzey arasındaki sürtünme dinamik sürtünmeye örnektir. Dinamik sürtünme sırasında sürtünme katsayısı 0,1-1 arasında değişmektedir (23, 31).

Dinamik sürtünme kuvveti; kişinin ağırlığına, hızına, temas eden yüzeylerinin pozisyonuna (Örn; ayağının yer ile temas pozisyonu) ve temas yüzeyinin

özelliklerine (temas alanı, sert, yumuşak, düz, engebeli, kaygan zemin ve sürtünme katsayısı) göre değişmektedir (27).

Sert yüzeylerde temas eden yüzeyler arasındaki molekül sayısının yumuşak zeminlere göre daha az olması ve sert yüzeylerde moleküllerin temas sürelerinin yumuşak zeminlere kıyasla daha kısa olması nedenlerinden ötürü sert yüzeylerde oluşan sürtünme kuvveti yumuşak yüzeylere göre daha azdır (31).

2.1.5. Vücut Ağırlık Merkezi (Vücut Yerçekim Merkezi)

Bir cismin ağırlık merkezi cismin tamamı üzerinde konumlanan yerçekim kuvvetinin toplandığı nokta olarak tanımlanır (22). Ağırlık merkezi, bir cisme etki eden tüm yönlerdeki torkların eşit olduğu denge noktasıdır. İnsan vücudunda, ağırlık merkezi sakral ikinci vertebranın hafif önünde yer alsa bile, hemen hemen orta hatta konumlanır. Vücut boyutlarının yaş ile birlikte değişmesi yerçekim merkezinin yerinde de değişikliklerle sonuçlanır. Bir çocuğun yer çekim merkezi bir yetişkininkine kıyasla daha yüksektedir (25).

İnsan Vücudunun Yerçekim Merkezinin Konumlandırılması

Vücudumuz birbiri ile bağlantılı ve hareketli bölümlere sahip olmayıp, bir bütün halinde hareket etseydi, hareket sırasında yer çekimi merkezini konumlandırmak ve kontrol etmek çok daha kolay olacaktı. Ancak böyle bir durumda stabilite artmasına rağmen hareket zorlaşacak ve hareket kabiliyeti azalacaktı. İnsan vücudunun hareket esnasında her an konfigürasyonu (dizilimi) ve bu durumun sonucu olarak ağırlık dağılımı ile yerçekim merkezinin konumu değişecektir. Kol, bacak hatta yalnızca parmak hareket ettiğinde dahi yer çekim merkezinin konumu hareket yönünde çok az da olsa yer değiştirecektir (29).

Vücuttaki kemik, kas, ve yağ gibi yapıların farklı yoğunluklara sahip olması ve bu yapıların vücut içerisinde eşit olarak dağılmamasından dolayı yerçekim merkezi konumunun belirlenmesi zorlaşır. İnsan vücudunun yerçekim merkezinin konumunu belirlemek için kısmen basit bazı prosedürler vardır. 17. yy'da İtalyan matematikçi Borelli yerçekim merkezini tespit edebilmek için kişinin tahta üzerinde pozisyonlandığı basit bir denge prosedürü kullanmıştır. Bu prosedürün daha sofistike

versiyonu bir reaksiyon tahtası üzerinde pozisyonlanan kişinin yerçekim merkezinden geçen düzlem konumunun hesaplanmasını sağlar (29).

2.1.6. Vücut Destek Alanı

Düz ve sert bir zeminde ayakta duruş için destek alanı, yüzey ve iki ayak arasındaki temas noktalarının çevrelediği alan olarak tanımlanır. Kişi hareketsiz bir şekilde ayakta iken, ayaklarını birbirinden ayırarak rahat bir şekilde yerleştirdiğinde destek alanı hemen hemen kare gibidir. Bir ayağın önde diğerinin arkada olduğu diyagonal duruş paralelkenar şekilli bir destek alanı oluşturur iken, tandem duruş pozisyonu uzun fakat çok dar bir destek alanı oluşturur. Destek alanı ayaktan daha küçük olduğu ya da yüzey düzensizlikleri ayak ve yüzey arasındaki teması sınırlandırdığı zamanlarda destek alanı daraltılır. Örneğin; dar bir kiriş üzerinde ayakların yan yana durması normal genişlikte fakat çok kısa uzunluğa sahip destek alanı oluşturur. Bu yüzden bu durumdaki bir kişinin stabilite limitleri lateral yönlerden ziyade özellikle ön arka yönde azalır (43).

2.1.7. Stabilite Limitleri

Stabilite Limitleri (Limits of Stability-LoS), bir kişinin adım atmadan, dengesini kaybetmeden veya herhangi bir yere tutunmadan belirli bir yönde eğilebileceği maksimum mesafeyi belirlemek için kullanılan bir ölçüdür (44). LoS ne kadar azalır, vücut dengesi sağlamak için destek alanını ileriye, geriye ve yana eğilme gibi dinamik aktiviteler sırasında o derece fazla kullanmaya başlayacaktır. Bu nedenle, LoS'un azalması, bireyin kendi kontrol alanının dışında dengesinin bozulduğu bir durumun oluşma riskini artırır ve bu da kişinin düşmesi ile sonuçlanabilir (44).

Düz ve sert bir yüzey üzerinde duran sağlıklı bir yetişkinde, LoS'un taradığı yüzey en iyi elips olarak tarif edilebilir. Yerçekim merkezinin yerden yüksekliği ve ayak uzunluğu, ön-arka yöndeki LoS'u etkilemektedir. Kişinin ön-arka yöndeki LoS'u boyu ile doğru ayak uzunluğu ters orantılı olarak değişmektedir (21). Lateral LoS, kişinin ayakları arasındaki mesafeye kıyasla kişinin boyu ile daha çok ilişkilendirilir (45, 46).

2.1.8. Dengenin Değerlendirilmesi

Kapsamlı klinik denge değerlendirmesi, kişinin denge ile ilgili yaşadığı problemlerin tanısının konulabilmesi ve buna uygun tedavi programının uygulanabilmesi bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca denge değerlendirmesi tanı ve tedavi programının belirlenmesinin dışında farklı popülasyonlar için normatif değerlerin oluşturulması bakımından da oldukça önemlidir (47).

Denge değerlendirmesi için pek çok yöntem kullanılmakla birlikte sağlıklı bireylerde denge değerlendirmesi için sıklıkla kullanılan objektif yöntemler şunlardır: Bilgisayar destekli kuvvet platformları ile denge değerlendirmesi, tek bacak üzerinde durma testi ve fonksiyonel uzanma testleridir.

A. Bilgisayar Destekli Kuvvet Platformları ile Dengenin Değerlendirmesi

Günümüzde dengenin değerlendirilmesi konusunda en objektif ölçümler bilgisayar destekli kuvvet platformları ile yapılmaktadır. Kuvvet platformları altında bulunan alıcılar sayesinde kişiye ait CoP, LoS vb. denge değerlendirmesinde kullanılacak ölçüm sonuçlarını bilgisayar ortamına aktarmaktadır. Bilgisayar ortamına aktarılan veriler çeşitli yazılımlarla uygulanan düzeltme işlemlerinden sonra klinisyenin değerlendirmesine sunulmaktadır.

Dengenin değerlendirilmesi için kullanılan pekçok kuvvet platformu farklı yazılım ve farklı ölçüm aşamalarını içermektedir. Bu platformlarda kullanılan farklı ölçüm aşamaları sayesinde denge ile dengenin korunmasında sorumlu sistemlerden hangisinde problem olabileceği tespit edilebilmektedir. Ayrıca farklı yaş gruplarındaki sağlıklı popülasyon için oluşturulmuş normatif değerlerle yapılan karşılaştırmalarla da kişilerin dengeleri hakkında yorum yapılabilmektedir.

Kuvvet platformu yardımıyla yapılan denge değerlendirme yöntemlerinden bazıları ise şunlardır:

1. Dengenin Duyusal İnteraksiyonu Klinik Testi

Dengenin duyusal interaksiyonu klinik testi orijinal ve modifiye edilmiş olmak üzere iki farklı forma sahiptir. Testin hem orijinal hem de modifiye edilmiş

formlarında sert ve yumuşak zemin üzerinde gözler açık ve kapalı değerlendirme aşamaları olmak üzere 4 test pozisyonu bulunmaktadır. Testin orijinal formunda modifiye formdan farklı olarak dengenin, sert ve yumuşak zeminde baş “vizüel dome” içindeyken değerlendirildiği iki test pozisyonu daha bulunmaktadır. Testin modifiye edilmiş formunda sert ve yumuşak zeminde gözler açık ve kapalı olmak üzere 4 test pozisyonunda postüral salınım hızının ölçümü ve denge kontrolünün analizi eklenmiştir. Dengenin duyuşal interaksiyonu klinik testinin modifiye edilmiş formunda kişinin test pozisyonlarında kalma süresi, bu sırada kullandığı hareket stratejisi ve postüral salınım miktarı sayısal olarak ifade edilebilir. Ancak bu test duyuşal sistemdeki spesifik sorunların belirlenmesi konusunda yetersizdir (48).

2. Duyusal Organizasyon Testi

Dengenin korunmasında etkin olan sistemlerden vestibüler sistemin değerlendirilebilmesi için dengenin korunmasında etkin olan diğer sistemlerin devreden çıkartılması gerekliliği 1970’te Nasher tarafında öne sürülmüştür (49). Nasher bu amaçla dengenin duyuşal bileşenini 2 farklı destek yüzeyi(sabit ve salınımlı) ve 3 farklı görsel durum(gözler açık, gözler kapalı ve görsel salınım) olmak üzere 6 farklı test pozisyonunda değerlendirmeyi amaçlayan duyuşal organizasyon testini önermiştir (49). Teste katılan kişilerin her pozisyonunda 20 s boyunca minimum postüral salınım ile dengelerini korumaları beklenir. Ölçümler basınca hassas platform tarafından gerçekleştirilir ve aynı anda sayısal ölçüm sonuçları şeklinde bilgisayara aktarılır. Testin skorlaması kişinin salınım miktarına göre yapılır. Salınımın çok olması ve kişinin düşmesi durumunda skor 0, değerlendirme sırasında kişide salınım olmaması durumunda ise skor 100 olarak değerlendirilir (50).

3. Bertec Denge Platformu

Bu bölüm bireyler ve yöntemler kısmında ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

B. Tek Bacak Üzerinde Durma Testi

Tek bacak üzerinde durma testi, katılımcıların bir bacakları fleksiyondayken yardımsız şekilde tek bacak üzerinde durması gerektiği ve bu pozisyonunda en fazla

kaç saniye durabileceklerinin kronometre ile kaydedildiği testtir (51). Teste başlarken katılımcının bir ayağı destek bacağına değmeyeceği herhangi bir pozisyonda fleksiyona alması istenir. Gözleri açık ve gözler baş yönündedir. Kişiden gözlerini kapatması istenir ve dengesini kaybetmeden bu pozisyonu 30 saniye süresince devam ettirmesi beklenir (52). Fleksiyonda bulunan bacağın diğer bacağına veya yere temas etmesi, kolların veya destek ayağının hareket etmesi durumlarında kişide denge bozukluğu olduğu düşünülür (51, 52). Kişinin tek bacak üzerinde durma testini başarması için bilhassa destek ayağının bulunduğu eksteremitede gluteus medius ve kalça addüktörleri başta olmak üzere birçok kasın senkronize olarak kasılması gerekir. Ayrıca tüm bu motor cevapların uygun şekilde ayarlanabilmesi ve dengenin korunabilmesi için vestibüler sistemden ve proprioseptörlerden yeterli duyuşal girdiye ihtiyaç duyulur (53).

C. Fonksiyonel Uzanma Testi

Günlük hayatta vücudun tüm bölümlerinde en ufak bir hareketlilik bile CoP'un destek alanı içerisindeki konumunda değışikliğıe sebep olmakta, büyük değışimler ise CoP'un stabilite sınırları dışına çıkmasına dolayısıyla denge kaybına sebep olabilmektedir. Ancak LoS'u ölçmek için kullanılan birçok testte kişinin vücut bütünlüğünü bozmaması istendiğı için fonksiyonel aktiviteler sırasındaki LoS'un nasıl korunacağı bilinmemektedir. Ayrıca bu testler günlük yaşamda özellikle ekstremitelerde distalinde gerçekleşen hareketler sırasında hareketin düzgün ve kontrollü bir şekilde gerçekleşmesini sağlayan postüral kontrol mekanizmasını değerlendirme konusunda da yetersizdir (21). Bütün bu nedenlerden dolayı Duncan ve arkadaşları tarafından LoS'u objektif ve fonksiyonel olarak değerlendirebilecek Fonksiyonel Uzanma Testinin kullanımı önerilmiştir. Fonksiyonel Uzanma Testi ile bir kişinin kollarının uzunluğunun ötesinde ulaşabileceğı maksimum mesafe ölçülerek LoS değerlendirilir (21).

2.2. Postür

Genellikle postür, vücut bölümlerinin herhangi bir zamanda birbirleriyle olan ilişkisidir. Ayakta durmak, oturmak ya da uzanmak gibi sabit pozisyonlarda postür statiktir. Vücut bir konumdan diğerine geçiş yaptığı zaman dinamiktir. Postür, çeşitli

vücut bölümlerinin dizilişi ile ilgilidir ve bu vücut bölümleri tuğla bloklara benzetilebilir. Eğer dinamik veya statik pozisyondayken vücut bölümleri düzgün dizilime sahipse, birbiri üzerine düzgün bir şekilde üst üste yığılan tuğlalar gibi stabil olacaktır (25).

2.2.1.Postüral Salınım

Biyomekanik açıdan insanın ayakta duruş pozisyonunu devam ettirebilmesi için ağırlık merkezini kısmen küçük bir destek alanı içerisinde tutması gerekir. Ancak vücudumuz ayakta duruş boyunca postürü kusursuz bir kararlılık ile koruyamaz. Solunum ve kalp gibi devam eden organ fonksiyonları ile küçük hareketlere sebep olan nöral uyarımlar nedeniyle, vücut istemsiz ve sürekli olarak dengeyi yeniden sağlamaya çalışır. Bu durum, postüral salınım olarak adlandırılır (54). Ayrıca postüral salınım, ayakta duruş esnasında CoP'un hareketi olarak da tanımlanır. Ayakta duruş sırasındaki dik postür, sabit taban üzerinde salınımı serbest olan ters bir sarkacın hareketine benzetilir (55).

Postüral salınım, vücut üst kısmının sürekli ve çok küçük miktarda yer değiştirmesi ve destek alanı sınırları içine düşen ağırlık merkezinin korunması için yapılan düzeltmeler ile karakterizedir. Vücut ön-arka ya da sağ-sol yönlerde salınım yapar (54). Hareketsiz ayakta duruş süresince ağırlık merkezi ve CoP'un normal salınımı öne arkaya 7 mm'ye kadar çıkabilmektedir (54, 55). Kütle merkezi ve CoP'un sağ-sol yöndeki salınımları ön-arka yöndeki salınımlarından az miktarda daha küçüktür (54).

Antagonist kaslarda, düşük seviyede birbirini takip eden kasılmaların birincil olarak tibialis anterior ve soleus kaslarında olması, bu salınımların öncelikli olarak ayak-ayak bileği bölgesinde gerçekleşmesini açıklamaktadır (56).

Pykkö ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ayakta duruş postürünün en stabil olduğu yaş aralığının 20-60 yaş aralığı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. 20 yaşından küçük ve 60 yaşından büyük bireylerde ise; destek alanı içerisindeki CoP'un denge kullanım alanı bakımından büyüklüğü, ağırlık merkezinin destek alanı içerisinde hareket ederken izlediği yolun büyüklüğü, dengede yaşanan değişimlere verilen

tepkime süresi ve salınımın maksimum şiddeti gibi bütün ölçümler 20-60 yaş aralığındaki bireylerden daha yüksek bulunmuştur (56). Woollacott ve arkadaşları ise yetişkinlerle kıyaslandığında hem gençlerde hem de yaşlılarda postürdeki bozulmalarda kas aktivitesi reaksiyon süresinin arttığı sonucunu elde etmişlerdir (57).

2.2.2. Postüral Denge

Postüral denge vücudun yerçekim merkezini destek alanı içerisinde ve denge sınırları dahilinde koruyabilmesi olarak ifade edilir. Böylece vücudun dik ve dengeli duruşu korunmuş olur (58). Basit anlamda postüral denge, Periferik Sinir Sistemi ve Merkezi Sinir Sistemi'ne gelen bilgilerin değerlendirilmesi ve oluşturulan otomatik cevapların hedeflenen bölgelere aktarılması sonucu sağlanır. Postüral denge için bilhassa vizüel, vestibüler ve somatosensöriyal bilgilere ihtiyaç duyulur. Ayrıca dikkat ve bilişsel durum da postüral dengeyi etkilemektedir (59).

Motor sistem postüral dengeyi korumak için otomatik postüral cevaplar oluşturur (60, 61). Bu cevaplar subkortikal seviyeye çoğunlukla da serebelluma yönlendirilir. Postüral cevaplar istemli hareketlerden önce bilinçaltı seviyede olur ve istemli hareketlere dönüştürülemez (60). Bu otomatik postüral reaksiyonlar üç karakteristik denge stratejisi ile açıklanır (61):

1. Ayak bileği stratejisi
2. Kalça stratejisi
3. Dengenin bozulma tehlikesi anında adım atma stratejisi (koruyucu refleks)

Postürdeki değişim miktarı ne kadar fazlaysa kişi postürünü korumak için o kadar çok çaba harcar ve bu duruma en uygun hareket stratejisi perturbasyonun yönü ve şiddetine göre belirlenir (62).

1. Ayak Bileği Stratejisi

Ayak bileği stratejisi ön ve arka yönlerdeki salınımlarda kullanılan en yaygın otomatik düzeltmedir (63). Bu strateji, baş ve vücudun ayak üzerinde bir bütün

olarak hareketi ve minimal kalça ve diz hareketi ile sonuçlanır (64). Ayak bileği stratejisinde vücut ters çevrilmiş bir sarkaç gibi hareket eder. Dolayısıyla da oluşan harekette aşağıdan yukarıya doğru hareket miktarı artmakta ve en büyük salınım miktarı başta görülmektedir (65). Genellikle ayak bileği stratejisi salınım küçük, yavaş ve vücudun orta çizgisine yakın olduğu durumlarda tercih edilir (62). Örneğin bir kişi alışkın olmadığı, yumuşak bir yüzey üzerinde ayakta dururken ayak bileği stratejisi postüral düzeltmeye yardımcı olur (66).

Vücudun farklı yönlere salınımları sırasında ağırlık merkezinin destek alanı üzerine getirilmesi ve dengenin yeniden sağlanması için farklı kas grupları aktive olarak ayak bileği stratejilerini gerçekleştirebilirler (67). Yapılan çalışmalarda kişinin ayaklarının altındaki yüzeyin veya platformun öne hareketi gibi sebeplerden ötürü arkaya doğru postüral salınım yapması sonucu gerçekleşen ayak bileği stratejisinde, vücutta oluşan pertürbasyona yanıt veren kas grupları; tibialis anterior, kuadriceps femoris, abdominal kaslar ve kısmen boyun fleksörleridir (33, 61). Tibialis anterior kası tibiayı öne doğru çekerek dengenin restorasyonunu sağlar. Bu sayede vücudun öne doğru hareket etmesiyle yerçekim merkezi hattının destek alanı içerisinde veya merkezinde kalması sağlanmış olur (67). Tam tersi yüzeyin veya platformun arkaya hareketi ile kişinin ağırlık merkezinin öne yer değiştirmesi durumunda ise pertürbasyona yanıt veren kas grupları gastrocnemius, hamstringler, paraspinal kaslar ve boyun ekstansörleridir (33, 61). Zemin hareketiyle kişinin öne veya arkaya doğru hareketleri sırasında gerçekleşen ayak bileği stratejisinde görev alacak kas grupları distalden proksimale doğru sırasıyla aktive olurlar (67). Ayrıca kişinin ağırlık merkezini mediale kaydırması durumunda peroneal kaslar, lateral hamstringler, kalça abdükörleri aktive olurken, laterale kaydırması durumunda ise tibialis posterior, medial hamstringler, kalça addükörleri aktive olacaktır (61).

2. Kalça Stratejisi

Postür kontrolünün kalça, pelvis ve göğüsten gerçekleşmesi kalça stratejisi olarak adlandırılır. Vücudun, yerçekim çizgisindeki geniş kaymalar ile baş ederek postüral kontrolü koruması gerektiği durumlarda, ayak bileği stratejisi gerekli düzeltmeyi sağlamakta yetersiz kalır. Postüral salınım geniş ve hızlıysa ya da ayak bileğinde oluşacak kuvvetler postüral salınımı karşılayamayacak kadar küçükse,

kalça stratejisi tercih edilir (68). Destek alanının stabil olmadığı, normalden daha dar olduğu veya destek alanı içerisindeki ağırlık merkezi izdüşümünün daha hızlı bir şekilde yer değiştirmesi gerektiği durumlarda vücudun alt ve üst kısımları zıt yönlerde hareket ederek kalça stratejisini ortaya çıkartır. (69).

Horak ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada dar destek yüzeyine sahip bir platformun üzerindeki bireylerin, platformun öne gitmesi durumunda arkaya doğru salınım yaptıkları ve bu salınım kalça stratejisi ile yanıt verdiklerini belirtmişlerdir. Arkaya doğru yapılan salınım sırasında oluşan kalça stratejisinde paraspinal kaslar ve hamstringler aktive olmuştur. Dar destek yüzeyine sahip platformun arkaya doğru hareket etmesi sonucunda vücut öne salınım yapmıştır. Öne doğru yapılan salınım sonucunda oluşan kalça stratejisinde abdominal kaslar ve kuadriceps femoris kasları aktive olmuştur (61). Kişinin öne salınım hızındaki artış ayak bileği ve kalça stratejilerinin birlikte yapılmasına sebep olabilir (70).

Kalça ve ayak bileği stratejileri hareketin akselerasyonunu en aza indirmekte ve böylece CoP'un hareketlerini yavaşlatarak denge sistemlerinin gerekli reaksiyonları oluşturabilmesi için zaman kazandırmaktadır. Ancak bu stratejilerin CoP'u sabit tutmak ve CoP'un hareketlerini engellemek gibi bir etkisi bulunmamaktadır (65, 71).

3. Adım Alma Stratejisi

Adım alma stratejisi destek alanının çok geniş ya da çok hızlı değişimlerine ihtiyaç duyulan, vücut pozisyonunda ani değişikliklerin gerekli olduğu; insanlarla veya objelerle çarpışma, büyük bir kuvvetin üstesinden gelmek ya da öngörülemeyen bir nedenden dolayı vücut pozisyonunda bir değişiklik yapma ihtiyacı olduğu durumlarda kullanılır (63). LoS aşıldığı zaman hatta LoS'a yaklaştığı zaman, adım alma stratejisi yeni bir destek alanı oluşturmaya başlar ve vücut ağırlık merkezinin destek alanı içinde kalabilmesi için diğer stratejilerden farklı olarak destek alanı genişletilir (33, 72). Stabilité limitleri (LoS) kişiden kişiye farklılık göstermektedir ve normalden daha küçük LoS'a sahip bir kişi yerçekim hattının çok küçük hareketlerinde bile bu duruma karşılık olarak adım alma stratejisini kullanabilecektir. Adım alma stratejisi devreye girdiği zaman birey düşmemek için bir veya birkaç

adım atar (73). Önceden denge kaybının engellenmesi için adım alma stratejisine ayak bileği ve kalça stratejilerinin yetersiz kaldığı yerlerde başvurulduğu düşünüldü (74). Ancak Maki ve McIlory, adım alma stratejisinin hem gençlerde hem de yaşlılarda perturbasyona yaygın yanıtlar olduğunu gösterdi. Ayrıca bu yazarlar adım alma stratejisinin geniş salınım durumlarında dengenin korunması konusunda başarılı olan tek strateji olduğunu belirttiler (72).

2.2.3. Düzgün Postür ve Duruş

Yerçekim kuvvetinin vücut üzerine sürekli etki etmesinden dolayı, ideal ayakta duruş postüründe vücut segmentlerinin her birinin dikey olarak hizalanması ve yerçekimi dik izdüşümünün bütün eklem eksenlerinden geçmesi gerekir. Normal vücut yapısı bu şekilde tanımlanan ideal postürün hayata geçirilmesini imkansız kılmakla birlikte, ideale yakın bir postürün sağlanması mümkündür. Optimal ayakta duruş postüründe yerçekim izdüşümü çoğu eklem ekseninden geçmese de, yakınından geçer. Bu yüzden yerçekiminin oluşturduğu dış momentler kısmen küçüktür ve pasif kapsüller, ligamentöz gerilim, pasif kas gerilimi ve küçük fakat devamlı olan kas aktivasyonları yoluyla üretilen iç momentlerle dengelenebilirler (28).

İyi dizilimi ifade eden iyi postür; kemik, ligament, kas ve tendon gibi yapılar üzerindeki baskıyı azalttığı için çok önemlidir. İyi postür fonksiyonu geliştirir ve kasların vücudu dik tutmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarını azaltır. Örneğin; diz tam ekstansiyondayken, dizin bükülmesini engellemek için gereken kas kontraksiyonu çok azdır. Bununla birlikte, diz kısmen fleksiyona geldiği zaman diz ekstansörleri, dizin fleksiyona gelmesini engellemek için kasılmalıdır. Çünkü ayakta durmak kapalı kinetik bir aktivitedir ve kalça ve ayak bileği çevresindeki kasların vücudun yer çekim merkezini destek alanı üzerine düşürmek için kasılması gerekecektir (25).

Hatalı postür günlük hayatta alışkanlık haline gelirse, vücut hatalı postürdeki anormalliği algılamayacak ve zaman içerisinde ligamentöz ve kas kısalığı ya da kaslarda uzama gibi yapısal adaptasyonlar gerçekleşecektir (28).

Postür ve duruşu değerlendirirken en başta ayak bileği, diz, kalça-pelvis, vertebral kolon ve baş gibi bazı anahtar noktaların ayakta duruş sırasındaki ideal pozisyonu bilinmelidir (28).

Optimal ayakta duruş pozisyonunda *ayak bileği* eklemi nötral pozisyonda veya dorsi fleksiyon ile plantar fleksiyon pozisyonları arasında bulunmalıdır. Yer çekim hattı lateral malleoların biraz önünden (yaklaşık 5 cm önünden) geçtiği için ayak bileği eklem ekseninin önündedir (54). Yer çekim hattı ayak bileği ekseninin önünden geçtiği için eksternal dorsi fleksiyon momenti oluşturulur. Bu durumda tibianın öne hareketinin önlenmesi için iç kuvvetlerin plantar fleksör moment oluşturarak bu kuvveti karşılaması gerekir (28).

Diz eklemi için ayakta duruş sırasındaki optimal postür tam ekstansiyondur ve yer çekim hattı diz orta hattının önünden, patellanın ise arkasından geçer. Yer çekim hattının geçtiği yer diz eklem ekseninin biraz önüne denk gelir (28). Yer çekim hattının diz eklem ekseninin önünden geçmesinden dolayı yer çekim hattı dizde ekstansiyon momenti oluşturur (75). Bu kuvvet, posterior eklem kapsülü tarafından oluşturulan fleksiyon momenti ile karşılanır ve dizin hiperekstansiyonu önlenir (28).

Kendall ve McCreary'e göre kalçanın nötral pozisyonu ve pelvisin anterior ya da posterior tilte gitmediği pozisyonlar *kalça ve pelvis* için en uygun postürlerdir. Pelvis ideal pozisyonunda, simfisis pubis ve Spina İliaca Anterior-Superiorları birleştiren çizginin vertikal, Spina İliaca Anterior-Superiorlar ve Spina İliaca Posterior-Superiorları birleştiren çizginin horizontal olması gerekir (58). Bu ideal pozisyonda yer çekim hattı kalça eklem ekseninin hafif arkasından geçer (54, 75).

Yerçekim hattı *vertebral kolondaki*; sakroiliak eklem önünden, lumbar bölgenin arkasından, torakal bölgenin önünden ve servikal bölgenin arkasından geçmektedir. Yer çekim hattının oluşturulmuş olduğu eksternal moment lumbar bölgede ekstansiyon, torakal bölgede fleksiyon, servikal bölgede ekstansiyon hareketlerine sebep olur. Vertebral kolunun üst kısmında eklem eksenlerinin çevresinde oluşan dış yer çekimi momentlerinin karşılanmasına, ligamentöz yapılar ve pasif kas gerilimi tarafından oluşturulan kuvvetler yeterli gelmez. Minimal kas aktivitesi görülen lumbar bölgede ise anterior longitudinal ligamentteki ve göğüs fleksörlerindeki pasif gerilim, yer çekiminin oluşturmuş olduğu ekstansiyon momentini karşılamak için yeterlidir (28).

2.2.4. Postürün Değerlendirilmesi

Postür vücut bölümlerinin göreceli pozisyonudur ve genellikle vücudun statik pozisyonları ile ilişkilidir (76). Statik postür değerlendirmesinde postürün düzgünlüğüne karar vermek için normal biyomekaniksel ilkelere ne kadar uygun olduğunu gözlemlemek gerekir (77).

Postür değerlendirmesinde pekçok yöntem kullanılmakla birlikte bunlardan bazıları ile postür hakkında niteliksel bilgi sağlanırken bazıları ile de niceliksel bilgi sağlanmaktadır.

A. Radyografi Yöntemi

Günümüzde postür değerlendirmesinde altın standart olarak kabul gören ve en objektif sonuç veren yöntem radyografik değerlendirme yöntemidir (78, 79). Bu uygulama kemik yapıların ve eklemlerin açısal ölçümlerinin incelenmesine imkan sağlamaktadır (78). Ancak radyografi yönteminin gerek maliyeti gerek yaymış olduğu radyasyonun zararlı etkilerine maruz kalma riskleri, klinikte postüral değerlendirmeler için non-invazif yöntemlerin yaygın bir şekilde kullanılmasına sebep olmaktadır (79).

