

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

**ADÖLESANLARDA SIRT ÇANTASI TAŞIMA ŞEKLİNİN
YÜRÜYÜŞÜN TEMPOROSPATIAL, KİNETİK VE KİNEMATİK
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Fzt. Bahar ÖZGÜL

**Protez-Ortez-Biyomekanik Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2011

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

**ADÖLESANLARDA SIRT ÇANTASI TAŞIMA ŞEKLİNİN
YÜRÜYÜŞÜN TEMPOROSPATIAL, KİNETİK VE KİNEMATİK
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Fzt. Bahar ÖZGÜL

**Protez-Ortez-Biyomekanik Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. S. Fatma UYGUR**

**ANKARA
2011**

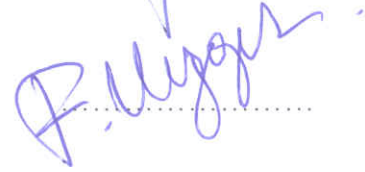
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne:

Bu çalışma jürimiz tarafından Protez-Ortez-Biyomekanik Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Yavuz YAKUT
Hacettepe Üniversitesi



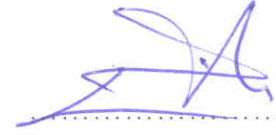
Danışman: Prof. Dr. S. Fatma UYGUR
Hacettepe Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Nilgün BEK
Hacettepe Üniversitesi



Üye: Doç. Dr. N. Ekin AKALAN
İstanbul Üniversitesi



Üye: Yrd. Doç. Dr. Özlem ÜLGER
Hacettepe Üniversitesi



ONAY:

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hakan S. ORER

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tezimin planlanması, gerçekleştirilmesi, içeriğinin düzenlenmesi ve sonuçlarının yorumlanmasındaki değerli katkılarından ve içten desteğinden dolayı lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca hep çok sevdiğim ve saydığım sevgili tez danışmanım Sayın Prof. Dr. S. Fatma Uygur'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin gerçekleştirilmesinde en başından itibaren yol gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, akademik çalışma hayatımla birlikte tezimin gerçekleşmesi sürecinin sorunsuz tamamlanması için her olanağı ve desteği sağlayan sevgili hocam Sayın Prof. Dr. M. Gülden Polat'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın istatistiksel yorumlamasında bilgi ve tecrübesi ile büyük katkılar sağlayan ve yol gösteren hocam Sayın Prof. Dr. Yavuz Yakut'a araştırma sürecinde desteklerinden dolayı en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecinin başlangıcından sonuna kadar; tezin planlanması, gerekli laboratuvar koşulların sağlanması, verilerin düzenlenmesi ve sonuçların yorumlanması aşamalarındaki değerli katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. N. Ekin Akalan'a gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın gerçekleştirilmesi için gerekli laboratuvar koşullarından yararlanmamı sağlamasından dolayı Sayın Prof. Dr. Yener Temelli'ye teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin gerçekleştirilmesi sürecinde manevi destekleriyle her zaman yanımda olan Prof. Dr. S. Ufuk Yurdalan'a, Yrd. Doç. Dr. Zübeyir Sarı'ya ve Arş. Gör. Burcu Camcıoğlu'na teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin laboratuvar ortamında gerçekleştirilen bölümünde olguların değerlendirilmesi, verilerinin analizi ve düzenlenmesinde değerli desteklerinden dolayı Shavkat Kuchimov'a ve Sibel Cebi'ye teşekkürlerimi sunarım.

Değerlendirilme sürecinde desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Esra Güneş hocama ve araştırma görevlisi arkadaşlarım Özgür Çatar'a, Nur Şişman'a, Duygu Değer'e ve diğer arkadaşlarıma içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmaya inanarak destekleyen, tezin oluşmasını sağlayan ve değerlendirmede yer alan tüm gönüllülere ve ebeveynlerine teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin tüm aşamalarında manevi destekleriyle yanımda olan sevgili aileme ve tezim süresince her zaman yanımda olan ve her konuda beni destekleyen Soner Utku'ya gönülden teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Özgül, B. Adölesanlarda Sırt Çantası Taşıma Şeklinin Yürüyüşün Temporospatal, Kinetik ve Kinematik Parametreleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protez Ortez Biyomekanik Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2011. Bu çalışmanın amacı, adölesan çağıdaki okula giden çocukların vücut ağırlıklarının % 15'i kadar bir yük içeren sırt çantasının değişik şekillerde taşınmasının yürüyüşün temporaspatal, kinetik ve kinematik parametrelerine olan etkilerinin araştırılmasıdır. Çalışmaya yaş ortalaması 12.93 ± 1.77 olan, ortopedik ve nörolojik herhangi bir problemi olmayan ve okula giderken sırt çantası kullanan 44 adölesan dahil edildi. Olguların demografik bilgileri alındıktan sonra gözlemsel postür analizi yapıldı ve rastgele sıra ile ağırlıksız durum, çantanın çift omuz ve tek omuz üzerinde taşındığı durum olmak üzere üç durumda üç boyutlu yürüme analizi ile olgular değerlendirildi. Yürüyüşün temporaspatal, kinematik ve kinematik parametreleri olguların kendi belirledikleri rahat yürüme hızında kaydedildi. Sırt çantasının bilateral taşındığı durumda, ağırlıksız duruma göre; temporaspatal parametrelerden duruş fazı ve çift destek periyodu sürerlerinin arttığı ($p < 0.05$), sallanma fazı süresi, adım uzunluğu, ve ortalama hızın azaldığı ($p < 0.05$), kinematik parametrelerden anterior pelvik tiltin, maksimum plantar fleksiyonun, topuk vuruşunda diz ve kalça fleksiyonunun ve maksimum kalça fleksiyonunun arttığı ($p < 0.05$), maksimum kalça ekstansiyonunun azaldığı ($p < 0.05$), kinetik parametrelerden duruş fazının ilk yarısında maksimum dorsifleksör momentin ve itme fazında maksimum ekstansör momentin arttığı ($p < 0.05$) belirlenmiştir. Çantanın unilateral taşındığı durumda, bilateral taşındığı duruma göre kalça ekleminde kinematik ve kinematik parametrelerde meydana gelen değişimler, diz ve ayak bileği eklemlerindeki değişimlerden daha fazladır. Bu iki duruma ait temporaspatal parametreler arasında hiçbir fark saptanmamıştır ($p > 0.05$). Çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durumda, bilateral taşındığı duruma göre; kinematik parametrelerden maksimum kalça fleksiyonunun ve posterior pelvik tiltin daha fazla olduğu ($p < 0.05$) ve kinetik parametrelerden yürüyüş siklüsünün ilk % 30'luk bölümünde maksimum dorsifleksör momentin ve duruş fazında maksimum kalça fleksör momentin ve kalça eklemi güç üretiminin sadece sol tarafta daha fazla olduğu ($p < 0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca duruş fazında ortalama kalça abduksiyonu, pelvik obligite ve pelvik rotasyon sağ ve sol tarafta birbirinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Sonuç olarak, sırt çantasının bilateral olarak taşınmasının ağırlıksız duruma göre yürüyüş parametrelerini etkilediği ve iki farklı taşıma şekline ait sonuçlar karşılaştırıldığında farklar önemli olmakla birlikte, fark meydana gelen parametre sayısının az olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yürüme analizi, biyomekanik, adölesan sağlığı, sırt çantası.

ABSTRACT

Özgül, B. Investigation of Effect of Transport Type of Schoolbag on Temporospacial, Kinetic and Kinematical Parameters of Gait Cycle in Adolescents. Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Prosthetics Orthotics Biomechanics Program, Master of Science Thesis, Ankara, 2011. The aim of this study was to investigate effects of different transport types of school bags, containing a load up to 15% of their body weight in children who go to school and are at adolescent age, on temporospacial, kinetic and kinematical parameters of gait cycle. Forty four adolescents with a mean age of 12.93 ± 1.77 , who didn't have any orthopaedic and neurological problems and who used school bags while going to school were included in the study. Observational posture analysis of subjects was performed and subjects were assessed by three dimensional gait analysis, randomly under three conditions which were: without a schoolbag, carrying a schoolbag over one or both shoulders. Temporospacial, kinetic and kinematical parameters of gait cycle were recorded at self selected gait velocity. When carrying the schoolbag bilaterally was compared to without a schoolbag condition; the duration of stance phase and double support period increased ($p < 0.05$) swing phase duration, step length and average speed decreased ($p < 0.05$); of the assessed kinematical parameters: anterior pelvic tilt, maximum plantar flexion, knee and hip flexion at initial contact and maximum hip flexion increased, maximum hip extension decreased ($p < 0.05$); of the assessed kinetic parameters maximum dorsal flexion moment at first half of stance phase and maximum plantar flexor moment at terminal phase increased ($p < 0.05$). When carrying the schoolbag unilaterally was compared to carrying the schoolbag bilaterally; kinetic and kinematical changes occurring in the hip were greater than the changes occurring in the knee and ankle. There was no difference between temporospacial parameters of these two conditions ($p > 0.05$); of the assessed kinematical parameters maximum hip flexion and posterior pelvic tilt increased ($p < 0.05$); of the assessed kinetic parameters maximum dorsal flexor moment at the first 30% of gait cycle, maximum hip flexor moment at stance phase and maximum hip joint power only on the left side increased ($p < 0.05$). In addition, mean hip abduction, pelvic obliquity and pelvic rotation at stance phase were different in the right and left sides ($p < 0.05$). In conclusion, carrying a schoolbag bilaterally affects the parameters of gait when compared with the without a schoolbag condition and when the two different transport types were compared although there are some significant differences, the number of affected parameters was sparse.

Key Words: Gait analysis, biomechanical, adolescent health, schoolbag carriage

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER	xi
TABLOLAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İnsan Gelişimi	3
2.2. Adölesan Dönem	3
2.2.1. Adölesan Dönemde Gelişim	3
2.2.2. Adölesan Dönemde Muskuloskeletal Problemler	4
2.2. Sırt Çantası	5
2.2.1. Adölesanlarda Sırt Çantası Kullanım Sıklığı	6
2.2.2. Kullanılan Sırt Çantası Ağırlık Miktarı	6
2.2.3. Kullanılan Sırt Çantası Kullanım Şekli	6
2.2.4. Sırt Çantası ve Vücut Biyomekaniği	7
2.4. Yürüme Biyomekaniği	7
2.4.1. Yürümenin Tanımı	7
2.4.2. Yürümenin Bölümleri	7
2.4.3. Yürüme Analizi	10
2.4.4. Yürüyüşün Temporaspatal Parametreleri	12
2.4.5. Yürüyüşün Kinematik Parametreleri	13
2.4.6. Yürüyüşün Kinetik Parametreleri	14
2.5. Sırt Çantası Kullanımının Postür ve Yürüyüş Üzerine Etkileri	16
2.5.1. Sırt Çantası Kullanımının Postür Üzerine Etkileri	16
2.5.2. Çanta Kullanımının Yürüyüş Parametreleri Üzerine Etkileri	17
3. BİREYLER VE YÖNTEM	20

3.1.	Bireyler	20
3.2.	Gereç	20
3.3.	Yöntem	23
3.4.	İstatistiksel Analiz	27
4.	BULGULAR	29
4.1.	Temporospatial Parametreler	30
4.2.	Kinematik Parametreler	33
4.2.1.	Ağırlıksız Durum ve Çantanın Çift Omuz Üzerinde Taşındığı Durumun Karşılaştırılması	35
4.2.2.	Çantanın Çift ve Sağ Omuz Üzerinde Taşındığı Durumların Karşılaştırılması	40
4.2.3.	Ağırlıksız Durum ve Çantanın Sağ Omuz Üzerinde Taşındığı Durumun Karşılaştırılması	44
4.3.	Kinetik Parametreler	45
4.3.1.	Ağırlıksız Durum ve Çantanın Çift Omuz Üzerinde Taşındığı Durumun Karşılaştırılması	47
4.3.2.	Çantanın Çift ve Sağ Omuz Üzerinde Taşındığı Durumların Karşılaştırılması	50
4.3.3.	Ağırlıksız Durum ve Çantanın Sağ Omuz Üzerinde Taşındığı Durumun Karşılaştırılması	51
5.	TARTIŞMA	54
5.1.	Temporospatial Parametreler	54
5.2.	Kinematik ve Kinetik Parametreler	57
5.2.1.	Pelvis Kinematiği	57
5.2.2.	Ağırlıksız Durum ve Çantanın Bilateral Taşındığı Durumun Karşılaştırılması	60
5.2.3.	Çantanın Bilateral ve Unilateral Taşındığı Durumun Karşılaştırılması	62
5.2.4.	Ağırlıksız Durum ve Çantanın Unilateral Taşındığı Durumların Karşılaştırılması	64
5.3.	Sırt Çantası ve Muskuloskeletal Problemler	65
5.4.	Sırt Çantası Kullanımının Gövde Postürü Üzerine Etkileri	67

5.5. Limitasyonlar	67
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	72

SİMGELER VE KISALTMALAR

N	Olgu sayısı
kg	Kilogram
%	Yüzde
°	Derece
maks.	Maksimum
sn	Saniye
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
dk	Dakika
X	Aritmetik ortalama
SS	Standart sapma
p	İstatistiksel yanılma düzeyi
t	T testi
diğ.	Diğerleri
a.b.	Ayak bileği
Nm/kg	Newton metre/kilogram
W/kg	Watt/kilogram

ŞEKİLLER

	Sayfa
2.1. Yürüyüşün kinematik parametreleri.	14
2.2. Yürüyüşün kinetik parametreleri.	16
3.1. Yürüme analizi laboratuvarının görünümü – 1.	21
3.2. Yürüme analizi laboratuvarının görünümü – 2.	21
3.3. Değerlendirmede kullanılan sırt çantası.	22
3.4. Yansıtıcı küreler.	23
3.5. Pelvimetre.	24
3.6. Yansıtıcı kürelerin yerleşiminin anterior, posterior ve lateral görünümü.	24
3.7. Değerlendirme yapılan üç durum: A) Ağırksız durum B) Çantanın bilateral olarak taşındığı durum C) Çantanın unilateral olarak taşındığı durum.	25
3.8. Üç farklı durumda yürüyüş değerlendirmesi.	25
4.1. Sağ ayak bileği dorsifleksiyonu ve plantar fleksiyonu	37
4.2. Sol ayak bileği dorsifleksiyonu ve plantar fleksiyonu	37
4.3. Sağ diz fleksiyonu ve ekstansiyonu	38
4.4. Sol diz fleksiyonu ve ekstansiyonu	38
4.5. Sağ kalça fleksiyonu ve ekstansiyonu	39
4.6. Sağ kalça fleksiyonu ve ekstansiyonu	39
4.7. Sağ anterior-posterior pelvik tilt	40
4.8. Sol anterior-posterior pelvik tilt	40
4.9. Sağ kalça adduksiyon ve abduksiyonu	42
4.10. Sol kalça adduksiyon ve abduksiyonu	42
4.11. Sağ pelvik obliklik	44
4.12. Sol pelvik obliklik	44
4.13. Sağ ayak bileği dorsal-plantar fleksiyon momenti	47
4.14. Sol ayak bileği dorsal-plantar fleksiyon momenti	48
4.15. Sağ diz fleksiyon ve ekstansiyon momenti	49
4.16. Sol diz fleksiyon ve ekstansiyon momenti	49
4.17. Sol kalça fleksiyon ve ekstansiyon momenti	51
4.18. Sol kalça güç üretimi ve absorpsiyonu	51

4.19. Sağ ayak bileği gc üretimi ve absorbsiyonu	53
4.20. Sol ayak bileği gc üretimi ve absorbsiyonu	53

TABLULAR

	Sayfa
2.1. Yürüyüş siklüsünün bölümleri.	8
2.2. Yürüyüş siklüsünün fazlarına ait bölümler-1	9
2.3. Yürüyüş siklüsünün fazlarına ait bölümler-2	10
2.4. Yürüyüşün temporaspatial parametreleri.	12
4.1. Bireylerin fiziksel özellikleri (N=44).	29
4.2. Gözlemsel postür analizi sonuçlarının olgulara göre dağılımı.	29
4.3. Üç duruma ait temporospatial parametreler.	30
4.4. Ağırılıksız durum ve çantanın çift omuz üzerinde taşındığı durumun temporospatial parametrelerinin karşılaştırılması	31
4.5. Ağırılıksız durum ve çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durumun temporospatial parametrelerinin karşılaştırılması	31
4.6. Çantanın çift ve sağ omuz üzerinde taşındığı durumların temporospatial parametrelerinin karşılaştırılması	32
4.7. Üç duruma ait tempo, adım genişliği ve ortalama hız parametreleri.	32
4.8. Ağırılıksız duruma ait kinematik parametreler.	33
4.9. Çantanın çift omuz üzerinde taşındığı duruma ait kinematik parametreler.	34
4.10. Çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı duruma ait kinematik parametreler.	34
4.11. Ağırılıksız durum ve çantanın çift omuz üzerinde taşındığı durumun kinematik parametrelerinin karşılaştırılması.	36
4.12. Çantanın çift ve sağ omuz üzerinde taşındığı durumların kinematik parametrelerinin karşılaştırılması.	41
4.13. Ağırılıksız durum ve çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durumun kinematik parametrelerinin karşılaştırılması.	43
4.14. Ağırılıksız duruma ait kinetik parametreler.	45
4.15. Çantanın çift omuz üzerinde taşındığı duruma ait kinetik parametreler.	46
4.16. Çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı duruma ait kinetik parametreler.	46
4.17. Ağırılıksız durum ve çift omuz üzerinde taşındığı durumun kinetik parametrelerinin karşılaştırılması.	48
4.18. Çantanın çift ve sağ omuz üzerinde taşındığı durumların kinetik	

parametrelerinin karşılaştırılması.	50
4.19. Ağırksız durum ve çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durumun kinetik parametrelerinin karşılaştırılması.	52

1.GİRİŞ

Adölesan dönem; çocukluk ve yetişkinlik arasında geçişte gerçekleşen biyolojik, kognitif ve sosyal değişimleri içeren gelişimsel dönemdir (1). Adölesan dönemde meydana gelen başlıca fiziksel değişikliklerden biri de iskelet gelişimidir (2). İskeletteki en hızlı büyüme ve gelişme, genetik etkilenmenin en güçlü olduğu erken çocukluk ile geç adölesan dönem arasında olmaktadır (3, 4). Kemik gelişiminin yaklaşık % 60'ı adölesan çağda gerçekleşmektedir (5).

Muskuloskeletal problemlerin yıllar boyunca daha genç yaşlarda görülme sıklığının artışıyla birlikte (6), yetişkin yaş grubunda muskuloskeletal problemler ile çocukluk / adölesan yaş grubunda görülen muskuloskeletal problemler arasında kuvvetli ilişkinin var olduğu gösterilmiştir (7). Son yıllarda, adölesan çağda görülen muskuloskeletal ağrı ve bozukluklarla ilişkilendirilen risk faktörleri arasında çanta ağırlığı ve çanta taşıma şekli başta olmak üzere okul çantası taşıma alışkanlıklarının olabileceği ileri sürülmektedir (6, 8-12).

Çocukluk ve adölesan çağda kullanılan okul çantası ağırlığının araştırıldığı çalışmalarda; çocuk ve adölesanların vücut ağırlıklarının % 8'i ile % 22'si arasında değişen oranlarda ağırlık taşıdıkları gösterilmiştir (8, 11, 13-17). Okul çantası taşıma şeklinin ise çoğunlukla çift omuzları üzerinde (9, 19, 20) veya tek omuz üzerinde (11, 17, 18, 21) taşımak olduğu gösterilmiştir.

Çocuk ve adölesanlarda sırt çantası ile ilgili yapılan biyomekaniksel çalışmaların büyük bir çoğunluğunda değişik miktarlarda yüklerin postür ve yürüyüş üzerinde etkileri araştırılmıştır. Çanta taşıma ağırlığının ve çanta taşıma şeklinin postürü ve yürüyüş parametrelerini etkilediği birçok çalışma ile ortaya konmuştur (11, 18, 22-28). Yapılan bu çalışmalar, aşılması gereken okul çantası ağırlığı limitinin ve doğru taşıma şeklinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Okul çantası taşıma alışkanlıkları ile ilgili biyomekaniksel çalışmalardan elde edilen bulgulara (11, 18, 22-28) ve bazı sağlık kuruluşlarının okul çantasının doğru kullanım alışkanlıkları hakkında önerilerine (29-33) rağmen bu konuda henüz tam bir fikir birliğine ulaşılmamıştır.

Literatür incelendiğinde adölesan yaş grubunda, okul çantası taşıma şeklinin postür üzerine olan etkilerinin ve yürüyüş esnasında temporospatial parametreler

üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır. (10, 18, 22, 27). Ancak çanta taşıma şeklinin yürüyüşün kinetik ve kinematik parametreler üzerine etkilerinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışmanın amacı, adölesan çağıdaki okula giden çocukların vücut ağırlıklarının % 15'i kadar bir yük içeren sırt çantasının değişik şekillerde taşınmasının yürüyüşün temporospatial, kinetik ve kinematik parametrelerine olan etkilerinin araştırılmasıdır.

Çalışmanın hipotezleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Yürüyüş sırasında vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantası kullanılmasının çantasız duruma göre yürüyüşün temporospatial parametreleri üzerine etkisi yoktur.
- Yürüyüş sırasında vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantası kullanılmasının çantasız duruma göre yürüyüşün kinematik parametreleri üzerine etkisi yoktur.
- Yürüyüş sırasında vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantası kullanılmasının çantasız duruma göre yürüyüşün kinetik parametreleri üzerine etkisi yoktur.
- Vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantasının tek taraflı veya çift taraflı taşınmasının yürüyüşün temporospatial parametreleri üzerine farklı etkisi yoktur.
- Vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantasının tek taraflı veya çift taraflı taşınmasının yürüyüşün kinematik parametreleri üzerine farklı etkisi yoktur.
- Vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantasının tek taraflı veya çift taraflı taşınmasının yürüyüşün kinetik parametreleri üzerine farklı etkisi yoktur.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 İnsan Gelişimi

İnsan gelişimi; konsepsiyon ile başlayan ve hayat döngüsü boyunca devam eden hareket paterni veya değişimdir (1). Gelişim genel olarak, dönemler şeklinde açıklanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan gelişimsel dönemlerin sınıflandırması şu sırayı içermektedir; doğum öncesi dönem, bebeklik dönemi, erken çocukluk dönemi, orta ve geç çocukluk dönemi, adölesan dönem, erken yetişkinlik dönemi, orta yetişkinlik dönemi ve geç yetişkinlik dönemidir (1).

2.2 Adölesan Dönem

Adölesan dönem; çocukluk ve yetişkinlik arasında geçişte gerçekleşen biyolojik, kognitif ve sosyal değişimleri içeren gelişimsel dönem olarak tanımlanmaktadır (1).

Adölesan dönem yaş aralığını belirlenmesi kültürel ve tarihsel koşullar tarafından limitlenirken, birçok kültürde adölesan dönem yaklaşık olarak 10-13 yaş aralığından başlar ve 18-22 yaş aralığı sürecinde sona erer (1). Dünya Sağlık Örgütü tarafından; adölesan 10 ve 19 yaş aralığında olmak, genç ise 15 ve 24 yaş aralığında olmak olarak tanımlanmıştır (34).

Adölesan dönemin başlangıcında bir dizi fiziksel değişiklik meydana gelir. Bu değişiklikler genetik yapılar ve hormonlar tarafından kontrol edilir. Cinsiyet gelişiminin gerçekleştiği periyod, puberte dönemi olarak adlandırılır (35). Puberte dönemi; adölesan dönemdeki fiziksel ve nöroendokrin değişikliklerin tamamını kapsar. Pubertede oluşan başlıca fiziksel değişiklikler; iskelet gelişimi ve boy uzaması ile kızlarda menstürasyonun, erkeklerde spermatogenezin başlaması, birincil cinsel özelliklerin olgunlaşması (gonadlar ve genital organlar), ikincil cinsel özelliklerin ortaya çıkması (seksüel kılınma, kızlarda göğüs gelişimi, erkeklerde ses kalınlaşması), vücut yağ dağılımının değişmesidir (2).

2.2.1. Adölesan Dönemde Gelişim

Adölesan Gelişim Eğrisi

Puberte döneminde adölesanın gelişiminde belirgin bir hızlanma meydana gelmektedir. Boy ve kilo önemli ölçüde artış gösterdiği ve vücut oranının değiştiği bu

olay “büyüme atağı” denir (35). Büyüme atağı 2-3 yıl kadar sürer ve kızlarda erkeklere göre 2 yıl daha erken başlar. Yılda meydana gelen santimetrelik gelişim oranı doğumdan itibaren kızlarda 10, erkeklerde 12 yaşına kadar düşüş göstermektedir. Bu eğilim, büyüme atağı boyunca tersine döner ve büyüme oranı hızlanır (35).

Kemik Gelişimi

Kemik yaşı normal olgunlaşmanın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir ve puberte sürecinde kemik yaşında hızlı bir ilerleme ve sonrasında epifizlerin birleşmesi izlenmektedir (2). Kemik yaşının; kızlarda 15, erkeklerde ise 16 yaşında olması ve son 1 yıl içinde büyüme hızının 1 santimetreden az saptanması durumunda birey “erişkin boy”a ulaşmış kabul edilmektedir. Bu durumda epifizler kapanmış olup; büyüme, spinal büyümeyi yansıtan küçük bir artış dışında, sonlanmış olmaktadır (2).

İskeletteki en hızlı büyüme ve gelişme, genetik etkilenmenin en güçlü olduğu erken çocukluk ile geç adölesan dönem arasında olmaktadır (3,4). Kemik gelişiminin yaklaşık % 60’ı adölesan çağda gerçekleşmektedir (5).

Boy Gelişimi

Kızlar erişkin boyuna 16-17 yaşlarında ulaşırken, erkekler bu platoya genellikle 18-20 yaşlarında ulaşırlar (35).

Adölesan dönemde boy artışı ile karşımıza çıkan hızlı büyüme döneminde kas-kemik yapıları arasındaki gelişim uyumsuzluğu kas ve tendon yapılarının esnekliğindeki göreceli düşüşe yol açarak yaralanma riskini artırır (36).

2.2.2. Adölesan Dönemde Muskuloskeletal Problemler

Muskuloskeletal problemlerden sırt ağrısı ve bel ağrısı yetişkin bireylerde yüksek oranlarda rapor edilen yaygın bir şikayettir (37, 38). Bu problemlerin yıllar boyunca daha genç yaşlarda görülme sıklığının artışıyla birlikte, yetişkin yaş grubunda muskuloskeletal ağrı risk faktörleri arasında, adölesan çağda görülen muskuloskeletal ağrı da yer almaktadır (39). Adölesanlarda görülen muskuloskeletal ağrı ile yetişkin yaş grubunda görülen muskuloskeletal ağrı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu bazı çalışmalar ile ortaya konmuştur (7, 39). Adölesan çağda sırt ağrısı

dışında görülen muskuloskeletal problemler bel ağrısı, omuz ağrısı, yorgunluk ve hissizliktir (10).

Risk faktörleri

Adölesan dönemde görülen muskuloskeletal problemler ile ilişkilendirilen risk faktörleri arasında yaş, cinsiyet, aile hikayesi, spinal postür, kas kuvveti (40), düşük veya yüksek seviyedeki fiziksel aktivitelere katılım (41), okul çantası kullanımı (8, 9, 11, 42-44) yer almaktadır.

Sırt çantası kullanımının etkisi

Özellikle son yıllarda, 9-18 yaş aralığında yer alan çocukların değerlendirildiği çalışmalarda sırt ağrısı ve sırt çantası kullanımı arasında pozitif yönde bir ilişki belirlenmiştir (8-12, 42-44). Bu araştırmalar doğrultusunda, çocukluk ve adölesan dönemde muskuloskeletal ağrı ve bozuklukların gelişmesinde aşırı yükler içeren sırt çantalarının taşınmasının ve taşıma süresi, taşıma şekli gibi çanta taşıma alışkanlıklarının etkisinin olabileceği ileri sürülmektedir (8-12, 42-44). Bazı araştırmacılar özellikle çocuklar tarafından taşınılan ağırlık miktarının adölesan yaş grubunda muskuloskeletal ağrı üzerinde etkili olabileceğini savunurken (8, 10, 11, 43), bazı araştırmacılar çanta ağırlığı ile birlikte çantanın asimetric taşınması (10, 44) ya da uzun süreli taşınmasının da (9) ağrı üzerinde etkili olabileceğini savunmaktadırlar. Bu etkenler dışında, çanta şekli ve büyüklüğü, çantanın sırtta daha alt ya da üst seviyede taşınması, öğrencinin gelişimi ve fiziksel özellikleri gibi etkenlerin de var olabileceği düşünülmektedir (22).

Negrini ve diğ. (15)'nin çalışmalarında yer alan 237 çocuğun % 80'i sırt çantalarının ağır olduğunu; Goodgold ve diğ. (45)'nin çalışmalarında yer alan 345 çocuğun % 55,4'ü sırt çantası taşınmanın çoğu zaman rahatsız edici olduğunu belirtmişlerdir.

2.3 Sırt Çantası

Sırt çantası, manuel olarak ağırlık taşımada kolaylık sağlayan çeşitli yöntemlerden biridir ve öğrenciler kadar genellikle dağcılar ve askerler tarafından kullanılmaktadır (46). Sırt çantası kullanımı, kişinin diğer aktiviteler için ellerinin serbestliğine izin verirken, kitap gibi materyallerin taşınmasını sağlar (47) ve

stabiliteyi korumayı devam ettirirken, omurgaya yakın ve simetrik olarak yüklenmek için uygun bir yoldur (22).

2.3.1 Adölesanlarda Sırt Çantası Kullanım Sıklığı

Adölesan çağdaki çocukların okul materyallerini taşımak için hangi şekilde çanta kullandıklarının sorgulandığı benzer çalışmalarda en sık kullanılan çanta çeşidi olarak iki askılı sırt çantası bulunmuştur. (9-11, 45, 48).

Malhotra ve Sen Gupta (47)'ya göre; çocuklar tarafından kullanılan okul çantası olarak, sırt çantası en uygun çanta çeşididir. Bu tarz çanta kullanımı; minimum enerji harcaması gerektirir, vücut postüründe deformiteye neden olmaz, vücut hareketlerine engel olmaz ve her iki elin serbest şekilde kullanımına izin verir (47). Grimmer ve Williams (48), çalışmalarında 12-18 yaş aralığındaki 1269 çocuğa uyguladıkları okul çantası ve taşıma alışkanlıkları ile ilgili bir anket sonucunda çocukların % 94'ünün iki askılı sırt çantası kullandıklarını saptamışlardır.

2.3.2 Kullanılan Sırt Çantası Ağırlık Miktarı

Literatürde, genel olarak, kullanılan okul çantasının ağırlık miktarı, çanta ağırlığının bireyin vücut ağırlığına oranı şeklinde ifade edilmektedir. Çocukluk ve adölesan çağda kullanılan okul çantası ağırlığını belirlemek üzere farklı yaş gruplarını içeren çalışmalarda; çocuk ve adölesanların vücut ağırlıklarının % 8.2'den % 22'ye kadar değişen oranlarda ağırlık taşıdıkları gösterilmiştir (8, 10, 14-16, 49). Çanta ağırlığını vücut ağırlığının % 10'unun altında belirleyen sadece iki çalışma bulunmaktadır (16, 48). Çalışmaların çoğunda bu oranın % 10'dan yüksek olduğu belirlenmiştir. Hatta bir çalışmada altıncı sınıf adölesanların % 34.8'i haftada en az bir kere vücut ağırlıklarının % 30'undan fazla ağırlığı sırt çantalarında taşıdıkları belirtilmiştir (15). Cavallo ve diğ. (49) bir grup dördüncü sınıf öğrencisinin yarısından fazlasının vücut ağırlıklarının % 10'unun üzerinde ve bu öğrencilerden kız öğrencilerin dörtte birinin vücut ağırlıklarının % 15'inin üzerinde ağırlık içeren çantalar taşıdıklarını ortaya koymuşlardır.

2.3.3 Kullanılan Sırt Çantası Kullanım Şekli

Adölesan çağda en sık olarak kullanılan okul çantası çeşidi iki askılı sırt çantasıdır (48) ve adölesanlar iki askılı okul çantalarını taşırken tek veya çift omuz üzerinde taşımak gibi farklı taşıma şekilleri kullanmaktadırlar.

Adölesanların yoğun olarak tek askı ya da çift askı kullandığını gösteren ve ülkelere göre değişen sonuçların belirlendiği çalışmalar bulunmaktadır. Çift askı kullanımının tek askı kullanımına göre daha fazla olduğunun gösterildiği Negrini ve diğ. (9)'nin çalışmasında çocukların % 94.5'inin sırt çantalarını her iki omuzları üzerinde taşıdıkları belirtilmiştir. Bu çalışmanın tersi olarak, çift askı yerine tek askı kullanımının daha sık olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (10, 18, 21).

2.3.4 Sırt Çantası ve Vücut Biyomekaniği

Bir sırt çantası kullanılarak vücudun arka bölümüne ağırlık eklenmesiyle, vücudun ağırlık merkezi destek yüzeyinin arka bölümüne doğru yer değiştirir. Bu durum; dengeyi korumak ve hareket üzerinde kontrolü sağlamak amacıyla, statik ve dinamik postürde değişikliklere neden olmaktadır. Artan yük ve postüral değişikliklerin kombinasyonu aynı zamanda yürüyüş paternini de etkilemektedir (6).

2.4 Yürüme Biyomekaniği

2.4.1 Yürümenin Tanımı

Yürüme ya da bipedal lokomasyon, başta alt ekstremiteler olmak üzere vücudun büyük eklemlerinin arasında kompleks etkileşimi ve koordinasyonu gerektiren fonksiyonel bir iştir (50). Yürüme, yüklenen ağırlığın stabilitesini, uygun enerji harcamasını ve yerle ilk temastaki şok absorpsiyonunu koruyarak istenilen yönde vücudun ilerlemesini sağlamak amacıyla birbiri ardına yapılan ritmik ekstremiteler hareketleridir (51).

Yürüyüş insanların temel ihtiyaçlardan biri olan bir yerden başka bir yere hareket etmeyi sağlamaktadır. Bu anlamda, yürüyüş günlük olarak en fazla yaptığımız aktivitelerden biridir (52). Uzun süre yorulmadan yürüyebilmek için beyin, omurilik, periferik sinirler, kaslar, kemik ve eklemler birlikte çalışmalı, eklem hareketleri, kasılmanın zamanı ve gücü yeterli olmalıdır (53).