B. Fotogrametrik Yöntem

Fotogrametrik yöntem ile postür değerlendirmesi fotografik ve dijitalizasyon metotların birlikte kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu yöntemde, bireyin frontal ya da sagittal düzlemdeki fotoğrafı, bireyden belli bir mesafe uzaklıkta konumlandırılmış, yüksekliği ayarlanabilen tripod stand üzerindeki bir kamera ile çekilir. Kamera ile birey arasındaki mesafe yapılan çalışmalarda farklılık göstermektedir. Görüntüler üzerinden açıların kolaylıkla hesaplanabilmesi için bireylerin anatomik referans noktaları markerlarla tespit edilir. Bireylerin çekilen fotoğrafları bilgisayara aktarılır ve postüral açıları bilgisayar yazılımları ile hesaplanır. Kullanılan yazılımlar araştırmadan araştırmaya farklılık göstermektedir. Kullanılan bu yöntem ile geçerli ve güvenilir bir bilgi edinilmiş olur (80, 81).

C. Çekül Çizgisi Yöntemi

Postür değerlendirmesinde gerek düşük maliyet gerekse kolay uygulanabilir olması sebebiyle çekül çizgisinin postüral grid ile kullanımı çok yaygındır (82). Çekül çizgisi yönteminde kullanılan grid ile ölçüm yapılması sayesinde bireylerin 5 cm'lik karelere ayrılmış ayna karşısında postür analizi yapılmakta ve ideal postürden sapma miktarı kolaylıkla ölçülebilmektedir (58, 83). Postür yandan ve arkadan ideal çekül çizgisi hizası ile ilgili Kendal tarafından belirlenmiş prensiplere göre değerlendirilir (82). Çekül ile postür değerlendirmesinde dikkat edilmesi gereken en önemli unsur yerçekimi hattının vücuttaki referans noktalarla olan ilişkisidir. Bu ilişkinin incelenebilmesi için vücudun belirli sabit bir noktasından tutulan ve yerçekimi hattını gösteren çekül kullanılır (58, 84). Bu yöntemin dezavantajı ölçülebilir veri elde etmek için kullanılamamasıdır (82, 85).

D. Gonyometre ile Değerlendirme Yöntemi

Gonyometreler fizyoterapide eklem hareket açıklığı ölçmenin yanısıra aynı zamanda postür değerlendirmek için de kullanılmaktadır (81). Literatürde boyun inklınasyon açısı ve kranyal rotasyon açısı gibi postüral açıların ölçümünde manuel gonyometrelerin kullanıldığı belirtilmiştir (86).

E. Gözlem ile Değerlendirme Yöntemi

Klinikte postür değerlendirmek için en sık tercih edilen yöntemdir. Gözlem ile değerlendirme yönteminin avantajı herhangi bir ekipman gerektirmemesidir. Ancak bu yöntem ile kantitatif veri elde edilemez. Bu yüzden, bu yöntemde postürdeki küçük değişimler tespit edilemez (80). Tüm bu sınırlamalar bilimsel araştırma amaçlı olarak bu yöntemin kullanılmasını engellemektedir (87).

F. New York Postür Analizi Yöntemi

New York Postür Analizi (NYPA) ilk olarak 1958'te yayınlanmış ve 1992 yılında Howley ve Franks tarafından modifiye edilmiştir (88). NYPA, anatomik pozisyondaki bir birey için çeşitli vücut segmentleri diziliminin uygun olup olmadığını değerlendiren nicel bir ölçektir (89). NYPA vücudun on üç ayrı bölümde

incelendiği bir forma sahiptir ve postür değerlendirmesi bu bölümlerdeki görsellerden faydalanılarak puanlanır (83).

2.3. Denge ve Postürün Korunmasından Sorumlu Sistemler

Denge ve postürün korunması bakımından gerekli olan biyomekanik ilkeler; destek yüzeyinin geniş olması, vücut yerçekim merkezinin destek yüzeyine olan mesafesinin az olması ve vücut yerçekim hattının destek yüzeyi içerisine düşmesi şeklinde sıralanabilir (58). Stabilité limitlerini (LoS) kontrol ederek denge ve postürün korunmasını sağlayan diğér etkenler ise; duyuşsal yollar ile kas kuvveti, kas tonusu ve eklem hareketleridir (61, 65, 67).

İnsanın, herhangi bir duruş pozisyonunda ya da aktivite esnasında sabit pozisyonu devam ettirme, istemli olarak hareket etme ve dış kuvvetlere karşı koyabilme kabiliyetini göstererek sağladığı postüral kontrol ve dengesini koruyabilmesi için birçok sistemin birlikte ve uyum içerisinde çalışması gerekmektedir (26). Postüral kontrol ve postüral kontrolün devamlılığını sağlayan sistem ve faktörler; somatosensör, vestibüler, vizüel, serebellar ve kas-iskelet sistemleri ile bazal gangliyonlar ve kognitif faktörlerdir (28, 32).

A) Somatosensör Sistemler

Dokunma ve propriyosepsiyon duyuşsal girdilerin birleştirilmesi ile oluşan somatosensör sistem özellikle yetişkinlerde postüral kontrol için birincil kaynaktır (90). Kas içciğı, golgi tendon organı, eklem reseptörleri ve kutanöz mekanoreseptörler gibi somatosensör sistem reseptörlerinin merkezi sinir sistemine ilettiğı duyuşsal girdiler sayesinde vücudun, destek yüzeyine göre konumu belirlenebilmektedir. Ayrıca somatosensör sistem vücuda ait bölümlerin birbirlerine göre konumları hakkında kişiyi bilgilendirmektedir (65).

B) Vestibüler Sistem

Vücudun dengesini refleks olarak sağlayan; kulak içindeki semisirküler kanallar, mezensefalondaki vestibüler çekirdekler ve ara yolların oluşturduğu sisteme vestibüler sistem adı verilir. Üç boyutlu olarak birbirleriyle 90° lik açılarla

pozisyonlanmış semisirküler kanalların içindeki sıvı ve kristal parçacıkların hareketleri, vücut hareketleri ile aynı yöndedir. Statik denge, başın vücudun postürüne göre konumlandırılmasıyla sağlanır. Dinamik denge ise, semisirküler kanallardaki sıvı ve kristallerin akışının kişinin hareketleriyle aynı yönde olması ile sağlanmaktadır (31, 91).

C)Vizüel Sistem

Basit anlamda, çevreden gelen görsel uyarıların serebrumdaki görme merkezine ulaştırılması ve burada analiz edilen bilgilerin kaslara ve eklemlere vücut pozisyonunu ayarlamak için tekrar iletilmesi ile denge sağlanmaktadır (31, 91). Ayakta dururken postüral kontrolün temel amacı uzaydaki vücut oryantasyonunun kontrolü, vücudun destek alanı üzerine düşen ağırlık merkezinin korunması ve başın vertikalizasyonunu sağlayarak gözün bakış açısının uygun şekilde ayarlanabilmesidir (65).

DiFabio ve Emasithi'ye göre başın vertikalizasyonu postüral kontrolün birincil amacıdır. Kişi hareketi esnasında hem kendi vücudu hem de çevresinde bulunan ve görüş alanı içerisindeki hareketli veya hareketsiz bütün nesnelere hakkındaki bilgileri vizüel sistem vasıtasıyla toplar. Bu sayede baş ve vücudun uzaydaki oryantasyonunun sağlanabilmesi için gerekli duyuşal girdilerin bir kısmı elde edilmiş olur. Ancak yalnızca vizüel sistem baş, göz ve vücut pozisyonlarının ayarlanabilmesi için yeterli değildir. Vücudun ve özellikle de başın yerçekimine göre pozisyonu hakkındaki duyuşal girdilerin de yardımıyla gerekli pozisyonlama sağlanır (65).

Bazen vizüel sistemin fazlaca uyarana maruz kalması durumunda farklı sistemlerin de uyarılması sonucu denge bozulabilmektedir. Örneğin, lunaparkta dönme dolaba binen bir çocuğun çevreden fazlaca uyarana alması ile serebrumdaki vizüel bölgeye fazlaca bilgi akışı olacaktır. Vizüel sisteme bilgi akışının fazla olması bu bölgede karışıklığa ve vagal sistemin uyarılmasına sebep olabilecektir. Bu durumda kişide baş dönmesi, denge problemleri ve mide bulantısı gibi şikayetlere sebep olacaktır (32).

Normal şartlarda postüral kontrol sağlanırken duyuşal girdilerin yaklaşık %10'u vizüel sistemden, %20'si vestibüler sistemden ve %70'i ise somatosensör sistemden alınır (65). Ancak kişinin farklı zemin veya farklı çevresel uyarılara maruz kaldığı bir ortamda postüral kontrol ve dengesini koruyabilmesi için vizüel, vestibüler ve somatosensör sistemlerden gelecek girdilerin miktarları değişebilecektir (32). Kişinin çimde yürümesi sırasında kaldırımda yürümesine göre propriyoseptif sistemin normalden daha aktif olması veya altı cam olan bir zeminde yürüyen bir kişinin düşme korkusu yaşaması ve daha fazla vizüel uyarı alması bu duruma örnektir.

Bebeklerde 2 yaşına kadar görme duyusunun postüral dengede küçük bir rolü varken, propriyoseptif ve vestibüler reseptörlerin rolleri ise önemlidir. Genellikle yetişkinlerde gözler kapatıldığı zaman denge yaklaşık %30 kadar azalır. 60 yaş ve üzerindeki bireylerde ise gözler kapalıyken dengenin %50'si kaybedilir (92).

D)Serebellar Sistem

Serebellumdaki çekirdeklerden bazıları ve serebellum ile kaslar arasındaki ekstrapiramidal yolların bir kısmı vücuttaki refleks hareketlerden sorumludur. Bu sistemdeki herhangi bir bozukluk özellikle kişinin her gün tekrar tekrar yaptığı kompleks hareketler sırasında farkında olmadan sağladığı dengesinin bozulmasına neden olur (31, 91).

Vücudun hareketi sırasında dengenin sağlanması için gerekli nöral yolları serebellumdaki vestibuloserebellum oluşturur. Özellikle yarım daire kanallarını uyarı yön değiştirme hareketleri ve vücut pozisyonundaki ani değişimler sırasında dengenin sağlanmasında vestibuloserebellumun önemli bir payı vardır. Vücutta en hızlı ileti gönderen spinoserebellar afferent sistemde dahi ayaktan beyne giden iletide 15-20 milisaniyelik gecikme olur. Ancak sıralı hareketler sırasındaki bu gecikmeler daha hayati olmaktadır ve bu noktada vestibuloserebellum devreye girmektedir. Vestibuloserebellum sistem kişi hareket ederken periferden gelen sinyaller sayesinde birkaç milisaniye içinde vücudunun farklı bölümlerinin nerede, hangi hızda ve hangi yönde olacağını hesaplar. Böylece karmaşık hareketler düzgün ve hatasız bir şekilde gerçekleştirilir (93).

E) Bazal Gangliyonlar

Bazal gangliyonlar, denge açısından önemli olan çok sayıda ve ardışık hareket modellerinin planlanmasında serebral kortekse yardımcıdır. Bazal gangliyonlar ile kortikospinal sistemlere, ustalık gerektiren (çekiç kullanma, makas kullanma, basketbolda pas verme gibi) tüm işlerin yapılmasında ihtiyaç duyulmaktadır (93).

Bazal gangliyonların serebral korteks ile birlikte; öğrenilmiş hareketlerin amplitüdünü ve hızını belirlemek gibi temel iki görevi bulunmaktadır. Bazal gangliyonlardaki harabiyet sonucunda oluşan en önemli hastalık ise parkinsondur (93). Araştırmacılar bazal gangliyonların adım uzunluğunu, mezensefalonda veya spinal düzeydeki lokomotor kısımlar tarafından da yürüyüşteki kadansın ayarlandığını ifade etmişlerdir (94).

F) Kas-İskelet Sistemi

Vücudumuzdaki kas, eklem, tendon ve ligament gibi yapılar mekanik olarak birbirleriyle bağlantılıdır. Viskoelastik özellikteki bu yapılar postürü destekler ve postüral yanıtların oluşturulmasını sağlar. Kaslar, eklemler, tendonlar ve ligamentlerin viskoelastik özellikleri bazen postür ve hareket için iç kısıtlayıcı gibi davranabilir. Esneklik bakımından vücudun herhangi bir kısmındaki yetersizlik postürü ve oluşturulan postüral yanıtları olumsuz etkileyecektir (42).

Hareketin düzgün bir şekilde ortaya çıkarılması ve doğru postür için normal kas tonusuna ihtiyaç duyulur. Kas tonusu, kasın dinlenme gerimi ve kasın uzamaya verdiği direnç olarak tanımlanabilir (42). Gerilme refleksi, kas propriyoseptifleri, kas içcikleri ve golgi tendon organı kas tonusunun ayarlanmasına yardımcı olur (95).

Kas kontraksiyonları öncelikli olarak vücudun hem statik hem de dinamik postürde dik pozisyonda tutulmasından sorumludur. Bu durumun korunmasını sağlayan primer kaslar antigravite kasları olarak adlandırılır. Antigravite kasları; kalça, diz ekstansörleri, göğüs ve boyun ekstansörleridir. Postürü korumaya daha az katılsa da bunu korumak için yine de önemli olan diğer kaslar; göğüs, boyun

fleksörleri, lateral fleksörler, kalça abdükörleri, adduktörleri, ayak bileği pronatörleri ve supinatörleridir (25).

Postürsal salınımların kontrol edilmesi açısından ayak bileği dorsi fleksör ve plantar fleksörleri önemlidir. Postürsal salınım, dik duruş pozisyonundaki vücudun ayak bileğinde gerçekleşen hareketten kaynaklanan öne arkaya hareketidir. Bu salınım destek alanı içerisindeki yer çekim merkezinin sürekli düzeltilmesi ve yer değiştirmesinin sonucudur. Daha yüksek bir yer çekim merkezi ve daha küçük bir destek alanı postürsal salınım miktarını artırma eğilimindedir (25).

G) Kognitif Faktörler

Dengenin korunmasını sağlayan en temel kognitif işlem uzaysal oryantasyondur. Uzaysal oryantasyon vücut kısımlarının merkezi sinir sistemi tarafından; yer çekimine, destek alanına, görsel alana ve iç etkenlere göre konumlandırılabilmesidir (65). Hızlı veya yumuşak yüzey üzerinde yürüme gibi denge açısından daha zorlu şartlarda, kognitif olarak değerlendirme, bellek, bilinç, motivasyon, amaçlar, dikkat, değişen dış etkenlere karşı stratejiler geliştirme gibi becerilerden bazılarının kullanımı artmaktadır (65).

2.4. Sırt Çantası Kullanımı

Günümüzde sırt çantası kullanımı gerekli ekipmanları taşıyabilmek için önemli ölçüde artmıştır. Sırt çantaları okul kitapları, dizüstü bilgisayarlar, su şişeleri, öğle yemeği kutuları gibi ekipmanları taşımak için okul çağı çocuklarında giderek daha yaygın hale gelmektedir. Ancak, ağır sırt çantası kullanımı, çocuklar arasında farklı kas-iskelet sistemi problemlerinin gelişmesine neden olabilmektedir (96).

Sırt çantası taşıma sırasında maruz kalınan fiziksel stres baş ve gövdenin öne doğru eğilmesine sebep olur (97). Günlük aralıklı anormal postürsal adaptasyonlar, okula giden çocuklarda ağrı ve fiziksel problemlere sebep olabilir (98). Literatürde, çocukların vücut ağırlıklarının %10'unu aşan ağırlıkta çanta taşımasının; fizyolojik omurga eğriliklerinde değişiklikler ile yeniden konumlandırma hatası, vücut denge ve yürüyüşünde anormal değişiklikler ve doğal ayakta duruş postürünün değişmesi gibi olumsuz etkileri olduğundan bahsedilmiştir (99-103). Bununla birlikte yapılan

birçok çalışma, çocukların çoğunluğunun taşıdığı çanta ağırlığının vücut ağırlığının %10'nundan daha fazla olduğunu göstermiştir (103-105).

Sırt çantası taşıma sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

-Sırt çantasında olabilecek keskin nesnelere kişinin sırtını rahatsız etmesini önlemek için çantanın arka kısmı yumuşak bir madde ile doldurularak desteklenmelidir (106).

-Sırt çantası, çocuk için doğru boyutta olmalı ve uygun şekilde giyilmelidir. Her iki omuz askısı da takılmalıdır. Çantanın sadece bir omuzda asimetric olarak taşınması sırtın üst kısımlarında aşırı yüklenme ve gerilime neden olur (106).

-Sırt çantası sırtın alt kısımlarının aşağılarına kadar uzanmamalıdır. Öğretmenler, öğrencilerin eve ders kitaplarını getirme ihtiyacını azaltma konusunda bilgilendirilmeli ya da mümkün ise öğrencilerin evde kullanımı için ekstra bir set olmalıdır (107).

-Çanta ağırlığının omuzlar üzerinde oluşturmuş olduğu baskının azaltılması ve nötr duruşun sürdürülebilmesi için ağır cisimler çantanın alt ve arka kısmına yerleştirilmelidir. Böylece ağırlık düzgün ve dengeli bir şekilde dağıtılmış olur (106).

-Sırt çantası ile uzun süre ayakta durulmamalıdır. Çünkü uzayan çanta taşıma süresi omurga üzerindeki basıncı artırır (106).

-Sırt ile temas halinde bulunan çantanın lumbar destek bölümü, ağırlığı alt ekstremitelere dağıtacak ve dik ayakta duruş pozisyonu ile uygun omurga sağlığı için gerekli olan düzgün postürü kolaylaştıracaktır (107).

-Çantadaki bel kemeri; omuz, boyun ve üst sırt üzerindeki ağırlığı dengeli bir şekilde alt ekstremitelere aktarır. Bu durum yaralanmayı önleyebilecek ve kişi için daha konforlu olacaktır (107).

-Sırt çantasındaki göz sayısının çok olması ağırlık dağılımının daha iyi olmasını sağlayacaktır (106).

2.4.1. Sırt Çantasının Özellikleri

Literatürde, sırt çantası ile yük taşımayı kolaylaştırmak için farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bunlar toplam yük miktarını azaltmak, ekipman üzerinde değişiklik yapmak, yük dağılımını iyileştirmek ve yaralanmaları azaltmaya yönelik özel teknikleri içerir.

Yük taşımayı kolaylaştırmak için en uygun yöntemlerden biri toplam yük miktarını azaltmaktır. Yük miktarını azaltmanın yanı sıra sırt çantası yapımında hafif ve dayanıklı malzemelerin kullanılması ile sırt çantasının vücut ile temas eden bölümlerinin mümkün olduğunca yumuşak ve destekleyici malzemeler ile doldurulmasıyla da yük taşımak kolaylaştırılabilir (108).

2.4.2. Sırt Çantası Taşıma Yöntemleri

Sırt çantası taşınırken enerji tüketiminin azaltabilmesi için yükün mümkün olduğunca vücut ağırlık merkezine yakın konumlandırılması gerekmektedir (109). Sırt çantası kullanan özellikle de tek omuzda çanta kullanma alışkanlığı olan çocuklar stresin vücut üzerinde nereye baskı yapacağını bilmeden çanta taşırlar (110). Bir sırt çantasını tek omuzda taşımak ağırlık yüklenen omzun elevasyonuna ve hafif öne kaymasına sebep olur. Bu olay sırt çantasının ağırlığını dengeler ve kasları rahatlatır. Sırt çantası sağ omuzda taşınırken değerlendirildiğinde gövde sola doğru belirgin bir eğilim gösterirken sırt çantası sol omuzda taşınırken değerlendirildiğinde sağa doğru eğilim gösterir. Vücudun bu uyumu bir taraftan sırt çantasının ağırlığının dengelenip, kaslar üzerindeki stresin azalmasını sağlarken, diğer taraftan omuzlardaki asimetriyi artırmaktadır (111).

Bettany-Saltikov ve Cole'un yürütmüş olduğu bir çalışmada vücut ağırlığının %15'i ağırlığında çanta kullanan öğrencilerin gövde asimetrisi değerlendirilmiştir. Sırt çantası asimetric şekilde taşındığı zaman gövde asimetrisinde bir artış olduğu belirtilmiştir. Ağırlık her iki omuzdan eşit bir şekilde taşındığı zaman ise, gövde simetrisi yeniden sağlanmıştır (112). Aynı yazarın başka bir çalışmasına göre vücut ağırlığının %17'sini oluşturan sırt çantası ağırlığının asimetric yüklenmesi

omurganın torasik bölgesinde Cobb açısını kayda değer derecede artırdığı görülmüştür (112).

Negrini ve Negrini ile Korovessis ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda sırt çantasının asimetrik bir şekilde taşınmasının, simetrik çanta taşımaya kıyasla omuzdaki asimetriyi artırdığı sonucuna ulaşmışlardır (19, 113). Young ve arkadaşları ise çift omuzda çanta taşıyanlarla tek omuzda çanta taşıyanlar arasında ağrı bakımından bir farklılık bulunmadığını belirtmektedirler. Ayrıca Young ve arkadaşları sırt çantası ağırlığının vücut ağırlığına oranı ile sırt ağrısı arasında da bir ilişki bulamamışlardır (114).

2.4.3. Çocuklarda Sırt Çantası Kullanımı

Literatürdeki çalışmaların çoğu kabul edilebilir sırt çantası ağırlığının değerlendirilmesine ve sırt çantası yükünün postür, yürüyüş ve sırt ağrısı üzerindeki etkisine odaklanmıştır (99, 115-120). Bilimsel araştırmalara göre, çocuklar için güvenli maksimum sırt çantası yükü vücut ağırlıklarının %10-15'ini geçmemelidir (121). Birçok çalışma sırt çantası yükünün bir çocuğun vücut kütlelerinin %15-%20'sini geçmesinin omurga ağrısı, postür ve yürüyüş bozuklukları riskini artırdığını belirtmiştir (99, 115, 122). Yapılan başka bir çalışmada da simetrik yük taşınması durumunda maksimum sırt çantası yükü bir çocuğun vücut kütlelerinin %20'sini ve asimetrik yük taşınması durumunda ise bir çocuğun vücut kütlelerinin %10'nu geçmemesi gerektiği belirtilmiştir (116).

2.4.4. Sırt Çantası Kullanımının Biyomekanik Yönden Etkileri

Gövdenin öne eğilmesi yükü birlikte önemli miktarda artar ki bu da vücut ile birlikte çantanın ağırlık merkezinin ayaklar üzerinde tutulmasına yardım eder. Yük için diğer adaptasyonlar şok absorpsiyonuna yardım etmek için daha büyük diz fleksiyonu, azaltılmış pelvik rotasyon ve sagittal düzlemde metatarsal kemiklerin distal uçları etrafında döndüğü derecedeki artışı içerir (123).

Bir sırt çantası içerisindeki yükün uygun dağılımı zemin özelliklerine bağlı olarak değişebilir. Fazla eğimli olmayan, düz bir zeminde ağır eşyaların sırt çantası içerisinde daha yukarı kısımlara yerleştirilmesi daha dik bir vücut postürü ve olası

bel ağrısı problemleri için tercih edilebilir. Engebeli bir arazide sırt çantası içerisindeki yükün daha dengeli ve düzgün dağılımı kişinin stabilitesini koruması bakımından daha yararlı olacaktır (124).

A. Sırt Çantasının Mekanik Etkileri

Sırt çantasında yük taşıma, vücut üzerine etki eden yer reaksiyon kuvvetlerini artırır. Alt ekstremiteden başa doğru yüksek miktarda kuvvet aktarımı olması nedeniyle üst ekstremitedeki gerginlik artar (125).

Sırt çantası takıldığında vücut yer çekim merkezinin konumu değişecektir. Kişi yer çekim merkezini ayaklar arasında korumaya çalışıp, gövdesini biraz öne doğru pozisyonlayacak ve anormal kuvvetler omurga üzerinde toplanacaktır (126).

Sırt çantası ile yük taşıma sırasında vücut ağırlık merkezi arkaya doğru kayar. Vücut bu değişikliği kompanse edebilmek için yükü öne doğru çeker ve bu sayede yer çekim merkezi ayaklar arasındaki destek alanı üzerinde hareket eder. Bu durum postüral kaslarda rijiditeye sebep olan; hem ayak bileği hem de kalçanın öne doğru gitmesi ya da başın sırt çantasını desteklemek için eğilmesi ile başarılabılır (127).

Çocuklar yetişkinlere kıyasla daha büyük kafa yapısına sahiptir. Yetişkinlerde S2 seviyesinde olan yer çekim merkezi, çocuklarda T12 seviyesindedir (18, 25). Çocukların yerçekim merkezinin yetişkinlere kıyasla daha yukarıda olması onların dengelerini olumsuz biçimde etkileyebilmektedir. Ayrıca bu duruma ilave olarak çocukların ağır sırt çantası taşımaları durumunda onları denge kaybı yaşama konusunda daha açık hale getirebilmektedir.

B. Çanta Taşımanın Kas İskelet Sistemi Üzerine Etkileri

İnsanların en yüksek büyüme hızı ergenlik dönemi boyunca gerçekleşir ve apendiküler iskelet sisteminin gelişimi kızlarda yaklaşık 16, erkeklerde ise 18 yaşlarında sona erer. Bununla birlikte omurgaların ikincil kemikleşmesi yirmili yaşların ortalarına kadar devam etmektedir (17, 18). Bu nedenle, gelişim dönemi süresince omurga diğer iskelet sistemi yapılarına göre daha uzun süre yaralanmalara

maruz kalabilmektedir. Bu durum bireylerin gelişim dönemi boyunca uygun sırt çantası kullanımının oldukça önemli olduğunu göstermektedir (17).

Sırt çantası taşıma sırasında postürde gerçekleşen değişimler sırttaki ligamentler ya da kasların strese maruz kalmasından veya intervertebral diskler üzerine etki eden kuvvetlerdeki değişimlerden kaynaklı sırt ağrısı ve yaralanmalara sebep olabilir. Bireylerin yorgunluğu ve bu değişikliklerin daha belirgin olması durumunda sırt çantası taşınması yaralanma bakımından potansiyel bir risk teşkil eder (127).

Yapılan pekçok çalışmada gençlerde sırt çantası kullanımı omurga ağrısı ile ilişkilendirilmiş ve yük taşıma ile oluşan postüral değişim miktarı, oluşabilecek doku hasarının bir ölçüsü olarak kullanılmıştır (17, 18, 128).

Literatüre bakıldığında vücut ağırlığının %0, %5, %10, %15, %20, %25'i arasında değişen çanta ağırlıklarının kranyovertebral açıyı azalttığı baş-boyun açısı ve baş-boyun-göğüs açılarını ise artırdığı gösterilmiştir. Kişinin daha küçük kranyovertebral, daha yüksek baş-boyun açısı ve baş-boyun-göğüs açlarına sahip olması, arkadan konumlandırılan sırt çantası ağırlığına cevap olarak başını öne doğru pozisyonlamasına neden olmuştur (2, 97, 129-132). Çanta taşıma sırasında postüral açılardaki bu önemli değişiklikler kas-iskelet sistemi disfonksiyonu ile ilgili ağrıya, solunum parametreleri ve metabolik tüketim ölçütleri ile ilgili önemli değişikliklere sebep olabilir (113, 133-135). Dahası Haselgrove ve arkadaşları yaptıkları çalışmada okula giderken 30 dakikadan daha az sırt çantası taşımamanın, sırt ve boyun ağrısı olasılığını azaltabileceğini belirtmişlerdir (135).

Drzal Grabiec ve arkadaşları yaptıkları çalışmada bireylerin hem sağ hem de sol omuzda çanta taşınması sırasında, sırt çantasız ayakta duruş postürüne kıyasla lumbosakral bölge açısı ile servikal omurga derinlikleri değerlerinin daha yüksek olduğu, torasik kifozun ise çok daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yine aynı çalışmada vücut ağırlığının %10'una karşılık gelen asimetric sırt çantası ağırlığının, torasik kifozun düzleşmesi ile ilişkilendirilen üst torasik omurga eğrisindeki artış ve başın öne hareket etmesi ile sonuçlandığını gözlemlemişlerdir (136). Negrini ve arkadaşları ise asimetric 8 kg'lık sırt çantası taşımamanın, simetric sırt çantası taşımaya

göre, torasik kifoz açısını ve lomber lordoz açısını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır ki bu durum teorikte bu eğrilerin düzleşmesi olarak ifade edilmektedir (19). Omurgadaki fizyolojik eğrilerin düzleşmesi omurganın yükleri dağıtma özelliğini azaltacak ve bu da ilerleyen zamanlarda ağrılara ve intervertebral diskte dejenerasyonlara sebep olabilecektir (137). Ayrıca bu eğriliklerin düzleşmesi skolyoz için de bir risk faktörüdür (138).

12-18 yaş arası 1126 çocuk üzerinde yapılan kapsamlı bir çalışmada, ağır sırt çantası taşımak sırt ağrısı ile ilişkilendirilmiştir (118). Ayrıca, çocukların ayakta lomber manyetik rezonans görüntüleme taramalarını kullanan yeni bir radyografik çalışmada sırt çantasındaki yüklerin artmasıyla birlikte belirgin disk kompresyonları ortaya çıktığı gözlenmiştir (119). Bazı çalışmalarda ise, mekanik yükler ve sırt ağrısı arasında güçlü bir ilişki gösterilmemiştir (139-142).

C. Çanta Taşıma Sırasında Kas Gruplarının Aktivasyonu

Çantasız ayakta duruş sırasında dengenin sağlanabilmesi için aktive olan kas grupları ve bu kasların aktivasyon miktarı sırt çantalı ayakta duruşa göre farklıdır. Göreceli olarak hafif sırt çantası yükleri altında, erektör spina kasının elektriksel aktivitesi (Elektromiyografi: EMG) aslında hiç yük taşınmadığı durumdan daha düşük olabilir (143). Bu durum sırt çantası taşıma sırasında vücut üst kısmı artı çantanın kütle merkezinin, çantasız durumda yalnızca gövdenin kütle merkezine göre daha geride olmasına dayandırılır (143). Bu postüral uyum erektör spina kaslarının üstesinden gelmeye çalıştığı sırt çantasından kaynaklı belde oluşan momenti azaltır fakat bu kez de aslında abdominaller üzerindeki gerilimi artırabilir. Bununla birlikte yük taşıma boyunca abdominallerin gövde üzerindeki iç kuvvetleri karşılayabilmesi için aktif olması gereklidir (144). Trapezius ve kuadriceps kaslarının EMG bulguları uyuşmakta, yüklerle birlikte bu kas grupları ne hiç artış göstermemekte ne de önemli bir artış göstermektedir (144).

Çantanın takılma şekli veya yerleşimi trapezius kası sonuçlarındaki farklılıkları açıklayabilir: bir çantanın arkası ve bel kemeri yükün büyük bir bölümünün omuzlardan kalça bölgesine aktarılabilmesi için dikkatli bir şekilde

takılmalıdır. Çantanın ağırlığı tibialis anterior ve hamstringlerdeki EMG değerini belirgin şekilde etkilemez (144).

EMG süreleri değerlendirildiği zaman, yüklerin taşınması quadriceps EMG aktivite süresini uzatırken hamstring EMG aktivite süresini uzatmaz (145).

Sırt çantası kütle merkezinin kulak memesi seviyesindeki yerleşiminde spinal erektörler ve trapezius kasları, orta sırt bölgesinin biraz aşağısındaki yerleşime göre daha yüksek kas aktivasyonu üretirler (143).

Görüldüğü gibi sırt çantası taşımanın vücutta oluşturduğu etkiler pek çok yönden ele alınmış olup, sıklıkla çanta özellikleri, taşıma şekilleri ve çeşitli çanta ağırlıkları ile ilgili konularda araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Çantanın ağırlık, taşıma şekli ve diğer özelliklerine bağlı olarak yarattığı etkilerin düz zeminde değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalar, eğimli zeminin yaratacağı etkileri ortaya koymakta yetersizdir. Zeminin değişmesi ile ayak bileğinin pozisyonuna bağlı olarak dengedeki değişimlerin ortaya konması önemlidir. Bununla birlikte literatürde eğim zemin faktörü ile farklı çanta taşıma yöntemlerinin denge üzerine etkisi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamız düz ve eğimli zeminlerde farklı çanta taşıma yöntemlerinin denge üzerine etkisini inceleyen ilk özgün çalışma olması bakımından önemlidir.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Çalışma Kayseri Talas İlçesi Özel Erciyes Anadolu Lisesi'nde eğitim gören, gönüllü ve ön değerlendirme sonucuna göre çalışmaya dahil edilme kriterlerine uygun, sağlıklı lise öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Dahil Edilme Kriterleri

- 1- 14-18 yaş aralığında lise öğrencisi olan,
- 2- Çalışmaya başlamadan 48 saat önce zorlu bir fiziksel aktivite yapmamış olan,
- 3- Ölçümlere ve testlere koopere olabilen,
- 4- Araştırmaya katılmaya gönüllü,
- 5- New York Postür Analizinden (NYPA) >45 alan (146).
- 6- Okula çanta getiren bireyler dahil edildi.

Dahil Edilmeme Kriterleri

- 1- Tanısı konmuş ortopedik veya nörolojik problemi olan,
- 2- Denge problemi olan veya dengeyi etkileyebilecek cerrahi geçirmiş olan,
- 3- Son 1 ay içerisinde geçirilmiş bir travma öyküsüne bağlı ağrı şikayeti olan,
- 4- Vücut kütle indeksi (VKİ) 30 kg/m² ve üzerinde olan bireyler dahil edilmedi.

Etik Kurul Onayı

Çalışmaya katılmak için dahil edilme kriterlerini sağlayan bireylere çalışma hakkında bilgi verilerek aydınlatılmış onam formu imzalatıldı. Çalışma GO 17/559 kayıt numaralı karar ile Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı.

Çalışmanın Örneklem Büyüklüğü

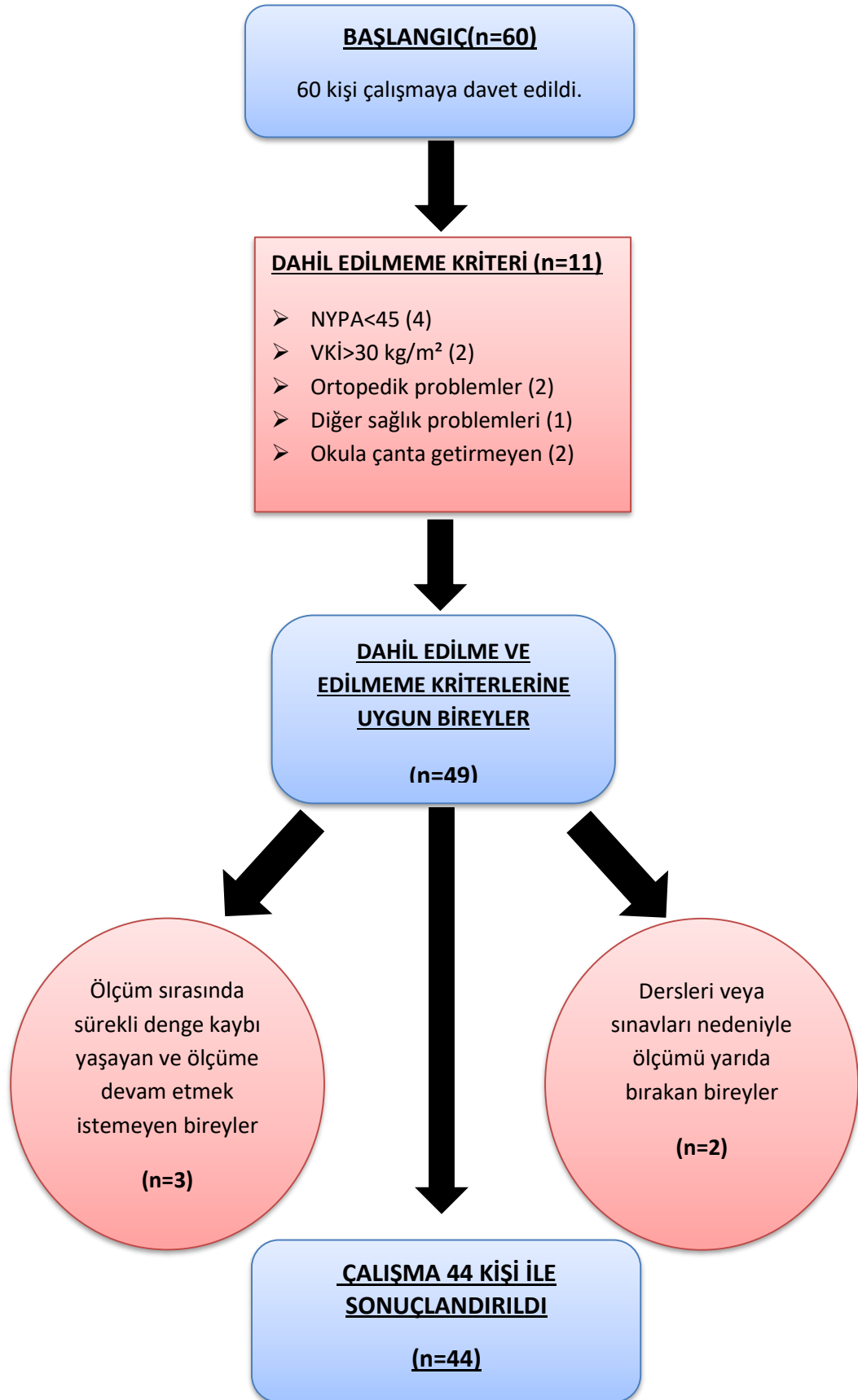
2 (Zemin: Düz-Eğimli) X 3 (Çanta: Tek omuz-Çift omuz-Çantasız) tekrarlı ölçüm ANOVA deseni için gerekli katılımcı sayısının belirlenmesi amacıyla G*Power Version 3.1.9.2 programı ile güç analizi yapıldı. Çevresel faktörler ve ölçüm aracının hassasiyeti göz önüne alınarak hata varyansının yüksek olması, etki büyüklüğünün düşük olması Cohen'in etki büyüklüğü ile ilgili önerileri dikkate alındığında zayıf bir etki olan 0,10 ile orta büyüklükte bir etki 0,25 arasındaki bir değer olan 0,15 bir etki büyüklüğü beklenmekteydi. Yapılan hesaplama sonucunda 0,15'lik bir etki 0,05 düzeyinde anlamlılık ve 0,80 düzeyinde güç elde edilmesi için gerekli katılımcı sayısının 49 olduğu hesaplandı.

30 birey üzerinde yapılan pilot çalışma sonuçları değerlendirilerek tekrar örneklem büyüklüğü hesabı yapıldı. %80 güç ve 0,05 tip 1 hata ile çanta taşıma yöntemleri arasında tespit edilen farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olması için en az 42 bireyin çalışmaya dahil edilmesi gerektiği bulundu.

3.2.Yöntem

Çalışma Eylül 2017-Şubat 2018 tarihleri arasında Özel Erciyes Anadolu Lisesi'nde gerçekleştirildi.

Çalışmaya katılmaya gönüllü olan ve aydınlatılmış onamı alınan 60 kişi katıldı. NYPA toplam skoru 45'ten küçük olan, VKİ 30'dan büyük olan, ortopedik problemi olan, çalışmaya başlamadan kısa süre önce sağlık problemi geçirmiş ve okula çanta getirmemiş 11 kişi çalışmaya dahil edilmedi. Denge değerlendirmesi sırasında platform ile teması bozulan ve bu nedenle ölçüm sonuçları uygun şekilde elde edilemeyen 3 birey ile dersleri veya sınavları nedeniyle ölçümü yarıda bırakan 2 birey çalışmadan çıkarıldı. Sonuçta dahil edilme ve edilmeme kriterlerine uygun ve değerlendirme sonuçları istatistiksel analizde kullanılacak olan 44 bireye ait veriler analiz edildi. Çalışmaya ait birey akış diyagramı Şekil 3.1'de gösterildi.



Şekil 3.1. Çalışmanın akış diyagramı

3.2.1. Değerlendirme

Çalışmaya katılan bireylerden gerekli bilgi ve ölçümler dört aşamada toplandı;

A. Sosyodemografik Bilgiler

B. Fiziksel Değerlendirmeler

1. Özgeçmiş
2. Alışkanlıklar
3. Postür Değerlendirmesi

C. Kullanılan Çantanın Değerlendirilmesi

D. Denge Değerlendirmesi

A. Sosyodemografik Bilgiler Formu

Katılımcıların yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, boy, VKİ ve dominant alt ve üst ekstremiteleri gibi demografik özellikleri kaydedildi.

Bireylere ait vücut ağırlığı ölçümü 100 gr'lık hassasiyete sahip dijital tartı kullanılarak yapıldı. Vücut ağırlığı ölçümünden önce katılımcılardan üzerlerindeki ağırlık yapacak eşyaları çıkarmaları (mont, ceket, telefon, bozuk para vb.) ve ayakkabısız bir şekilde tartı üzerine çıkmaları istendi. Sonuçlar kilogram cinsinden kaydedildi. Bireylerin boyları mezura ile ölçüldü ve metre cinsinden kaydedildi. "Boy uzunluęu²/vücut ağırlığı" formülü kullanılarak bireylere ait VKİ (kg/m²) değerleri hesaplandı (147) (Ek 4).

B. Fiziksel Değerlendirmeler

1. Özgeçmiş

Bireylerin çalışmaya katılımlarını engelleyecek; sağlık problemi, tanısı konmuş nörolojik veya ortopedik rahatsızlıkları, son 1 ay içerisinde geçirmiş oldukları kaza veya travmaya bağlı ağrı şikayetleri ve çalışmadan 48 saat önce kendilerini zorlayacak bir fiziksel aktiviteye katılım durumları sorgulandı (Ek 4).

2. Alışkanlıklar

Katılımcılardan düzenli olarak spor (altı ay veya daha uzun süredir haftada en az 3 kez 20 dakika şiddetli ya da 3-5 gün 30'ar dakika orta şiddette aktivitelere katılanlar) yapanlar (148) için evet, yapmayanlar için ise hayır seçenekleri işaretlendi ve katılımcıların spor yapma durumları sorgulandı (Ek 4).

3. Postür Değerlendirmesi

Katılımcıların postür değerlendirmesinde vücudun 13 farklı bölümünde oluşmuş postür değişikliklerinin izlenerek puanlandığı "New York Postür Analizi" (NYPA) kullanıldı. NYPA'ye göre kişinin postürü;

- Düzgün ise 5 puan,
- Orta derecede bozulmuş ise 3 puan,
- Ciddi şekilde bozuk ise 1 puan verildi.

Test sonucunda tüm bölümlerden alınabilecek en yüksek puan 65, en düşük puan ise 13'tü. Bu test için geliştirilmiş kesme (cut-off) puanlarına göre toplam puan ≥ 45 ise "çok iyi", 40-44 ise "iyi", 30-39 ise "orta", 20-29 ise "zayıf" ve ≤ 19 ise "kötü" olarak belirtildi (146). Çalışmamıza NYPA sonuçları "çok iyi" olan bireyler dahil edildi (Ek 4).

C. Kullanılan Çantanın Değerlendirilmesi

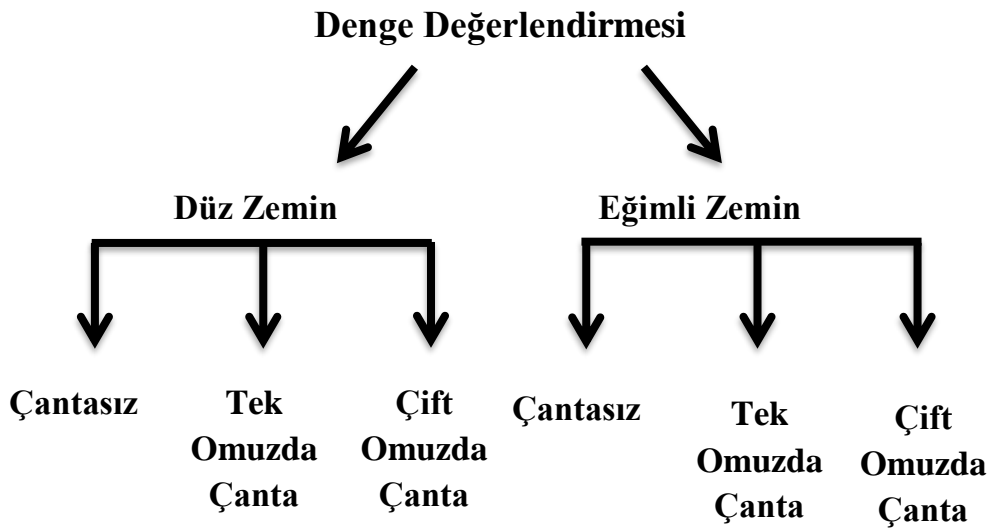
Çalışmaya katılması uygun görülen bireylerin, çalışmaya katıldıkları gün yanlarında getirmiş oldukları çantanın ağırlığı dijital tartı yardımıyla ölçüldü. Sınav haftası veya okulun son haftalarında yapılan ölçümlerde öğrencilerin çanta ağırlıklarının ders döneminden daha hafif olmasından dolayı çanta ağırlıklarını ders programlarını göz önünde bulundurarak belirlemeleri istendi. Çanta ağırlığını belirlemede zorluk yaşayan öğrenciler çantalarının içerisine ağırlık ekleyerek çanta ağırlıklarını tahmini olarak belirledi. Aynı yöntem bireylerin haftanın diğer günleri okula getirdikleri çanta ağırlıkları belirlenirken de kullanıldı. Katılımcıların ölçüm yapılan gün ve haftanın diğer dört günü okula getirmiş oldukları çanta ağırlıkları belirlendikten sonra bu bilgiler çanta değerlendirme formundaki “bugün taşıdığımız çanta ağırlığı” ve “haftalık çanta ağırlığı çizelgesi” bölümlerine kaydedildi.

Bireylerin, kullandıkları çantanın ağırlığını, Vizüel Analog Skalasına (VAS) göre hafiften ağıra doğru değerlendirmesi istendi. Katılımcılara sırt çantası, askılı (postacı) çanta, el çantası ve çek-çekli çanta cinslerinden hangisini kullandıkları sorularak, kullanılan çanta cinsi kaydedildi.

Bireylerin çanta taşıma şekilleri ve alışkanlıkları; sağ tarafta tek askı takarak, sol tarafta tek askı takarak, her iki askıyı omzuma takarım ama çanta sırtımda tam temas edecek şekilde durur, her iki askıyı omzuma takarım fakat çanta sırtımda değil daha aşağıda durur, tek askılı çantam var ve omzuma çapraz takarım ve çek-çekli çanta kullanım seçeneklerinden kendileri için en uygun olan ifadeyi seçmeleri istendi. Bazı bireyler çanta taşıma şekli ve alışkanlıklarının zaman zaman değiştiğini ve iki veya daha fazla seçenekte belirtilen ifadelerden bazılarını farklı zamanlarda sergilediklerini söylediler. Bu durumlarda ise bireylerin bu alışkanlıklarını yüzdesel olarak belirtmeleri istendi. Yüzde olarak %50'nin üzerinde belirtilen ifade bireyin çanta taşıma şekli ve alışkanlığı olarak seçildi. Bireylerin günlük ve haftalık çanta ile yürüme süreleri sorgulandı ve dakika cinsinden kaydedildi (Ek 4).

Ölçüm Protokolü

Katılımcıların sosyodemografik bilgileri, postür değerlendirmeleri ve kullandıkları çantaya ait bilgiler alındıktan sonra 2 farklı zemin 3 farklı çanta taşıma yöntemi olmak üzere 6 farklı pozisyonda denge değerlendirmeleri gerçekleştirildi. Bu pozisyonlar düz zemin çantasız, düz zemin tek omuzda çanta, düz zemin çift omuzda çanta, eğimli zemin çantasız, eğimli zemin tek omuzda çanta ve eğimli zemin çift omuzda çanta olacak şekilde planlandı (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Denge değerlendirmesinde kullanılan yöntem

Çalışmada denge değerlendirmesinde kullanılan farklı pozisyonlar randomize edildi. Randomizasyon için yukarıdaki ölçüm aşamaları kullanıldı. Bireylerin denge ölçümleri sırasında kullanılacak 6 farklı durum basit randomizasyon yöntemi ile belirlendi. Bireylere uygulanacak ölçümlerin sıralamaları için 1'den 6'ya kadar rastgele oluşturulmuş sayı tablosu kullanıldı (149). Katılımcılara 6 farklı pozisyonda da cihazın ölçüm protokolünde bulunan sert zeminde gözler açık, sert zeminde gözler kapalı, yumuşak zeminde gözler açık, yumuşak zeminde gözler kapalı ve LoS testleri uygulandı.

Amerikan Ortopedi Cerrahları Akademisi sırt çantası ağırlığının vücut ağırlığına oranının %5-20 arasında olmasını tavsiye ederek, sırt çantasının içerdiği ağırlığın çocukların vücut ağırlığının %20'sinden fazla olduğu zaman bu durumun klinik bir probleme sebep olabileceğini belirtmişlerdir (13). Ayrıca Hong ve Cheung'ta %20'lik çanta ağırlığı koşulunda gövdenin öne eğilim açısının, %0-10-

15'lik çanta ağırlığı koşullarına göre önemli derecede arttığı sonucuna ulaşmışlardır (150). Bu nedenlerle çalışmamızdaki çanta ile denge değerlendirmelerinin tümünde, çanta ağırlığı katılımcıların vücut ağırlığının %15'i olacak şekilde ayarlandı. Ayarlama sırasında içerisinde ağırlık plakaları bulunan dambıl çantası ve çanta ağırlığını artırabilmek için farklı kilolarda ağırlık plakaları (0,50 kg, 1 kg, 1,25 kg ve 2,5 kg'lık) kullanıldı (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Ağırlık plakaları

Çalışmaya başlamadan önce literatüre bakıldığında 14 yaşındaki adölesanlar için vücut ağırlığı medyan değeri erkeklerde 50,6 kg, kızlarda 50,1 kg olduğu görülmüştür. Vücut ağırlığının 14-18 yaş aralığında yaş ile birlikte arttığı ve 18 yaşındaki adölesanlar için ise vücut ağırlığı medyan değerinin erkeklerde 67,3 kg, kızlarda 56,7 kg olduğu görülmüştür (106). Bu nedenle çalışmanın başlangıcında sırt çantası (sırt çantası ve dambıl kutusunun toplam ağırlığı) ağırlığı bu yaş aralığındaki en düşük ortalama vücut ağırlığının yaklaşık %15'ine denk gelen 7 kg olacak şekilde ayarlandı. Vücut ağırlığı daha fazla olan bireylerin taşıyacakları çanta ağırlığını ayarlamak için çantayı ortalayan plaka cepleri dikildi ve gerekli olduğu durumlarda plaka ağırlıkları bu kısımlardan ilave edildi (Şekil 3.4.).

Sırt çantası içerisine konulacak dambıl kutusunun çantayı ortalaması ve çantanın içinde sabitlenerek hareket etmemesi için çantanın iç-yan kısımları eşit boyutlardaki sert strafor köpük ile dolduruldu. Bu sayede denge değerlendirmesi sırasında çanta ağırlığının kişinin ağırlık merkezinde sapsmalarına sebep olmaması sağlanmış oldu.



Şekil 3.4. Ağırlıkların çanta içerisine yerleştirilmesi

Literatürde denge ile ilgili eğimli zeminde yapılan son çalışmalara bakıldığında 5-15° arasında değişen eğimli zeminlerin kullanıldığı görülmüştür (25-26). Bu nedenle çalışmamızda eğimli zeminde denge değerlendirmesi için 10° eğimli 75×75 cm ölçülere sahip bir rampa kullanıldı (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Eğimli zeminde denge değerlendirmesi

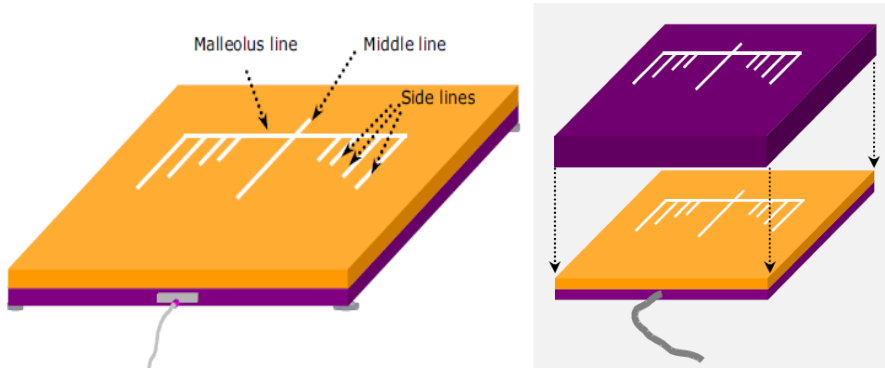
Düz ve eğimli zeminde tek taraflı çanta taşıma bireylerin günlük hayattaki alışkanlıkları göz önüne alınarak tek taraflı çanta kullandıkları omuzdan taşıtıldı.

Denge değerlendirmesi tamamlandıktan sonra, okula getirdikleri sırt çantası ağırlığı vücut ağırlığına oranı %15'ten az olan katılımcılardan test sırasında kullandıkları %15'lik sırt çantası ağırlığını vizüel analog skalasına (VAS) göre hafiften ağıra doğru değerlendirmesi istendi ve bu veriler forma kaydedildi (Ek 4).

VAS sayısal olarak ölçölmek istenen nitel verilerin ölçümünde kullanılan bir skaladır. Bireylerden değerlendirilen parametre hakkında 100 mm lik bir çizginin iki ucu arasında kendi durumlarını en uygun ifade edecek yeri işaretlemeleri istenir (151-155).

D. Denge Değerlendirmesi

Denge Bertec BalanceCheck Screener™ BP5050 20x20 inc platformu (Bertec BP5050 balance plate platform; Bertec, Corp., Columbus, OH, USA) kullanılarak değerlendirildi. Bertec denge platformu, vertikal kuvvet ve CoP'daki anlık değişimleri objektif olarak ölçmeyi esas alan üç bileşenli bir denge platformudur. Maksimum 220 kg ağırlığa kadar ölçüm yapabilen platform ayrıca yumuşak zeminde denge ölçümü için platform ile aynı çevre ölçülerine sahip sünger bir yüzeye sahiptir (Şekil 3.6.).

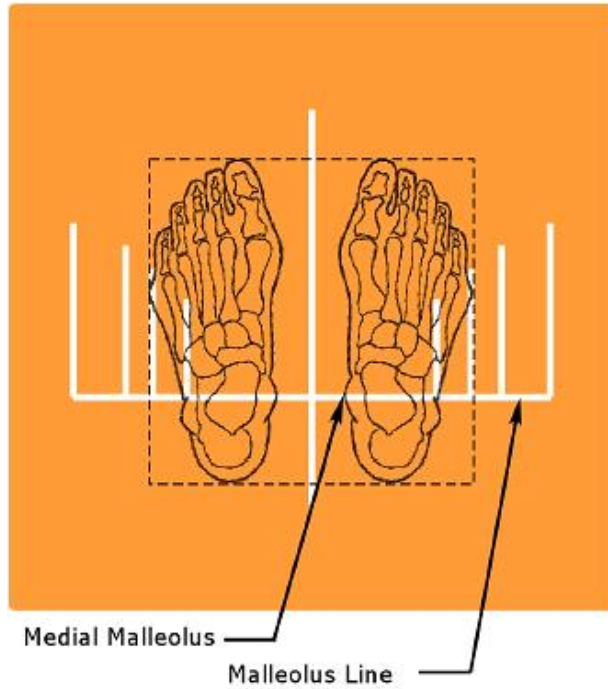


Şekil 3.6. Bertec denge platformu sert ve yumuşak zeminler (Bertec Workbook (156)'tan alınmıştır).

Bertec, ayakta dururken dengenin korunabilme becerisini değerlendirmek amacıyla tasarlanmış ve Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (mCTSIB) protokolü ile statik duruşta 4 farklı duruma ait test ile stabilite limitlerini (LoS) içeren test olmak üzere toplam 5 testten oluşmaktadır.

1. Sert zemin üzerinde gözler açık
2. Sert zemin üzerinde gözler kapalı
3. Yumuşak zemin üzerinde gözler açık
4. Yumuşak zemin üzerinde gözler kapalı
5. Sert zeminde gözler açık Stabilite limitleri (Limits of Stability-LoS) testi

Bireylerin ayakları cihaz üzerinde pozisyonlanırken, her iki ayak için de medial malleol platform üzerindeki malleol çizgisi ile hizalanmalıdır. Ayaklar orta çizgiye göre simetrik olmalı ve ayakların açılma açısı hastayı rahatsız edecek bir konumda bulunmamalıdır (Hasta ayak pozisyonlarını birbirine göre paralel yapamıyorsa bu konuda zorlanmamalıdır) (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Ayakların platform üzerinde pozisyonlanması
(Bertec Workbook (156)'tan alınmıştır).

Sert zemin üzerinde denge testi, cihazın kendi sert yüzeyi üzerinde gözler açık (GA) ve gözler kapalı (GK) iken katılımcının her bir durumda hareket etmeden 10 sn beklemesini gerektirir. Salınımlar test süresince cihaz tarafından

değerlendirilmek üzere kaydedilir. Bireylerin gözleri açık ve kapalıken sert zeminde dengelerini koruyabilme yetenekleri incelenir.

Yumuşak zemin üzerinde denge testi, bireyin hareket etmeden yumuşak bir sünger üzerinde dengesini korumaya çalıştığı ve bu sıradaki salınımların kaydedildiği testtir. Bu test, sünger yüzey üzerinde gözler açık ve kapalı 10 sn yapılır ve bireylerin yumuşak zemindeki denge koruma becerisi belirlenir

Katılımcılardan teste başlamadan önce üzerlerindeki ceket, mont, anahtar, telefon, bozuk para gibi ağırlık yapacak eşyaları ve ayakkabılarını çıkarmaları istendi. Bireylerden test sırasında her türlü konuşma, el kol hareketi ya da dönme gibi hareketlerden kaçınması istendi. Bireylerin dengenin tüm değerlendirme parametreleri için birkaç deneme ile değerlendirmeyi tam olarak öğrenmeleri sağlandıktan sonra teste başlandı. Katılımcı teste fizyoterapistin başla komutu ve aynı anda bilgisayardan gelen uyarı sesiyle birlikte başladı. Bireyler 10 sn boyunca eller yanda hareketsiz bir şekilde dengesini korumaya devam ettiler ve 10 sn sonunda bitiş uyarısıyla test sonlandırıldı. Testin dört aşaması için de bu durum tekrarlandı. Katılımcıların test sırasında dengesini kaybettiği veya öksürme, hapşırma, gülme, konuşma gibi test sırasında istenmeyen davranışları göstermeleri durumunda testler tekrarlandı (156).

Bireylerin statik denge testindeki her pozisyonu için ön-arka ve lateral salınım miktarı cm cinsinden elde edildi. Aynı zamanda bu verilerden yola çıkarak cihaz yazılımı tarafından hesaplanan stabilite skoru da aynı sayfada yüzde olarak ifade edildi (Şekil 3.8.).

	NS-EO	NS-EC	PS-EO	PS-EC
Anterior-Posterior Sway Range (cm)	0.323	0.378	0.367	0.861
Lateral Sway Range (cm)	0.371	0.256	0.629	1.312
Direction of Max Instability (deg)	62 (right)	16 (right)	-73 (left)	89 (right)
Stability Score	95.16%	95.16%	91.92%	82.94%
Age Matched Average Score	92.40%	90.40%	88.20%	79.00%
2 SD Less	91.34%	89.14%	86.72%	76.36%
3 SD Less	90.81%	88.51%	85.98%	75.04%
Lost Balance				

Şekil 3.8. Stabilite skorları

Stabilite limitleri (LoS) testinde, katılımcıların ayakları platform üzerindeki çizgiye uygun şekilde ayarlanarak ayakların yerle temasını kesmeden ve dengelerini koruyarak tüm vücut ile gidebildikleri kadar öne, arkaya, sağa ve sola gitmeleri istendi. Katılımcılar, fizyoterapistin sözlü “başla” komutu ve aynı anda bilgisayardan gelen sesli komut ile teste başladı ve hareketleri ara vermeden istediği sırada yaptı. Fizyoterapistin testi tamamlama bölümünü seçmesiyle test sonlandırıldı. Stabilite limitleri (LoS) testi sayesinde bireylerin LoS’ları belirlenerek dinamik denge konusunda yorum yapılabilecek veri elde edildi.