2.4.2 Yürümenin Bölümleri

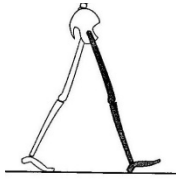
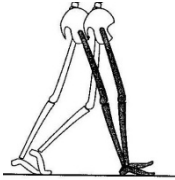
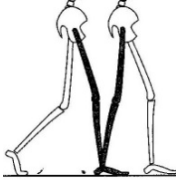
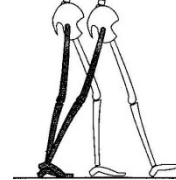
Yürürken gövdeyi öne doğru ilerletebilmek için alt ekstremitelerde belirli bir sürede, bir dizi hareket sürekli tekrarlanarak bir hareket zinciri meydana gelir ve bu hareket zinciri yürüyüş siklusünü oluşturur. Yürüyüş siklusu, bir tarafın topuk vuruşundan bunu takiben aynı tarafın topuk vuruşuna kadar geçen zaman aralığıdır (54). Yürüme siklusu duruş fazı ve sallanma fazı olmak üzere ikiye ayrılır. Yürüyüş siklusünün % 60'ını duruş fazı, % 40'ını sallanma fazı oluşturur. Bu iki faz da kendi içerisinde bölümlere ayrılır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Yürüyüş siklusünün bölümleri.

FAZ	OLAY	YÜRÜYÜŞ SIKLUSÜ(%)	GÖREV
Duruş	Topuk vuruşu	0-2	Ağırlığın Kabulü
	Yüklenme fazı	2-10	
	Orta duruş fazı	10-30	Tek Ekstremitenin Desteği
	İtme fazı	30-50	
	Sallanma öncesi faz	50-60	
Sallanma	Akselerasyon	60-75	Ekstremitenin İlerleyişi
	Orta sallanma	75-90	
	Deselerasyon	90-100	

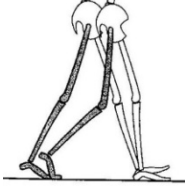
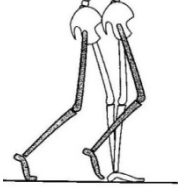
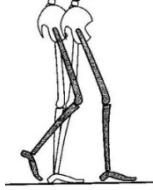
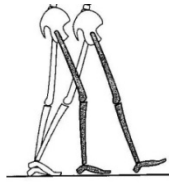
Yürüyüş siklusünün fazlarına ait bölümler Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'te gösterilmektedir.

Tablo 2.2. Yürüyüş siklüsünün fazlarına ait bölümler-1.

	Ağırlık Aktarımı		Tek Ekstremitte Desteği	
				
Bölüm	Topuk vuruşu	Yüklenme fazı	Orta duruş fazı	İtme fazı
Zaman Aralığı (%)	0-2	2-10	10-30	30-50
Görevi	-Duruş fazı başlangıcında ekstremitenin pozisyonlanması	-Ağırlık aktarımı esnasında stabilite -Şok absorpsiyonu -Öne doğru ilerleyişi koruma	- Ayak üzerinde öne doğru ilerleme -Ekstremitte ve gövde stabilitesi	-Ayak üzerinde öne doğru ilerleme
Kalça	30° fleksiyon	30° fleksiyon → 20° fleksiyon	20° fleksiyon → 0°	0° → 10° ekstansiyon
Diz	Nötral	0° → 20° fleksiyon	20° fleksiyon → 10° fleksiyon	10° fleksiyon → 5° fleksiyon
Ayak Bileği	Nötral	0° → 10° plantar fleksiyon	10° plantar fleksiyon → 5° dorsifleksiyon	5° dorsifleksiyon → 15° dorsifleksiyon
Aktif Kas Grubu	-dorsifleksörler -hamstringler -gluteus maks.	-dorsifleksörler -quadriceps femoris -gluteus maks. -adduktor magnus	-plantar fleksörler -quadriceps femoris -gluteus medius	-plantar fleksörler -iliopsoas -tensör fascia lata

Şekiller (53)'ten alınmıştır.

Tablo 2.3. Yürüyüş siklüsünün fazlarına ait bölümler-2.

Ektremitenin İlerleyişi				
				
Bölüm	Sallanma öncesi faz	Akselerasyon fazı	Orta sallanma fazı	Deselerasyon fazı
Zaman Aralığı (%)	50-60	60-75	75-90	90-100
Görevi	-Sallanma fazı başlangıcında ekstremitenin pozisyonlama	-Salınım yapacak bacağın öne iletilmesi -Ayağın yerden kesilmesi	-Salınım yapacak bacağın öne iletilmesi -Ayağın yerden kesilmesi	-Salınım yapacak bacağın öne iletilmesi -maksimum adım uzunluğuna erişilmesi -Ekstremitenin yer ile teması için uygun pozisyonlanması
Kalça	10° ekstansiyon→0°	0°→20° fleksiyon	20° fleksiyon → 30° fleksiyon	30° fleksiyon
Diz	5° fleksiyon →40° fleksiyon	40° fleksiyon →65° fleksiyon	65° fleksiyon → 30° fleksiyon	30° fleksiyon → 0°
Ayak Bileği	15° dorsifleksiyon→20° plantar fleksiyon	20° → 10° plantar fleksiyon	10° plantar fleksiyon →0°	nötral
Aktif Kas Grubu	-plantar fleksörler -quadriceps femoris -adduktor longus -adduktor magnus	-dorsifleksörler -hamstringler -kalça fleksörleri	-dorsifleksörler -kalça fleksörleri	-dorsifleksörler -quadriceps femoris -hamstringler

Şekiller (53)'ten alınmıştır.

2.4.3. Yürüme Analizi

Yürüme analizi, yürüyüş dinamiklerinin sistematik değerlendirilmesidir (55). Yürüme analizi, günümüzde gözlemsel yürüyüş analizi ve bilgisayarlı yürüyüş analizi olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

Gözlemsel Yürüme Analizi

Gözlemsel yürüyüş analizi, yürüyüşün değerlendirilmesi için standart bir yöntemdir. Bu yöntem, bireylerin kalça, diz ve ayak bileği eklemlerine özelleşerek yürüyüşünün görsel olarak değerlendirmesine olanak sağlar. Gözlemci, özel bir ekipmana ihtiyaç duymadan yürüyüşteki bozuklukları gözlemleyebilir (55).

Bilgisayarlı Yürüme Analizi

Yürüme analizi, ileri teknoloji kullanarak bir yürüme analizi laboratuvarında da gerçekleştirilebilir. Bu değerlendirme bilgisayarlı yürüme analizi, kantitatif yürüme analizi ya da klinik yürüme analizi olarak da tanımlanmaktadır (55).

Bilgisayarlı yürüme analizinde üç boyutlu kinematik veriler iki veya daha fazla senkronize yüksek hızlı kamera ve vücuda yerleştirilen ışıktaki parlayan küreler kullanılarak elde edilmektedir (52). Yansıtıcı küreler, eklem ve kemiklerin düzgün dizilimini gösterecek şekilde uygun protokollere göre bireyin deri yüzeyine yerleştirilir. Bireyin laboratuvar ortamında belirlenen düz bir yol üzerinde yürüyüşü esnasında, vücuduna yerleştirilen kürelerin konumu bir merkezi kontrol bilgisayarına bağlı beş ya da altı özel kameradan oluşan üç boyutlu hareket sistemi ile kaydedilir (55). Yansıtıcı kürelerin pozisyonuna ait veriler, segmentler arasındaki açılar (eklem açıları) yanı sıra belirli vücut segmentlerinin açısal oryantasyonunun hesaplanmasına olanak sağlar; bu veriler yürüyüşün kinematik parametrelerine işaret eder (55).

Yer reaksiyon kuvvetleri zemin üzerine yerleştirilmiş kuvvet platformlarından yararlanılarak ölçülmektedir (52). Veriler doğrudan değerlendirilebildiği gibi eklem içerisinde veya eklem boyunca oluşan yüklenmeyi hesaplamak amacıyla da kullanılır. Ekleme binen yükler, yürüyüşün kinematik parametrelerine işaret eder (55).

Sonuç olarak, alt ekstremitte eklem momentleri ve güçleri bireye ait kinematik veri, yer reaksiyon kuvvetleri ve antropometrik karakteristiklerin kombinasyonu ile ölçülmektedir (52).

Kas aktivitesi paternleri çok kanallı elektromyografik sistemleri aracılığıyla kaydedilmektedir (52). Hastanın deri yüzeyine yerleştirilen elektrotlar veya belirli kaslara yerleştirilen ince iğneler, bireyin yürüyüşü esnasında kas aktivitesinin incelenmesine yardımcı olur. Bu teknik, aktive olduğu zaman kas tarafından üretilen elektriksel potansiyeli ölçer (54).

2.4.4. Yürüyüşün Temporospatal Parametreleri

Yürüyüşün temporospatal parametreleri Tablo 2.4.'te verilmiştir.

Tablo 2.4. Yürüyüşün temporospatal parametreleri.

Parametre	Birimi
Duruş fazı	sn veya %
Sallanma fazı	sn veya %
Çift adım uzunluğu	mm
Adım uzunluğu	mm
Adım genişliği	mm
Tempo	adım/dk
Çift adım süresi	sn
Adım süresi	sn
Yürüme hızı	m/sn
Tek destek periyodu	sn veya %
Çift destek periyodu	sn veya %
Ayak açısı	derece

Duruş fazı: Aynı ayağın topuk teması ile ayak kalkışı arasında geçen fazdır (56).

Sallanma fazı: Aynı ayağın ayak kalkışı ile topuk teması arasında geçen fazdır (56).

Çift adım uzunluğu: Aynı ayağın iki başarılı topuk teması arasındaki mesafedir (52).

Adım uzunluğu: İki ayağın iki başarılı topuk teması arasındaki mesafedir. Sağ ve sol adım uzunluklarının karşılaştırılması alt ekstremiteler arasında yürüyüş simetrisini değerlendirmeye yardımcı olabilir (52).

Adım genişliği: İki ardışık ayak temasının merkezlerinin arasındaki lateral mesafedir ve normal olarak 7-9 cm aralığındadır (52).

Tempo: Dakikadaki adım sayısıdır (52).

Çift adım süresi: Bir yürüyüş siklusünün gerçekleştiği süredir (52).

Adım süresi: Sağ ya da sol adım uzunluğunun gerçekleştiği süredir (52).

Yürüme hızı: Belli bir sürede katedilen mesafe ölçümüdür.

Çift destek periyodu: İki ayağın aynı anda yer ile temas ettiği periyottur (52).

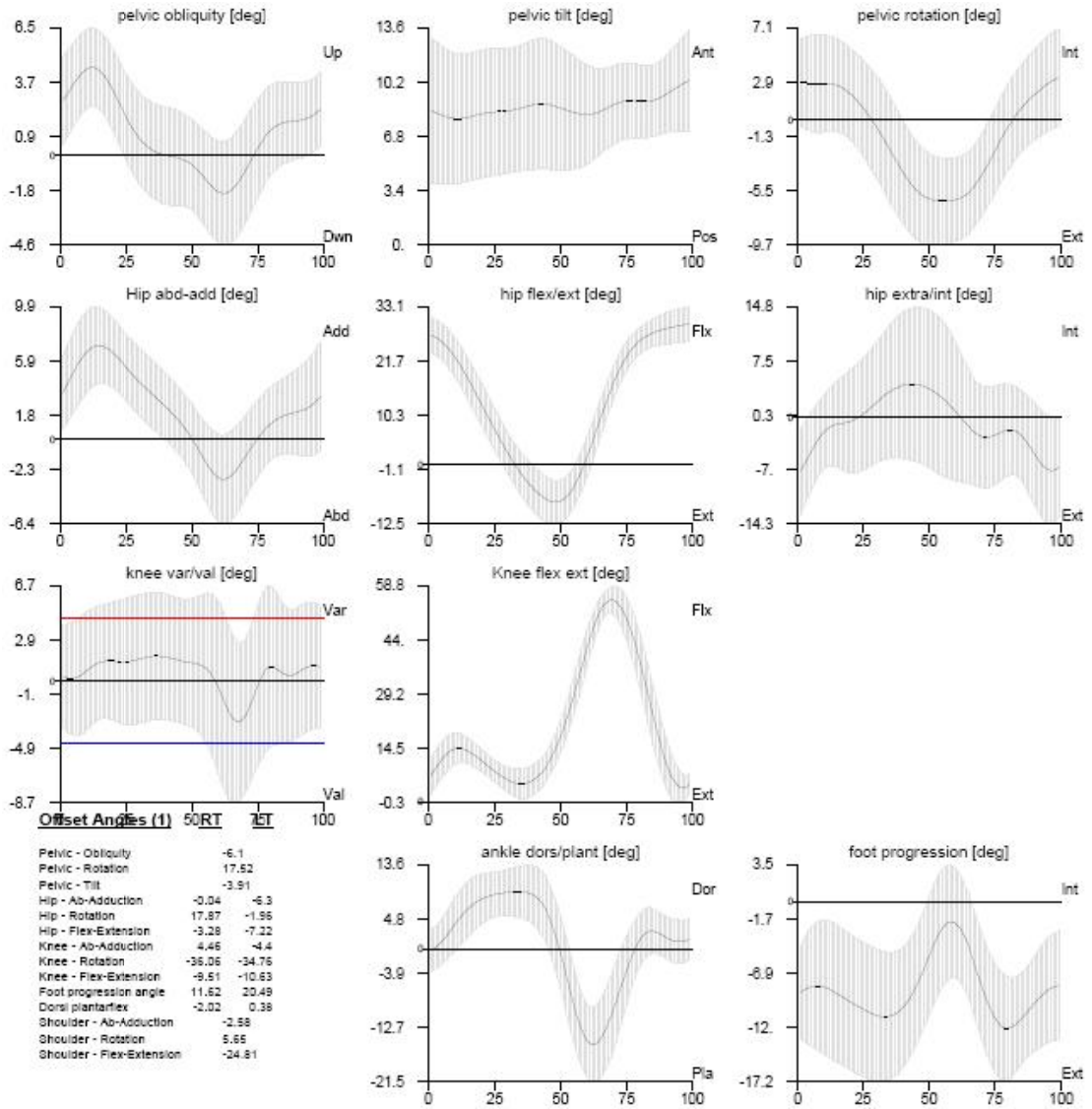
Tek destek periyodu: Sadece tek ayağın yer ile temas ettiği periyottur (52).

Ayak açısı: Ayağın uzun eksenini ile yürüyüşün ilerleme hattı arasındaki açıdır (52).

2.4.5. Yürüyüşün Kinematik Parametreleri

Yürüyüş boyunca, bireyin ağırlık merkezi alt ekstremitte eklemlerinin açısal rotasyonun sonucu linear olarak yer değiştirmektedir. Bu nedenle alt ekstremitte eklemlerindeki hareketler, açısal rotasyonun bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır ve eklemlerin açısal rotasyonu ise, kinematik parametreler olarak ifade edilmektedir (52).

“Kinematik”, neden olan güçlere bakılmaksızın hareketin ölçülmesidir (56). Kinematik, ekstremitte segmentini ve eklem hareketini tanımlar. Kinematik veriler eklem ve vücut segmentlerinin hareketlerini, doğrusal ve açısal yer değişimini, hız ve ivmelerini tanımlar, ancak hareketin nedenlerini yansıtmaz (57). Yürüyüş esnasında alt ekstremitte eklemlerine ait kinematik parametreler Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Yürüyüşün kinematik parametreleri.

2.4.6. Yürüyüşün Kinetik Parametreleri

Yürüme analizinde; insan vücudu, eklemler aracılığıyla ile birbirine bağlı anatomik segmentlerden oluşan mekanik bir sistem olarak modellenmiştir. “Kinetik” harekete neden olan moment ve güçlerin ölçülmesidir (56). Yürüme analizde kinetik hesaplamalar, açısal kinematik ve güç bilgileri kullanılarak yapılır (50).

Eklem momenti ve torku

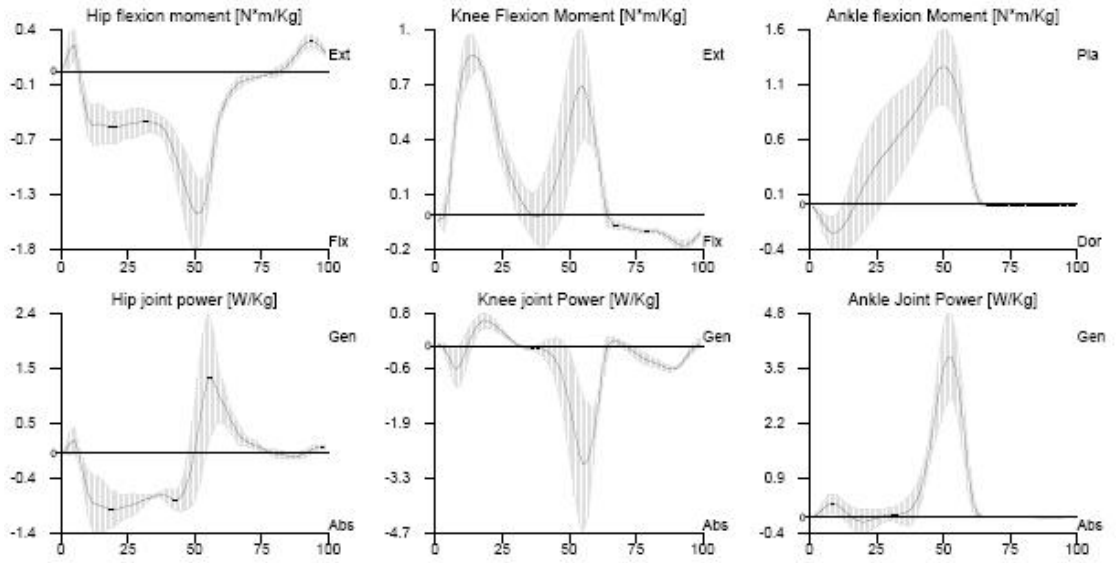
Yürüyüş esnasında, ayak altından etkiyen yer reaksiyon kuvveti, alt ekstremitte eklemleri üzerinde eksternal bir tork oluşmasına neden olur (52). Yer reaksiyon kuvveti ve eksternal moment kollarının uzunluğunun bilinmesi, duruş fazı boyunca alt ekstremitte eklemleri üzerinde oluşan torkların hesaplanmasına olanak sağlar (52).