Testin başlangıcından tamamlanmasına kadar geçen sürede CoP destek alanı içerisine düşen izdüşümündeki değişimler sistem tarafından kaydedilir. Elde edilen sert zeminde denge, yumuşak zeminde denge ve LoS sonuçları sayesinde aynı boy uzunluğuna sahip bireylerin standart değerleri ile karşılaştırma yapılabilir. Bu sonuçlar bireyin aldığı skor olarak hem sert ve yumuşak zeminde gözler açık ve kapalı iken hem de LoS değerlendirmeleri için elde edilir (156).

Sonuçların Yorumlanması

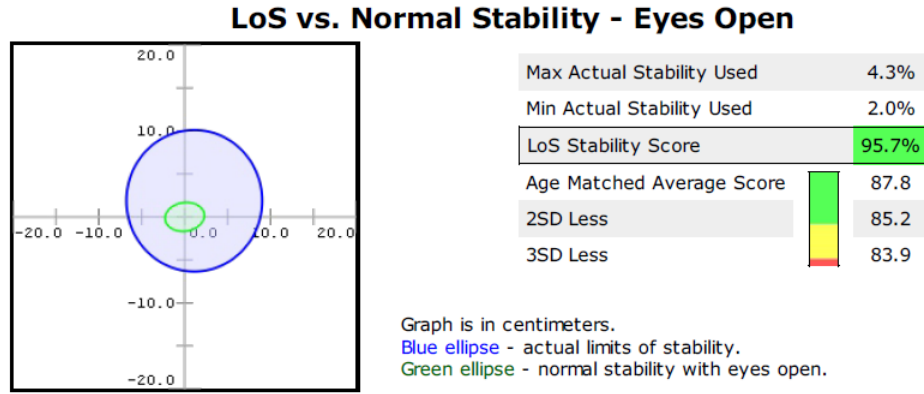
Ayakta durma stabilite skorları ve LoS stabilite skorlarını yorumlamak için cihaz yazılımı içinde kayıtlı olan yaşla eşleştirilmiş normatif değerler kullanılır (Tablo 3.1.) (157).

AGE (years)	NSEO	NSEC	PSEO	PSEC	LoS
0-19	92.4 ± 0.53	90.4 ± 0.63	88.2 ± 0.74	79.0 ± 1.32	87.8 ± 1.31
20-29	93.6 ± 0.50	92.2 ± 0.60	89.6 ± 0.70	81.6 ± 1.25	88.4 ± 1.24
30-39	92.5 ± 0.56	91.6 ± 0.68	87.6 ± 0.80	78.2 ± 1.46	87.2 ± 1.41
40-49	93.4 ± 0.55	91.9 ± 0.66	88.3 ± 0.78	79.5 ± 1.38	88.6 ± 1.37
50-59	91.9 ± 0.35	91.0 ± 0.58	86.3 ± 0.68	76.5 ± 1.21	85.0 ± 1.20
60-69	91.7 ± 0.35	90.0 ± 0.43	85.4 ± 0.50	75.2 ± 0.89	83.5 ± 0.88
70-79	92.0 ± 0.33	90.3 ± 0.40	83.4 ± 0.47	71.3 ± 0.84	82.1 ± 0.83
80-89	92.3 ± 0.80	91.1 ± 0.96	77.7 ± 1.13	64.8 ± 2.00	80.9 ± 1.98

Tablo 3.1. Bertec denge değerlendirmesi ayakta durma stabilite skorları ve LoS stabilite skoru yaşla eşleştirilmiş normatif değerler

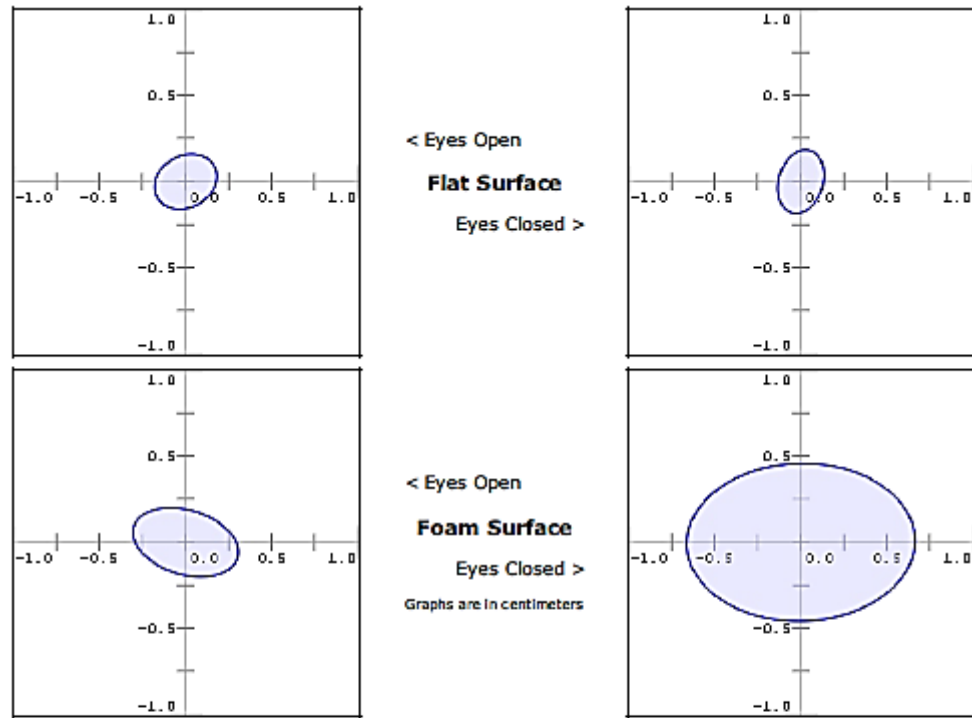
Şekil 3.8. stabilite skorları, şekil 3.9.’da ise LoS stabilite skoru dikdörtgen içerisine alınmıştır. Şekillerde dikdörtgen içerisine alınmış bu skorların hemen altındaki değer, sağlıklı kişilerin yaşla eşleştirilmiş ortalama skorları için normatif değerleri gösterir. Normatif değerlerin altında verilmiş diğer iki değer ise yaşla eşleştirilmiş ortalama skordan 2 Standart Sapma (SS) ve 3 Standart Sapma (SS)

düşük olan değerleri belirtir. Sağlıklı popülasyon için belirlenmiş normatif değer aralıkları ile bu değerlerin 2 ve 3 standart sapma altındaki değer aralıklarını temsil eden renkler; yeşil, sarı ve kırmızı renklerle vurgulanmıştır. Yeşil renk ortalama skor-2×Standart Sapma (SS) değerinden büyük olan, sarı renk ortalama skor-2×SS ile ortalama skor ile ortalama skor-3×SS arası değerleri ve kırmızı renk ise ortalama skor-3×SS değerinden küçük olan değerleri gösterir.



Şekil 3.9. LoS stabilite skoru

Ayakta durma stabilite (sert zemin gözler açık, sert zemin gözler kapalı, yumuşak zemin gözler açık ve yumuşak zeminde gözler kapalı) raporu, testi oluşturan dört aşamayı aynı sayfa içerisinde gösterir (Şekil 3.10.).



	NS-EO	NS-EC	PS-EO	PS-EC
Anterior-Posterior Sway Range (cm)	0.323	0.378	0.367	0.861
Lateral Sway Range (cm)	0.371	0.256	0.629	1.312
Direction of Max Instability (deg)	62 (right)	16 (right)	-73 (left)	89 (right)
Stability Score	95.16%	95.16%	91.92%	82.94%
Age Matched Average Score	92.40%	90.40%	88.20%	79.00%
2 SD Less	91.34%	89.14%	86.72%	76.36%
3 SD Less	90.81%	88.51%	85.98%	75.04%
Lost Balance				

Şekil 3.10. Ayakta durma stabilite raporu

Sert zemin gözler açık ayakta durma stabilite testinde yaşla eşleştirilmiş ortalama skorun 3 SS (Standart Sapma) altındaki stabilite skoru bireyin dengesini korumakta problemlere sahip olduğunu gösterebilir.

Sert zemin gözler kapalı ayakta durma stabilite testinde yaşla eşleştirilmiş ortalama skorun 3 SS altındaki stabilite skoru görsel kaynaklar olmadan bireyin dengesini korumakta güçlük çektiğini gösterebilir.

Katılımcıların *yumuşak zemin gözler açık* ayakta durma stabilite testinden yaşla eşleştirilmiş ortalama skorun 3 SS altında stabilite skoru alması, bu kişilerin

sert ve düz olmayan zeminlerde denge sağlama ve devam ettirme konusunda problem yaşadığını gösterebilir.

Katılımcıların *yumuşak zemin gözler kapalı* ayakta durma stabilite testinden yaşla eşleştirilmiş ortalama skorun 3 SS altında stabilite skoru alması ise görsel uyarılar olmadan katılımcıların sert ve düz olmayan yüzeylerde dengelerini koruma konusunda problemlere sahip olduğunu gösterebilir.

Şekil 3.10.'daki her bir grafik katılımcının 4 farklı statik duruşa ait CoP'unun istatistiksel bir temsildir. Grafiklerden katılımcının test boyunca ne kadar hareket ettiğini görsel olarak değerlendirmek mümkündür (Elips ne kadar küçükse kişinin dengesi o kadar iyidir). Ayrıca grafikler bireylerin hareket ettiği yön hakkında bilgi de verir ve elipsin büyük eksenini primer hareket yönü ile aynı eksendedir. Elipsin en boy oranı hareket hakkında bilgi verir. Dar bir elips hareketin yalnızca bir yöne doğru olduğunu gösterirken daha yuvarlak bir elips hareketin tek yönde tanımlanamayacağını gösterir.

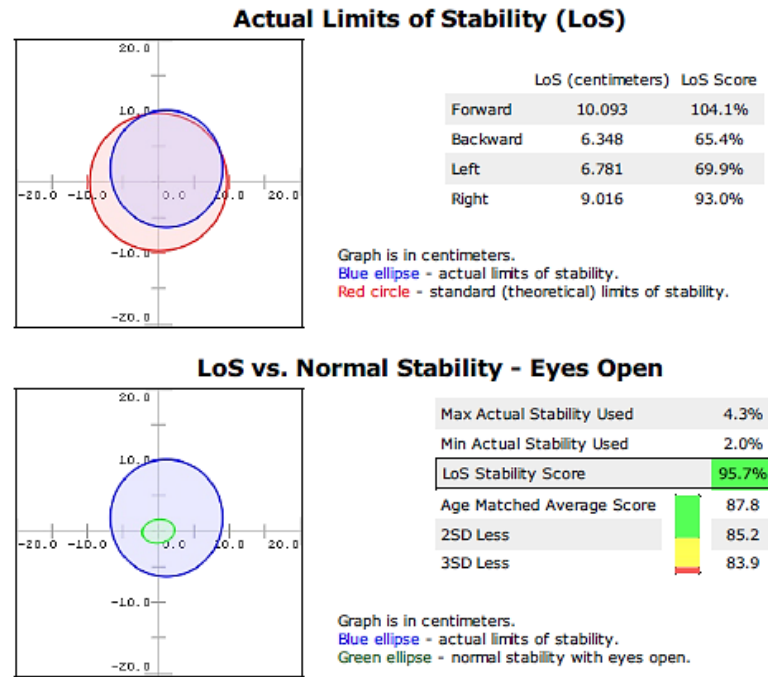
Ayakta durma stabilite değerlendirmesinde sert zemin gözler açık, sert zemin gözler kapalı, yumuşak zemin gözler açık, yumuşak zemin gözler kapalı iken aşağıdaki durumlar dikkate alınır:

Ön-arka salınım aralığı, elipsin vertikal eksenini üzerindeki dik izdüşüm uzunluğudur ve bu hareketin sagittal düzlemdeki büyüklüğünü gösterir. Uzunluk ne kadar küçükse denge o kadar iyidir.

Lateral salınım aralığı, elipsin horizontal eksenini üzerindeki dik izdüşüm uzunluğudur. Hareketin frontal düzlemdeki büyüklüğünü gösterir. Uzunluk ne kadar küçükse denge o kadar iyidir.

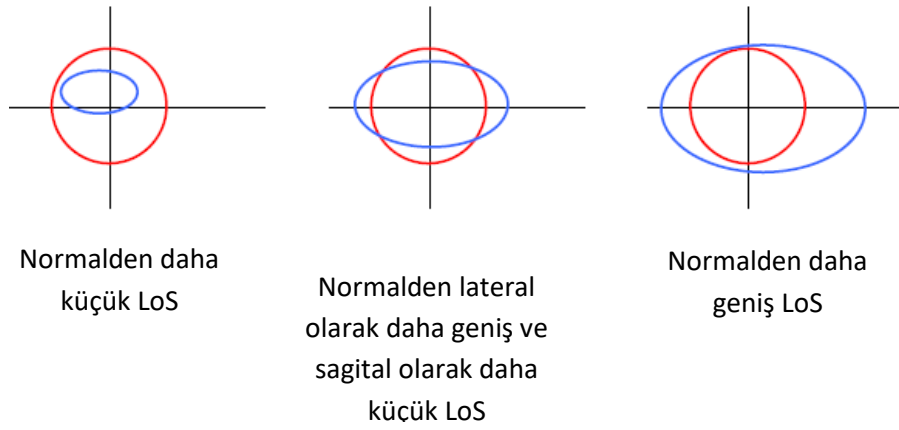
Stabilite skoru, katılımcıların test boyunca dengesini koruyabilme becerisini skorlar. Bu skor cihazın yazılımındaki formül ile hesaplanmaktadır. Stabilite skoru 0 ile 100 arasında herhangi bir değere sahip olabilir ve skor ne kadar büyükse denge o kadar iyidir. Skorun %100 olması bireyin mükemmel hareketsizlik sağladığını gösterir.

Asıl (Eylemsel-Actual) stabilite limitleri raporu tek bir testin sonucunu içeren rapordur. Rapordaki elips dört yöndeki (ön, arka, sağ, sol) LoS değerlerini de göstermektedir. Aynı zamanda raporda bireylerin dört yöndeki LoS maksimum değerleri (cm cinsinden) ve denge skorları (yüzdese olarak) grafiğin yan kısmında gösterilmektedir. Katılımcının akranlarına oranla daha düşük LoS skoruna sahip olması onun düşme riskinin daha yüksek olduğunu gösterebilir. Rapordaki grafikte bulunan kırmızı daire kişinin sisteme kaydedilmiş boy uzunluğuna göre cihaz yazılımı tarafından oluşturulmuş standart (teorik) LoS'dur. Mavi elips ise kişinin mevcut, cihaz tarafından ölçülmüş asıl LoS değerini temsil eder (Şekil 3.11.).



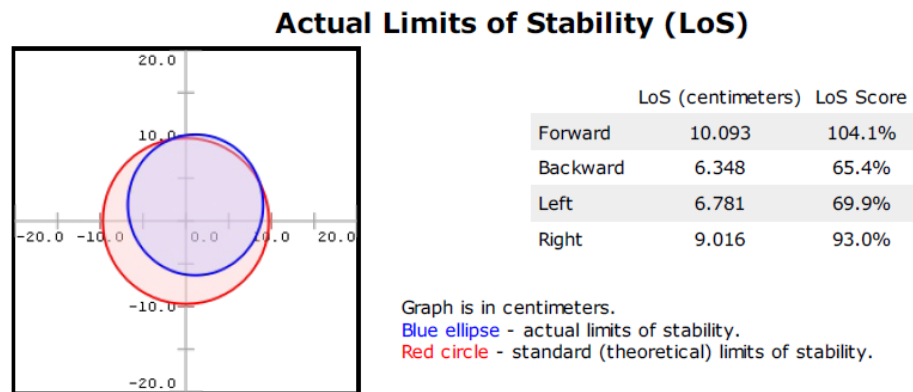
Şekil 3.11. LoS ile LoS-Sert zemin üzerinde gözler açık denge testi karşılaştıran rapor

Standart LoS dairesi ve LoS elipsi arasındaki karşılaştırma standart LoS alanının ne kadarının birey tarafından kullanıldığını gösterir ve elips ne kadar büyükse bu katılımcı için o kadar iyidir. Elips, standart LoS dairesinden daha küçük, eşit veya daha büyük olabilir.



Şekil 3.12. Standart LoS daresi ve LoS elipsi arasındaki karşılaştırmalar (Bertec Workbook (156)'tan alınmıştır).

Asıl LoS skoru 0-100 arasındaki değer aldığı gibi ayrıca 100 değerinin üzerinde bir değer de alabilir. Bir bireyin herhangi bir yönde almış olduğu %100 asıl LoS skoru, bu değerın standart LoS skoruna eşit olduğunu gösterir. %0 değeri bireyin o yönde salınım yapamadığını gösterir. %100' den az bir değer almak bireyin asıl LoS'unun standart LoS'dan daha küçük olduğunu ve bireyin dengesini kaybetmeden salınım yapma becerisi ile farklı destek yüzeylerinde denge koruma becerilerinin azaldığını gösterir. %100'den büyük bir değer almak ise kişinin LoS'unun standart LoS'dan daha büyük olduğunu ve kişinin normalden daha iyi bir salınım yapma becerisi olduğunu belirtir (Şekil 3.13.).

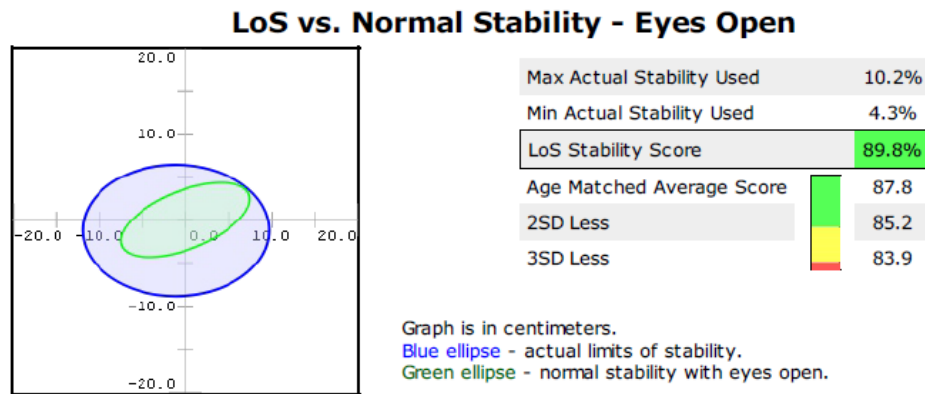


Şekil 3.13. LoS raporu

LoS ve sert zemin gözler açık ayakta durma stabilite testi sonuçlarının birlikte verildiği grafikte iki testi temsil eden elipsler karşılaştırılır ve cihaz yazılımı

tarafından 0 ile 100 arasında değer alabilen LoS stabilite skoru oluşturulur. LoS stabilite skorunun 100 olması o kişinin dengesini mükemmel seviyede koruyabileceğini gösterirken 0 olması ise kişinin tüm LoS'ünü kullansa dahi test boyunca dengesini koruyamayabileceğini gösterir.

LoS ve sert zemin gözler açık ayakta durma stabilitesi testi raporundaki iki elipsin karşılaştırması kişinin LoS'unun sert zemin gözler açık ayakta denge testi boyunca ne kadarlık kısmının kullanıldığını gösterir. Sert zeminde denge testi elipsinin LoS elipsinden daha küçük olması veya LoS elipsinin sınırları içinde olması dengenin korunumu açısından istenen sonuçlardır (Şekil 3.14.) (156).



Şekil 3.14. LoS-Sert zemin üzerinde gözler açık denge testini karşılaştıran rapor

3.2.2. İstatistiksel Yöntemler

Bu çalışmada istatistiksel analizler için Windows tabanlı SPSS 22.0 paket programı kullanıldı. Demografik veriler için tanımlayıcı istatistik yapıldı. Bireylerin demografik özelliklerinden ölçümlle belirlenen değişkenler ortalama \pm standart sapma ($X \pm SS$) ve minimum-maksimum, sayımla belirlenen değişkenler sayısı (n) ve yüzde (%) değerleri ile ifade edildi. Denge değerlendirmesine ait değişkenler için ise ortalama \pm standart sapma ($X \pm SS$) değerleri hesaplandı. Verilerin normal dağılıma uygunluğuna göre (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov Smirnov/Shapiro Wilk testleri) bakıldı.

Parametrik test varsayımlarının sağlandığı ve bağımlı 3 değişkenin karşılaştırıldığı durumlarda tekrarlı ölçümler varyans analizi kullanıldı. Küresellik (Sferisite) varsayımı için Mauchly testi kullanıldı. Sferisite varsayımının sağlanmadığı durumlarda Greenhouse-Geisser düzeltmesi kullanıldı. P değerinin 0,05 altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirildi. Gruplar arasında anlamlı farklılıkların bulunduğu durumlarda Bonferroni testi ile ikişerli post-hoc karşılaştırmalar yapıldı.

Parametrik test varsayımlarına uymadığı belirlenen ve bağımlı 3 değişkenin karşılaştırıldığı durumlarda ise Friedman testi kullanıldı. Gruplar arasında anlamlı farklılıkların bulunduğu durumlarda post-hoc analizde Wilcoxon testi ile ikişerli karşılaştırmalar yapıldı. İkili karşılaştırmalarda 3 tekrar olması sebebiyle Bonferroni düzeltmesi ile p değeri için yanılma olasılığı $p < 0,017$ değeri olarak belirlendi. Çanta taşıma yöntemlerinin farklı zeminlerdeki karşılaştırmalarında normal dağılım gösterenler için bağımlı gruplarda t testi kullanılırken, normal dağılmayanlar için Wilcoxon testi kullanıldı. P değerinin 0,05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirildi (158).

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Lise öğrencilerinde düz ve eğimli zeminde sırt çantası taşıma yöntemlerinin denge üzerine etkisinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmamız yaş ortalamaları $15,98 \pm 1,33$ yıl olan 44 birey üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bireylerin 24'ü erkek, 20'si kızdı. Bireylere ait tüm demografik veriler Tablo 4.1 ve Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Bireylerin demografik özellikleri

Demografik Özellikler(n=44)		X±SS	Minimum-Maksimum
Yaş (yıl)		15,98±1,33	14.00-18.00
Boy uzunluğu (m)		1,68±0,09	1,50-1,86
Vücut ağırlığı (kg)		62,13±10,59	42,60-85,00
Vücut Kütle İndeksi (kg/m ²)		21,77±2,77	16,44-28,01
Ölçüm günü taşınan çanta ağırlığı(kg)		3,98±1,88	1,00-10,00
Haftanın diğer günleri taşınan çanta ağırlıkları(kg)	Pazartesi	3,88±1,87	1,00-10,00
	Salı	3,86±1,95	0,00-10,00
	Çarşamba	3,73±1,76	1,00-10,00
	Perşembe	3,99±1,82	1,00-10,00
	Cuma	3,81±1,94	0,50-10,00
Günlük ortalama sırt çantası ağırlığı (kg)		3,86±1,73	0,90-10,00
Çanta ile günlük yürüme süresi(dk)		36,59±43,85	4,00-240,00
Çanta ile haftalık yürüme süresi(dk)		213,41±243,30	24-1200
New York Postür Analizi Toplam		56,14±3,64	49,00-63,00
Kullandığımız çantanın ağırlığı-Vizüel Analog Skala (VAS)		5,68±2,02	2-10
Değerlendirme sırasında taşıdığımız çantanın ağırlığı-Vizüel Analog Skala (VAS)		6,86±2,10	3-10

Tablo 4.2. Bireylerin diğ er demografik özellikleri

Demografik Özellikler		N	%
Cinsiyet	Kız	20	45,5
	Erkek	24	54,5
Dominant taraf üst ekstremite	Sağ	41	93,2
	Sol	3	6,8
Dominant taraf alt ekstremite	Sağ	38	86,4
	Sol	6	13,6
Çanta taşıma şekli ve alışkanlığı	Sağ tarafta tek askı	14	31,8
	Sol tarafta tek askı	7	15,9
	Her iki askıyı omuzlarıma takarım ve çanta sırtımda tam temas edecek şekilde durur	6	13,6
	Her iki askıyı omuzlarıma takarım fakat çanta sırtımda değil daha aşağıda durur	17	38,6
Okula Ulaşım(Gidiş)	Okul servisi	19	43,2
	Toplu taşıma	7	15,9
	Özel araç	7	15,9
	Yürüyerek	10	22,7
	Bisiklet ve yürüyerek	1	2,3
Okula Ulaşım(Dönüş)	Okul servisi	17	38,6
	Toplu taşıma	8	18,2
	Özel araç	5	11,4
	Yürüyerek	13	29,5

	Bisiklet ve yürüyerek	1	2,3
Düzenli olarak spor yapıyor musunuz?	Evet	6	13,6
	Hayır	38	86,4
Yapılan spor branşı	Futbol	2	4,5
	Yüzme+Fitness	1	2,3
	Spor yapmıyor	38	86,4
	Diğer	3	6,8

4.2. Denge Değerlendirmesine Ait Bulgular

4.2.1. Zemin Koşuluna Ait Bulgular

Katılımcıların çantasız düz ve eğimli zeminlerdeki denge parametreleri karşılaştırıldığında, LoS ön-arka mesafesi ($p<0,01$), Gözler Açık (GA)-yumuşak zeminde ön-arka salınım aralığı ($p<0,05$) ve Gözler Kapalı (GK)-yumuşak zeminde lateral salınım aralığında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Katılımcıların düz zemindeki çantasız LoS ön-arka mesafe ve GK-yumuşak zeminde lateral salınım aralığı değerlerinin eğimli zemin çantasız koşula göre daha iyi, GA-yumuşak zeminde ön-arka salınım aralığı değerlerinin ise daha kötü olduğu görülmüştür. Denge platformu üzerinde çantasız koşulda düz ve eğimli zemin arasında diğer denge parametreleri bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Bireylerin düz zemin tek omuzda çanta taşıdıkları koşulda, LoS ön-arka mesafesi eğimli zeminde tek omuzda çanta taşıma koşullarına göre daha yüksektir ve iki koşul arasında düz zemin lehine çok yüksek düzeyde anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,001$). Düz zemin tek omuzda çanta taşıma koşulunda GK-sert ve yumuşak zemin ön-arka salınım aralığı parametrelerinin,, eğimli zemin tek omuzda çanta taşıma koşuluna göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0,01$). Elde edilen bu bulgular; eğimli zemin tek omuzda çanta taşıma koşuluna ait GK-sert ve yumuşak zemin ön-arka salınım aralığı parametrelerinin düz zemindeki benzer koşullara göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Düz ve eğimli zeminlerdeki tek omuzda çanta taşıma koşullarına ait diğer denge parametrelerinde ise anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Bireylerin çift omuzda çanta taşıdıkları durum düz ve eğimli zemin açısından incelendiğinde LoS ön-arka mesafesi ($p<0,001$), GK-sert zemin ön-arka salınım aralığı ($p<0,01$), GA yumuşak zemin ön-arka salınım aralığı ($p<0,01$), GK yumuşak zemin ön-arka salınım aralığı ($p<0,05$), GA yumuşak zemin lateral salınım aralığı ($p<0,05$) ve GK yumuşak zemin lateral salınım aralığı ($p<0,01$) parametreleri arasındaki farkın anlamlı olduğu gösterilmiştir. Bu bulgular; düz zemin çift omuzda çanta taşıma koşuluna ait LoS ön-arka mesafe, GA yumuşak zemin lateral salınım aralığı, GK yumuşak zemin lateral salınım aralığı değerlerinin eğimli zemindeki

benzer koşullara göre daha iyi olduğu, GK-sert zemin ön-arka salınım aralığı, GA-yumuşak zeminde ön-arka salınım aralığı, GK yumuşak zemin ön-arka salınım aralığı değerlerinin ise daha kötü olduğunu göstermektedir. Düz ve eğimli zeminlerdeki çift omuzda çanta taşıma durumlarına ait diğer denge değişkenlerinde ise anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.3. Düz ve eğimli zeminlerdeki farklı çanta taşıma yöntemleri ile denge parametrelerine ait bulgular

Çanta Taşıma Yöntemleri	DÜZ ZEMİN				EĞİMLİ ZEMİN				DÜZ/EĞİMLİ ZEMİN			
	Ç0	Ç1	Ç2	P	Ç0	Ç1	Ç2	P	Ç0	Ç1	Ç2	P
	X±SS	X±SS	X±SS		X±SS	X±SS	X±SS		p	p	p	
Denge Parametreleri												
LOS ön arka mesafe(cm)	14,44±2,01	14,48±2,06	14,81±2,53	0,285 _¶	13,75±2,61	13,26±2,55	12,71±2,58	0,001^{a,b}	0,005_¶	< 0,001_¶	< 0,001_¶	< 0,001_¶
LOS sol mesafe(cm)	8,83±2,09	9,26±2,39	9,02±2,14	0,351 _¶	9,05±2,55	8,97±2,00	9,18±2,06	0,795 _¶	0,263 _¶	0,421 _¶	0,463 _¶	0,463 _¶
LOS sağ mesafe(cm)	9,49±1,94	9,50±2,29	9,60±2,24	0,865 _¶	9,69±2,35	9,37±2,27	9,23±2,07	0,431 [*]	0,349 _¶	0,617 _¶	0,170 _¶	0,170 _¶
LOS stabilite skoru(%)	86,56±7,41	84,22±7,61	84,00±11,28	0,033[*]	85,82±8,91	81,66±10,79	82,31±9,24	0,003[*]	0,454 _¶	0,089 _¶	0,334 _¶	0,334 _¶
Ön arka salınım aralığı-Sert zemin (cm)	GA	0,50±0,25	0,59±0,31	0,148 [*]	0,48±0,28	0,60±0,29	0,54±0,28	0,002[*]	0,438 _¶	0,822 _¶	0,636 _¶	0,636 _¶
	GK	0,68±0,49	0,75±0,32	0,250 [*]	0,55±0,26	0,66±0,48	0,59±0,26	0,567 [*]	0,115 _¶	0,004_¶	0,008_¶	0,008_¶
Ön arka salınım aralığı-Yumuşak zemin (cm)	GA	0,75±0,31	0,78±0,28	0,934 [*]	0,65±0,35	0,71±0,26	0,57±0,28	0,020[*]	0,034_¶	0,233 _¶	0,001_¶	0,001_¶
	GK	0,99±0,42	1,16±0,46	0,004[*]	0,92±0,47	0,97±0,35	1,06±0,50	0,376 [*]	0,097 _¶	0,003_¶	0,043_¶	0,043_¶
Lateral salınım aralığı-Sert zemin(cm)	GA	0,33±0,11	0,49±0,24	< 0,001^a	0,33±0,15	0,49±0,24	0,42±0,16	< 0,001^a	0,421 _¶	0,994 _¶	0,792 _¶	0,792 _¶
	GK	0,30±0,15	0,46±0,34	< 0,001^{a,b}	0,35±0,19	0,49±0,25	0,49±0,27	< 0,001^{a,b}	0,091 _¶	0,248 _¶	0,513 _¶	0,513 _¶
Lateral salınım aralığı-Yumuşak zemin (cm)	GA	0,61±0,31	0,71±0,30	0,148 [*]	0,61±0,24	0,72±0,27	0,72±0,24	0,004^a	0,687 _¶	0,769 _¶	0,019_¶	0,019_¶
	GK	0,73±0,40	0,90±0,40	0,021^{a,b}	0,88±0,38	0,96±0,37	0,99±0,43	0,060 [*]	0,015_¶	0,277 _¶	0,005_¶	0,005_¶
Stabilite skoru-Sert zemin (cm)	GA	93,29±2,77	91,45±3,43	0,045^a	93,12±3,33	91,36±3,52	92,37±2,92	0,006^a	0,811 _¶	0,881 _¶	0,822 _¶	0,822 _¶
	GK	91,58±5,05	90,32±4,71	0,049[*]	92,61±3,09	90,76±5,06	91,35±3,60	0,084 [*]	0,130 _¶	0,185 _¶	0,051 _¶	0,051 _¶
Stabilite skoru-Yumuşak zemin (cm)	GA	89,16±3,61	88,71±3,50	0,166 [*]	90,00±5,03	89,07±3,16	89,82±3,43	0,014^a	0,064 _¶	0,580 _¶	0,926 _¶	0,926 _¶
	GK	86,49±5,54	84,30±5,35	0,001[*]	86,40±5,51	85,74±4,60	84,49±6,16	0,038[*]	0,674 _¶	0,069 _¶	0,345 _¶	0,345 _¶

Ç0: Çantasız, Ç1: Tek omuzda çanta, Ç2: çift omuzda çanta // GA: Gözler açık, GK: Gözler kapalı

¶ Tekrarlı ölçümler varyans analizi sonucu elde edilen anlamlılık değerleri

p^{*} Friedman testi sonucu elde edilen anlamlılık değerleri

p^a Tekrarlı ölçümler varyans analizi/ Friedman testi sonucu elde edilen farkın çantasız/tek omuzda çanta ikili karşılaştırmasından kaynaklandığını ifade etmektedir.

p^b Tekrarlı ölçümler varyans analizi/ Friedman testi sonucu elde edilen farkın çantasız/çift omuzda çanta ikili karşılaştırmasından kaynaklandığını ifade etmektedir.

p^c Tekrarlı ölçümler varyans analizi/ Friedman testi sonucu elde edilen farkın tek omuzda çanta/çift omuzda çanta ikili karşılaştırmasından kaynaklandığını ifade etmektedir.

p[¶] Bağımlı gruplarda t testi sonucu elde edilen anlamlılık değerleri

p[§] Wilcoxon testi sonucu elde edilen anlamlılık değerleri

4.2.2. Farklı Çanta Taşıma Koşullarına Ait Bulgular

Düz zemindeki; çantasız (Ç0), tek omuzda çanta taşıma (Ç1) ve çift omuzda çanta taşıma (Ç2) koşullarına ait denge parametreleri ile eğimli zemindeki; Ç0, Ç1 ve Ç2 koşullarına ait denge parametreleri karşılaştırmalarından GA ve GK sert zemin lateral salınım aralığı parametreleri için istatistiksel olarak oldukça yüksek düzeyde anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($p < 0,001$). Her iki zemin için de farklı çanta taşıma koşullarına ait GA sert zemin lateral salınım aralığı parametresindeki grup içi karşılaştırmalara bakıldığında bu farkın Ç0-Ç1 arasındaki farktan kaynaklandığı bulunmuştur. Her iki zeminde de GK sert zemin lateral salınım aralığı parametresindeki grup içi karşılaştırmalara bakıldığında ise farkın iki zemin için de Ç1 ve Ç2 nin Ç0'dan farklı olmasından kaynaklandığı görülmüştür.

Düz zemindeki; Ç0, Ç1 ve Ç2 koşullarına ait denge parametreleri karşılaştırmalarından ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GK ve stabilite skoru-yumuşak yüzey-GK ortalama değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak oldukça anlamlı bulunmuştur ($p < 0,01$). Ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GK ve stabilite skoru-yumuşak yüzey-GK denge parametrelerindeki grup içi ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Düz zemindeki farklı çanta taşıma koşullarına ait diğer denge parametreleri karşılaştırmalarında LoS stabilite skoru, lateral salınım aralığı-yumuşak yüzey-GK, stabilite skoru-sert yüzey-GA ve GK parametrelerinde fark olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). Stabilite skoru-sert yüzey-GA parametresindeki farkın Ç0-Ç1 den kaynaklandığı, lateral salınım-yumuşak yüzey-GK parametresindeki farkın Ç0-Ç1 ve Ç0-Ç2 ikili karşılaştırmalarından kaynaklandığı görülmüştür. LoS stabilite skoru ve stabilite skoru-sert yüzey-GK denge parametrelerindeki grup içi ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Diğer denge parametreleri için düz zemindeki farklı çanta taşıma koşullarına değerler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Eğimli zemindeki; Ç0, Ç1 ve Ç2 koşullarına ait denge parametreleri karşılaştırmalarından LoS ön arka mesafe, LoS stabilite skoru, ön arka salınım

aralığı-sert yüzey-GA, lateral salınım aralığı-yumuşak yüzey-GA ile stabilite skoru-sert yüzey-GA parametrelerinde yüksek düzeyde anlamlı fark olduğu bulunmuştur. ($p<0,01$). LoS ön arka mesafe parametresindeki farkın Ç0-Ç2'den, lateral salınım aralığı-yumuşak yüzey-GA parametresindeki farkın Ç0-Ç1'den, stabilite skoru-sert yüzey-GA parametresindeki farkın Ç0-Ç1 grup içi ikili karşılaştırmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. LoS stabilite skoru, ön arka salınım aralığı-sert yüzey-GA parametrelerine ait grup içi ikili karşılaştırmalarda ise anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Eğimli zemin farklı çanta taşıma koşullarına ait ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GA, stabilite skoru-yumuşak yüzey-GA ve stabilite skoru-yumuşak yüzey-GK ortalama değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Eğimli zemin farklı çanta taşıma koşulundaki stabilite skoru-yumuşak yüzey-GA parametresindeki fark Ç0-Ç1 grup içi ikili karşılaştırmasından kaynaklanmaktadır. Ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GA ve stabilite skoru-yumuşak yüzey-GK parametrelerine ait grup içi ikili karşılaştırmalarda anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Katılımcıların eğimli zemin farklı çanta taşıma koşullarına ait diğer denge parametre değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.3.).

5. TARTIŞMA

Lise öğrencilerinde farklı sırt çantası taşıma yöntemleri ile zemin faktörlerinin denge üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmanın en önemli sonucu; bireylerin düz zemindeki çanta taşıma yöntemlerine ait ön arka yöndeki statik dengelerinin (tek omuzda çanta taşıma sırasındaki ön arka salınım aralığı-sert yüzey-GA parametresi hariç) eğimli zemindeki benzer koşullara göre daha kötü, düz zemin-GK lateral yöndeki statik dengelerinin eğimli zemindeki benzer koşullara göre daha iyi olmasıdır. Dinamik denge parametresi içeren stabilite limitleri açısından düz zeminde çanta taşıma pozisyonlarının fark yaratmadığı ancak eğimli zeminde sagittal düzlemdaki yer değiştirmenin çanta taşıma pozisyonlarından etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda her bir çanta pozisyonu için eğimli zemin ön-arka stabilite limitlerini (çift omuzda çanta taşıma-LoS sol mesafe değişkeni hariç) ve LoS stabilite skorunun düz zemine göre azaldığı sonucuna varılmıştır.

Literatür incelendiğinde öğrencilerde eğimli zeminde farklı çanta taşıma yöntemlerinin denge üzerine etkisini inceleyen benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma farklı çanta taşıma yöntemlerinin düz ve eğimli zeminlerde denge üzerine etkisi ile farklı zeminlerdeki (düz ve eğimli zemin) benzer çanta taşıma yöntemlerinin denge üzerine etkisini inceleyen ilk özgün çalışma olması bakımından önemlidir.

Taşınan çantaya ait özelliklerin bilinmesi elde edilen denge sonuçları açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle bireylerin çanta ağırlığı, çanta taşıma şekli ve çanta taşıma süresi gibi çanta ile ilişkili sonuçları aşağıda tartışılmıştır.

5.1. Çanta Kullanımına ait Özellikler

Parlak Demir ve arkadaşları yaptıkları araştırmada ilkökul çağındaki çocukların sırt çantası taşıma alışkanlıklarını sorgulamışlar ve çocukların %12,7'sinin tek omuzda, %77,4'nün her iki omuzda ve sırtla temasta olacak şekilde, %9,9'unun çekçekli çanta taşıma alışkanlıklarına sahip olduğunu tespit etmişlerdir (159). Young ve arkadaşları çalışmalarına dahil olan bireylerin %55'nin her zaman iki omuzda sırt çantası taşıdıklarını, %26,7'si çanta taşıma alışkanlığının genellikle

(%50'den daha fazla) iki omuzda sırt çantası taşımak şeklinde olduğunu, %18,3'nün bazen (%50'den daha az) iki omuzda sırt çantası taşımak şeklinde olduğunu belirtmişlerdir (114). Bizim çalışmamıza katılan lise öğrencilerinin ise; %31,8'i sağ tarafta tek askı takarak, %15,9'u sol tarafta tek askı takarak, %13,6'sı her iki omzunda ve çanta sırt ile tam temas edecek şekilde, %38,6'sı her iki omzunda ve çanta sırtının daha aşağısına temas edecek şekilde çanta taşıdıklarını belirtmişlerdir. Parlak Demir ve arkadaşlarının çalışmalarında, öğrencilerin %47,6'sı çantalarının ağır olduğunu ifade etmiştir. Bizim çalışmamızda ise katılımcılara kullandıkları çantanın ağırlığı hakkındaki düşünceleri sorulduğunda; %6,8'i çok ağır, %11,4'ü ağır, %45,5'i orta, %27,3'hafif ve %9,1'i çok hafif olduğunu belirtmiştir.

Vidal ve arkadaşları ise 10-12 yaş arası 137 birey üzerinde yaptıkları çalışmada bireylerin taşıdıkları çanta ağırlığının ortalama 4,8 kg olduğunu ve bu ağırlığın bireylerin vücut ağırlıklarının %12,57'si olduğu sonucuna ulaşmışlardır (160). Negrini ve arkadaşları, İtalya'da okul çağı çocuklarının günlük ortalama 9,3 (4,4-12,5) kg çanta taşıdıklarını ve bu ağırlığın çocukların vücut ağırlığının ortalama %22'sine karşılık geldiğini belirtmişlerdir (161).

Young ve arkadaşları, çalışmalarına katılan üçüncü sınıf öğrencileri ile ortaokul öğrencilerinin taşıdıkları çanta ağırlığının $4,3 \pm 2,6$ kg olduğunu ve bu ağırlığın çocukların vücut ağırlıklarının $\%9,6 \pm 5,1$ 'ine karşılık geldiğini ifade etmişlerdir (114). Bizim çalışmamızda öğrencilerin taşıdığı günlük ortalama sırt çantası ağırlığı $3,86 \pm 1,73$ kg olduğu ve katılımcıların vücut ağırlıklarının $\%6,2$ 'si kadar olduğu sonucunu elde ettik. Çalışmamızda lise öğrencilerinin taşıdıkları çanta ağırlığı ortalamalarının diğer çalışmalara göre daha az bulunması, araştırmamızın okuldan alınan izin doğrultusunda ölçümlerin bir kısmının dönem başında ve bir kısmının da sınav haftası içerisinde yapılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çalışmamıza katılan öğrencilerden çanta ağırlıklarını ders dönemindeki haftalık ders programını göz önüne alarak ve çanta ağırlıklarını belirlemede zorluk yaşıyorlarsa ağırlık ekleyerek belirlemeleri istendiyse de öğrencilerin son günlerde okula gelirken taşıdıkları çantaların hafif olması, ders dönemindeki çanta ağırlığı tahminini zorlaştırmış olabileceği akla gelmektedir.

Young ve arkadaşları öğrencilerin çok az bir kısmının ulaşımını yürüyerek ya da bisiklet ile sağladıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun otobüs, sonrasında otobüsü takiben ise özel araçla okula ulaştıklarını ifade edilmiştir (114). Bizim çalışmamızda ise lise öğrencilerinin okula giderken genellikle okul servisi (%43,2) ve yürüyerek (%22,7) gelmeyi tercih ettikleri, daha az oranlarda toplu taşıma ve özel araçla okula geldikleri görülmüştür. Çalışmamızda okul dönüşü için de benzer olarak öğrenciler daha çok okul servisi (%38,6) ve yürüyerek (%29,5), daha az oranlarda toplu taşıma ve özel araçları tercih ettiklerini belirttiler. Lise öğrencilerinin düz ve eğimli zeminde çanta taşıma sırasındaki dengelerini etkileyebilecek çanta taşıma ile ilgili genel özelliklerin bilinmesi bu konuda elde edilen sonuçların yorumlanmasında oldukça önemlidir.

5.2. Zemin ve Çanta Taşıma Faktörü

Bireylerin eğimli yüzeylerde ayakta duruş sırasındaki dengelerini inceleyen araştırmacılar, zemin eğimindeki artışın denge açısından kayda değer olumsuz değişimlere neden olduğunu belirtmişlerdir (162-165). Simenov ve arkadaşları eğimli bir yüzey üzerinde durmanın, değişmiş postüral hiza ve azalmış etkin destek alanının bir sonucu olarak başkalaşmış somatosensoryal girdiler neticesinde dengeyi etkilediğini ifade etmişlerdir (163). Çalışmamızda da benzer şekilde eğimli zeminin LoS ön arka mesafesinde tüm çanta pozisyonlarında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Yukarı yöndeki eğimin ayak bileği pozisyonunda yarattığı artmış dorsi fleksiyon açısı nedeniyle öne doğru yapılan; vücut ağırlık merkezinin destek alanının arkasına düşmesi nedeniyle de arkaya doğru yapılan hareketlerin kısıtlanması ile ilişkili olarak dengenin olumsuz etkilendiği düşünülebilir. Bununla birlikte statik duruş sırasında eğimli zeminde ön-arka salınım aralıklarının genel olarak azaldığı ve bunun sonucu olarak dengenin daha olumlu etkilendiği görülmüştür. Buna karşın çalışmamızda eğimli zemin lateral salınım değerlerinde artış görülmesi, eğimli zeminde çanta taşıma yöntemlerinin frontal düzlemdeki dengenin bozulmasında etkili olduğunu düşündürmektedir.

Eğimli yüzey üzerinde postüral dizilimin sağlanması için, ayak bileği eklemi vücudun zemin üzerindeki konumuna göre plantar fleksiyon, dorsi fleksiyon, inversiyon ya da eversiyon pozisyonundadır. Bu durum ayak bileğindeki hareketi

kontrol eden kas gruplarının kasılmasına ya da esnemesine sebep olur ve bu sayede dengenin kontrolü sağlanmış olur (163). Yapılan bazı çalışmalarda katılımcıların postüral salınımlarının ölçümleri sırasında dizlerini bükmeden yukarı yönde eğime sahip zeminde ayakta durmalarının istenmesi nedeniyle, kişilerin ayak bileklerinde eğimli zeminin açısına eşit dorsi fleksiyon hareketinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum dengenin ön arka yönlerdeki kontrolünden sorumlu olan büyük kas gruplarını etkilediği; dorsi fleksörler kasların kasılmasına ve plantar fleksör kasların ise gerilmesine sebep olduğu belirtilmiştir (166). Bir kişiden aşağı yönde eğime sahip bir zemin üzerinde, dizlerini bükmeden durması istenmesi durumunda ise ayak bileği eklemünde, zeminin sahip olduğu açığa eşit plantar fleksiyon oluşacak ve bu durumdan etkilenen büyük kas grupları; plantar fleksörlerin (soleus ve gastrocnemius) kasılması ve dorsi fleksörlerin uzaması ile ön arka yöndeki dengenin kontrolünü sağlanacağı ifade edilmiştir. Hem yukarı hem de aşağı yönlü eğimli zeminlerde, ayak bileği eklemının ön arka yönlerdeki fonksiyonel hareket aralığının azaldığı ve kontrakte olmuş kasların optimal kuvvet üretebilecek mesafeye sahip olmamasından dolayı da kasılma kabiliyetinin azaldığı gözlemlenmiştir (167).

Literatürde işçilerin çalışma ortamlarından aldıkları görsel ve fiziksel uyarılar yoluyla dengelerini sağladıkları ve görsel bilgilerin denge kontrol mekanizmasını etkilediğinden bahsedilmiştir (91, 168-170). Simeonov ve arkadaşları ise eğimli yüzey gibi stabil olmayan zemin koşullarında denge kontrolünün sağlanması için görsel bilgilerin etkinliğinin arttığını ifade etmişlerdir (163). Bizim çalışmamızda ise eğimli zemin yumuşak yüzeydeki GA ve GK lateral salınım aralığı değerleri arasındaki farkın düz zemindeki benzer koşullara göre daha fazla olması görsel bilgilerin özellikle eğimli zemin-yumuşak yüzeyde etkinliğinin arttığını göstermektedir.

Lu'ya göre eğimli yüzeylerde çalışan işçilerde yüzey eğimi postüral salınımın büyüklüğü ve alanı bakımından önemli bir etkiye sahiptir (171). Literatürde yüksek ve eğimli yüzeylerdeki artmış postüral salınım bu zorlu koşullara adaptasyonun bir parçası olarak hem daha yoğun denge kontrolünü hem de daha aktif postüral arayışı gösterdiği ifade edilmiştir (163, 172).

Simeonov ve arkadaşları çatı yapımı ile ilgili işlerde çalışan bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada düz zemin ile aşağı yönde eğime sahip 18°, 26° ve 34°'lik, 4 farklı zemindeki ön arka salınımların, eğim derecesinin artışı ile doğru orantılı olarak arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca Simenov ve arkadaşları çatı işçilerinde aşağı eğim faktörünün ön arka salınım hızı parametresi (düşme riski ile ilişkilendirilen) üzerindeki etkisinin lateral salınım hızı parametresine göre daha büyük olduğunu göstermişlerdir (163). Bizim çalışmamızda salınım hızı ile ilgili bir parametre bulunmamakla birlikte elde edilen ön-arka ya da lateral salınım miktarlarının öğrencilerin farklı koşullarda stabiliteyi hakkında yorum yapabilmemizi sağlamaktadır.

Pek çok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda elde ettikleri CoP değişkenlerini postüral stabilitenin değerlendirilmesi amacıyla kullanıldığını belirtmişlerdir (173-176). Dutt-Mazumder ve arkadaşları aşağı (35°, 30°, 20°, 10°) ve yukarı (25°, 20°, 10°) yönde eğime sahip zeminler ile düz zemin üzerindeki postüral stabilite değişkenlerini incelediklerinde, tüm eğim koşullarının CoP mesafesi ve alanı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır ($p < 0,05$). Çalışmada en yüksek CoP mesafesi bireylerin aşağı yönlü 35°, 30° ile yukarı yönlü 25°'lik eğime sahip platform üzerindeyken, en düşük CoP mesafesi aşağı ve yukarı yönlü 10°'lik eğime sahip platform ile düz zemin üzerindeyken kaydetmişlerdir. Ayrıca CoP alanı bakımından en küçük değerler bireyler düz zeminde iken, en yüksek değerler ise yukarı yönlü 25° ve aşağı yönlü 35°'lik eğime sahip platform üzerinde dururken gözlemlenmiştir. Dutt-Mazumder ve arkadaşları katılımcıların genellikle yukarı eğimli zeminlerdeki CoP hareket alanının benzer derecelere sahip olan aşağı eğimli zeminlere kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kısacası yapılan bu çalışmada araştırmacılar özellikle yukarı eğimli zeminde ayakta durmanın denge açısından en zorlayıcı durum olduğu ve dengeyi olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır (176).

Çalışmamızda Simenov ve arkadaşları ile Dutt-Mazumder ve arkadaşlarının çalışmalarından farklı olarak yukarı eğimli zeminde ön arka yöndeki salınımların (tek omuzda çanta taşıma sırasındaki ön arka salınım aralığı-sert yüzey-GA parametresi hariç) azaldığı gözlemlenirken, GA durumundaki lateral salınımlarda

(Yumuşak yüzey-GA, çift omuzda çanta taşıma karşılaştırmaları hariç) önemli bir değişim görülmemiştir. GK durumdaki lateral salınımların ise Simenov ve arkadaşları ile Dutt-Mazumder ve arkadaşlarının çalışmalarında olduğu gibi arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda elde edilen sonuçlar kullanılan yukarı eğimli zeminin, öğrencilerin lateral yöndeki statik dengelerini ön arka yönlerdeki statik dengelerine göre daha olumsuz etkilediğini göstermektedir. Çalışmamızda öğrencilerin eğimli zemin üzerindeyken ön arka yöndeki statik dengelerinin daha iyi olması; ön-arka LoS değerlerinin düz zemine göre daha düşük olması, vücut ağırlık merkezinin destek alanının arkasına düşmesi ve zeminin eğimli olmasının ayak bileğinde rölatif dorsi fleksiyona sebep olarak vücudun ayak bileği üzerinden öne yaptığı salınımları kısıtlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunların sonucu olarak eğimli zeminde ön arka yönlerdeki destek alanlarının daraldığı, öğrencilerin CoP' u dar destek alanı içerisinde tutulabilmek için kassal aktivasyonlar ve diğer iç faktörler yardımıyla postüral salınımları azalttığı akla gelmektedir. Çalışmamızda elde edilen GK-lateral salınımlar ile ilgili sonuçların eğim faktöründen kaynaklı somatosensöriyal sistemin etkinliğinin azaldığı, vizüel sistemin etkinliğinin arttığı bu koşulda, vizüel sistemin devre dışı bırakılmasının dengenin korunabilmesi için vazgeçilmez olan duyuşsal bilgilerin yetersiz kalmasına sebep olması şeklinde yorumlanabilir.

Wade ve arkadaşları yaptıkları çalışmada üç grubun (erkek çatı işçileri, deneyimsiz erkek ve bayanlar) yerden yüksekte ve yer seviyesinde bulunan eğimli çatı zeminindeki yürüyüş karakteristikleri ile düz zemindeki dengelerini değerlendirmişlerdir. Wade ve arkadaşları çalışmaya katılan tüm bireyler için her iki eğimli zeminde(yerden yüksekte bulunan zemin, yer seviyesindeki zemin) yürüyüp düz zemine çıktıkları zamanki ön-arka ve lateral salınım miktarları ile salınım hızlarının, çalışmanın başında ölçülen düz zemindeki değerlere göre arttığı ve eğimli zeminde yürümeyi takiben dengenin önemli ölçüde azaldığı sonucuna ulaşmışlardır (177).

Choi yaptığı çalışmada, çatı işçilerinin 18°, 26° ve 34°'lik eğim koşullarına sahip zeminler üzerindeki çalışma koşullarını simule ederek, katılımcıların 2 saatlik çalışma süresinin başında ve sonunda postüral kontrol ve uyumunu değerlendirmiştir.

Choi işçilerin hem çalışmaya başladıkları anda hem de çalışmanın sonunda, eğimin artışı ile eğimli yüzey üzerindeki ön-arka ve lateral yöndeki salınımlarının arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca tüm eğimli zeminlerdeki ölçümlerin bitiminde düz zemin üzerinde ön-arka ve lateral salınımları değerlendirilen bireylerin 0,5,10,15 ve 20. dakikalarda denge değerlerinin zamanla iyileştiği görülmüştür. (178). Choi ile Wade ve arkadaşlarının yaptıkları bu çalışmalar eğimli zemin üzerinde uzun süre durmanın, yürümenin veya çalışmanın sonrasındaki süreçte dengenin hem ön arka hem de lateral yönlerde olumsuz etkilendiğini göstermektedir.

Literatürde destek yüzeylerinin yumuşak olmasının ayak ve ayak bileğinden gelen propriyoseptif bilgilerin bozularak dengenin korunması için gerekli olan reaktif kuvvetlerin azalmasına neden olacağı belirtilmiştir (179, 180). Yine benzer çalışmalarda bu durumun sensöriyal integrasyonun bozulmasına ve kişinin postüral salınımlarının artmasına sebep olacağı ifade edilmiştir (164, 180). Chiou ve arkadaşları işçilerin çalıştığı çevre ve yaptıkları işlerin, postüral salınım ve instabilite ile ilgili duyuşsal algıları üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, işçilerin sert ve yumuşak yüzeyler üzerindeki postüral salınım (salınım mesafesi-sway length, salınım alanı-sway area) değişkenleri bakımından istatistiksel olarak önemli bir değişim gözlemlemişlerdir ($p < 0,01$). Hem salınım mesafesi hem de salınım alanı değerlerinin yumuşak zeminde daha yüksek olduğunu sonucuna ulaşmışlardır (181). Biz de çalışmamızda literatürdeki bu bilgileri destekleyecek şekilde, çanta taşıma koşullarının tümüne ait yumuşak zemindeki denge parametrelerinin, sert zemindeki benzer koşullara göre daha yüksek olduğunu, yani yumuşak zemindeki tüm koşullarda salınımların arttığı ve dolayısıyla dengenin azaldığı sonucuna ulaştık. Düz çantasız-yumuşak zemine ait stabilite ve LoS stabilite skoru, yaşla eşleştirilmiş normatif değerlerin 3 SS altında olan bireyler için; sert, yumuşak ve eğimli zeminler gibi farklı koşullarda denge, koordinasyon ve propriyosepsiyonu geliştirmeye yönelik egzersizler, ayakta duruşta birincil olarak görev alan antigravite ve stabilizatör kas gruplarını (başta ayak-ayak bileği çevre kasları olmak üzere) kapsayacak kuvvetlendirme egzersizleri ile özellikle alt ekstremite ve gövde kaslarına yönelik esneklik egzersizlerini içerecek bir rehabilitasyon programının verilmesi uygun olacaktır.

Eğimli yüzeylerdeki (aşağı-yukarı) yürüyüş sırasında ayak bileğinde daha büyük dorsi-plantar fleksiyonun oluşması dinamik dengenin korunabilmesi için daha büyük çabayı gerektirir. Yukarı yönde eğime sahip zemin üzerinde yürürken, ağırlık merkezi arkaya kaymıştır ve kişi ağırlık merkezini destek alanı içerisinde konumlandırabilmek için öne doğru eğilmektedir (182). Eğimli yüzeylerde geliştirilen bu modifiye hareket stratejisi ise adım uzunluğunun azalması ile sonuçlanmaktadır (183). Sun ve arkadaşları yokuş yukarı yürüyen kişilerin potansiyel enerjideki artış ile ilişkili enerji ihtiyacını karşılayabilmek için; yürüyüş hızı, kadans ve adım uzunluğu gibi yürüyüş parametrelerini azaltarak bu duruma uyum sağladıklarını gözlemlemişlerdir (165). Gabell ve Nayak yürüyüş sırasındaki denge bozukluğunu gösteren temel zaman mesafe değişkenlerinin adım genişliği ve çift destek fazı süresi olduğu fikrini öne sürmüşlerdir. Gabel ve Nayak yürüyüş hızı, adım uzunluğu ve kadansın ise dengenin korunması açısından birbirleriyle yakın öneme sahip olduklarını belirtmişlerdir (184). Eğimli zeminde yürüyüş sırasında adım uzunluğu, hız ve kadanstaki azalma sagittal düzlemde vücudun öne doğru ilerlemesini engelleyen zemine karşı geliştirilmiş bir cevaptır ve çalışmamızda da eğimli zeminde ön arka stabilite sınırlarındaki azalma ile oluşan cevaplar benzer özellik göstermektedir.

Goh ve arkadaşları sırt çantası ve vücudun ortak ağırlıklarının kütle eylemsizlik momentini artıracığı için sırt çantası taşımının stabiliteyi artıracığını öne sürmüşlerdir. Bu nedenle de bireylerin çanta ile ayakta duruş sırasında küçük pertürbasyonlardan daha az etkilenileceğini belirtmişlerdir (9). Literatürdeki pek çok çalışma, sırt çantası kullanımının stabilitenin artırıldığı bir yürüyüş stratejisi ile sonuçlandığını göstermiştir (123, 185-189).

Literatürde vücut ağırlığının farklı oranlarında ağırlıklara sahip sırt çantası kullanan bireylerde, yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerinden adım uzunluğu (123, 124, 185, 187), salınım fazı (124, 145, 185) ve yürüyüş hızının (16, 123) azaldığı, kadans (185, 187) ve çift destek fazının (16, 134, 185, 187) arttığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ise tam tersi bireylerin düz zeminde çantasız koşuldaki dinamik denge parametrelerinden LoS ön arka mesafe, LoS sol mesafe, LoS sağ mesafe değerlerinin diğer çanta taşıma koşullarına göre daha düşük olma

eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bireylerin dinamik ve statik denge değerlerinin birlikte değerlendirilerek oluşturulmuş olan LoS stabilite skorunun literatürdeki yürüyüş ile ilgili çalışmaları destekleyecek şekilde çantasızken anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmamızda düz zemin çantasız koşuldaki LoS değerlerinin diğer çanta taşıma koşullarına göre daha düşük olması, ön arka yönde destek alanının daha sınırlı olduğunu gösterse de; ön arka yöndeki statik denge değerlerinin daha düşük olması LoS stabilite skorunun daha yüksek olmasını açıklar niteliktedir. Düz zemin çantasız koşulda stabilite skorunun daha yüksek olması, diğer çanta taşıma yöntemlerinin çantasız koşula göre düşme açısından daha çok risk teşkil edebileceğini göstermektedir.