Sağ ekstremitenin yüklenme fazında, yer reaksiyon kuvveti hattı ayak bileği ve diz eklemine posteriorundan, ancak kalça eklemine anteriorundan geçer. Bu nedenle, yer reaksiyon kuvveti ayak bileğinde plantar fleksiyonu, diz fleksiyonu ve kalça fleksiyonuna neden olur. Alt ekstremitte stabilitesinin korunması amacıyla, bu eksternal torklar ayak bileği dorsifleksörleri, diz ekstansörleri ve kalça ekstansörleri tarafından oluşturulan internal eklem torkları tarafından karşılanmaktadır. Bu momentlerin çoğunluğu genellikle çevrede bulunan kasların aktivitesi ile ilgilidir. Vücudu dik tutmak ve vücudu öne doğru ilerletmek için gerekli olan internal torkların bir çoğunu kaslar üretmektedir (52).

Eklem gücü

İnternal tork kavramı, yürüyüş esnasında bir eklemde etkin belirli kasların fonksiyonuna anlamlı bir bakış sağlar. Kontrol eden kaslar tarafından üretilen iş miktarının anlaşılması için güç bilgisine ihtiyaç vardır. Eklemde üretilen güç net eklem torkunun ve eklem açısının ürünüdür. Eklem gücü, eklem çevresindeki tüm kaslar ve diğer konnektif dokular tarafından üretilen ve absorbe edilen gücü yansıtmaktadır. Pozitif bir değer, konsentrik kas aktivitesini yansıtan güç üretimini ifade ederken negatif bir değer, eksentrik kas aktivitesini yansıtan güç absorpsiyonunu ifade eder (52).

Yürüyüş esnasında alt ekstremitte eklemlerine ait moment ve güç bilgilerini içeren kinetik parametreler şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.2. Yürüyüşün kinetik parametreleri.

Eklem torklarının ve güçlerinin analizi, yürüyüş biyomekaniğine daha ayrıntılı bir bakış sağlar (52). Bu değişkenler, yürüyüş sırasında ilerleme hızının sağlanması, vücut ağırlığının desteği ve yürüyüş sırasında denge kontrolü gibi görevler ile çeşitli eklemlerin ve kas grupların bağlantısının kurulmasında yardımcı olur (52).

2.5. Sırt Çantası Kullanımının Postür ve Yürüyüş Üzerine Etkileri

Çocuk ve adölesanlarda sırt çantası ile ilgili yapılan biyomekaniksel çalışmaların büyük bir çoğunluğunda değişik yüklerin postür ve yürüyüş üzerinde etkileri araştırılmıştır.

2.5.1. Sırt Çantası Kullanımının Postür Üzerine Etkileri

Adölesanlarda sırt çantası kullanımının postür üzerine etkileri statik postür (24, 58), dinamik postür (25, 59) ya da her iki durumu içerecek şekilde (10, 22) olmak üzere üç durumda değerlendirilmiştir. Postür değerlendirmesinde kullanılan yöntemler; fotoğraf çekimi ya da video kamera aracılığı ile elde edilen görüntüler üzerinden yapılan değerlendirmelerdir. Yüklenmenin genç popülasyonda neden olduğu postüral değişimler ile ilgili çalışmalarda yöntem olarak henüz standart bir yaklaşım yoktur (60).

Sırt çantası kullanımının gövde postürü üzerine etkileri gövde postürü ve baş postürü olmak üzere iki şekilde değerlendirilmiştir.

Sırt çantası kullanımına karşı geliştirilen postürel adaptasyonları, vücut ağırlığının % 20'sine kadar farklı ağırlıklar kullanılarak değerlendiren farklı laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda ortak sonuç olarak, ağırlıksız ve vücut ağırlığının % 10'u kadar yüklenilmiş durumlara göre vücut ağırlığının % 15 ve üzerindeki yükler taşındığında çocuklarda gövdenin öne eğiliminde artış olduğu ortaya konulmuştur (10, 25, 61).

Gövdenin açılma hareketini değerlendiren çalışmalar; çanta taşırken meydana gelen gövde hareket genişliğinin azaldığını ya da arttığını gösteren farklı sonuçlar ortaya koymuşlardır (10, 25, 59, 61).

Kraniyovertebral açı, kulak tragusu ile yedinci servikal vertebranın prosesus spinosus arasında çizilen eksen ile horizontal eksen arasındaki açı olarak tanımlanmıştır (22). Sırt çantası taşındığı durumlarda başın öne doğru yer değiştirmesiyle kraniyovertebral açının azaldığı bazı çalışmalarla ortaya konmuştur (22).

11-18 yaş aralığındaki öğrencileri içeren sırt çantasının baş postürü üzerine etkisinin araştırıldığı ve çocukların günlük olarak taşıdıkları ağırlık miktarı ve vücut ağırlıklarının % 15 ya da % 17'sini içeren ağırlıkların kullanıldığı çoğu çalışmada başın anteriora doğru yer değiştirdiği gösterilmiştir ve bu sonuç sırtta yerleştirilen çantanın ağırlığının dengelenmesine yardımcı bir adaptasyon olarak yorumlanmıştır (10, 22, 23).

2.5.2. Çanta Kullanımının Yürüyüş Parametreleri Üzerine Etkileri

Literatürde, sırt çantası taşıma şeklinin yürüyüşün temporospatial parametrelerine olan etkilerini üç boyutlu yürüme analizi yerine koşu bandı ergometresi, *GaitRite* sistemi gibi farklı yöntemler kullanarak değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır (18, 27). Cottalorda ve diğ. (18) 11-13 yaş aralığında 42 çocuğun yer aldığı çalışmalarında 10 kilogramlık bir sırt çantası ve Connolly ve diğ. (27) 12-13 yaş aralığında 32 çocuğun yer aldığı çalışmalarında çocukların vücut ağırlıklarının % 15'i kadar ağırlıkta bir sırt çantası kullanmıştır. Bu çalışmalarda, çantasız durum ile çantanın tek ve çift omuz üzerinde taşındığı durum olmak üzere üç farklı durumda yürüyüşün temporospatial parametrelerini kayıt altına almışlardır.

Her iki çalışmada ağırlıksız yürüyüşe göre çantanın taşındığı her iki durumda çift destek periyodu süresinin anlamlı düzeyde arttığı (18, 27), ayrıca Cottalorda ve diğerlerinin çalışmasında duruş fazı süresinin de anlamlı düzeyde arttığı gösterilmiştir (18). Çift adım uzunluğu değerlendirildiğinde iki farklı çanta taşıma şeklinde farklı sonuçlar ortaya konmuştur (18, 27). Bir diğer çalışmada ise her iki farklı taşıma şeklinin çift adım uzunluğunda azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (10).

Sırt çantasının farklı kullanım şekillerinin yürüyüşün kinematik parametreleri üzerine etkilerini inceleyen Smith ve diğ. (62) yetişkin yaş grubunda pelvis kinematiğini araştırmışlar, çantanın çift ve tek omuz üzerinde taşındığında, pelvik obliklik ve pelvik rotasyonda ağırlıksız duruma göre azalma gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Literatürde çift ve tek omuz üzerinde çanta taşıma şekillerinin karşılaştırılması dışında bazı çalışmalarda çift omuz üzerinde çanta kullanımı, farklı yöntemler ve farklı ağırlıkta yükler kullanılarak değerlendirilmiştir (25, 28, 59, 63). Bu çalışmalarda genellikle bireyler ağırlıksız ve vücut ağırlığının % 10, % 15 ve % 20' i kadar ağırlık her iki omuz üzerinde taşınarak değerlendirilmiş ve bu dört durum karşılaştırılmıştır. Bu dört durumun karşılaştırıldığı Hong ve Cheung (25)' un çalışmasında temporospatial parametrelerde hiçbir fark belirlenmemiştir. Yürüme bandı üzerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, ağırlıksız ve vücut ağırlığının % 10' u kadar ağırlığın taşındığı durumlara göre vücut ağırlığının % 20' si kadar ağırlığın taşındığı durumda sallanma fazı süresinde azalma ve çift destek periyodu süresinde artış gerçekleştiği saptanmıştır (59).

Kullanılan sırt çantası ağırlığının yürüyüşün kinematik ve kinetik parametreleri üzerine etkilerini belirlemeye çalışan Chow ve diğ. (28) sırt çantası ağırlığının yürüyüş esnasında alt ekstremitte biyomekaniğinde etkisi olduğunu saptamışlardır.

Son yıllarda farklı çanta ağırlıklarındaki sırt çantasının üst ve alt seviyelerde taşınmasının da yürüyüş üzerine etkileri araştırılmıştır (63, 64).

Öğrencilerin kullandığı sırt çantası ağırlığı limitinin belirlenmesi amacıyla farklı ağırlık miktarlarını içerecek şekilde gerçekleştirilen çalışmalara göre; bazı araştırmacılar bu limitin vücut ağırlığının % 10-12' si olması gerektiğini savunurken

(47, 59, 65), bazı araştırmacılar bu limitin vücut ağırlığının % 15'i olması gerektiğini belirtmişlerdir (6, 22, 25, 41, 66).

Sırt çantası kullanımı ile ilgili yapılan biyomekanik çalışmaları gerçekleştiren araştırmacılar arasında, çanta ağırlığı miktarının ve çanta kullanım şeklinin yürüyüş parametreleri üzerine olan etkileri hakkında henüz tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. Sırt çantası kullanımının vücut biyomekaniği üzerinde farklı sonuçlar ortaya konması nedeniyle, araştırmacılar öğrencilere ve ebeveynlerine sırt çantası kullanımı ağırlığı ve şekli hakkında farklı önerilerde bulunmaktadır (6, 22, 25, 41, 47, 59, 65, 66).

Literatür incelendiğinde adölesan yaş grubunda, okul çantası taşıma şeklinin postür üzerine olan etkilerinin ve yürüyüş esnasında temporospatial parametreler üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır. (10, 18, 22, 27). Ancak çanta taşıma şeklinin yürüyüşün kinetik ve kinematik parametreler üzerine etkilerinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışmanın amacı, adölesan çağıdaki okula giden çocukların vücut ağırlıklarının % 15'i kadar bir yük içeren sırt çantasının değişik şekillerde taşınmasının yürüyüşün temporospatial parametreleri ile birlikte kinetik ve kinematik parametrelerine olan etkilerinin araştırılmasıdır.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1 Bireyler

Çalışmamızda 16 kız, 28 erkek, toplam 44 adölesan değerlendirildi. Çalışmaya 10-17 yaş aralığında yer alan, ortopedik ve nörolojik herhangi bir problemi olmayan ve okula giderken sırt çantası kullanan adölesanlar dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen 44 bireyde sağ dominanttı.

Bu yaş aralığının seçilme sebebi muskuloskeletal sistemin gelişiminin adölesan dönemde hızlı olması (3,4) ve bu yaş grubundaki çocukların büyük bir çoğunluğunun haftanın beş günü okula gidip gelirken okul araç ve gereçlerini taşımak için sırt çantası kullanıyor olmasıydı.

Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Yerel Etik Kurulu'na başvurularak 13 Ağustos 2009 tarihli, HEK 09/138 numaralı etik kurul izni alındı. Çalışmanın amacının ve içeriğinin detaylı anlatıldığı aydınlatılmış onam formu, bireylere ve gönüllülerin ebeveynlerine okutuldu ve her bir birey ve ebeveyni çalışma hakkında sözlü olarak bilgilendirildi. Çalışmaya katılmayı kabul eden her bir bireye ve ebeveynine aydınlatılmış onam formu imzalatılarak her birinin onayı alındı.

3.2 Gereç

Çalışmanın İstanbul Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Yürüme Analizi Laboratuvarı (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2)'nda gerçekleştirilebilmesi için İstanbul Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanlığı'ndan izin alındı.

Çalışmalarla ortaya konulan biyomekaniksel ve epidemiyolojik sonuçlar doğrultusunda çalışmamızda sırt çantasının farklı şekillerde kullanımının yürüyüş esnasında alt ekstremitte biyomekaniği üzerine etkilerini inceleyebilmek için vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlığın kullanılmasına karar verildi. Bazı çalışmalar (6, 22, 25, 41, 66) tarafından öğrencilerin ağırlık limiti olarak taşınması önerilen vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlıkta bir çantanın bilateral ve unilateral kullanımının yürüyüş esnasında ne gibi değişikliklere neden olabileceğinin araştırılması amaçlandı.



Şekil 3.1. Yürüme analizi laboratuvarının görünümü - 1.



Şekil 3.2. Yürüme analizi laboratuvarının görünümü - 2.

Değerlendirme boyunca tüm bireylerde aynı sırt çantası kullandı (şekil 3.3). Her bir bireyin vücut ağırlıklarının % 15'i hesaplanarak, o miktarda ağırlık içerecek şekilde bir sırt çantası ağırlığı ayarlandı. Ancak çalışmamızda standart okul çantası kullanıldığında çantanın boyutlarının işaretleyicilerin kameralar tarafından

algılanmasını engelleyebileceği düşünülerek standart boyutlarda bir okul çantası yerine daha küçük boyutlarda bir sırt çantası kullanıldı.



Şekil 3.3. Değerlendirmede kullanılan sırt çantası.

Özellikle sakral işaretleyicinin kameralar tarafından daha net olarak algılanmasını sağlamak için her bir bireyde sırt çantasının askıları bireye göre ayarlanarak mümkün olduğu kadar sıkı şekilde sırtta tespit edildi ve sırt çantasının alt kenarı sakral işaretleyiciden en az 5 santimetre yukarıya yerleştirildi.

Her bir bireyde çantanın ağırlık miktarının belirlenmesinde çanta içerisine yerleştirmek için aynı materyaller kullanıldı. Bu materyaller, standart kağıt ve ağırlık parçalarıydı. Bu materyallerin miktarı, her bir bireyin vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlık oluşturacak şekilde belirlendi.

Üç farklı durumda yürüyüş analizini gerçekleştirmek için altı infrared kamera ve iki kuvvet platformu (Kistler Instrumente AG, Winterthur, İsviçre) ile birlikte bir hareket analizi sistemi (Elite Eliclinic, BTS, Milan, İtalya) kullanıldı.

3.3 Yöntem

Çalışmaya katılmayı kabul eden her bir bireyin bilgilendirmesinden ve onaylarının alınmasının ardından bireylerin boy ve vücut ağırlığı ölçülerek kaydedildi. Fiziksel özelliklerin kaydedilmesinden sonra bireylerin gözlemsel postür analizi yöntemi ile anterior, posterior ve lateral postür analizi değerlendirmeleri yapıldı.

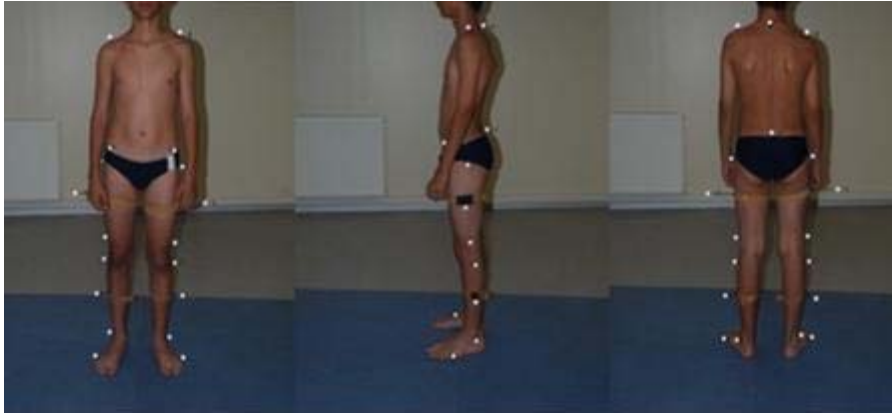
Yansıtıcı kürelerin (Şekil 3.4) yerleştirilmesi öncesinde yürüyüş kaydının gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan pelvis genişliği ve kalça, diz ve ayak bileği ekleminin genişliği gibi antropometrik ölçümler pelvimetre (Şekil 3.5) aracılığıyla yapıldı. Alt ekstremité uzunluğu ise mezura ile ölçüldü ve tüm bu antropometrik değerler hareket analizi sistemine kaydedildi. Daha sonra her bir bireye yansıtıcı küreler Davis İşaretleyici Yerleşim Protokolü (67)'ne göre yerleştirildi (Şekil 3.6). Yansıtıcı kürelerin bilateral yerleştirildiği yerler; beşinci metatars başı, lateral malleol, lateral bar ile tibianın orta noktası, fibula başı, femurun lateral kondili, lateral bar ile femurun orta noktası, femurun büyük trokantörü, spina iliaca anterior superior ve akromiondur. Kürelerin bilateral yerleştirilmediği yerler ise sakrum ve yedinci servikal vertebradır.



Şekil 3.4. Yansıtıcı küreler.



Şekil 3.5 Pelvimetre.

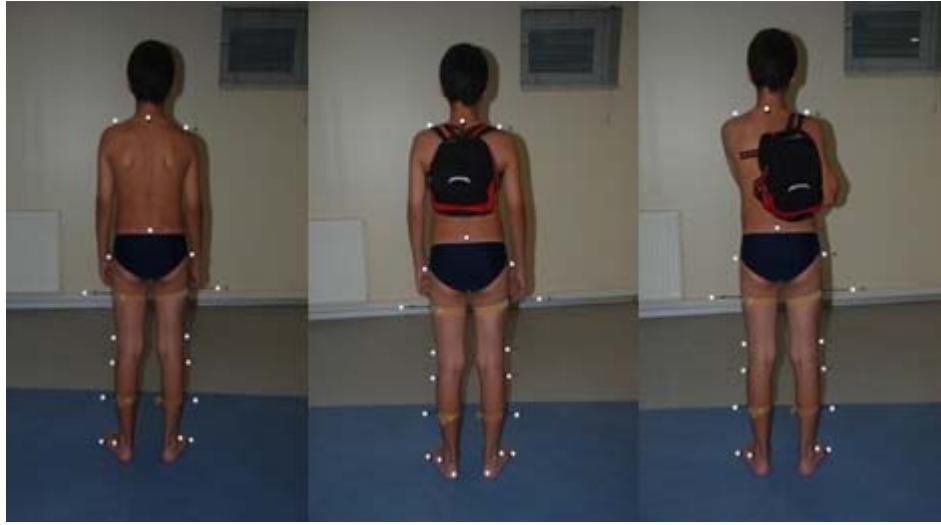


Şekil 3.6. Yansıtıcı kürelerin yerleşiminin anterior, posterior ve lateral görünümü.