Bazı çalışmalar ise, sırt çantası taşınan koşul ile sırt çantasız koşullar arasında yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri açısından önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir (144, 145, 190, 191). Literatüre bakıldığında pekçok çalışmada sırt çantası taşımanın yürüyüş hızını (9, 192, 193), adım uzunluğu ve kadansı (9, 16) anlamlı düzeyde etkilemediğini belirtmişlerdir. Bazı çalışmalar ise kadansın sırt çantası taşınırken anlamlı düzeyde azaldığını belirtmişlerdir (16).

Doyle ve arkadaşları yüksek fonksiyonel seviyede, (K4) unilateral transtibial protez kullanan kişilerde düz zeminde çanta taşımanın yürüyüşün kinetik, kinematik ve spatio-temporal parametrelerini nasıl etkilediğini incelemiştir. Bireylerin sırt çantalı oldukları durumdaki yürüyüş hızı, standartize edilmiş yürüyüş hızı ve adım uzunluğu parametrelerini sırt çantasız durumdakine göre anlamlı düzeyde düşük, çift destek fazını anlamlı düzeyde yüksek bulmuşlardır (189). Biz de Doyle ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer şekilde düz zeminde çantasız koşula ait denge değerlerinden LoS stabilite skorunun hem tek omuzda çanta taşıma hem de çift omuzda çanta taşıma koşullarına göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaştık. Bu, dengenin en iyi çantasız durumda korunabileceğini göstermesi bakımından önemlidir.

Sinitski ve arkadaşları unilateral transtibial amputelerin 4 farklı zeminde (düz-sert, düz-yumuşak, yukarı eğimli ve aşağı eğimli) sırt çantalı ve çantasız yürüyüşüne ait zaman-mesafe karakteristikleri, kuvvet parametreleri ile ayak CoP yörüngesini (trajectory) incelemiştir. Sinitski ve arkadaşları katılımcıların tüm

zeminlerde sırt çantası ile daha yavaş yürüdüğünü ancak yalnızca 7°'lik yukarı eğime sahip zemin üzerinde çantalı yürüyüşün çantasız yürüyüşe göre anlamlı düzeyde düşük olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca tüm zeminlerde katılımcıların protezli ve sağlam ekstremitelerine ait sırt çantası taşırken çift destek fazı sürelerinin çantasız yürüyüşe göre daha yüksek olduğu ve protezli ekstremiteye ait yukarı eğimli zemindeki çift destek fazı süresi dışındaki tüm değerler için farkın anlamlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Sinitski ve arkadaşları sırt çantası ile yürüyüş sırasında artan çift destek fazı ve azalan yürüyüş hızının daha stabil yürüyüşü devam ettirme stratejisinden kaynaklandığını belirtmişlerdir (194). Çalışmamıza katılan öğrencilerin hem düz zemindeki LoS stabilite skorlarının en yüksek olduğu durumun, hem de eğimli zemindeki LoS stabilite skorlarının en yüksek olduğu durumun çantasız ayakta durma koşulu olması, Sinitski ve arkadaşlarının sonuçları ile uyumludur. Ayrıca Sinitski ve arkadaşları katılımcıların çantasız koşulda; aşağı eğimli zeminde daha yavaş yürüdüğünü, diğer zeminlerde ise yürüyüş hızının korunduğunu belirtmişlerdir. Sırt çantası ile bireylerin yukarı ve aşağı eğimli zeminde daha yavaş yürüdüklerini bununla birlikte farkın önemli olmadığı sonucuna ulaşmışlardır (194). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde öğrencilerin yukarı eğimli yüzeyde çift omuzda çanta taşıma sırasında dinamik denge parametrelerinden; LoS ön arka, LoS sağ mesafe ve LoS stabilite skorlarının düz zemine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Dinamik denge açısından önemli bir gösterge olan LoS değerlerinin eğimli zeminde daha düşük olması öğrencilerin denge kaybı yaşamaları durumunda daha az reaksiyon gösterebilecekleri bir denge alanları olduğunu ve eğimli zeminde çanta taşımanın düz zeminde çanta taşımaya göre daha fazla düşme riski oluşturabileceğini göstermektedir.

Doyle ve arkadaşları transtibial amputelerin farklı zeminler (Düz-yumuşak zemin, Sert-Yukarı eğimli, Sert Aşağı eğimli zeminler) üzerindeki sırt çantası kullanımının yürüyüşün zaman-mesafe ve kinematik parametreleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Doyle ve arkadaşları düz-yumuşak zemin üzerinde çanta taşıma koşulunda standartize edilmiş yürüyüş hızı (yürüyüş hızı/boy), adım uzunluğu parametrelerinin sırt çantasız yürüyüşe göre kayda değer miktarda azalırken, çift destek fazı süresinin ise kayda değer miktarda arttığını belirtmişlerdir (195). Bu çalışmadaki sonuçlar yürüyüş açısından yumuşak yüzeylerin zorlayıcı bir koşul

olması ve kişilerin stabilitelerini artırmak amacıyla yürüyüş parametrelerinde bazı değişiklikler yaptığını akla getirmektedir. Bizim çalışmamızda da yumuşak zeminde dinamik denge değerlendirmesi yapılmamasına rağmen; öğrencilerin düz yumuşak zemin çantasız durumdaki lateral salınımlarının en düşük değere, tek omuzda çanta taşırken ise en yüksek değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar Doyle ve arkadaşlarının elde ettiği verileri desteklemekte ve özellikle düz yumuşak zeminde tek omuzda çanta kullanmanın denge açısından olumsuz sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir.

Doyle ve arkadaşları çalışmalarında yukarı eğimli (7°) zemin üzerinde sırt çantası taşıyan bireylerin, standartize edilmiş yürüyüş hızı ve adım uzunluğu parametrelerinin, çantasız koşuldan anlamlı derecede düşük, adım genişliği ve çift destek fazı sürelerinin çantasız yürüyüşten anlamlı derecede yüksek olduğunu bulmuşlardır. Aşağı eğimli zemin üzerinde sırt çantası ile yürüme koşulunda yürüyüş döngü süresi ve çift destek fazı süresi çantasız koşuldan anlamlı derecede yüksek, standartize edilmiş yürüyüş hızı önemli derecede düşük bulunmuştur (195). Çalışmamızda yukarı eğimli zemin üzerinde çift omuzda çanta taşıyan öğrencilerin LoS ön arka mesafe ve LoS stabilite skoru değerlerinin, çantasız duruma göre daha küçük olması Doyle ve arkadaşlarının adım genişliği dışındaki tüm sonuçları ile örtüşmektedir. Bizim araştırmamızda adım genişliği değerindeki değişimi karşılayabilecek parametreler LoS sol mesafe ve LoS sağ mesafe değerleridir. Doyle ve arkadaşlarının çalışmasında stabilitenin artırılması amacıyla adım genişliğinin artırılması sonucu bizim araştırmamızda eğimli zemin çift omuzda çanta taşıma yöntemi sırasında LoS sağ mesafe değerinin çantasız duruma göre azalması sonucunu desteklemektedir. Ancak çalışmamızda Doyle ve arkadaşlarının aksine, eğimli zemin çift omuzda çanta taşınması durumunda LoS sol mesafe değerinin arttığı görülmüştür.

Literatürde yürüyüşü değerlendiren bazı çalışmalarda CoP değişkeninin yürüyüşün stabilitesini değerlendirmek için kullanıldığı görülmüştür (196, 197). Chow ve arkadaşları adölesan idiyopatik skolyozlu ve sağlıklı kız öğrencilerin bulunduğu iki grubun farklı ağırlıkta sırt çantası (çift omuzda) taşımalarının, ayakta duruş sırasındaki, postür ve dengelerini nasıl etkileyeceğini araştırmışlardır.

Araştırmacılar, bu çalışmaya katılan tüm bireylere ait vücut ağırlığının %15'ine karşılık gelen çanta ağırlığını taşıma koşulunda ön-arka CoP hareket aralığı değerinin, çantasız koşula göre önemli miktarda arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Chow ve arkadaşları çanta taşıma ile artan ön arka CoP salınım mesafesinin, CoP'un sagittal düzlemdeki kontrolünde bir azalmayı işaret ettiğini belirtmişlerdir (198). Palumbo ve arkadaşları da benzer şekilde sırt çantası taşımanın CoP'un sagittal düzlemdeki kontrolünü azalttığı sonucuna ulaşmışlardır (199). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde öğrencilerin düz zeminde çift omuzda çanta taşımasının ön arka salınım aralığı mesafesini artırdığı ama farkın anlamlı olmadığı görülmüştür.

Palumbo ve arkadaşları sırt çantası taşımanın frontal düzlemdeki denge kontrolünü artırdığını belirtirken, Chow ve arkadaşları ise denge kontrolünün azaldığı sonucunu ortaya koyan, frontal düzlemdeki CoP hareket aralığının sırt çantasının ağırlığı ile birlikte istatistiksel olarak anlamlı olmasa da artış eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir (198, 199). Bizim çalışmamızda ise, Chow ve arkadaşlarının bulgularını destekleyecek şekilde öğrencilerin düz zeminde her iki omzunda çanta taşıdıkları koşula ait GA ve GK; düz-sert yüzeydeki lateral salınım aralığı değerlerinin çantasız koşula göre arttığı görülmüştür. Ayrıca çalışmamızda GK iken ateral salınım aralığı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda sırt çantası taşımanın hem düz hem de eğimli zeminlerde dengeyi olumsuz olarak etkilemekle birlikte bu etkinin eğimli zeminde genellikle daha fazla olduğu görülmüştür. Günlük hayatta; mevsimsel hava olayları, zorlu zemin şartları ve öğrencilerin ağır sırt çantası kullanma alışkanlıkları gibi dış faktörlerin bir veya birkaçının bir arada görüldüğü durumlarda lise öğrencilerinin düşme riskinin artabileceği görülmektedir. Bu yüzden öğrencilerin özellikle ıslak ve kaygan, eğimli zeminde çanta ile ayakta durmaları veya yürümeleri onların alışkın olmadıkları bir durumla karşı karşıya bırakarak normalde göstermiş oldukları denge reaksiyonlarında gecikmelere sebep olabilecektir. Özellikle okula yürüyerek gelen öğrencilerin sırt çantası ağırlıklarının vücut ağırlıklarının %15'ini geçmemesi hususunda öğrenciler, okul yönetimleri veya öğretmenlerin bilinçlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca düz zemin tek omuzda çanta taşıma sırasında genellikle

frontal düzlemdeki dengenin düz zemindeki diğer çanta taşıma yöntemlerine göre daha olumsuz etkilenmesi göz önüne alınarak, çift omuzda çanta taşımanın denge açısından daha güvenli bir tercih olduğu söylenebilir. Her ne kadar bu çalışmada farklı zeminlerde çanta taşımanın denge üzerine anlık etkisi gözlemlenmiş olsa da; okula yürüme süresi arttıkça özellikle denge parameterelerinin olumsuz etkilendiği zemin veya çanta taşıma koşullarında, düşme riskinin daha da artacağı tahmin edilmektedir.

5.3. Limitasyonlar

1. Çalışmamızda, öğrencilerin aşağı yönde eğime sahip zeminde sırt çantası taşıma yöntemlerinin dengelerini nasıl etkilediğinin değerlendirilmemiş olması en önemli limitasyon olarak görülmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda aşağı yönde eğime sahip zeminde çanta taşıma yöntemlerinin değerlendirilmesi literatüre önemli katkı sağlayacaktır.
2. Çalışmamızda kız ve erkek öğrencilerin farklı koşullardaki denge parametrelerine ait bir karşılaştırma yapılmamıştır. Boy, vücut ağırlığı ve VKİ ile denge arasındaki ilişki incelenmemiştir.
3. Bu çalışmada farklı çanta-vücut ağırlığı oranına sahip çantalarla denge değerlendirmesi yapılmamıştır. Düz ve eğimli zeminlerde farklı çanta-vücut ağırlığı oranına sahip çantalarla yapılacak denge değerlendirmeleri, çanta ağırlığındaki değişimin farklı zeminlerde dengeyi nasıl etkilediğini gösterecektir.
4. Çalışmamızda bireylerin spor alışkanlıkları sorgulanmasına rağmen spor yapan öğrenci sayısı az olduğu için gruplar arasında karşılaştırmaya gidilememiştir. Katılımcı sayısının daha yüksek tutulduğu ve spor yapan öğrencilerin çalışmaya dahil edilen bireyler içindeki dağılımının homojen olduğu durumlarda sporun denge üzerine etkisi incelenebilecektir.
5. Çalışmamıza dahil edilen bireylerin daha önce günlük hayatta eğimli zemine karşı geliştirmiş olduğu bir adaptasyon olup olmadığı bilinmemektedir. Günlük yaşam alışkanlıkları ile birlikte eğimli zemine karşı geliştirilen denge adaptasyonu ve bu adaptasyonu etkileyen faktörler ayrıca bir çalışma konusudur ve bu konuda yapılacak çalışmalarla hangi çevresel, fiziksel ve

psikolojik faktörlerin bu durumu etkileyeceğinin belirlenmesi literatüre değerli katkı sağlayacaktır.

6. Çalışmamızda farklı zeminlerde çanta taşımının denge üzerine anlık etkisi incelendiği için bu zemin koşullarında uzun süre çanta taşımının denge üzerine etkisi bilinmemektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, farklı zemin koşullarında çanta taşıma sırasında oluşacak yorgunluğun dengeyi nasıl etkilediğininin gösterilmesi literatürde bu konu ile ilgili önemli bir eksikliği giderecektir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Zemin faktörü ile ilgili sonuçlar:

1. *Eğimli zeminde* farklı çanta taşıma koşullarında sırasında **ön-arka**; stabilite limitleri ile statik denge testi değerlerinin (tek omuzda/ön arka salınım aralığı-sert yüzey-GA koşulu hariç), *düz zemindeki* benzer koşullara göre daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. *Eğimli zeminde* çanta taşıma koşullarına ait **ön-arka** stabilite limitlerinin *düz zemindeki benzer koşullara* göre daha düşük olması denge kontrolü açısından olumsuz bir sonuç olmakla birlikte, **statik denge testleri** için bu durumun *eğimli zeminde* çanta taşıma koşulları lehine olduğu görülmüştür. Farklı çanta taşıma koşulları sırasında zeminin yukarı yöndeki eğimi, vücudun ayak bileği üzerinden öne doğru yaptığı salınımı kısıtlamakta ve *eğimli zemin* üzerinde CoP'un vücut destek alanının arkasına düşmesi ile birlikte arkaya doğru yapılan küçük salınımlarda dahi CoP destek alanı dışına çıkarak denge kaybı sebep olmaktadır. Yukarıda denge parametrelerinin $X \pm SS$ değerleri üzerinden yapılan çıkarımların istatistiksel test sonuçları ise şu şekilde olmuştur:
 - a. LoS ön arka mesafe parametresinin; *düz zemindeki* çanta taşıma yöntemleri ile eğimli zemindeki benzer çanta taşıma yöntemleri karşılaştırmalarının tümünde anlamlı farklar bulunmuştur.
 - b. Ön arka salınım aralığı-sert yüzey-GK parametresinin *tek ve çift omuzda* çanta taşıma koşullarının, *düz/eğimli zeminlerdeki* karşılaştırmalarında anlamlı farklar bulunmuştur.
 - c. Ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GA parametresinin *çantasız ve çift omuzda* çanta taşıma koşullarının, *düz/eğimli zeminlerdeki* karşılaştırmalarında anlamlı farklar bulunmuştur.
 - d. Ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GK parametresinin *tek ve çift omuzda* çanta taşıma koşulları, *düz/eğimli zeminlerdeki* karşılaştırmalarında anlamlı farklar bulunmuştur.
2. Farklı çanta taşıma yöntemlerine ait *eğimli zemindeki* statik denge testlerinden **lateral** salınım aralığı-sert yüzey-GK ile **lateral** salınım aralığı-yumuşak yüzey-

GK değerleri düz zemindeki benzer koşullara göre daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak **GA** iken *düz zemindeki* çanta taşıma yöntemlerine ait **lateral** salınım değerleri ile *eğimli zemindeki benzer çanta taşıma yöntemlerine ait lateral salınım değerleri* arasında (Yumuşak yüzey-çift omuzda çanta taşıma koşulu hariç) önemli bir fark görülmemiştir. Bu sonuçlar eğimli zeminde çanta taşıma sırasında **eğim faktöründen** kaynaklı alışagelmemiş somatosensoryal girdilere ek olarak vizüel girdilerin azaltılmasının, **lateral yöndeki** salınımları artırdığını göstermektedir.

- a. **Lateral** salınım aralığı-yumuşak yüzey-GA ile GK parametrelerinin *Eğimli zemin çift omuzda* çanta taşıma sırasındaki değerleri ile *düz zemin çift omuzda* çanta taşıma sırasındaki değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur.
- b. **Lateral** salınım aralığı-yumuşak yüzey-GK parametresinin *eğimli zemin çantasız* koşuldaki değerleri ile *düz zemin çantasız* koşuldaki değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur.

Çanta taşıma yöntemleri ile ilgili sonuçlar:

1. *Düz zemin tek omuzda* ve *eğimli zemin tek omuzda* çanta taşıma koşullarında bireylerin CoP'unun posterolaterale kayması **ön arka yöndeki** salınım aralığı değerlerinin (Ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GK hariç), her iki zemin faktörünün kendi içindeki çanta taşıma koşullarına ait karşılaştırmalarda tek omuzda çanta taşıma yöntemine ait değerlerin daha yüksek olmasını açıklar niteliktedir. *Düz ve eğimli zemin çantasız* koşullarda CoP' un destek alanı merkezi veya merkeze yakın bir yerde konumlanması ise **ön arka yöndeki** salınım aralığı değerlerinin (Ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GA hariç), *her iki zeminde de diğer* çanta taşıma koşullarına göre daha düşük olmasını açıklamaktadır. Yani **ön arka yöndeki** salınım aralığı bakımından *düz ve eğimli zemin koşulları içinde* **en stabil** durum (Ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GA hariç) *çantasız* koşul iken, **dengenin en kötü** olduğu durum ise (Ön arka salınım aralığı-yumuşak yüzey-GK hariç) *tek omuzda* çanta taşıma koşuludur.
2. Bireylerin *düz zemin çantasız* koşuldaki **LoS stabilite skoru**, *düz zemindeki diğer* çanta taşıma koşullarına göre daha yüksektir. *Eğimli zeminde* en yüksek

- LoS stabilite** skoru da *çantasız* koşulda görülmüştür. Bu sonuçlar, iki zemin içinde **denge**nin **en iyi** *çantasız* koşullarda **korunabileceğini** göstermektedir.
3. **LoS stabilite skoru** bakımından hem *düz zemindeki çanta taşıma yöntemleri* hem de *eğimli zemindeki çanta taşıma yöntemleri* karşılaştırmalarında anlamlı farklar bulunmuştur.
 4. *Düz ve eğimli zeminlerin* kendi içlerindeki *çanta taşıma yöntemlerine* ait **lateral salınım aralığı** değerleri karşılaştırıldığında en stabil koşulun *çantasız* yöntem olduğu görülmüştür.
 5. *Düz zeminde* farklı çanta taşıma yöntemlerine ait **lateral salınım aralığı** değerlerinden **en yüksek** değerler ise *tek omuzda* çanta taşıma yöntemindedir. Bu sonuçlar *düz zeminde lateral yönlü* statik denge nin **en kötü (en yüksek değer)** olduğu koşulların *tek omuzda* çanta taşıma yöntemleri olduğunu gösterdi.
 6. *Düz zemindeki lateral* salınım aralığı değerleri bakımından *farklı çanta taşıma yöntemleri* arasında (lateral salınım aralığı-yumuşak yüzey-GA hariç) anlamlı farklar bulunmuştur.
 7. *Eğimli zeminde lateral* salınım aralığı değerleri bakımından *farklı çanta taşıma yöntemleri* arasında (lateral salınım aralığı-yumuşak yüzey-GK hariç) anlamlı farklar bulunmuştur.
 8. Bireylerin *düz zemindeki* statik denge testine ait **en iyi stabilite skorları** (Stabilite skoru-yumuşak yüzey-GA hariç) *çantasız* koşuldadır.
 9. *Eğimli zemin farklı çanta taşıma yöntemlerindeki* **en yüksek stabilite skorunun çantasız** koşulda olduğu gösterilmiştir.
 10. Bireylerin *düz zeminde farklı çanta taşıma yöntemlerine* ait **en düşük stabilite skorları** (Stabilite skoru-yumuşak yüzey-GK hariç) *tek omuzda* çanta taşıma koşulundadır. Bu durum genel olarak *düz zeminde statik denge* açısından **en kötü** koşulun *tek omuzda* çanta taşıma yöntemi olduğunu göstermektedir.
 11. Eğimli zeminde farklı çanta taşıma yöntemlerine ait **en düşük stabilite skorları** (Stabilite skoru-yumuşak yüzey-GK hariç) *tek omuzda* çanta taşıma koşulundadır. Bu durum genel olarak *eğimli zeminde statik denge* açısından **en kötü** koşulun *tek omuzda* çanta taşıma yöntemi olduğunu göstermektedir.

12. *Çanta taşıma yöntemlerine ait stabilite skoru* karşılaştırmalarında hem *düz hem de eğimli zemin koşulu için* (Stabilite skoru-yumuşak yüzey-GA hariç) anlamlı farklar bulunmuştur.

6.2. Öneriler

1. Eğimli ve düz zeminde daha uzun süreli çanta taşımanın denge üzerindeki etkisine bakılabilir.
2. Çocukların ortalama günlük yaşamda çanta taşıdıkları psikofiziksel koşulların öncesinde ve sonrasındaki denge parametreleri incelenebilir.
3. Farklı okullarda veya bölgelerde yapılacak çalışmalarla sosyokültürel durumları farklı olan çocukların çanta taşıma alışkanlıkları ve çanta taşıma sırasındaki dengeleri incelenebilir.
4. Eğimli zeminde uzun süreli denge koşulu (yürüyüş) sağlanmaya çalışıldıktan sonra düz zemine geçen bireylerin ne kadar sürede düz zeminde adapte olabildikleri incelenebilir.
5. Hem yukarı hem de aşağı yönde eğimli bir zemin üzerinde çanta taşınırken ki denge parameteleri incelenebilir.
6. Araştırmalar eğimli zemin üzerinde yürüyen veya çalışan kişilerin bu eylemlerinin hemen sonrasında düz zeminde gerçekleştirecekleri; inşaat iskelesi üzerinde durma, merdiven çıkma ve el ile yük taşıma eylemleri sırasındaki dengelerini önemli derecede bozduğunu belirtmişlerdir (163-165, 177). Bundan sonra yapılacak çalışmalarda bireylerin eğimli zeminde sırt çantası taşındıktan sonra düz zemine geçişlerinin denge ve yürüyüşlerini nasıl etkilediği araştırılabilir.
7. Sırt çantası kullanan ve denge problemi olan kişiler için özellikle kalça, diz ve ayak bileği kaslarının güçlendirme çalışmaları ile birlikte yürüyüş stabilesini artıracak rehabilitasyon programı faydalı olabilir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda denge problemi yaşayan kişilere verilecek rehabilitasyon programının çanta taşıma sırasında yürüyüş parametrelerini nasıl etkileyeceği incelenebilir.
8. Düz zemin tek omuzda çanta taşıma sırasında genellikle frontal düzlemdeki dengenin düz zemindeki diğer çanta taşıma yöntemlerine

göre daha olumsuz yönde etkilendiği görölmektedir. Bu nedenle, öğrenciler çantalarını çift omuzda taşınmasının onların düşme riskini azaltmak açısından daha uygun bir yol olacağı konusunda bilinçlendirilmelidir.

9. Eğimli zeminde çanta taşıyan öğrencilerde azalan stabilite limitleri ve artan lateral salınımlar nedeniyle dengenin sağlanması için geliştirilen kompensatuar mekanizmaların postür üzerindeki etkileri düzenli aralıklarla değerlendirilmeli ve öğrenciler bu konuda bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Connolly BH, Cook B, Hunter S, Laughter M, Mills A, Nordtvedt N, et al. Effects of backpack carriage on gait parameters in children. *Pediatric Physical Therapy*. 2008;20(4):347-55.
2. Grimmer K, Dansie B, Milanese S, Pirunsan U, Trott P. Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomised controlled experimental study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2002;3(1):10.
3. Shamsoddini A, Hollisaz M, Hafezi R. Backpack weight and musculoskeletal symptoms in secondary school students, Tehran, Iran. *Iranian journal of public health*. 2010;39(4):120.
4. Fowler NE, Rodacki AL, Rodacki C. Changes in stature and spine kinematics during a loaded walking task. *Gait & posture*. 2006;23(2):133-41.
5. Özgül B, Akalan NE, Kuchimov S, Uygur F, Temelli Y, Polat MG. Effects of unilateral backpack carriage on biomechanics of gait in adolescents: a kinematic analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2012;46(4):269-74.
6. Troussier B, Marchou-Lopez S, Pironneau S, Alais E, Grison J, Prel G, et al. Back pain and spinal alignment abnormalities in schoolchildren. *Revue du rhumatisme (English ed)*. 1999;66(7-9):370-80.
7. Mirovsky Y, Jakim I, Halperin N, Lev L. Non-specific back pain in children and adolescents: a prospective study until maturity. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2002;11(4):275-8.
8. Wiersema BM, Wall EJ, Foad SL. Acute backpack injuries in children. *Pediatrics*. 2003;111(1):163-6.
9. Goh J, Thambyah A, Bose K. Effects of varying backpack loads on peak forces in the lumbosacral spine during walking. *Clinical Biomechanics*. 1998;13(1):S26-S31.
10. Chansirinukor W, Wilson D, Grimmer K, Dansie B. Effects of backpacks on students: measurement of cervical and shoulder posture. *Australian Journal of physiotherapy*. 2001;47(2):110-6.
11. Dockrell S, Kane C, O'keefe E. Schoolbag weight and the effects of schoolbag carriage on secondary school students. *Ergonomics*. 2006;9:216-22.
12. Goodgold S, Corcoran M, Gamache D, Gillis J, Guerin J, Coyle JQ. Backpack use in children. *Pediatric physical therapy: the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*. 2002;14(3):122-31.
13. Surgeons AAoO. AAOS tells media backpacks can cause problems December 1999 [Available from: <http://www2.aaos.org/bulletin/dec99/acdnws8.htm>].
14. Brackley HM, Stevenson JM, Selinger JC. Effect of backpack load placement on posture and spinal curvature in prepubescent children. *Work*. 2009;32(3):351-60.
15. Chow D, Leung K, Holmes A. Changes in spinal curvature and proprioception of schoolboys carrying different weights of backpack. *Ergonomics*. 2007;50(12):2148-56.
16. Chow DH, Kwok ML, Au-Yang AC, Holmes AD, Cheng JC, Yao FY, et al. The effect of backpack load on the gait of normal adolescent girls. *Ergonomics*. 2005;48(6):642-56.

17. Lanes TC, Gauron EF, Spratt KF, Wernimont TJ, Found EM, Weinstein JN. Long-term follow-up of patients with chronic back pain treated in a multidisciplinary rehabilitation program. *Spine*. 1995;20(7):801-6.
18. Shumway C. Control of normal mobility. In: Shumway CA, MH W, editors. *Motor control: Theory and practical applications*. USA: Lippincott Williams and Wilkins; 2001. p. 128-234.
19. Negrini S, Negrini A. Postural effects of symmetrical and asymmetrical loads on the spines of schoolchildren. *Scoliosis*. 2007;2(1):8.
20. Pascoe DD, Pascoe DE, Wang YT, Shim D-M, Kim CK. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics*. 1997;40(6):631-40.
21. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of gerontology*. 1990;45(6):M192-M7.
22. Grimshaw P, Fowler N, Lees A, Burden A. *BIOS instant notes in sport and exercise biomechanics*: Garland Science; 2004.
23. Boydağ Ş. *Spor Biyomekaniğinde Temel Fizik Kuralları*. İstanbul: Morpa Yayınları; 2006.
24. Knudson D. *Fundamentals of biomechanics*: Springer Science & Business Media; 2007.
25. Lippert L. *Clinical kinesiology and anatomy*. Philadelphia: FA Davis Company, 2006. 352 p.
26. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clinical rehabilitation*. 2000;14(4):402-6.
27. Tözeren A. *Human body dynamics: classical mechanics and human movement*: Springer Science & Business Media; 1999.
28. Levangie P, Norkin C. *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*. Fourth ed. Philadelphia: F. A. Davis; 2005.
29. Hall SJ. *Basic Biomechanics*. Sixth ed: McGraw-Hill; 2012.
30. Steindler A. *Kinesiology of the human body under normal and pathological conditions*. Illinois: Charles C. Thomas Pub; 1977.
31. McGinnis PM. *Biomechanics of sport and exercise: Human Kinetics*; 2013.
32. İnal HS. *Spor ve Egzersizde Vücut Biyomekaniği*. Ankara: Hipokrat Kitabevi; 2017.
33. Nashner L, editor *Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance*. Proceeding of APTA Forum, Tennessee, 1989; 1989.
34. Ofek G, Revell CM, Hu JC, Allison DD, Grande-Allen KJ, Athanasiou KA. Matrix development in self-assembly of articular cartilage. *PloS one*. 2008;3(7):e2795.
35. Walker J. *Cartilage of human joints and related structures. Athletic injuries and rehabilitation*: WB Saunders Co, Philadelphia, PA; 1996. p. 120-51.
36. Amis A, Bull A, Gupte C, Hijazi I, Race A, Robinson J. Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial and meniscofemoral ligaments. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2003;11(5):271-81.
37. Drake RL VW, Mitchell AWM. *Gray's Anatomy*. Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier; 2010.
38. Loitz-Ramage BJ ZR. Bone biology and mechanics. In: David J. Magee WSQ, James E. Zachazewski, editor. *Scientific Foundations and Principles of*

Practice in Musculoskeletal Rehabilitation. Philadelphia: Saunders Elsevier; 1996. p. 99-199.

39. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Essentials of exercise physiology: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
40. Kirtley C. Clinical gait analysis: theory and practice: Elsevier Health Sciences; 2006.
41. Akerblom B. Standing and sitting posture with special reference to the construction of chairs. Nordiska Bokhandeln, Stockholm: Thesis; 1948.
42. Basmajian J. Muscle Alive: Their Function Revealed by Electromyography. Four ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1979.
43. Jacobson GP, Shephard NT. Balance function assessment and management. Second ed: Plural Publishing; 2014.
44. Newton RA. Validity of the multi-directional reach test: a practical measure for limits of stability in older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2001;56(4):M248-M52.
45. Nashner LM. Organization of human postural movements during standing and walking. Neurobiology of vertebrate locomotion: Springer; 1986. p. 637-48.
46. Nashner LM, Forssberg H. Phase-dependent organization of postural adjustments associated with arm movements while walking. Journal of Neurophysiology. 1986;55(6):1382-94.
47. Visser JE, Carpenter MG, van der Kooij H, Bloem BR. The clinical utility of posturography. Clinical Neurophysiology. 2008;119(11):2424-36.
48. Di Fabio RP, Seay R. Use of the "fast evaluation of mobility, balance, and fear" in elderly community dwellers: validity and reliability. Physical therapy. 1997;77(9):904-17.
49. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. Physical therapy. 1986;66(10):1548-50.
50. Nashner LM. Computerized dynamic posturography. Handbook of balance function testing. 1993:208-307.
51. Fregly AR, Graybiel A. An ataxia test battery not requiring rails. Aerospace medicine. 1968;39(3):277-82.
52. Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, Gear J, Singer J. Decrease in timed balance test scores with aging. Physical therapy. 1984;64(7):1067-70.
53. Judge JO, Lindsey C, Underwood M, Winsemius D. Balance improvements in older women: effects of exercise training. Physical therapy. 1993;73(4):254-62; discussion 63-5.
54. Danis CG, Krebs DE, Gill-Body KM, Sahrman S. Relationship between standing posture and stability. Physical therapy. 1998;78(5):502-17.
55. Panzer VP, Bandinelli S, Hallett M. Biomechanical assessment of quiet standing and changes associated with aging. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1995;76(2):151-7.
56. Hytonen M, Pyykko I, Aalto H, Starck J. Postural control and age. Acta otolaryngologica. 1993;113(2):119-22.
57. Woollacott M. Posture and gait from newborn to elderly. Posture and gait: Developmental adaptation and modulation. 1988:423-32.
58. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers M, Romani WA. Muscles: Testing and Function, with Posture and Pain (Kendall, Muscles). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

59. Shumway-Cook A, Woollacott M, Kerns KA, Baldwin M. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 1997;52(4):M232-40.
60. Cordo PJ, Nashner LM. Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *J Neurophysiol*. 1982;47(2):287-302.
61. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol*. 1986;55(6):1369-81.
62. Umphred D, Byl N, Lazaro R, Roller M. Interventions for neurological disabilities. *Neurological rehabilitation*. 2001;4:56-134.
63. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Physical therapy*. 1987;67(12):1881-5.
64. Bertoti D. *Functional neurorehabilitation through the life span*: FA Davis Company; 2004.
65. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing*. 2006;35 Suppl 2:ii7-ii11.
66. Page P, Frank C, Lardner R. *Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach*: Human kinetics; 2010.
67. Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical therapy*. 1997;77(5):517-33.
68. Allum J, Bloem B, Carpenter M, Hulliger M, Hadders-Algra M. Proprioceptive control of posture: a review of new concepts. *Gait & posture*. 1998;8(3):214-42.
69. Shumway-Cook A. *Normal postural control*. *Motor control: Theory and practical applications*. 2001.
70. Runge CF, Shupert CL, Horak FB, Zajac FE. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait Posture*. 1999;10(2):161-70.
71. Aramaki Y, Nozaki D, Masani K, Sato T, Nakazawa K, Yano H. Reciprocal angular acceleration of the ankle and hip joints during quiet standing in humans. *Experimental brain research*. 2001;136(4):463-73.
72. Maki BE, McIlroy WE. The role of limb movements in maintaining upright stance: the "change-in-support" strategy. *Physical therapy*. 1997;77(5):488-507.
73. Mecagni C, Smith JP, Roberts KE, O'Sullivan SB. Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: a correlational study. *Physical therapy*. 2000;80(10):1004-11.
74. Keshner E, editor *Reflex, voluntary and mechanical processes in postural stabilization*. *Proceedings of the Proceedings of the 10th Annual Eugene Michels Research Forum, American Physical Therapy Research Association Section on Research*; 1990; New Orleans, LA.
75. Kagaya H, Sharma M, Kobetic R, Marsolais EB. Ankle, knee, and hip moments during standing with and without joint contractures: simulation study for functional electrical stimulation. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 1998;77(1):49-54; quiz 65-6.
76. Oatis CA. *Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement*: Lippincott Williams & Wilkins Philadelphia; 2004.

77. Hodges PW, Van Dillen LR, McGill S, Brumagne S, Hides JA, Moseley GL. Integrated clinical approach to motor control interventions in low back and pelvic pain. In: Hodges PW, Cholewicki J, Dieën JHv, editors. *Spinal Control: The Rehabilitation of Back Pain*. UK: Churchill Livingstone; 2013. p. 243-310.
78. Wirhed R. *Athletic Ability & the Anatomy of Motion*: Mosby; 1997.
79. Kiliç F, Yaman H, Atay E. Investigation of the effects of intensive one-sided and double-sided training drills on the postures of basketball playing children. *Journal of Physical Therapy Science*. 2009;21(1):23-8.
80. Iunes D, Bevilaqua-Grossi D, Oliveira A, Castro F, Salgado H. Comparative analysis between visual and computerized photogrammetry postural assessment. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2009;13(4):308-15.
81. Sacco IC, Alibert S, Queiroz B, Pripas D, Kieling I, Kimura A, et al. Reliability of photogrammetry in relation to goniometry for postural lower limb assessment. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2007;11(5):411-7.
82. Griegel-Morris P, Larson K, Mueller-Klaus K, Oatis CA. Incidence of common postural abnormalities in the cervical, shoulder, and thoracic regions and their association with pain in two age groups of healthy subjects. *Physical therapy*. 1992;72(6):425-31.
83. İnal S, Kaya B, Kırandı Ö, Orhun B, Güngördü O, Keser A, et al., editors. *Health Promotion Of Children With Mental Challenges Via Sports And Physical Activity*. The 50th Ichper-Sd Anniversary World Congress, May; 2008.
84. Otman AS. *Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri*. 6. ed. Ankara: Pelikan yayıncılık; 2014.
85. Bullock-Saxton J. Normal and abnormal postures in the sagittal plane and their relationship to low back pain. *Physiotherapy practice*. 1988;4(2):94-104.
86. Harrison AL, Barry-Greb T, Wojtowicz G. Clinical measurement of head and shoulder posture variables. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 1996;23(6):353-61.
87. Radaš J, Bobić TT. Posture in top-level Croatian rhythmic gymnasts and non-trainees. *Kinesiology*. 2011;43(1).
88. Howley ET, Franks BD. *Health/Fitness Instructor's Handbook: Human Kinetics Publishers, Inc.*; 1986.
89. Fathi A. Prevalence Rate of Postural Damages, Disorders and Anomalies Among Computer Users. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2016;6(1):59-65.
90. Hirabayashi S, Iwasaki Y. Developmental perspective of sensory organization on postural control. *Brain & development*. 1995;17(2):111-3.
91. Wade MG, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Physical therapy*. 1997;77(6):619-28.
92. Pyykko I, Jantti P, Aalto H. Postural control in elderly subjects. Age and ageing. 1990;19(3):215-21.
93. Guyton AC, Hall JE. *Tıbbi fizyoloji*. 11. Baskı ed: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
94. Özbahin A, Günal D, Demir H, Akpınar A, Üçkardeş A, Us Ö. Effect of Duration of Disease on Gait Parameters in Parkinson's Patients. *Turk J Neurol*. 2007;13(2):107-12.
95. Bobath B. *Adult hemiplegia: evaluation and treatment*, ed. 2, London, 1978. William Heinemann Medical Books, Ltd.

96. Whittfield JK, Legg SJ, Hedderley DI. The weight and use of schoolbags in New Zealand secondary schools. *Ergonomics*. 2001;44(9):819-24.
97. Mayank M, Singh U, Quddus N. Effect of backpack loading on cervical and shoulder posture in Indian school children. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy-An International Journal*. 2007;1(2):3-12.
98. Voll HJ, Klimt F. [Strain in children caused by carrying schoolbags (author's transl)]. *Das Offentliche Gesundheitswesen*. 1977;39(7):369-78.
99. Chow DH, Ou ZY, Wang XG, Lai A. Short-term effects of backpack load placement on spine deformation and repositioning error in schoolchildren. *Ergonomics*. 2010;53(1):56-64.
100. LaFiandra M, Wagenaar RC, Holt KG, Obusek JP. How do load carriage and walking speed influence trunk coordination and stride parameters? *J Biomech*. 2003;36(1):87-95.
101. Chow DH, Kwok ML, Cheng JC, Lao ML, Holmes AD, Au-Yang A, et al. The effect of backpack weight on the standing posture and balance of schoolgirls with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls. *Gait Posture*. 2006;24(2):173-81.
102. Al-Khabbaz YS, Shimada T, Hasegawa M. The effect of backpack heaviness on trunk-lower extremity muscle activities and trunk posture. *Gait Posture*. 2008;28(2):297-302.
103. Bauer DH, Freivalds A. Backpack load limit recommendation for middle school students based on physiological and psychophysical measurements. *Work*. 2009;32(3):339-50.
104. van Gent C, Dols JJ, de Rover CM, Hira Sing RA, de Vet HC. The weight of schoolbags and the occurrence of neck, shoulder, and back pain in young adolescents. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(9):916-21.
105. Feingold AJ, Jacobs K. The effect of education on backpack wearing and posture in a middle school population. *Work*. 2002;18(3):287-94.
106. [Available from: <http://www.dutchessny.gov/backpacks.htm>. and http://kidshealth.org/kid/health_problems/bone/backpack.html.
107. Wiersema BM, Wall EJ, Foad SL. Acute backpack injuries in children. *Pediatrics*. 2003;111(1):163-6.
108. Harman EA, Frykman PN. Heavy load carriage performance correlates: backpack vs. individual towed trailer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1995;27(5):S136.
109. Winsmann FR, Goldman RF. Methods for evaluation of load-carriage systems. *Perceptual and Motor Skills*. 1976;43(3_suppl):1211-8.
110. Rageswarihariharan A, Zechariah J, Madhumathi. K, Backpack-Bad Pack an Issue, Backpack Usage and its Implications on Indian School Children, an Observational Study, *Physiotherapy and Occupational Therapy Journal*. 2009;2.
111. Drzal-Grabiec J, Snela S, Rachwal M, Podgorska J, Rykala J. Effects of carrying a backpack in an asymmetrical manner on the asymmetries of the trunk and parameters defining lateral flexion of the spine. *Human factors*. 2015;57(2):218-26.
112. Bettany-Saltikov J, Cole L. The effect of frontpacks, shoulder bags and handheld bags on 3D back shape and posture in young university students: an ISIS2 study. *Studies in health technology and informatics*. 2012;176:117-21.

113. Korovessis P, Koureas G, Zacharatos S, Papazisis Z. Backpacks, back pain, sagittal spinal curves and trunk alignment in adolescents: a logistic and multinomial logistic analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(2):247-55.
114. Young IA, Haig AJ, Yamakawa KS. The association between backpack weight and low back pain in children. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2006;19(1):25-33.
115. Mackenzie WG, Sampath JS, Kruse RW, Sheir-Neiss GJ. Backpacks in children. *Clinical orthopaedics and related research*. 2003(409):78-84.
116. Kistner F, Fiebert I, Roach K. Effect of backpack load carriage on cervical posture in primary schoolchildren. *Work*. 2012;41(1):99-108.
117. Cardon GM, Balague F. Are children's backpack weight limits enough? A critical review of the relevant literature. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(9):1106; author reply -7.
118. Sheir-Neiss GI, Kruse RW, Rahman T, Jacobson LP, Pelli JA. The association of backpack use and back pain in adolescents. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(9):922-30.
119. Neuschwander TB, Cutrone J, Macias BR, Cutrone S, Murthy G, Chambers H, et al. The effect of backpacks on the lumbar spine in children: a standing magnetic resonance imaging study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(1):83-8.
120. Talbott NR, Bhattacharya A, Davis KG, Shukla R, Levin L. School backpacks: it's more than just a weight problem. *Work*. 2009;34(4):481-94.
121. Hong Y, Li JX, Fong DT. Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle activity and fatigue in children. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*. 2008;18(6):990-6.
122. Moore MJ, White GL, Moore DL. Association of relative backpack weight with reported pain, pain sites, medical utilization, and lost school time in children and adolescents. *The Journal of school health*. 2007;77(5):232-9.
123. Kinoshita H. Effects of different loads and carrying systems on selected biomechanical parameters describing walking gait. *Ergonomics*. 1985;28(9):1347-62.
124. Knapik J, Harman E, Reynolds K. Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects. *Applied ergonomics*. 1996;27(3):207-16.
125. Singh T, Koh M. Lower limb dynamics change for children while walking with backpack loads to modulate shock transmission to the head. *J Biomech*. 2009;42(6):736-42.
126. Iyer S, editor *Musculoskeletal pain in school children*. . Human Factors Ergonomics Societ Congress; 2000; Washington.
127. Sharan D, Ajeesh PS, Jose JA, Debnath S, Manjula M. Back pack injuries in Indian school children: risk factors and clinical presentations. *Work*. 2012;41 Suppl 1:929-32.
128. van Tulder MW, Koes BW, Bouter LM. Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain. A systematic review of randomized controlled trials of the most common interventions. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(18):2128-56.
129. Ramprasad M, Alias J, Raghuveer AK. Effect of backpack weight on postural angles in preadolescent children. *Indian pediatrics*. 2010;47(7):575-80.

130. McEvoy MP, Grimmer K. Reliability of upright posture measurements in primary school children. *BMC Musculoskelet Disord.* 2005;6:35.
131. Marsh AB, DiPonio L, Yamakawa K, Khurana S, Haig AJ. Changes in posture and perceived exertion in adolescents wearing backpacks with and without abdominal supports. *American journal of physical medicine & rehabilitation.* 2006;85(6):509-15.
132. Yip CH, Chiu TT, Poon AT. The relationship between head posture and severity and disability of patients with neck pain. *Manual therapy.* 2008;13(2):148-54.
133. Li JX, Hong Y. Age difference in trunk kinematics during walking with different backpack weights in 6-to 12-year-old children. *Research in Sports Medicine.* 2004;12(2):135-42.
134. Hong Y, Brueggemann G-P. Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait & posture.* 2000;11(3):254-9.
135. Haselgrove C, Straker L, Smith A, O'Sullivan P, Perry M, Sloan N. Perceived school bag load, duration of carriage, and method of transport to school are associated with spinal pain in adolescents: an observational study. *The Australian journal of physiotherapy.* 2008;54(3):193-200.
136. Drzal-Grabiec J, Truszczynska A, Rykala J, Rachwal M, Snela S, Podgorska J. Effect of asymmetrical backpack load on spinal curvature in school children. *Work.* 2015;51(2):383-8.
137. Alexander LA, Hancock E, Agouris I, Smith FW, MacSween A. The response of the nucleus pulposus of the lumbar intervertebral discs to functionally loaded positions. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32(14):1508-12.
138. Roussouly P, Labelle H, Rouissi J, Bodin A. Pre- and post-operative sagittal balance in idiopathic scoliosis: a comparison over the ages of two cohorts of 132 adolescents and 52 adults. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society.* 2013;22 Suppl 2:S203-15.
139. Kim HJ, Green DW. Adolescent back pain. *Current opinion in pediatrics.* 2008;20(1):37-45.
140. Lindstrom-Hazel D. The backpack problem is evident but the solution is less obvious. *Work.* 2009;32(3):329-38.
141. Young IA, Haig AJ, Yamakawa KS. The association between backpack weight and low back pain in children 1. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation.* 2006;19(1):25-33.
142. Reneman MF, Poels BJ, Geertzen JH, Dijkstra PU. Back pain and backpacks in children: biomedical or biopsychosocial model? *Disability and rehabilitation.* 28. 2006/10/07 ed2006. p. 1293-7.
143. Bobet J, Norman RW. Effects of load placement on back muscle activity in load carriage. *European journal of applied physiology and occupational physiology.* 1984;53(1):71-5.
144. Harman E, Han K-H, Frykman P, Johnson M, Russell F, Rosenstein M. The effects on gait timing, kinetics, and muscle activity of various loads carried on the back. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1992;24(5):S129.

145. Ghori GM, Luckwill RG. Responses of the lower limb to load carrying in walking man. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1985;54(2):145-50.
146. Magee DJ. *Orthopedic physical assessment*. Sixth ed: Elsevier Health Sciences; 2014.
147. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: executive summary. Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight in Adults. *The American journal of clinical nutrition*. 1998;68(4):899-917.
148. Dunn AL, Marcus BH, Kampert JB, Garcia ME, Kohl III HW, Blair SN. Reduction in cardiovascular disease risk factors: 6-month results from ProjectActive. *Preventive medicine*. 1997;26(6):883-92.
149. Geoffrey C PU. RESEARCH RANDOMIZER 2017 [Available from: <https://www.randomizer.org>].
150. Hong Y, Cheung CK. Gait and posture responses to backpack load during level walking in children. *Gait Posture*. 2003;17(1):28-33.
151. M. F. The graphic rating scale. *Journal of educational psychology* 1923;14:83-102.
152. Keel KD. The Pain Chart. *The Lancet*.2:6-8.
153. MA. C. Reliability and sensibility in the self-assessment of well-being. *Bul Br Psy Soc* 17.18A.
154. Downie WW, Leatham PA, Rhind VM, Wright V, Branco JA, Anderson JA. Studies with pain rating scales. *Annals of the rheumatic diseases*. 1978;37(4):378-81.
155. Wewers ME, Lowe NK. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in nursing & health*. 1990;13(4):227-36.
156. Bertec Workbook Program Documentation. Version 1.2.0 ed. United Kingdom March 2014.
157. Girardi M, Konrad HR, Amin M, Hughes LF. Predicting fall risks in an elderly population: computer dynamic posturography versus electronystagmography test results. *The Laryngoscope*. 2001;111(9):1528-32.
158. Hayran M, Hayran M. *Sağlık Araştırmaları İçin Temel İstatistik (1. Basım)*. Art Ofset Matbaacılık Yayıncılık Organizasyon Ankara Sayfa. 2011;95.
159. Demir YP, Çırak Y, Dalkılıç M, Yılmaz GD, Uraş İ, Kömürcü M. İlkokul çocuklarında çanta taşıma, bilgisayar kullanma alışkanlığı ve postür. *Ankara Medical Journal*. 2012;12(4).
160. Vidal J, Borrás PA, Ponseti FJ, Cantalops J, Ortega FB, Palou P. Effects of a postural education program on school backpack habits related to low back pain in children. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2013;22(4):782-7.
161. Negrini S, Carabalona R, Sibilla P. Backpack as a daily load for schoolchildren. *Lancet (London, England)*. 1999;354(9194):1974.
162. Emerich R, Bhattacharya A, Succop P, Bagchee A, editors. Effect of roof inclination on postural stability and perceived sense of fall. *Annual American Industrial Hygiene Conference and Exposition*; 1993.
163. Simeonov PI, Hsiao H, Dotson BW, Ammons DE. Control and perception of balance at elevated and sloped surfaces. *Human factors*. 2003;45(1):136-47.

164. Hsiao H, Simeonov P. Preventing falls from roofs: a critical review. *Ergonomics*. 2001;44(5):537-61.
165. Sun J, Walters M, Svensson N, Lloyd D. The influence of surface slope on human gait characteristics: a study of urban pedestrians walking on an inclined surface. *Ergonomics*. 1996;39(4):677-92.
166. Kapit W, Elson LM. *The Anatomy Coloring Book*. New York: A Canfield Press; 1977.
167. Chaffin DB, Anderson BJ. *Occupational Biomechanics* New York: Wiley-Interscience; 1991.
168. Owen DH. Maintaining posture and avoiding tripping: optical information for detecting and controlling orientation and locomotion. *Clinics in geriatric medicine*. 1985;1(3):581-99.
169. Patla AE. Slips, trips and falls: implications for rehabilitation and ergonomics. In: S.Kumar, editor. *Perspectives in Rehabilitation Ergonomics*. London: Taylor & Francis; 1997. p. 196-209.
170. Kincl LD, Bhattacharya A, Succop PA, Clark CS. Postural sway measurements: a potential safety monitoring technique for workers wearing personal protective equipment. *Applied occupational and environmental hygiene*. 2002;17(4):256-66.
171. Lu ML. *The effect of fatigue on electromyography activity patterns while performing tasks on inclined surfaces*: University of Cincinnati; 2001.
172. Riccio GE. Information in movement variability about the qualitative dynamics of posture and orientation. In: Corcos KMNDM, editor. *Variability and motor control* Champaign, IL: Human Kinetics; 1993. p. 317-57.
173. Moghadam M, Ashayeri H, Salavati M, Sarafzadeh J, Taghipoor KD, Saeedi A, et al. 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(4):651-5.
174. Roerdink M, Hlavackova P, Vuillerme N. Center-of-pressure regularity as a marker for attentional investment in postural control: a comparison between sitting and standing postures. *Human movement science*. 2011;30(2):203-12.
175. Ruhe A, Fejer R, Walker B. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2011;20(3):358-68.
176. Dutt-Mazumder A, Slobounov SM, Challis JH, Newell KM. Postural Stability Margins as a Function of Support Surface Slopes. *PLoS One*. 2016;11(10):e0164913.
177. Wade C, Davis J, Weimar WH. Balance and exposure to an elevated sloped surface. *Gait Posture*. 2014;39(1):599-605.
178. Choi SD. Postural balance and adaptations in transitioning sloped surfaces. *International Journal of Construction Education and Research*. 2008;4(3):189-99.
179. Bhattacharya A, Morgan R, Shukla R, Ramakrishanan HK, Wang L. Non-invasive estimation of afferent inputs for postural stability under low levels of alcohol. *Annals of biomedical engineering*. 1987;15(6):533-50.


180. Redfern MS, Moore PL, Yarsky CM. The influence of flooring on standing balance among older persons. *Human factors*. 1997;39(3):445-55.
181. Chiou S, Bhattacharya A, Lai C-F, Succop PA. Effects of environmental and task risk factors on workers' perceived sense of postural sway and instability. *Occupational Ergonomics*. 1998;1(2):81-93.
182. Bagchee A, Bhattacharya, A., Succop, P., & Medvedovic, M., editor Use of visual cues in reducing the risk of fall during work at elevated and/or inclined surfaces. Abstracts of the Annual American Industrial Hygiene Conference & Exposition; 1997; Dallas.
183. McVay EJ, Redfern MS. Rampway safety: foot forces as a function of rampway angle. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1994;55(7):626-34.
184. Gabell A, Nayak US. The effect of age on variability in gait. *J Gerontol*. 1984;39(6):662-6.
185. Martin PE, Nelson RC. The effect of carried loads on the walking patterns of men and women. *Ergonomics*. 1986;29(10):1191-202.
186. Ren L, Jones RK, Howard D. Dynamic analysis of load carriage biomechanics during level walking. *J Biomech*. 2005;38(4):853-63.
187. Vacheron JJ, Poumarat G, Chandezon R, Vanneville G. The effect of loads carried on the shoulders. *Military medicine*. 1999;164(8):597-9.
188. Xu X, Hsiang SM, Mirka GA. The effects of a suspended-load backpack on gait. *Gait Posture*. 2009;29(1):151-3.
189. Doyle SS, Lemaire ED, Besemann M, Dudek NL. Changes to level ground transtibial amputee gait with a weighted backpack. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*. 2014;29(2):149-54.
190. Attwells RL, Birrell SA, Hooper RH, Mansfield NJ. Influence of carrying heavy loads on soldiers' posture, movements and gait. *Ergonomics*. 2006;49(14):1527-37.
191. Beurskens R, Muehlbauer T, Grabow L, Kliegl R, Granacher U. Effects of Backpack Carriage on Dual-Task Performance in Children During Standing and Walking. *J Mot Behav*. 2016;48(6):500-8.
192. Hong Y, Cheung C-K. Gait and posture responses to backpack load during level walking in children. *Gait & posture*. 2003;17(1):28-33.
193. Charteris J. Comparison of the effects of backpack loading and of walking speed on foot-floor contact patterns. *Ergonomics*. 1998;41(12):1792-809.
194. Sinitski EH, Herbert-Copley AG, Lemaire ED, Doyle SS, Besemann M, Dudek NL. Center of pressure and total force analyses for amputees walking with a backpack load over four surfaces. *Applied ergonomics*. 2016;52:169-76.
195. Doyle SS, Lemaire ED, Besemann M, Dudek NL. Changes to transtibial amputee gait with a weighted backpack on multiple surfaces. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*. 2015;30(10):1119-24.
196. Chisholm AE, Perry SD, McIlroy WE. Inter-limb centre of pressure symmetry during gait among stroke survivors. *Gait Posture*. 2011;33(2):238-43.
197. Huang PY, Lin CF, Kuo LC, Liao JC. Foot pressure and center of pressure in athletes with ankle instability during lateral shuffling and running gait. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2011;21(6):e461-7.
198. Chow DH, Kwok ML, Cheng JC, Lao ML, Holmes AD, Au-Yang A, et al. The effect of backpack weight on the standing posture and balance of schoolgirls

with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls. *Gait & posture*. 2006;24(2):173-81.

199. Palumbo N, George B, Johnson A, Cade D. The effects of backpack load carrying on dynamic balance as measured by limits of stability. *Work*. 2001;16(2):123-9.

8. EKLER

EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri

**T.C.**
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 - 327
Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 04 TEMMUZ 2017 SALI
Toplantı No : 2017/16
Proje No : GO 17/559 (Değerlendirme Tarihi: 04.07.2017)
Karar No : GO 17/559- 26

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Semra TOPUZ' un sorumlu araştırmacı olduğu ve Fzt. Mustafa Cem TÜRKMEN' in yüksek lisans tezi olan, GO 17/559 kayıt numaralı, "Lise Öğrencilerinde Düz ve Eğimli Zeminlerde Sırt Çantası Taşıma Yöntemlerinin Statik Dengeye Etkisinin İncelenmesi" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof. Dr. Nurten AKARSU (Başkan)	10 Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU (Üye)
2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU (Üye)	11 Yrd. Doç. Dr. Özay GÖKÖZ (Üye)
3. Prof. Dr. M. Yıldırım ŞAKA (Üye)	12. Doç. Dr. Gözde GİRGİN (Üye)
4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM (Üye)	13. Doç. Dr. Fatma Visal OKUR (Üye)
5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU (Üye)	14. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye)
6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL (Üye)	İZİNLİ
7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Üye)	15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL (Üye)
8. Prof. Dr. Elmas Ebru YALÇIN (Üye)	16. Öğr. Gör. Dr. Müge DEMİR (Üye)
9. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL (Üye)	17. Öğr. Gör. Meltem ŞENGELEN (Üye)
	18. Av. Meltem ONURLU (Üye)

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
06100 Sıhhiye-Ankara
Tel: 0 312 305 1000 - Faks: 0 312 310 0590 - E-posta: etik@hacettepe.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi için:

EK-2: Tez Çalışması ile İlgili Bildiriler ve Yayınlar



Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 28 (3)
Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation 28 (3)
Kongre Özetleri/Congress Abstracts

ULUSLARARASI KATILIMLI 1. YÜRÜYÜŞ VE DENGE KONGRESİ

21-23 EYLÜL 2017
ANKARA

50.6
yılı

FTR
Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Bölümü



1 Uluslararası Katılımlı Yürüyüş ve Denge Kongresi

H. Ü. S. B. F. Fizyoterapi
ve Rehabilitasyon Bölümü

21-23 Eylül 2017
Hacettepe Üniversitesi / Kültür Merkezi

in both right and left directions and between trunk left rotation position sense and MVL in forward ($r=-0.516$), MXE in left direction ($r=-0.461$) ($p<0.05$). **Conclusion:** As a result of study, it was found that there's a relationship between trunk position sense and EPE, MXE scores of LOS. In literature it has been emphasized that EPE and MXE parameters are finding evaluating proprioception, so results of our study are parallel to literature. It's considered that increasing number of cases and evaluating lower extremity position sense addition to trunk will exhibit more comprehensive results to investigate a relationship with limits of stability.

S028

Unilateral alt ekstremite cerrahisi geçiren ve geçirmeyen yaşlı bireylerde yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri ve plantar basınç dağılımlarının karşılaştırılması

Mustafa Cem TÜRKMEN¹, Tanju BAHRI², Semra TOPUZ³

¹Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kayseri.

²Özel Yeni Hayat Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Balıkesir

³Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara.