Femurun büyük trokantörüne yerleştirilecek olan işaretleyicinin kıyafet üzerine yerleştirildiğinde yer değiştirme ihtimali olduğu için tüm erkek bireylere femurun büyük trokantörünü açıkta bırakacak mayo giydirildi. Kız bireylere ise mayo ile birlikte bir atlet giydirildi. Yürüme analizi kaydı esnasında kameralar tarafından işaretleyiciler yerine algılanmalarını engellemek için saat, kolye, küpe gibi metal içeren aksesuarlar çıkarıldı. Tüm bireyler çıplak ayak test edildi.

Bireyler, rastgele sıra ile ağırlıksız durum, vücut ağırlığının %15'i kadar ağırlıkta bir sırt çantasının çift omuz ve sağ omuz üzerinde taşındığı durum olmak

üzere üç farklı durumda yürütülerek değerlendirildi (Şekil 3.7). Bireyler, 10 metrelik yürüme yolunda kuvvet platformu üzerinde üç sağ ve üç sol tam adım kaydedilene kadar kendi belirledikleri rahat yürüme hızında yürütüldü ve üç boyutlu yürüme analizi sistemiyle yürüyüşün temporospatial, kinematik ve kinetik parametreleri kaydedildi (Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Değerlendirme yapılan üç durum: A) Ağırksız durum B) Çantanın bilateral olarak taşındığı durum C) Çantanın unilateral olarak taşındığı durum.



Şekil 3.8. Üç farklı durumda yürüyüş değerlendirmesi.

Değerlendirmede kayıt altına alınan veriler;

- Demografik bilgiler
- Gözlemsel postür analizi yöntemi ile postür değerlendirmesi
- Üç farklı yürüyüş şeklinde üç boyutlu yürüme analizi ile;
 - a) Yürüyüşün temporospatial parametrelerinin değerlendirilmesi
 - Duruş fazı (%)
 - Sallama fazı (%)
 - Çift adım periyodu (%)
 - Çift adım uzunluğu (mm)
 - Adım uzunluğu (mm)
 - Adım genişliği (mm)
 - Tempo (adım/dk)
 - Yürüme hızı (m/sn)
 - b) Alt ekstremit eklemlerinin kinematik parametrelerinin değerlendirilmesi
 - Topuk vuruşunda dorsifleksiyon ($^{\circ}$)
 - Maksimum dorsifleksiyon ($^{\circ}$)
 - Maksimum plantar fleksiyon ($^{\circ}$)
 - Topuk vuruşunda diz fleksiyonu ($^{\circ}$)
 - Maksimum diz fleksiyonu ($^{\circ}$)
 - Maksimum diz ekstansiyonu ($^{\circ}$)
 - Duruş fazında ortalama valgum-varum ($^{\circ}$)
 - Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu ($^{\circ}$)
 - Maksimum kalça fleksiyonu ($^{\circ}$)
 - Maksimum kalça ekstansiyonu ($^{\circ}$)
 - Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu ($^{\circ}$)
 - Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu ($^{\circ}$)
 - c) Pelvis kinematiğinin değerlendirilmesi
 - Duruş fazında ortalama sagittal düzlemde pelvik tilt ($^{\circ}$)
 - Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon ($^{\circ}$)
 - Duruş fazında ortalama pelvik obliklik ($^{\circ}$)

d) Alt ekstremite eklemlerinin kinetik parametrelerinin değerlendirilmesi

- Yürüyüş siklüsünün %0-30'da maksimum dorsifleksör moment (Nm/kg)

- Yürüyüş siklüsünün %30-60'da maksimum plantar fleksör moment (Nm/kg)

- Yürüyüş siklüsünün %0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu (W/Kg)

- Yürüyüş siklüsünün %30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi (W/Kg)

- Yürüyüş siklüsünün %0-30'da maksimum diz ekstansör momenti (Nm/kg)

- Yürüyüş siklüsünün %30-60'da maksimum diz fleksör momenti(Nm/kg)

- Yürüyüş siklüsünün %0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu (W/Kg)

- Yürüyüş siklüsünün %30-60'da dizde maksimum güç üretimi (W/Kg)

- Duruş fazında maksimum kalça fleksör momenti (Nm/kg)

- Duruş fazında maksimum kalça ekstansör momenti (Nm/kg)

- Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu (W/Kg)

- Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi (W/Kg)

3.4 İstatistiksel Analiz

Bireylerden elde edilen verilerin analizi Windows işletim sistemi altında çalışan SPSS 11.5 for Windows istatistik paket programı ile yapıldı. Değerlendirilen her bir durumda sağ ve sol tarafa ait verilerin farklılıklarını ölçmek için de t testi kullanıldı. Durumları birbiriyle karşılaştırmak için ağırlıksız durum - çantanın bilateral taşındığı durum, ağırlıksız durum - çantanın unilateral taşındığı durum ve çantanın bilateral taşındığı durum - çantanın unilateral taşındığı durum olmak üzere ikili olarak karşılaştırmalar yapıldı ve bu karşılaştırmalar da t testi kullanılarak analiz edildi. Her bir duruma ait tempo, adım genişliği ve hız parametreleri hariç yürüme

analizine ait tüm sağ ve sol parametreler diğer durumlara ait sağ ve sol parametreler ile karşılaştırıldı.

İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak verildi. Ölçülebilen veriler aritmetik ortalama \pm standart sapma ($X \pm SS$) olarak ifade edildi.

4. BULGULAR

Çalışmamızda yaş ortalamaları 12.93 ± 1.77 yıl olan 28 erkek ve 16 kız olmak üzere 44 adölesan, gözlemsel postür analizi ve yürüme analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Değerlendirilen bireylerin fiziksel özellikleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Bireylerin fiziksel özellikleri (N=44).

	X±SS
Yaş (yıl)	12.87±1.77
Vücut Ağırlığı (kg)	46.90±10.51
Boy (cm)	154.40±10.65

Bireyler üzerinde gerçekleştirilen gözlemsel postür analizi sonuçlarına göre belirlenen postürel bozuklukların bireylere göre dağılımı tablo 4.1’de yer almaktadır. Gözlemsel postür analizi değerlendirmesinin sonucunda bireylerde yürüme analizinin sonuçlarını etkileyebilecek boyutta torakal kifoz, lumbal lordoz artışı ya da skolyoz gibi herhangi bir postürel bozukluğa rastlanmamıştır.

Tablo 4.2. Gözlemsel postür analizi sonuçlarının bireylere göre dağılımı.

	n	%
Pes planus (1.derece)	14	32
Genu varum	14	32
Artmış anterior pelvik tilt	7	16
Artmış lumbal lordoz	16	36
Artmış torakal kifoz	10	23
Omuzlarda protraksiyon	10	23
Omuzlarda yükseklik farkı	2	4
Başın artmış anterior tilti	9	20

4.1 Temporospatal Parametreler

Temporospatal parametreler, çantasız yürüme, sırt çantasının sağ ve çift omuz üzerinde taşıyarak yürüme olmak üzere üç farklı durumda değerlendirilmiştir. Sağ ve sol alt ekstremitelere ait temporospatal parametreler karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Üç durumda elde edilen temporospatal değerler Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Üç duruma ait temporospatal parametreler.

	Ağırlıksız durum		t	p
	Sağ (X±SS)	Sol (X±SS)		
Duruş fazı (%)	57.93±1.96	58.12±1.72	-0.853	0.346
Sallanma fazı (%)	42.06±1.96	41.87±1.72	0.955	0.345
Çift destek periyodu (%)	7.95±1.78	7.92±1.79	0.200	0.843
Adım uzunluğu (mm)	597.91±57.03	600.69±49.63	-0.442	0.661
Çift adım uzunluğu (mm)	1174.85±189.85	1201.72±100.74	-1.028	0.310
Çift omuz üzerinde taşınan durum				
	Sağ (X±SS)	Sol (X±SS)		
Duruş fazı (%)	59.21±1.93	59.17±1.84	0.195	0.847
Sallanma fazı (%)	40.78±1.93	40.83±1.85	-0.198	0.844
Çift destek periyodu (%)	9.09±1.84	9.06±1.74	0.161	0.873
Adım uzunluğu (mm)	585.68±64.64	590.26±53.13	-0.748	0.458
Çift adım uzunluğu (mm)	1176.61±103.22	1177.61±111.87	-0.295	0.770
Sağ omuz üzerinde taşınan durum				
	Sağ (X±SS)	Sol (X±SS)		
Duruş fazı (%)	58.97±1.87	58.99±1.89	-0.112	0.911
Sallanma fazı (%)	41.03±1.85	41.00±1.89	0.159	0.875
Çift destek periyodu (%)	9.07±1.77	8.74±1.68	1.829	0.074
Adım uzunluğu (mm)	592.42±72.99	588.43±55.02	0.479	0.635
Çift adım uzunluğu (mm)	1184.10±110.21	1182.75±119.54	0.412	0.683

Çanta taşınmayan durum ve çantanın her iki omuz üzerinde taşındığı durum karşılaştırıldığında, bireylerin dominant tarafı olan sağ ekstremitelerinden kaydedilen çift adım uzunluğu dışında, ölçülen tüm parametreler arasında fark saptandı (Tablo 4.4, $p<0.05$).

Ağırlıksız durum ve çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durum karşılaştırılmasında ise, sağ adım uzunluğu ve çift adım uzunluğu ile sol çift adım uzunluğu değerleri hariç, ölçülen diğer tüm parametreler arasında fark bulundu (Tablo 4.5, $p<0.05$).

Tablo 4.4. Ağrılıksız durum ve çantanın çift omuz üzerinde taşındığı durumun temporospatial parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ağrılıksız durum	Çift omuz üzerinde taşınan durum	t	p
	Sağ (X±SS)	Sağ (X±SS)		
Duruş fazı (%)	57.93±1.96	59.21±1.93	-5.702	<0.001
Sallanma fazı (%)	42.06±1.96	40.78±1.93	5.699	<0.001
Çift destek periyodu (%)	7.95±1.78	9.09±1.84	-6.495	<0.001
Adım uzunluğu (mm)	597.91±57.03	585.68±64.64	2.069	0.045*
Çift adım uzunluğu (mm)	1174.85±189.85	1176.61±103.22	-0.064	0.949
	Sol (X±SS)	Sol (X±SS)		
Duruş fazı (%)	58.12±1.72	59.17±1.84	-5.347	<0.001
Sallanma fazı (%)	41.87±1.72	40.83±1.85	5.340	<0.001
Çift destek periyodu (%)	7.92±1.79	9.06±1.74	-5.694	<0.001
Adım uzunluğu (mm)	600.69±49.63	590.26±53.13	2.202	0.033*
Çift adım uzunluğu (mm)	1201.72±100.74	1177.61±111.87	2.539	0.015*

*p<0.05

Tablo 4.5. Ağrılıksız durum ve çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durumun temporospatial parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ağrılıksız durum	Sağ omuz üzerinde taşınan durum	t	p
	Sağ (X±SS)	Sağ (X±SS)		
Duruş fazı (%)	57.93±1.96	58.97±1.87	-5.702	<0.001
Sallanma fazı (%)	42.06±1.96	41.03±1.85	5.121	<0.001
Çift destek periyodu (%)	7.95±1.78	9.07±1.77	-6.354	<0.001
Adım uzunluğu (mm)	597.91±57.03	592.42±72.99	0.814	0.420
Çift adım uzunluğu (mm)	1174.85±189.85	1184.10±110.21	-0.340	0.736
	Sol (X±SS)	Sol (X±SS)		
Duruş fazı (%)	58.12±1.72	58.99±1.89	-4.674	<0.001
Sallanma fazı (%)	41.87±1.72	41.00±1.89	4.702	<0.001
Çift destek periyodu (%)	7.92±1.79	8.74±1.68	-4.906	<0.001
Adım uzunluğu (mm)	600.69±49.63	588.43±55.02	2.609	0.012*
Çift adım uzunluğu (mm)	1201.72±100.74	1182.75±119.54	1.886	0.066

*p<0.05

Çantanın çift ve sağ omuz üzerinde taşındığı iki durum karşılaştırıldığında ise; değerlendirilen temporospatial parametrelerin hiçbirinde fark bulunmamıştır (Tablo 4.6, p>0.05).

Tablo 4.6. Çantanın çift ve sağ omuz üzerinde taşındığı durumların temporospatial parametrelerinin karşılaştırılması.

	Çift omuz üzerinde taşınan durum	Sağ omuz üzerinde taşınan durum	t	p
	Sağ (X±SS)	Sağ (X±SS)		
Duruş fazı (%)	59.21±1.93	58.97±1.87	1.423	0.162
Sallanma fazı (%)	40.78±1.93	41.03±1.85	-1.439	0.157
Çift destek periyodu (%)	9.09±1.84	9.07±1.77	0.122	0.903
Adım uzunluğu (mm)	585.68±64.64	592.42±72.99	-1.537	0.132
Çift adım uzunluğu (mm)	1176.61±103.22	1184.10±110.21	-1.088	0.283
	Sol (X±SS)	Sol (X±SS)		
Duruş fazı (%)	59.17±1.84	58.99±1.89	1.181	0.244
Sallanma fazı (%)	40.83±1.85	41.00±1.89	-1.135	0.263
Çift destek periyodu (%)	9.06±1.74	8.74±1.68	1.796	0.079
Adım uzunluğu (mm)	590.26±53.13	588.43±55.02	0.491	0.626
Çift adım uzunluğu (mm)	1177.61±111.87	1182.75±119.54	-0.764	0.449

Değerlendirilen üç durum, sağ ve sol olarak değerlendirilmeyen temporospatial parametreler olan tempo, adım genişliği ve ortalama hız parametreleri açısından karşılaştırıldığında her iki çanta kullanım şeklinde tempoda fark belirlenmemiştir ($p>0.05$). Çantasız yürüyüşe göre tek taraflı çanta kullanım şeklinin adım genişliğinde artışa ($p<0.05$) ve çift taraflı çanta kullanım şeklinin ortalama hızda azalmaya neden olduğu saptanmıştır (Tablo 4.7, $p<0.05$).

Tablo 4.7. Üç duruma ait tempo, adım genişliği ve ortalama hız parametreleri.

	Ağırlıksız durum (X±SS)	Bilateral taşınan durum (X±SS)	t	p
Tempo (adım/dk)	111.85±9.12	110.63±10.45	1.464	0.151
Adım genişliği (mm)	121.29±23.85	125.61±28.65	-1.520	0.136
Ortalama hız (m/s)	1.12±0.13	1.08±0.14	2.785	0.008*
	Bilateral taşınan durum (X±SS)	Unilateral taşınan durum (X±SS)		
Tempo (adım/dk)	110.63±10.45	111.29±9.62	-1.232	0.225
Adım genişliği (mm)	125.61±28.65	126.81±24.84	-0.467	0.643
Ortalama hız (m/s)	1.08±0.14	1.09±0.15	-1.593	0.118
	Ağırlıksız durum (X±SS)	Unilateral taşınan durum (X±SS)		
Tempo (adım/dk)	111.85±9.12	111.29±9.62	0.701	0.487
Adım genişliği (mm)	121.29±23.85	126.81±24.84	-2.071	0.044*
Ortalama hız (m/s)	1.12±0.13	1.09±0.15	1.498	0.141

* $p<0.05$

4.2 Kinematik Parametreler

Yürüme analizi sonucunda elde edilen ayak bileği plantar fleksiyonu, diz ekstansiyonu, valgum açısı, kalça ekstansiyonu, abduksiyonu, eksternal rotasyonu, posterior pelvik tilt, eksternal pelvik rotasyon ve aşağı yönde pelvik obliklik kinematik parametrelerine ait değerler elde edilen grafiklerde negatif yönde yer almaktadırlar. Bu nedenle tablolarda yer alan bu parametrelere ait sayısal değerler, grafiklerde yer aldıkları duruma göre incelenmiştir.

Çantasız yürüme ve iki farklı çanta taşıma şeklinde yürümenin alt ekstremiteye ait kinematik parametreler üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla öncelikli olarak her üç durumda sağ ve sol alt ekstremita kinematik parametreleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.8, Tablo 4.9 ve Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Ağırksız duruma ait kinematik parametreler.

	Sağ (ort±SS)	Sol (ort±SS)	t	p
Topuk vuruşunda dorsifleksiyon	-0.55±3.74	0.49±4.02	-1.624	0.112
Maksimum dorsifleksiyon	13.02±3.77	14.10±3.74	-2.049	0.047*
Maksimum plantar fleksiyon	-8.59±6.06	-7.24±5.50	-1.724	0.092
Topuk vuruşunda diz fleksiyonu	9.68±5.08	7.63±5.72	2.407	0.020*
Maksimum diz fleksiyonu	63.84±5.08	62.18±5.50	1.930	0.060
Maksimum diz ekstansiyonu	8.48±5.86	6.12±5.74	2.852	0.007*
Duruş fazında ortalama valgum-varum	4.78±3.29	5.88±2.71	-2.027	0.049*
Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu	33.74±6.29	32.58±7.38	1.679	0.101
Maksimum kalça ekstansiyonu	-3.76±8.32	-6.73±8.00	4.906	<0.001
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	4.98±9.34	4.38±7.96	0.368	0.714
Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu	0.98±2.85	-3.17±2.77	6.481	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	7.67±4.77	7.79±4.52	-0.924	0.360
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	-0.83±2.72	1.46±2.98	-2.748	0.009*
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	1.70±1.70	-1.11±1.66	5.793	<0.001

*p<0.05

Tablo 4.9. Çantanın çift omuz üzerinde taşındığı duruma ait kinematik parametreler.