Amaç: Bu retrospektif çalışma unilateral alt ekstremite cerrahisi geçiren ve geçirmeyen yaşlı bireylerde yürüyüş ve plantar basınç dağılımlarını karşılaştırmak amacıyla planlandı. **Yöntem:** 2014-2016 yılları arasında protez-ortez merkezine başvuran hasta kayıtları incelendi. 65 yaş üstü 43 birey çalışma için seçildi. Bireylere araştırmacıların hazırladığı 10 sorudan oluşan anket telefonla görüşme yöntemi ile uygulandı. Katılma rızası olan 24 bireyin anketi tamamlandı. Anket sonucuna göre demografik özellikleri ve cerrahi işlem bilgileri alınan bireyler cerrahi grup (CG) ve kontrol grubu (KG) olarak ikiye ayrıldı. Merkez kayıtlarından plantar basınç dağılımı ve yürüyüş analizi sonuçlarına ulaşarak analizler için kullanıldı. **Sonuçlar:** Onbir CG, 13 KG olmak üzere toplam 24 kişi çalışmaya katıldı. CG ve KG'un sırasıyla yaş ortalaması 71,0±2,89 ve 67 ve 23±2,03 yıldı ve vücut kütle indeksi ortalaması 25,5±3,0 ve 24,75±4,39 kg/m²'dir. Gruplar arasında sağ dinamik ortalama basınç değeri sağ ekstremiteden cerrahi geçiren bireylerde azaldı ($p<0,05$). CG'ta bireylerin cerrahi geçirdiği alt ekstremitenin diğer ekstremiteye göre dinamik ortalama basınç değerleri düşüktür ($p<0,05$). Cerrahi grupta yürüyüş karakteristiklerinden kadans ve adım uzunluğu parametreleri kontrol grubuna göre azaldı ($p<0,05$). **Tartışma:** Elli yaş üzerinde alt ekstremitede en az bir cerrahi işlem geçiren yaşlılarda yürüme kalitesinin düşmesinin, cerrahili tarafta duruş süresinin azalması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Cerrahi geçiren grubun dinamik plantar basınç ölçümlerinin hem cerrahi geçirmeyen gruptan hem de karşı taraf alt ekstremitelerinden daha az olması cerrahi sonrası yaşlı bireylerin dinamik aktivitelerde sağlıklı tarafa daha fazla yüklenmeleri ile açıklanabilir.

Comparison of characteristics time-distance gait parameters and plantar pressure distributions on unilateral lower extremity surgery and non-surgery in elderly individuals

Purpose: This retrospective study was planned to compare gait and plantar pressure distributions in elderly individuals who underwent and did not undergo unilateral lower extremity surgery. **Methods:** Between 2014 and 2016, records of patients who applied to prosthesis-orthosis center were examined. Forty three individuals over the age of 65 were selected for study. Questionnaire consisting of 10 questions prepared by researchers was applied by telephone interview method. 24 volunteer individuals completed the questionnaire. According to results of the questionnaire, demographic characteristics and surgical procedure informed individuals were divided into surgical group (SG) and control group (CG). Plantar pressure distribution and gait analysis results were obtained from central records and used for analyzes. **Results:** Mean age of CG and KG were respectively 71.0±2.89 and 67.23±2.03 years and mean body mass index was 25.5±3.0 and 24.75±4.39 kg/m². Between the groups, right dynamic mean pressure value reduced in the subjects who underwent surgery on right extremity ($p<0.05$). Dynamic mean pressure values of operated the lower extremity in surgery group decreased according to the other extremity ($p<0,05$). In surgical group, cadence and step length parameters of gait characteristics decreased according to the control group ($p<0.05$). **Conclusion:** It is thought that decrease in gait quality in the elderly who have undergone at least

one surgical procedure on the lower extremity over the age of 50 is associated with a decrease in duration of stance on the surgical side. The fact that the dynamic plantar pressure measurements of the surgical group are lower than both the non-surgical group and their contralateral lower extremities can be explained by elderly individuals loaded healthy side extremity in dynamic activities after surgery.

S029

Lise çağındaki kız ve erkek öğrencilerin düz ve eğimli zeminlerde sırt çantası taşımalarının statik dengeye etkisinin incelenmesi

Mustafa Cem TÜRKMEN¹, Semra TOPUZ²

¹Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kayseri.

²Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara.

Amaç: Lise dönemindeki kız ve erkek öğrencilerin sırt çantası taşımalarının düz ve eğimli zeminde statik dengelerine olan etkisini incelemektir. **Yöntem:** Çalışmamız 12-18 yaş aralığındaki 30 sağlıklı birey üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bireylerin sosyodemografik bilgileri kaydedilmiştir. Bertec denge platformu ile düz ve eğimli zeminde çift omuzda çantalı iken statik denge ölçümleri yapıldı. **Sonuçlar:** Çalışmada gruplar arasında (15 kız ve 15 erkek) boy (162,86±6,31 ve 174,53±8,47 cm), vücut ağırlığı (57,16±9,06 ve 66,34±6,20 kg) ve New York Postür analizi (57,93±3,77 ve 54,87±2,56) açısından anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar arasında düz yumuşak zeminde gözler açık ön-arka salınım, lateral salınım; eğimli yumuşak zeminde gözler kapalı lateral salınım; eğimli sert zeminde gözler açık lateral salınım bakımından anlamlı fark elde edilmiştir ($p<0,05$). Gruplar arasında yaş, vücut kütle indeksi, değerlendirme sırasında taşıdıkları çanta ağırlığı, diğer günler taşımış oldukları çanta ağırlıkları, çanta ile ortalama yürüme zamanları ve diğer Bertec değişkenleri açısından anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$). **Tartışma:** Düz sert zeminde çanta taşıma sırasında denge açısından kız ve erkekler arasında farklılığın olmamasının, rutin bir okul günündeki zemin ile benzerlik gösteren düz sert zemine karşı öğrencilerin zaman içinde aynı denge davranışı geliştirmelerinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında alışılmışın dışındaki zeminlerde çanta taşıma sırasında gruplar arasında özellikle lateral salınımlar açısından kızlar lehine farklılık olmasının, kızların hem postürlerinin daha iyi olması hem de boylarının kısa olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Investigation of static balance effect of backpack carriage flat and inclined surface on girls and boys of high school age

Purpose: To research the effect of high school girls and boys on static balances on flat and inclined surface of backpack carriage. **Method:** Our study were carried out on 30 healthy individuals aged between 12-18. Sociodemographic information of individuals was recorded. Static balance measurements were made with bertec balance platform on a flat and inclined floor while with bag double shoulder. **Results:** Significant difference was found between the groups (15 girls and 15 boys) in the study in terms of height (162.86±6.31 and 174.53±8.47 cm), weight (57.16±9.06 and 66.34±6.20 kg) and New York Posture analysis (57.93±3.77 and 54.87±2.56) ($p<0.05$). Significant difference was found between the groups in terms of values flat on soft surface eyes open anterior-posterior sway, lateral sway; inclined on soft surface eyes closed lateral sway; inclined on firm surface eyes open lateral sway ($p<0.05$). No significant difference was found between the groups in terms of age, body mass index, weight of bags carried in assessment, bag weights carried by other days, average walking times with bags and other bertec variables ($p>0.05$). **Conclusion:** The absence of differences between girls and boys in terms of balance during carrying bag flat on firm ground is thought to be a consequence of development of the same balance behaviour over time for students against flat firm ground that are similar to ground on a routine school day. Besides, among the groups are differences in favor of girls especially in terms of lateral sways on unusual surfaces during backpack carriage can be said that both girls have better posture and that their height is shorter is caused.

EK-3: Onam Formları

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÖĞRENCİ AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

(Fizyoterapistin Açıklaması)

Lise öğrencilerinde düz ve eğimli zeminlerde sırt çantası taşıma yöntemlerinin statik dengeye etkisi ile ilgili yeni bir araştırma yapmaktayız. Araştırmanın ismi “Lise öğrencilerinde düz ve eğimli zeminlerde sırt çantası taşıma yöntemlerinin statik dengeye etkisinin incelenmesi” dir.

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni düz ve eğimli zeminlerde tek ve çift taraflı sırt çantası taşımının bireylerin statik dengesini nasıl etkileyeceğini araştırmaktır. Özel Erciyes Anadolu Lisesi’nde gerçekleştirilecek bu çalışmaya katılımınız araştırmanın başarısı için önemlidir.

Bu çalışma dahilinde ilk olarak yaş, cinsiyet, boy, kilo, özgeçmiş, soygeçmiş, yürümenizi etkileyebilecek ortopedik ve nörolojik problemler ile cerrahi bir operasyon geçirmiş olmanız değerlendirme formuna kaydedilecektir. Daha sonra Newyork postur değerlendirme testi ile sizin postural durumunuz analiz edilecek ve bu teste göre 50'den büyük değer almanız halinde (postural bakımdan düzgün olan bireyler) çalışmaya dahil edileceksiniz. Taşındığımız çantaya ait özellikler (ağırlığı, taşınan çantanın cinsi, kişiye göre ayarlanabilir olup-olmaması), çanta taşıma alışkanlıklarınız (tek taraflı-çift taraflı çanta taşıma) günlük çanta taşıma süresi ve okula yanınızda getirmiş olduğunuz sırt çantası ağırlığının vücut ağırlığınıza oranı gibi bilgiler forma kaydedilecektir. Sırt çantası ağırlığının oranı %15' ten az ise test sırasında kullanacağınız %15' lik sırt çantasının ağırlığını görsel bir şema ile hafiften ağıra doğru değerlendirmeniz istenilecek ve bu veriler forma kaydedilecektir. Düz ve eğimli zeminlerde sırt çantası taşıma yöntemlerinin denge üzerine etkisi denge platform sistemi ile ölçülecek ve veriler değerlendirme formundaki ilgili yerlere yazılacaktır. Çalışmanın bazı aşamalarında izin alınan katılımcılardan fotoğraf ve kamera görüntülemesi yapılacaktır. Toplam değerlendirme süresi yaklaşık olarak 30 dakika sürecektir. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Arş. Gör. Fzt. Mustafa Cem Türkmen tarafından değerlendirileceksiniz.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Sizinle ilgili bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

(Katılımcının Beyanı)

Sayın Doç. Dr. Semra TOPUZ tarafından “Lise öğrencilerinde düz ve eğimli zeminlerde sırt çantası taşıma yöntemlerinin statik dengeye etkisinin incelenmesi” amacıyla planlanan çalışma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya katılımcı olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya dahil olursam bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük bir özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim). Ayrıca araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma sırasında herhangi bir saatte, Fzt. Mustafa Cem Türkmen’i 05438621884 ve Doç. Dr. Fzt. Semra TOPUZ’u 05055800590 nolu numaralardan 24 saat arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırmada “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Görüşme tanığı

**Görüşmeyi yapan
fizyoterapist**

Adı, soyadı:

Adı,soyadı:

Adı,soyadı:

Adres:

Adres:

Adres:

Tel:

Tel:

Tel:

İmza:

İmza:

İmza:

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN EBEVEYN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

(Fizyoterapistin Açıklaması)

Lise öğrencilerinde düz ve eğimli zeminlerde sırt çantası taşıma yöntemlerinin statik dengeye etkisi ile ilgili yeni bir araştırma yapmaktayız. Araştırmanın ismi “Lise öğrencilerinde düz ve eğimli zeminlerde sırt çantası taşıma yöntemlerinin statik dengeye etkisinin incelenmesi” dir.

Sizin çocuğunuzunda bu araştırmaya katılmasını öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasına izin vermek konusunda serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra çocuğunuzun araştırmaya katılmasını isterseniz formu imzalayınız.

Çocuklar tarafından evde ve okulda alışkanlık haline gelen postüral bozukluklar düzeltilmediği takdirde yaşam boyu sürebilecek ağrılı semptomlara sebep olan kas dengesizliği ve postüral bozukluklara yol açabilir. Çocuklarda ve adölesanlarda yalnızca kemik yapısı hassas olduğu için değil aynı zamanda zayıf postür ve zayıf kemik oluşumu bu çağdaki çocuklarda daha kolay düzeltilebileceğinden postüral bozuklukların tanısının konulması çok önemlidir.

Son zamanlarda sağlık çalışanları ebeveynler ve eğitimciler arasında çocukların okul çantası ağırlığı ve bu ağırlıkların gelişmekte olan omurga üzerindeki negatif sonuçları hakkında artan bir endişe vardır. Sırt çantası ağırlığının vücut ağırlığının %5-20’si kadar olmasını tavsiye eden Amerikan Ortopedi Cerrahları Akademisi, sırt çantasının içerdiği ağırlığın çocukların vücut ağırlığının %20’sinden fazla olduğu zaman bu durumun klinik bir probleme sebep olabileceğini belirtmektedirler ve ancak sık sık bu oran %30-%40'lara ulaşmaktadır. Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni düz ve eğimli zeminlerde tek ve çift taraflı sırt çantası taşımanın bireylerin statik dengesini nasıl etkileyeceğini araştırmaktır. Özel Erciyes Anadolu Lisesi’nde gerçekleştirilecek bu çalışmaya katılımınız araştırmanın başarısı için önemlidir.

Bu çalışma dahilinde ilk olarak çocuğunuzun yaş, cinsiyet, boy, kilo, özgeçmiş, soygeçmiş, yürümenizi etkileyebilecek ortopedik ve nörolojik problemler ile cerrahi bir operasyon geçirmiş olması değerlendirme formuna kaydedilecektir. Daha sonra Newyork postur değerlendirme testi ile çocuğunuzun postural durumu analiz edilecek ve bu teste göre çocuğunuz 50’den büyük değer alması halinde(postural bakımdan düzgün olan bireyler) çalışmaya dahil edilecektir. Taşındığı çantaya ait özellikler(ağırlığı, taşınan

çantanın cinsi, kişiye göre ayarlanabilir olup-olmaması), çanta taşıma alışkanlıkları (tek taraflı-çift taraflı çanta taşıma) günlük çanta taşıma süresi ve okula yanında getirmiş olduğu sırt çantası ağırlığının vücut ağırlığını oranı gibi bilgiler forma kaydedilecektir. Sırt çantası ağırlığının oranı %15'ten az ise test sırasında kullanacağı %15'lik sırt çantasının ağırlığını görsel bir şema ile hafiften ağıra doğru değerlendirmesi istenilecek ve bu veriler forma kaydedilecektir.. Düz ve eğimli zeminlerde sırt çantası taşıma yöntemlerinin çocuğunuzun dengesi üzerine etkisi denge platform sistemi ile ölçülecek ve veriler değerlendirme formundaki ilgili yerlere yazılacaktır. Çalışmanın bazı aşamalarında izin alınan katılımcılardan fotoğraf ve kamera görüntülemesi yapılacaktır. Toplam değerlendirme süresi yaklaşık olarak 30 dakika sürecektir. Eğer çocuğunuzun araştırmaya katılımını kabul ederseniz değerlendirmeler Arş. Gör. Fzt. Mustafa Cem Türkmen tarafından yapılacaktır.

Çocuğunuzun bu çalışmaya katılımı için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çocuğunuz çalışmaya katıldığı için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Çocuğunuzla ilgili bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Çocuğunuzun bu çalışmaya katılımını reddedebilirsiniz. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılımı tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Katılımcının Beyanı

Sayın Doç. Dr. Semra TOPUZ tarafından “Lise öğrencilerinde düz ve eğimli zeminlerde sırt çantası taşıma yöntemlerinin statik dengeye etkisinin incelenmesi” amacıyla planlanan çalışma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya velisi bulunduğum çocuğum katılımcı olarak davet edildi.

Eğer bu araştırmaya çocuğum dahil olursa çocuğuma ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük bir özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında çocuğumun kişisel bilgilerinin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çocuğumu araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak

için çocuğumu araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca araştırmacı tarafından çocuğum araştırma dışı tutulabilir. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma sırasında herhangi bir saatte, Fzt. Mustafa Cem Türkmen'i 05438621884 ve Doç. Dr. Fzt. Semra TOPUZ'u 05055800590 nolu numaralardan 24 saat arayabileceğimi biliyorum.

Çocuğum bu araştırmaya katılmak zorunda değildir ve katılmayabilir. Araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırmada "çocuğumun katılımcı" olarak yer alması kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı	Görüşme tanığı	Görüşmeyi yapan fizyoterapist
Adı, soyadı:	Adı,soyadı:	Adı,soyadı:
Adres:	Adres:	Adres:
Tel:	Tel:	Tel:
İmza:	İmza:	İmza:

EK-4: Değerlendirme Formu ve Anketler

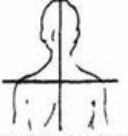
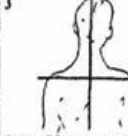
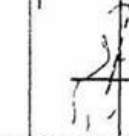
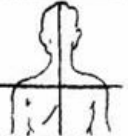

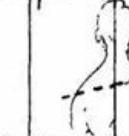








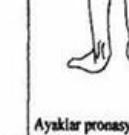



NEW YORK POSTÜR DEĞERLENDİRME TESTİ

Adı Soyadı:

TARİH:



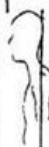

















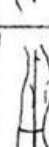
Yaş:

Cins:

	5	3	1	1.	2.	3.
A	 <p>Baş dik gravite hattı direkt merkezden geçiyor</p>	 <p>Baş hafifçe yana eğilmiş veya dönmüş</p>	 <p>Baş ileri derecede yana eğilmiş veya dönmüş</p>			
B	 <p>Omuzlar yere paralel</p>	 <p>Bir omuz diğerinden hafifçe yukarıda</p>	 <p>Bir omuz diğerinden ileri derecede yukarıda</p>			
C	 <p>Omurga düz</p>	 <p>Omurga hafif yana eğilmiş</p>	 <p>Omurga ileri derecede eğilmiş</p>			
D	 <p>Kalçalar yere paralel</p>	 <p>Bir kalça diğerinden hafifçe yukarıda</p>	 <p>Bir kalça ileri derecede diğerinden yukarıda</p>			
E	 <p>Ayaklar düz</p>	 <p>Ayaklar dışarıya dönük</p>	 <p>Ayaklar pronasyonda</p>			
F	 <p>Arkalar yüksek</p>	 <p>Arklar hafif düşük</p>	 <p>Arklar düşük düz taban</p>			
	5 normal	3 orta seviyede	1 ileri seviyede	Birinci sayfa toplamı		

--	--	--

G
H
I
J
K
L
M

5  Boyun dik çene içerde.baş omuz üstünde dengede	3  Boyun hafif önde çene hafif dışarda	1  Boyun ileri derecede önde çene ileri dere- cede dışarda
5  Göğüs yukarda sternum vücut önünde ilerde	3  Göğüs hafif derecede çökmüş	1  Göğüs ileri dere- cede çökmüş (düz)
5  Omuzlar merkezde	3  Omuzlar hafif ilerde	1  Omuzlar protrakte
5  Üst sırt normal	3  Üst sırt hafif yuvarlak	1  Üst sırt ileri dere- cede yuvarlak
5  Gövde dik	3  Gövde hafif genye açılı	1  Gövde geriye ileri derecede açılmış
5  Karın düz	3  Karın protrakte	1  Karın protrakte ve sarkmış
5  Alt sırt normal	3  Alt sırt hafif çukur	1  Alt sırt ileri derecede çukur

5 normal 3 orta seviyede 1 ileri seviyede

- 1.Eğer sol kolondaki açıklamaya uygun ise 5 puan
- 2.Eğer orta kolondaki açıklamaya uygun ise 3 puan
- 3.Eğer sağ kolondaki açıklamaya uygun ise 1 puan ekleyin.

TOPLAM
SKOR

	1.	2	3
G			
H			
I			
J			
K			
L			
M			

SOSYODEMOGRAFİK BİLGİLER FORMU

Adı ve Soyadı:

Yaş:

Cinsiyet: E () K ()

Vücut ağırlığı (kg):

Boy (cm):

VKİ (kg/m²):

Dominant taraf:

Bilinen bir sağlık sorununuz var mı?

Var() Yok()

Tanısı konulmuş nörolojik veya ortopedik bir hastalığınız var mı?

Var() Yok()

Yürüyüşünüzü etkileyebilecek cerrahi bir operasyon geçirdiniz mi?

Var() Yok()

Son 1 ay içerisinde geçirmiş olduğunuz kaza veya travmaya bağlı ağrı şikayetiniz var mı?

Var() Yok()

Çalışmaya başlanmadan 48 saat önce sizi zorlayan fiziksel bir aktivitede bulundunuz mu?

Var() Yok()

ÇANTA DEĞERLENDİRME FORMU

Bugün taşıdığınız çantanın ağırlığı (kg):

Haftalık çanta ağırlığı çizelgesi(kg):

Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma

Kullandığınız çantanın ağırlığı hakkında ne düşünüyor musunuz?

Çok ağır() Ağır() Orta() Hafif() Çok Hafif()

Kullanılan çantanın cinsi:

Sırt çantası() Askılı(Postacı) çanta() El çantası() Çek-çekli çanta()

Çantanız vücut ölçülerinize göre ayarlanabilir mi?

Evet() Hayır()

Çanta taşıma şekliniz ve alışkanlığınız nasıldır?

Sağ tarafta tek askı takarak() Sol tarafta tek askı takarak()

Her iki askıyı omuzuma takarım ama çanta sırtımda tam temas edecek şekilde durur()

Her iki askıyı omuzlarıma takarım fakat çanta sırtımda değil daha aşağıda durur()

Tek askılı çantam var ve omuzuma çapraz takarım()

Çek çekli çanta kullanırım()

Okula ulaşımınızı nasıl sağlıyorsunuz?

Okul servisi() Toplu taşıma() Özel araç() Yürüyerek() Bisiklet()

Günde ortalama çanta ile kaç saat/dakika yürüyorsunuz? ()

Haftada ortalama çanta ile kaç saat/dakika yürüyorsunuz? ()

Düzenli olarak spor yapıyor musunuz?

Evet() Hayır()

Düzenli olarak spor yapıyorsanız yaptığınız spor dalını lütfen belirtiniz (Bu soruyu üstteki soruya evet cevabı verenler yanıtlayacaktır).

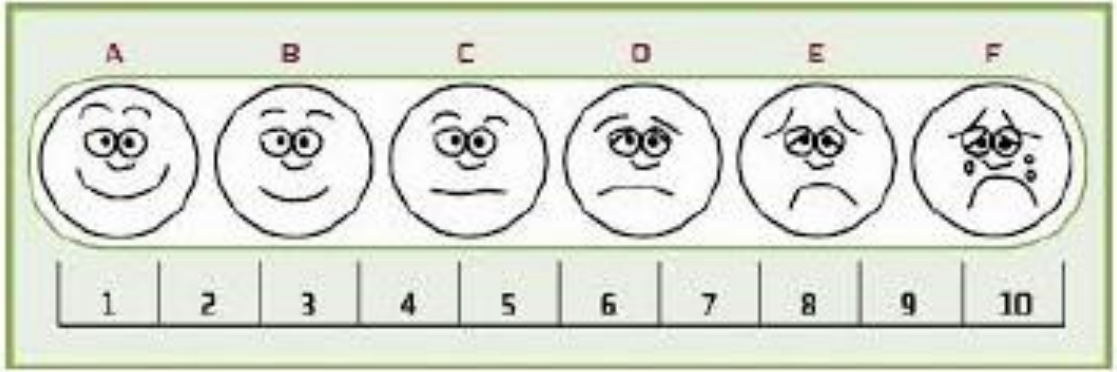
Futbol() Basketbol() Voleybol() Yüzme()

Jimnastik() Tenis() Taekwondo() Güreş()

Diğer() (Diğer ise lütfen yaptığınız spor branşını belirtiniz:)

Haftada ortalama kaç saat spor yapıyorsunuz? ()

Değerlendirmemiz sırasında taşıdığınız çantanın ağırlığını, okula getirdiğiniz çantanın ağırlığı ile aşağıdaki skalaya göre nasıl puanlarsanız?



HAFİFTEN



AĞIRA

EK-5: Orjinallik Ekran Görüntüsü

LİSE ÖĞRENCİLERİNDE DÜZ VE EĞİMLİ ZEMİNLERDE SIRT ÇANTASI TAŞIMA YÖNTEMLERİNİN DENGE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%2 BENZERLİK ENDEKSİ	%1 İNTERNET KAYNAKLARI	%1 YAYINLAR	%1 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
--------------------------------	-------------------------------------	-----------------------	-------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Sağlık Bilimleri Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
2	www.bakirkoytip.org İnternet Kaynağı	<%1
3	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
4	issuu.com İnternet Kaynağı	<%1
5	DURMUŞ YAŞAR, Sevgi, ÜNER, Çiğdem and YILMAZ, Gonca. "Şüpheli cilt bulgusu saptanan çocuklarda okült spinal disrafizm sıklığı: Geriye dönük bir çalışma", RNA, 2015. Yayın	<%1
6	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<%1
7	www.sporbilim.com İnternet Kaynağı	<%1

EK-6: Dijital Makbuz



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Mustafa Cem Türkmen
Ödev başlığı: Mustafa Cem Türkmen YL Tez
Gönderi Başlığı: LİSE ÖĞRENCİLERİNDE DÜZ VE E...
Dosya adı: MCT_TEZ_CI_LTLNMI_S_BASKI_...
Dosya boyutu: 1.46M
Sayfa sayısı: 85
Kelime sayısı: 19,266
Karakter sayısı: 133,911
Gönderim Tarihi: 10-Oca-2019 04:10PM (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1062809222



9. ÖZGEÇMİŞ

Adı – Soyadı : *Mustafa Cem TÜRKMEN*
Doğum Tarihi : 28/01/1991
Uyruğu : T.C.
Ünvanı : Araştırma Görevlisi

1. Öğrenim Durumu

DERECE	ALAN	ÜNİVERSİTE
Lisans	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	Yeditepe Üniversitesi 2010-2015
Yüksek Lisans	Protez-Ortez-Biomekanik Programı	Hacettepe Üniversitesi 2016

2. Görevler

Ünvan	Kurum
Araştırma Görevlisi	Nuh Naci Yazgan Üniversitesi/Kayseri

3. Akademik Ünvanlar

*Araştırma Görevlisi - Nuh Naci Yazgan Üniversitesi / Kayseri

4. Yayınlar

4.1. Soyuer F, **Türkmen MC**, Cankurtaran F, Şırayder U, Öztürk A. Adölesan diparetik ve hemiparetik serebral palsililerde dinamik denge ve vücut kütle indeksi ile ilişkisi. Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 2018;5(1):53-58.

5. Sözlü Bildiriler

5.1. Cankurtaran F, Soyuer F, Gültekin M, Mirza M, **Türkmen MC**, Öztürk A, Şırayder U. İdiopatik parkinson hastalarında anteropulsiyon ve lateropulsiyonun klinik ve fonksiyonel sonuçlara etkisi. Uluslararası Katılımlı 8. Ulusal Biyomekanik Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Beytepe Kongre Merkezi 19-23 Ekim 2016, p-54.

5.2. Soyuer F, **Türkmen MC**, Cankurtaran F, Şırayder U, Öztürk A. Diparetik ve Hemiparetik Serebral Palsili Adölesanların Dinamik Dengeleri ve Vücut Kitle İndeksi İle İlişkisi. 6.Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi, The Ankara Hotel 4-6 Mayıs 2017.

5.3. **Türkmen MC**, Topuz S. Lise Çağındaki Kız ve Erkek Öğrencilerin Düz ve Eğimli Zeminlerde Sırt Çantası Taşımalarının Statik Dengeye Etkisinin İncelenmesi. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2017; 28(3);21

5.4. **Türkmen MC**, Bahrilli T, Topuz S. Unilateral Alt Ekstremitte Cerrahisi Geçiren Ve Geçirmeyen Yaşlı Bireylerde Yürüyüşün Zaman Mesafe Karakteristikleri Ve Plantar Basınç Dağılımlarının Karşılaştırılması. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2017; 28(3);21

5.5. Bahrilli T, **Türkmen MC**, Topuz S. Sağlıklı gençlerde kuadriceps ve triceps surae akut kas yorgunluğunun yürüyüş kinematiklerine etkisi. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2017; 28(3);17-18

5.6. **Türkmen MC**, Küley A, Yıldız S, Mermer F, Türkmengargın T, Soyuer F, Öztürk A. 11-17 Yaş Arası Erkek Profesyonel, Rekreasyonel Yüzücüler ve Sedanter Bireylerin Kor Bölge Kas Endüranslarının Karşılaştırılması. II. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi – Sağlık ve Spor Bilimleri, Kırıkkale Üniversitesi, Nevşehir 5-8 Temmuz 2018.

5.7. Gök N, **Türkmen MC**, Öztaş R, Ünal M, Salım H, Yüce SN, Soyuer F, Öztürk A. Erken Adölesan ve Orta Adölesan Dönemdeki Profesyonel Erkek Yüzücülerin Kor Bölge Endüranslarının Karşılaştırılması. II. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi – Sağlık ve Spor Bilimleri, Kırıkkale Üniversitesi, Nevşehir 5-8 Temmuz 2018.

6. Yazılı Bildiriler

7. Katıldığı kongreler, paneller ve çalıştaylar

7.1. Kongre ve Paneller

7.1.1. Türkmen MC, V. Ulusal Fizyoterapi Öğrenci Kongresi, 4-6 Mayıs 2012 İstanbul.

7.1.2. Türkmen MC, ‘‘Nöroplastisite ve Motor Öğrenme’’ konulu 1. Nörolojik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Sempozyumu, 26 Şubat 2015 İstanbul.

7.1.3. Türkmen MC, Uluslararası Katılımlı 8. Ulusal Biyomekanik Kongresi, 19-23 Ekim 2016 Ankara

7.1.4. Türkmen MC, ‘‘Geriatrik Rehabilitasyon Seminerleri-1’’ 23 Aralık 2016 Kırşehir

7.1.5. Türkmen MC, 6.Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi, The Ankara Hotel 4-6 Mayıs 2017.

7.1.6. 1. Uluslararası Katılımlı Yürüyüş ve Denge Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Kültür Merkezi 21-23 Eylül 2017.

7.1.7. II. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi – Sağlık ve Spor Bilimleri, Kırıkkale Üniversitesi, Nevşehir 5-8 Temmuz 2018.8. Bilimsel kuruluşlara üyelikler

7.1.8. 10. Uluslararası Protez-Ortez Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Kültür Merkezi, 18-20 Ekim 2018.

7.2. Çalıştaylar

7.2.1. Türkmen MC, Uluslararası Katılımlı 8. Ulusal Biyomekanik Kongresi, Motion Analysis Workshop (Hareket Analizi Çalıştay), 19 Ekim 2016 Ankara

8. Bilimsel kuruluşlara üyelikler

***Türkiye Fizyoterapistler Derneği**

9. Ödüller