	Sağ (ort±SS)	Sol (ort±SS)	t	p
Topuk vuruşunda dorsifleksiyon	-1.38±3.64	0.13±3.85	-2.530	0.015*
Maksimum dorsifleksiyon	12.27±3.67	13.93±3.49	-2.945	0.005*
Maksimum plantar fleksiyon	-9.96±5.74	-8.27±5.33	-2.295	0.027*
Topuk vuruşunda diz fleksiyonu	11.13±5.10	8.91±6.23	2.471	0.018*
Maksimum diz fleksiyonu	64.47±5.72	63.13±5.51	1.417	0.164
Maksimum diz ekstansiyonu	9.23±6.58	5.74±6.54	3.823	<0.001
Duruş fazında ortalama valgum-varum	4.93±3.60	6.03±2.90	-1.803	0.078
Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu	37.84±6.36	36.10±7.66	2.172	0.035*
Maksimum kalça ekstansiyonu	-1.24±8.05	-4.27±8.88	4.526	<0.001
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	5.78±9.16	5.15±9.01	0.329	0.744
Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu	1.62±2.78	-3.15±2.81	7.533	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	10.43±4.54	10.60±4.49	-1.820	0.076
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	-1.89±2.59	1.72±2.58	-4.759	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	1.95±1.71	-0.92±1.65	5.965	<0.001

p<0.05

Tablo 4.10. Çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı duruma ait kinematik parametreler.

	Sağ (ort±SS)	Sol (ort±SS)	t	p
Topuk vuruşunda dorsifleksiyon	-1.03±3.72	0.21±3.53	-1.866	0.069
Maksimum dorsifleksiyon	12.55±4.17	14.05±3.19	-2.447	0.019*
Maksimum plantar fleksiyon	-9.63±5.45	-7.76±4.94	-2.466	0.018*
Topuk vuruşunda diz fleksiyonu	11.67±5.32	9.84±6.73	1.823	0.075
Maksimum diz fleksiyonu	63.87±5.86	62.97±5.95	0.928	0.359
Maksimum diz ekstansiyonu	9.55±6.93	7.00±7.15	2.737	0.009*
Duruş fazında ortalama valgum-varum	4.87±3.66	5.92±2.81	-1.702	0.096
Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu	36.95±6.60	36.11±7.67	1.168	0.249
Maksimum kalça ekstansiyonu	-1.87±8.15	-4.49±8.80	3.935	<0.001
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	4.54±9.58	5.31±9.07	-0.395	0.695
Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu	2.69±3.41	-4.21±3.39	8.214	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	9.53±4.72	9.67±4.60	-1.206	0.234
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	-0.60±3.09	0.02±3.14	-0.674	0.504
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	3.22±2.18	-2.00±2.29	7.964	<0.001

p<0.05

Ayak bileği ekleminde; değerlendirilen üç durumdan sadece bilateral yüklenme durumunda topuk vuruşunda sol dorsifleksiyon sağa göre daha fazla olarak belirlenmiştir (p<0.05). Maksimum dorsifleksiyonun tüm durumlarda solda daha fazla olduğu ve maksimum plantar fleksiyonun sadece çantanın taşındığı iki durumda sağda daha fazla olduğu saptanmıştır (Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10, p<0.05).

Diz ekleminde; topuk vuruşunda diz fleksiyonu ağırlıksız ve bilateral çanta kullanımının olduğu durumlarda sağda sola göre ve maksimum diz ekstansiyonu tüm durumlarda solda sağa göre daha yüksek değerlerde olarak belirlenmiştir (Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10, $p<0.05$). Duruş fazında sol ortalama varum açısının sadece ağırlıksız durumda sağa göre fazla olduğu bulunmuştur (Tablo 4.8, $p<0.05$).

Kalça ekleminde; değerlendirilen tüm durumlarda topuk vuruşunda sağ kalça fleksiyonunun soldan ve sol kalça maksimum ekstansiyonun sağdan daha fazla olarak bulunmuştur (Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10, $p<0.05$). Ayrıca yine tüm durumlarda duruş fazı boyunca sağ kalça adduksiyonu sola göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur (Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10, $p<0.001$).

Duruş fazında pelvik tilt, pelvik rotasyon ve pelvik obliklik incelendiğinde; tüm durumlarda sağ pelvis seviyesinin sola göre daha yukarıda olarak belirlenmiştir (Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10, $p<0.001$). Ağırlıksız durumda ve çantanın bilateral taşındığı iki durumda sağ taraf pelvis sola göre daha fazla eksternal rotasyondaydı (Tablo 4.8, Tablo 4.9, $p<0.05$).

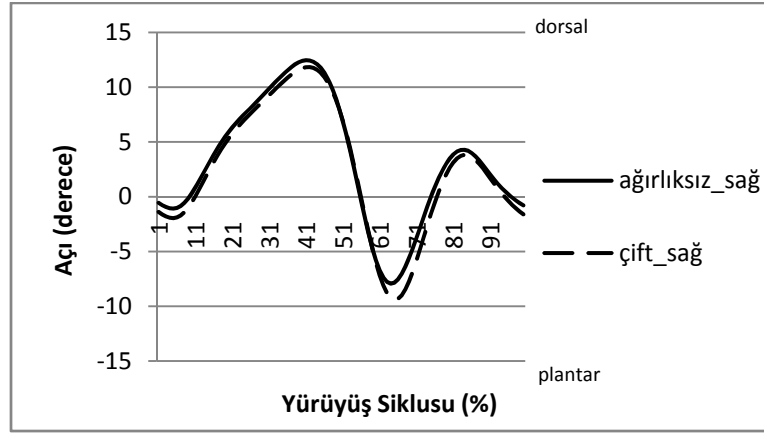
4.2.1 Ağırlıksız Durum ve Çantanın Çift Omuz Üzerinde Taşındığı Durumun Karşılaştırılması

Bu iki durum sağ ve sol olmak üzere ayrı ayrı karşılaştırıldığında; her iki alt ekstremitede ayak bileği maksimum plantar fleksiyonunun ağırlıksız duruma göre arttığı bulunmuştur (Tablo 4.11, Şekil 4.1, Şekil 4.2, $p<0.05$).

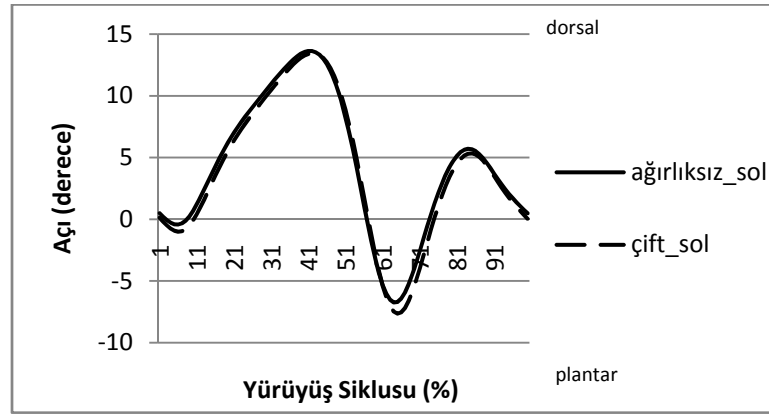
Tablo 4.11. Ağrılıksız durum ve çantanın çift omuz üzerinde taşındığı durumun kinematik parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ağrılıksız durum	Çift omuz üzerinde taşınan durum	t	p
	Sağ (ort±SS)	Sağ (ort±SS)		
Topuk vuruşunda dorsifleksiyon	-0.55±3.74	-1.38±3.64	1.822	0.075
Maksimum dorsifleksiyonu	13.02±3.77	12.27±3.67	1.734	0.090
Maksimum plantar fleksiyonu	-8.59±6.06	-9.96±5.74	2.357	0.023*
Topuk vuruşunda diz fleksiyon	9.68±5.08	11.13±5.10	-3.745	0.001*
Maksimum diz fleksiyon	63.84±5.08	64.47±5.72	-1.897	0.065
Maksimum diz ekstansiyon	8.48±5.86	9.23±6.58	-1.490	0.143
Duruş fazında ortalama diz valgum-varum	4.78±3.29	4.93±3.60	-0.782	0.438
Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu	33.74±6.29	37.84±6.36	-10.793	<0.001
Maksimum kalça ekstansiyonu	-3.76±8.32	-1.24±8.05	-4.842	<0.001
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	4.98±9.34	5.78±9.16	-1.261	0.214
Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu	0.98±2.85	1.62±2.78	-2.195	0.034*
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	7.67±4.77	10.43±4.54	-11.362	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	-0.83±2.72	-1.89±2.59	3.887	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	1.70±1.70	1.95±1.71	-1.129	0.265
	Sol (ort±SS)	Sol (ort±SS)		
Topuk vuruşunda dorsifleksiyon	0.49±4.02	0.13±3.85	0.866	0.391
Maksimum dorsifleksiyonu	14.10±3.74	13.93±3.49	0.335	0.739
Maksimum plantar fleksiyonu	-7.24±5.50	-8.27±5.33	2.188	0.034*
Topuk vuruşunda diz fleksiyonu	7.63±5.72	8.91±6.23	-2.876	0.006*
Maksimum diz fleksiyonu	62.18±5.50	63.13±5.51	-2.548	0.014*
Maksimum diz ekstansiyonu	6.12±5.74	5.74±6.54	0.840	0.405
Duruş fazında ortalama diz valgum-varum	5.88±2.71	6.03±2.90	-1.084	0.284
Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu	32.58±7.38	36.10±7.66	-8.170	<0.001
Maksimum kalça ekstansiyonu	-6.73±8.00	-4.27±8.88	-4.581	<0.001
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	4.38±7.96	5.15±9.01	-1.710	0.094
Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu	-3.17±2.77	-3.15±2.81	-0.068	0.946
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	7.79±4.52	10.60±4.49	-12.141	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	1.46±2.98	1.72±2.58	-1.005	0.321
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	-1.11±1.66	-0.92±1.65	-0.899	0.374

*p<0.05

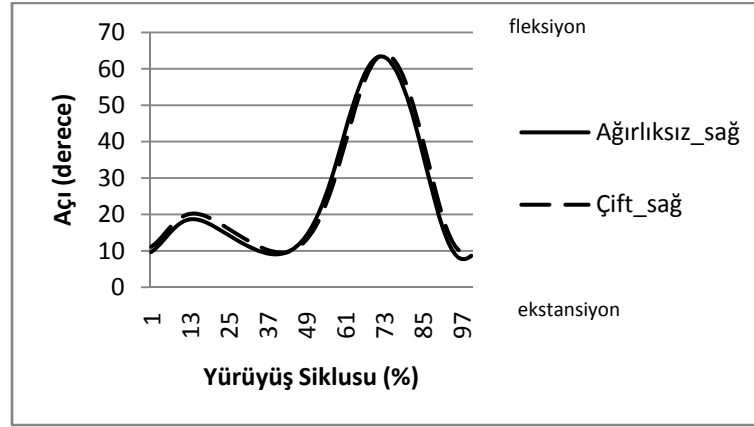


Şekil 4.1. Sağ ayak bileği dorsifleksiyonu ve plantar fleksiyonu.

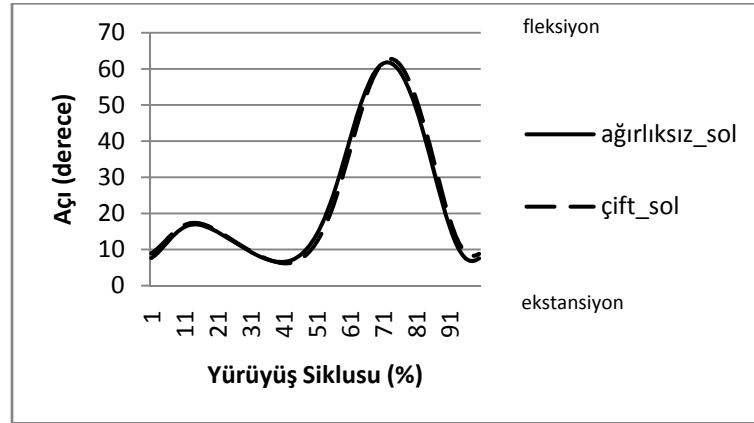


Şekil 4.2. Sol ayak bileği dorsifleksiyonu ve plantar fleksiyonu.

Çantanın bilateral olarak taşınması ile diz ekleminde, topuk vuruşunda diz fleksiyonu her iki ekstremitede ağırlıksız duruma göre artış mevcut iken (sağ $p < 0.001$, sol $p < 0.05$), sol diz maksimum fleksiyonda artış belirlenmiştir (Tablo 4.11, Şekil 4.3, Şekil 4.4, $p < 0.05$).

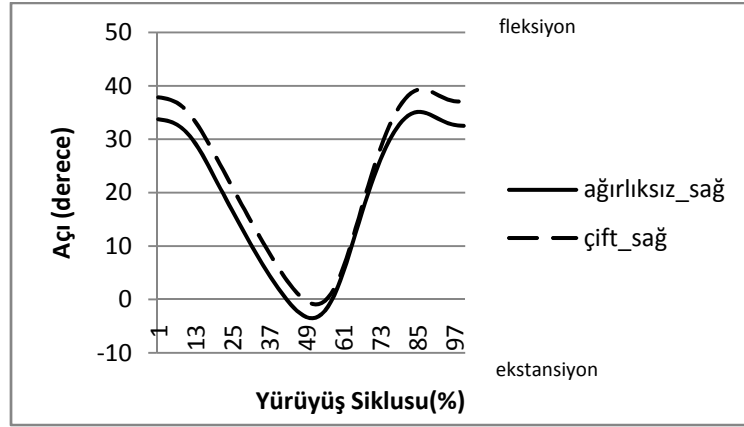


Şekil 4.3. Sağ diz fleksiyonu ve ekstansiyonu.

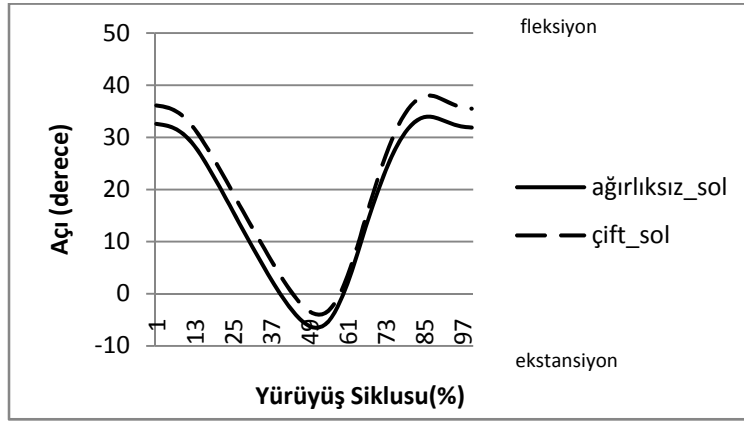


Şekil 4.4. Sol diz fleksiyonu ve ekstansiyonu.

Çantanın bilateral taşınması ile her iki alt ekstremitelerde topuk vuruşunda kalça fleksiyonunda artış gözlenirken ($p < 0.05$), maksimum ekstansiyonunda azalma gözlenmiştir (Tablo 4.11, Şekil 4.5, Şekil 4.6, $p < 0.001$). Ayrıca sağ tarafta duruş fazı boyunca ortalama kalça adduksiyonunda artış olduğu saptanmıştır (Tablo 4.11, $p < 0.05$).

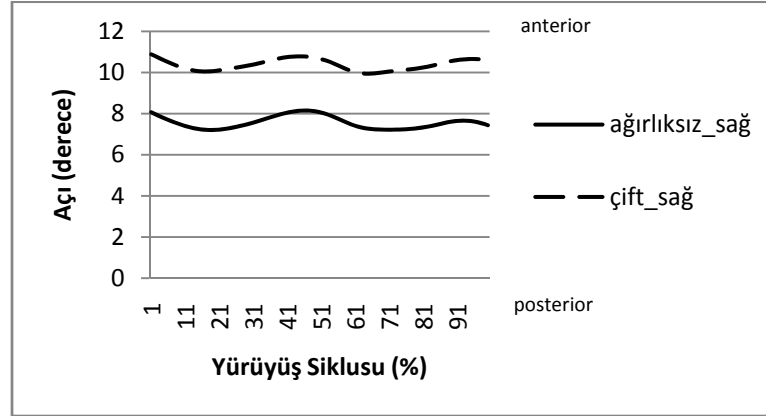


Şekil 4.5. Sağ kalça fleksiyonu ve ekstansiyonu.

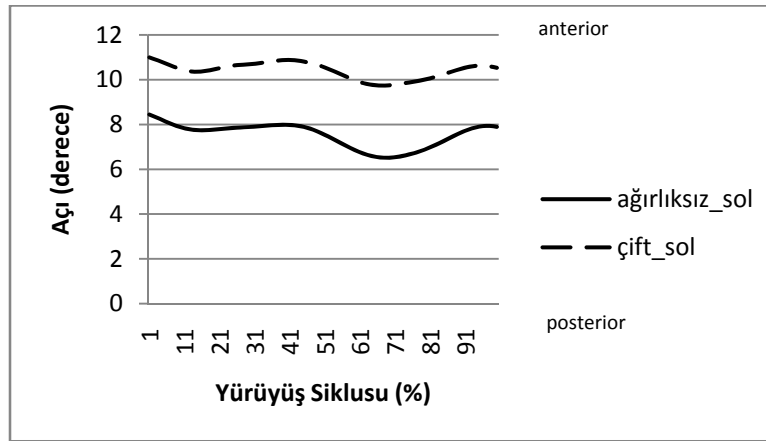


Şekil 4.6. Sağ kalça fleksiyonu ve ekstansiyonu.

Pelviste ağırlık taşınması ile birlikte duruş fazında ortalama pelvik obliklikte herhangi bir fark meydana gelmediği ($p>0.05$) ancak her iki tarafta anterior pelvik tiltte artış olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.11, Şekil 4.7, Şekil 4.8, $p<0.001$). Ayrıca duruş fazında sağ tarafta pelviste eksternal rotasyon artmıştır (Tablo 4.11, $p<0.001$).



Şekil 4.7. Sağ anterior-posterior pelvik tilt.



Şekil 4.8. Sol anterior-posterior pelvik tilt.

4.2.2 Çantanın Çift ve Sağ Omuz Üzerinde Taşındığı Durumların Karşılaştırılması

Çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durum ile çift omuz taşındığı durum karşılaştırıldığında sağ ve sol ayak bileği eklemine ait kinematik verilerde herhangi bir fark saptanmamıştır (Tablo 4.12, $p>0.05$).

Tablo 4.12. Çantanın çift ve sağ omuz üzerinde taşındığı durumların kinematik parametrelerinin karşılaştırılması.

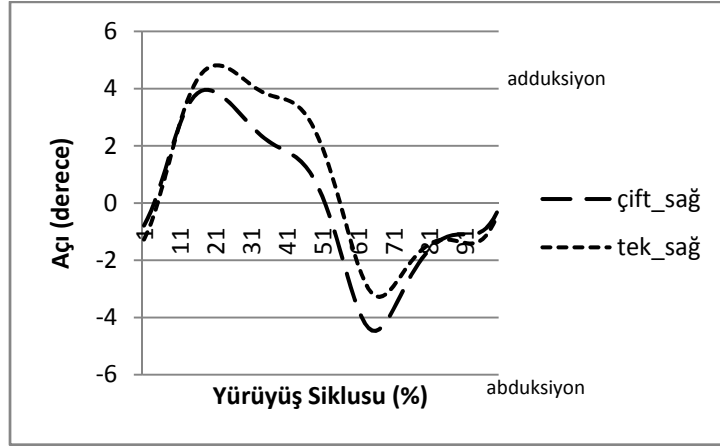
	Çift omuz üzerinde taşınan durum	Sağ omuz üzerinde taşınan durum	t	p
	Sağ (ort±SS)	Sağ (ort±SS)		
Topuk vuruşunda dorsifleksiyon	-1.38±3.64	-1.03±3.72	-1.542	0.130
Maksimum dorsifleksiyonu	12.27±3.67	12.55±4.17	-1.173	0.247
Maksimum plantar fleksiyonu	-9.96±5.74	-9.63±5.45	-0.803	0.427
Topuk vuruşunda diz fleksiyonu	11.13±5.10	11.67±5.32	-1.889	0.066
Maksimum diz fleksiyonu	64.47±5.72	63.87±5.86	2.002	0.052
Maksimum diz ekstansiyonu	9.23±6.58	9.55±6.92	-0.844	0.403
Duruş fazında ortalama diz valgum-varum	4.93±3.60	4.87±3.66	0.694	0.491
Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu	37.84±6.36	36.95±6.60	2.393	0.021*
Maksimum kalça ekstansiyonu	-1.24±8.05	-1.87±8.15	1.483	0.145
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	5.78±9.16	4.54±9.58	5.418	<0.001
Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu	1.62±2.78	2.69±3.41	-3.398	0.001*
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	10.43±4.54	9.53±4.72	3.817	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	-1.89±2.59	-0.60±3.09	-4.143	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	1.95±1.71	3.22±2.18	-5.463	<0.001
	Sol (ort±SS)	Sol (ort±SS)		
Topuk vuruşunda dorsifleksiyon	0.13±3.85	0.21±3.53	-0.306	0.761
Maksimum dorsifleksiyonu	13.93±3.49	14.05±3.19	-0.426	0.673
Maksimum plantar fleksiyonu	-8.27±5.33	-7.76±4.94	-1.310	0.197
Topuk vuruşunda diz fleksiyonu	8.91±6.23	9.84±6.73	-2.328	0.025*
Maksimum diz fleksiyonu	63.13±5.51	62.96±5.95	0.711	0.481
Maksimum diz ekstansiyonu	5.74±6.54	7.00±7.15	-4.163	<0.001
Duruş fazında ortalama diz valgum-varum	6.03±2.90	5.92±2.81	1.311	0.197
Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu	36.10±7.66	36.11±7.67	-0.027	0.978
Maksimum kalça ekstansiyonu	-4.27±8.88	-4.49±8.80	0.693	0.492
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	5.15±9.01	5.31±9.07	-0.667	0.508
Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu	-3.15±2.81	-4.21±3.39	3.519	0.001*
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	10.60±4.49	9.67±4.60	4.279	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	1.72±2.58	0.02±3.14	5.219	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	-0.92±1.65	-2.00±2.29	4.865	<0.001

*p<0.05

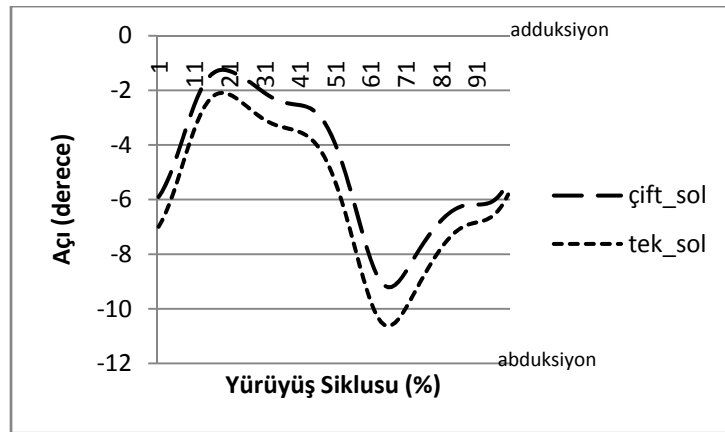
Çantanın sağ tarafta taşınmasıyla, diz ekleminde sağ tarafta herhangi bir fark saptanmazken ($p>0.05$), sol tarafta diz maksimum ekstansiyonu azalmış ve topuk vuruşunda diz fleksiyonu artmıştır (Tablo 4.12, $p<0.05$).

Kalça ekleminde; çantanın sağ tarafta taşınmasında topuk vuruşunda sağ kalça fleksiyonunda ve duruş fazında sağ kalça ortalama internal rotasyonunda

azalma (Tablo 4.12, $p<0.05$) ve duruş fazında sağ kalça ortalama adduksiyonunda artma, solda ise azalma belirlenmiştir (Tablo 4.12, Şekil 4.9, Şekil 4.10, $p<0.05$).



Şekil 4.9. Sağ kalça adduksiyon ve abduksiyonu.



Şekil 4.10. Sol kalça adduksiyon ve abduksiyonu.

Duruş fazında pelvis hareketleri karşılaştırıldığında; ortalama pelvik tilt, rotasyon ve obliklikte değişim gözlenmiştir. Çantanın sağ omuz üzerinde taşınmasında, bilateral kullanıma göre anterior pelvik tilt her iki tarafta azalmıştır (Tablo 4.12, $p<0.001$) ve internal pelvik rotasyon ve yukarı pelvik obliklik sağda artarken solda azalmıştır ($p<0.001$).

4.2.3 Ağırksız Durum ve Çantanın Sağ Omuz Üzerinde Taşındığı Durumların Karşılaştırılması

Ağırksız durum ve çantanın sağ tarafta taşıtılarak yürütüldüğü durum karşılaştırıldığında; sağ ve sol ayak bileği kinematik verilerinde herhangi bir fark saptanmamıştır (Tablo 4.13, $p>0.05$).

Tablo 4.13. Ağırksız durum ve çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durumun kinematik parametrelerinin karşılaştırılması.

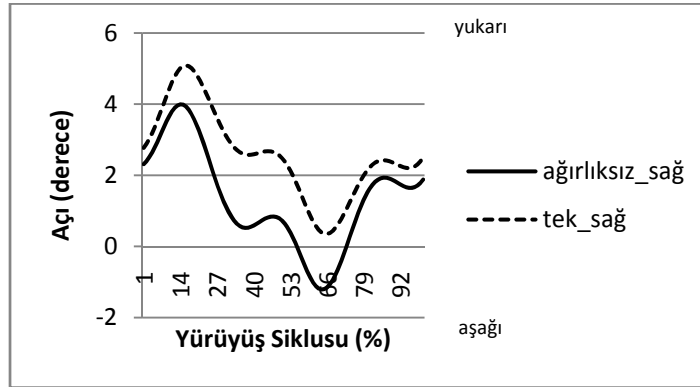
	Ağırksız durum	Sağ omuz üzerinde taşınan durum	t	P
	Sağ (ort±SS)	Sağ (ort±SS)		
Topuk vuruşunda dorsifleksiyon	-0.55±3.74	-1.03±3.72	1.028	0.310
Maksimum dorsifleksiyon	13.02±3.77	12.55±4.17	1.000	0.323
Maksimum plantar fleksiyon	-8.59±6.06	-9.63±5.45	1.689	0.098
Topuk vuruşunda diz fleksiyonu	9.68±5.08	11.67±5.32	-4.597	<0.001
Maksimum diz fleksiyonu	63.84±5.08	63.87±5.86	-0.067	0.947
Maksimum diz ekstansiyonu	8.48±5.86	9.55±6.93	-1.955	0.057
Duruş fazında ortalama diz valgum-varum	4.78±3.29	4.87±3.66	-0.442	0.661
Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu	33.74±6.29	36.95±6.60	-7.470	<0.001
Maksimum kalça ekstansiyonu	8.48±5.86	9.55±6.93	-1.955	0.057
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	4.98±9.34	4.54±9.58	0.692	0.493
Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu	0.98±2.85	2.69±3.41	-4.836	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	7.67±4.77	9.53±4.72	-6.463	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	-0.83±2.72	-0.60±3.09	-0.586	0.561
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	1.70±1.70	3.22±2.18	-5.715	<0.001
	Sol (ort±SS)	Sol (ort±SS)		
Topuk vuruşunda dorsifleksiyon	0.49±4.02	0.21±3.53	0.617	0.540
Maksimum dorsifleksiyon	14.10±3.74	14.05±3.19	0.094	0.926
Maksimum plantar fleksiyonu	-7.24±5.50	-7.76±4.94	0.912	0.367
Topuk vuruşunda diz fleksiyonu	7.63±5.72	9.84±6.73	-3.677	0.001*
Maksimum diz fleksiyonu	62.18±5.50	62.96±5.95	-1.795	0.080
Maksimum diz ekstansiyonu	6.12±5.74	7.00±7.15	-1.530	0.133
Duruş fazında ortalama diz valgum-varum	5.88±2.71	5.92±2.81	-0.270	0.788
Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu	32.58±7.38	36.11±7.67	-6.456	<0.001
Maksimum kalça ekstansiyonu	-6.73±8.00	-4.49±8.80	-4.269	<0.001
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	4.38±7.96	5.31±9.07	-1.831	0.074
Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu	-3.17±2.77	-4.21±3.39	2.956	0.005*
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	7.79±4.52	9.67±4.60	-6.876	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	1.46±2.98	0.02±3.14	4.071	<0.001
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	-1.11±1.66	-2.00±2.29	3.687	0.001*

* $p<0.05$

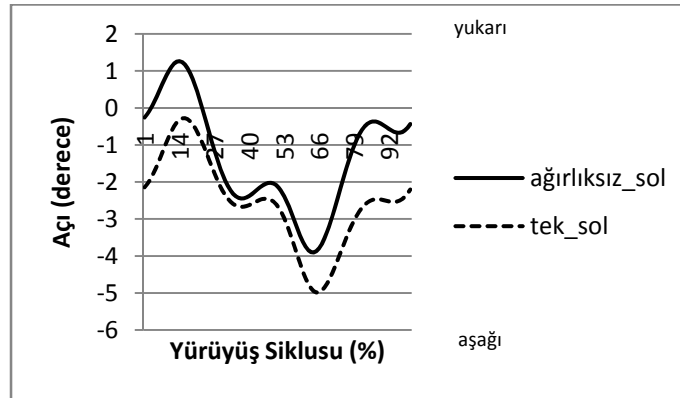
Diz ekleminde; her iki alt ekstremitede çantanın tek omuz üzerinde taşındığı durumda topuk vuruşu esnasında ağırlıksız duruma göre diz fleksiyonu artmıştır (Tablo 4.13, $p<0.05$).

Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu ve kalça maksimum ekstansiyonu incelendiğinde ağırlıksız duruma göre çantanın tek omuz üzerinde taşınması topuk vuruşunda sağ ve sol kalça fleksiyonun artışına, sol maksimum ekstansiyonun azalmasına neden olmuştur ($p<0.05$). Duruş fazında ortalama kalça adduksiyonu ise sağda artarken, solda azalmıştır (Tablo 4.13, Şekil 4.9, Şekil 4.10, $p<0.05$).

Duruş fazı ortalama pelvis hareketleri incelendiğinde ise; ağırlıksız duruma göre çantanın unilateral kullanıldığı durumda anterior pelvik tiltin her iki tarafta arttığı, sol pelvik internal rotasyonun azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.7, $p<0.001$). Ayrıca her iki durum karşılaştırıldığında, çanta sağ omuzda taşınırken sağda pelvik oblikliğin arttığı, solda ise azaldığı saptanmıştır (Tablo 4.13, Şekil 4.11, Şekil 4.12, $p<0.001$).



Şekil 4.11. Sağ pelvik obliklik.



Şekil 4.12. Sol pelvik obliklik.

4.3 Kinetik Parametreler

Yürüme analizi sonucunda elde edilen yürüyüş siklüsünün %0-30'unda ayak bileğinde maksimum dorsifleksör moment, yürüyüş siklüsünün %30-60'ında maksimum diz fleksör moment, duruş fazında maksimum kalça fleksör moment ve ayak bileği, diz ve kalça eklemlerinde maksimum güç absorpsiyonu kinetik parametrelerine ait değerler elde edilen grafiklerde negatif yönde yer almaktadırlar. Bu nedenle tablolarda yer alan bu parametrelere ait sayısal değerler, grafiklerde yer aldıkları duruma göre incelenmiştir.

Tüm kinetik parametreler üç durum arasında karşılaştırılmadan önce her bir durumdaki sağ ve sol ekstremitelere ait veriler incelenmiştir. Tüm durumlardaki sağ ve sol veriler Tablo 4.14, Tablo 4.15 ve Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.14. Ağrılıksız duruma ait kinetik parametreler.

	Sağ (ort±SS)	Sol (ort±SS)	t	p
%0-30'da maksimum dorsifleksör moment	-0.06±0.08	-0.08±0.05	1.936	0.059
%30-60'da maksimum plantar fleksör moment	1.26±0.28	1.28±0.21	-0.484	0.631
%0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu	-0.36±0.17	-0.37±0.18	0.198	0.844
%30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi	2.60±0.89	2.47±0.67	1.072	0.290
%0-30'da maksimum diz ekstansör moment	0.22±0.19	0.14±0.17	2.073	0.044*
%30-60'da maksimum diz fleksör moment	-0.19±0.14	-0.31±0.18	3.740	0.001*
%0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu	-0.24±0.20	-0.25±0.20	0.510	0.613
%30-60'da dizde maksimum güç üretimi	0.20±0.22	0.34±0.30	-2.832	0.007*
Duruş fazında maksimum kalça fleksör moment	-0.32±0.23	-0.30±0.20	-0.642	0.524
Duruş fazında maksimum kalça ekstansör moment	0.62±0.21	0.75±0.26	-4.021	<0.001
Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu	-0.27±0.22	-0.30±0.20	1.227	0.227
Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi	0.78±0.35	0.94±0.40	-2.515	0.016*

* p<0.05

Tablo 4.15. Çantanın çift omuz üzerinde taşındığı duruma ait kinetik parametreler.

	Sağ (ort±SS)	Sol (ort±SS)	t	p
%0-30'da maksimum dorsifleksör moment	-0.07±0.09	-0.10±0.07	2.529	0.015*
%30-60'da maksimum plantar fleksör moment	1.39±0.35	1.45±0.23	-1.069	0.291
%0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu	-0.41±0.20	-0.42±0.16	0.259	0.797
%30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi	2.83±0.90	2.80±0.71	0.171	0.865
%0-30'da maksimum diz ekstansör momenti	0.26±0.23	0.17±0.21	2.494	0.017*
%30-60'da maksimum diz fleksör momenti	-0.22±0.16	-0.37±0.21	3.773	<0.001
%0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu	-0.28±0.23	-0.26±0.17	-0.583	0.563
%30-60'da dizde maksimum güç üretimi	0.19±0.16	0.37±0.34	-3.393	0.001*
Duruş fazında maksimum kalça fleksör momenti	-0.35±0.24	-0.32±0.21	-1.042	0.303
Duruş fazında maksimum kalça ekstansör momenti	0.66±0.24	0.76±0.26	-2.427	0.019*
Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu	-0.31±0.21	-0.32±0.19	0.246	0.807
Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi	0.89±0.38	1.04±0.38	-2.979	0.005*

* p<0.05

Tablo 4.16. Çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı duruma ait kinetik parametreler.

	Sağ (ort±SS)	Sol (ort±SS)	t	p
%0-30'da maksimum dorsifleksör moment	-0.07±0.08	-0.09±0.05	1.068	0.291
%30-60'da maksimum plantar fleksör moment	1.39±0.30	1.45±0.25	-1.405	0.167
%0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu	-0.44±0.20	-0.42±0.19	-0.475	0.637
%30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi	2.72±0.81	2.86±0.74	-1.098	0.278
%0-30'da maksimum diz ekstansör momenti	0.26±0.21	0.18±0.19	2.298	0.026*
%30-60'da maksimum diz fleksör momenti	-0.21±0.17	-0.36±0.23	3.595	0.001*
%0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu	-0.30±0.24	-0.28±0.20	-0.942	0.352
%30-60'da dizde maksimum güç üretimi	0.18±0.18	0.39±0.35	-3.750	0.001*
Duruş fazında maksimum kalça fleksör momenti	-0.37±0.23	-0.28±0.19	-3.342	0.002*
Duruş fazında maksimum kalça ekstansör momenti	0.69±0.25	0.78±0.24	-2.675	0.011*
Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu	-0.33±0.23	-0.27±0.16	-1.933	0.060
Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi	0.91±0.31	1.08±0.43	-3.246	0.002*

Ayak bileği ekleminde; yürüyüş siklusunun ilk % 30'luk bölümünde sadece çantanın bilateral kullanımında sol maksimum dorsifleksör momentin sağa göre daha fazla olduğu bulunmuştur (Tablo 4.15, p<0.05). Tüm durumlarda yürüyüş siklusunun % 30-60'lık bölümünde maksimum plantar fleksör moment ve maksimum güç absorpsiyonunda ve yürüyüş siklusunun ilk % 30'luk bölümünde maksimum güç üretiminde her bir durumda sağ ve sol değerlerde fark bulunmamıştır (p>0.05).

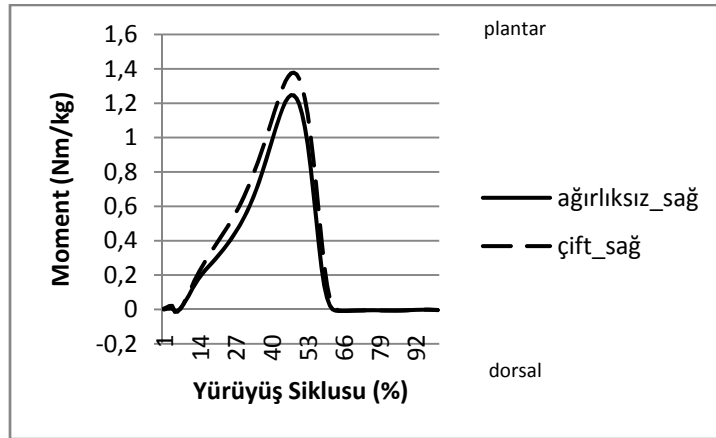
Diz ekleminde; tüm durumlarda yürüyüşün ilk % 30'luk bölümünde maksimum ekstansör momentin sola göre sağ dizde ve yürüyüşün % 30-60'lık bölümünde fleksör momentin sağa göre sol dizde daha fazla olduğu bulunmuştur

($p<0.05$). Yürüyüşün ilk % 30'luk bölümünde maksimum güç absorpsiyonunda anlamlı bir fark bulunmazken, yürüyüşün % 30-60'lık bölümünde tüm durumlarda sol diz maksimum güç üretimi sağa göre daha yüksektir (Tablo 4.14, Tablo 4.15, Tablo 4.16, $p<0.05$).

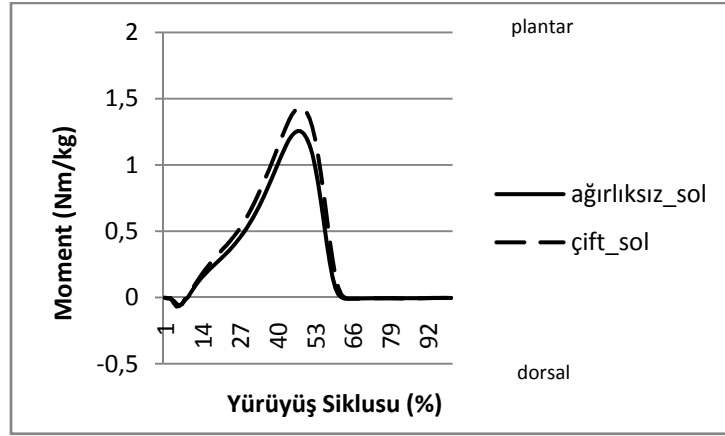
Kalça ekleminde; duruş fazı boyunca çantanın unilateral kullanıldığı durumda sağ maksimum fleksör moment sola göre daha fazla olduğu ve tüm durumlarda sol maksimum ekstansör moment ve sol maksimum güç üretiminin sağa göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.14, Tablo 4.15, Tablo 4.16, $p<0.05$).

4.3.1 Ağırlıksız Durum ve Çantanın Çift Omuz Üzerinde Taşındığı Durumun Karşılaştırılması

Yürüyüşün % 30'luk ilk bölümünde, çantanın bilateral olarak taşındığı durumda sağ ve sol ayak bileği maksimum dorsifleksör moment ve % 30-60'lık bölümünde maksimum plantar fleksör moment ağırlıksız duruma göre daha yüksek olarak bulunmuştur (Şekil 4.13, Şekil 4.14, $p<0.05$). Aynı yürüyüş bölümleri güç üretimi ve absorpsiyon açısından değerlendirildiğinde iki durum arasında sadece sol ayak bileğinde yürüyüşün % 30-60'lık bölümünde güç üretiminde artış olmadığı bulunmuştur (Tablo 4.17, $p>0.05$).



Şekil 4.13. Sağ ayak bileği dorsal-plantar fleksiyon momenti.



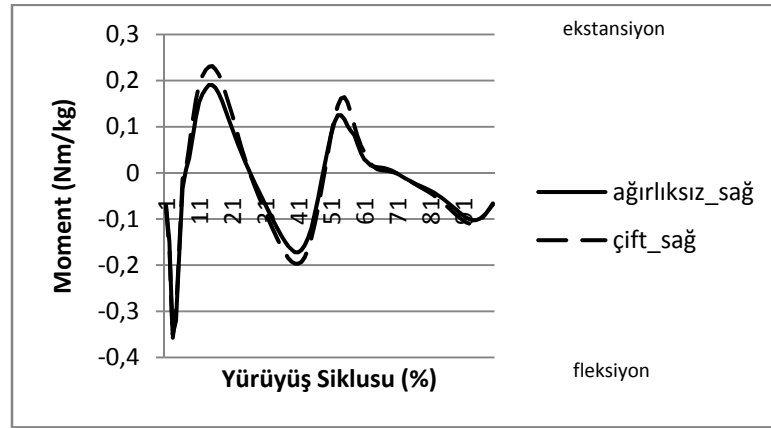
Şekil 4.14. Sol ayak bileği dorsal-plantar fleksiyon momentini.

Tablo 4.17. Ağırksız durum ve çift omuz üzerinde taşındığı durumun kinetik parametrelerinin karşılaştırılması.

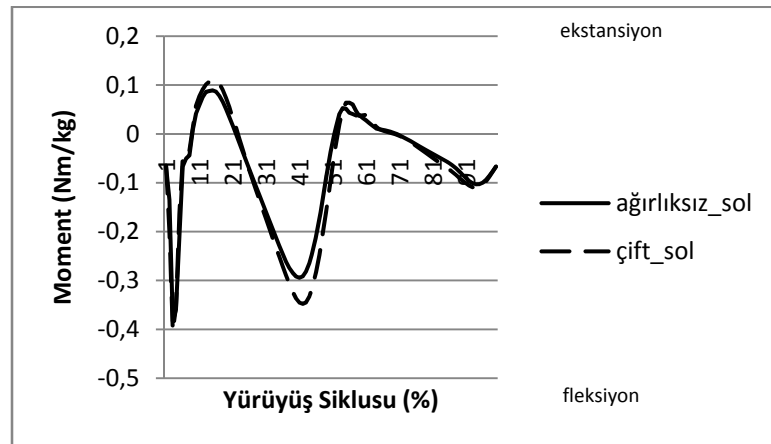
	Ağırksız durum	Bilateral taşınan durum	t	p
	Sağ (ort±SS)	Sağ (ort±SS)		
%0-30'da maksimum dorsifleksör moment	-0.06±0.08	-0.07±0.09	2.127	0.039*
%30-60'da maksimum plantar fleksör moment	1.26±0.28	1.39±0.35	-2.934	0.005*
%0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu	-0.36±0.17	-0.41±0.20	1.830	0.074
%30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi	2.60±0.89	2.83±0.90	-1.945	0.058
%0-30'da maksimum diz ekstansör momentini	0.22±0.19	0.26±0.23	-2.440	0.019*
%30-60'da maksimum diz fleksör momentini	-0.19±0.14	-0.22±0.16	1.723	0.092
%0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu	-0.24±0.20	-0.28±0.23	1.641	0.108
%30-60'da dizde maksimum güç üretimi	0.20±0.22	0.19±0.16	0.448	0.657
Duruş fazında maksimum kalça fleksör momentini	-0.32±0.23	-0.35±0.24	1.201	0.236
Duruş fazında maksimum kalça ekstansör momentini	0.62±0.21	0.66±0.24	-1.086	0.283
Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu	-0.27±0.22	-0.31±0.21	1.793	0.080
Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi	0.78±0.35	0.89±0.38	-1.938	0.059
	Sol (ort±SS)	Sol (ort±SS)		
%0-30'da maksimum dorsifleksör moment	-0.08±0.05	-0.10±0.07	3.371	0.002*
%30-60'da maksimum plantar fleksör moment	1.28±0.21	1.45±0.23	-6.970	<0.001*
%0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu	-0.37±0.18	-0.42±0.16	1.834	0.074
%30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi	2.47±0.67	2.80±0.71	-4.195	<0.001*
%0-30'da maksimum diz ekstansör momentini	0.14±0.17	0.17±0.21	-1.245	0.220
%30-60'da maksimum diz fleksör momentini	-0.31±0.18	-0.37±0.21	2.776	0.008*
%0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu	-0.25±0.20	-0.26±0.17	0.300	0.765
%30-60'da dizde maksimum güç üretimi	0.34±0.30	0.37±0.34	-1.084	0.284
Duruş fazında maksimum kalça fleksör momentini	-0.30±0.20	-0.32±0.21	1.082	0.285
Duruş fazında maksimum kalça ekstansör momentini	0.75±0.26	0.76±0.26	-0.248	0.805
Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu	-0.30±0.20	-0.32±0.19	0.807	0.424
Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi	0.94±0.40	1.04±0.38	-1.920	0.062

*p<0.05

Diz ekleminde; yürüyüşün ilk % 30'luk bölümünde sağ maksimum ekstansör moment ağırlıksız duruma göre daha fazlayken ($p<0.05$), solda herhangi bir fark belirlenmemiştir ($p>0.05$). Yürüyüşün % 30-60'lık bölümü incelendiğinde sağ maksimum fleksör momentte ağırlıksız duruma göre herhangi bir fark bulunmazken ($p>0.05$), sol maksimum fleksör momentin ağırlıksız duruma göre daha fazla olduğu saptanmıştır (Şekil 4.15, Şekil 4.16, $p<0.05$). Yürüyüşün aynı bölümlerinde güç üretimi ve absorpsiyonu açısından ise iki durum arasında herhangi bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.17, $p>0.05$).



Şekil 4.15. Sağ diz fleksiyon ve ekstansiyon momentleri.



Şekil 4.16. Sol diz fleksiyon ve ekstansiyon momentleri.

Kalça ekleminde değerlendirilen tüm kinetik parametreler açısından iki durum arasında herhangi bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.17, $p>0.05$).

4.3.2 Çantanın Çift ve Sağ Omuz Üzerinde Taşındığı Durumların Karşılaştırılması

Sırt çantasının tek ve çift omuz üzerinde yürüyüşün gerçekleştirildiği iki durum kinetik parametreler açısından karşılaştırıldığında; yürüyüşün ilk % 30'luk bölümünde solda artmış dorsifleksör moment haricinde diğer ayak bileği ve diz eklemine içeren kinetik parametrelerde herhangi bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.18, $p>0.05$).

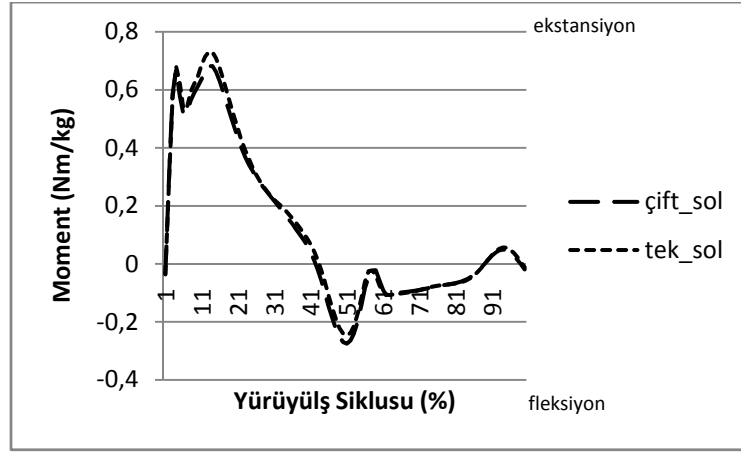
Tablo 4.18. Çantanın çift ve sağ omuz üzerinde taşındığı durumların kinetik parametrelerinin karşılaştırılması.

	Bilateral taşınan durum	Unilateral taşınan durum	t	P
	Sağ (ort±SS)	Sağ (ort±SS)		
%0-30'da maksimum dorsifleksör moment	-0.07±0.09	-0.07±0.08	0.450	0.655
%30-60'da maksimum plantar fleksör moment	1.39±0.35	1.39±0.30	0.101	0.920
%0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu	-0.41±0.20	-0.44±0.20	1.476	0.147
%30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi	2.83±0.90	2.72±0.81	0.874	0.387
%0-30'da maksimum diz ekstansör moment	0.26±0.23	0.26±0.21	0.104	0.918
%30-60'da maksimum diz fleksör moment	-0.22±0.16	-0.21±0.17	-0.942	0.351
%0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu	-0.28±0.23	-0.30±0.24	1.131	0.264
%30-60'da dizde maksimum güç üretimi	0.19±0.16	0.18±0.18	0.267	0.791
Duruş fazında maksimum kalça fleksör moment	-0.35±0.24	-0.37±0.23	0.789	0.434
Duruş fazında maksimum kalça ekstansör moment	0.66±0.24	0.69±0.25	-0.835	0.408
Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu	-0.31±0.21	-0.33±0.23	0.445	0.658
Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi	0.89±0.38	0.91±0.31	-0.466	0.643
	Sol (ort±SS)	Sol (ort±SS)		
%0-30'da maksimum dorsifleksör moment	-0.10±0.07	-0.09±0.05	-2.262	0.029*
%30-60'da maksimum plantar fleksör moment	1.45±0.23	1.45±0.25	0.047	0.963
%0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu	-0.42±0.16	-0.42±0.19	0.111	0.912
%30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi	2.80±0.71	2.86±0.74	-0.615	0.542
%0-30'da maksimum diz ekstansör moment	0.17±0.21	0.18±0.19	-0.410	0.684
%30-60'da maksimum diz fleksör moment	-0.37±0.21	-0.36±0.23	-0.549	0.586
%0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu	-0.26±0.17	-0.28±0.20	0.986	0.330
%30-60'da dizde maksimum güç üretimi	0.37±0.34	0.39±0.35	-0.573	0.569
Duruş fazında maksimum kalça fleksör moment	-0.32±0.21	-0.28±0.19	-2.040	0.047*
Duruş fazında maksimum kalça ekstansör moment	0.76±0.26	0.78±0.24	-0.849	0.401
Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu	-0.32±0.19	-0.27±0.16	-2.594	0.013*
Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi	1.04±0.38	1.08±0.43	-0.701	0.487

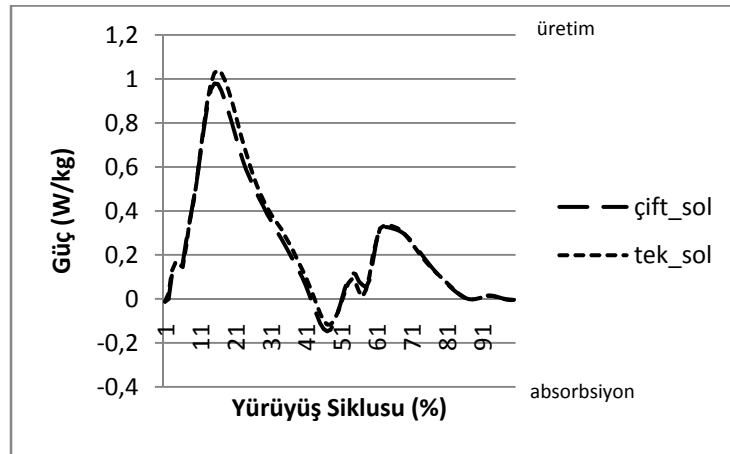
* $p<0.05$

Kalça eklemi kinetik parametreleri incelendiğinde ise sağ kalçaya ait verilerde iki durum arasında herhangi bir fark bulunmazken, çanta tek taraflı

yüklendiğinde sol kalçaya ait verilerden duruş fazında maksimum fleksör moment ve kalça eklemi maksimum güç absorpsiyonu çift taraflı yüklenmeye göre daha fazla olarak belirlenmiştir (Tablo 4.18, Şekil 4.17, Şekil 4.18, $p<0.05$).



Şekil 4.17. Sol kalça fleksiyon ve ekstansiyon momenti.



Şekil 4.18. Sol kalça güç üretimi ve absorpsiyonu.

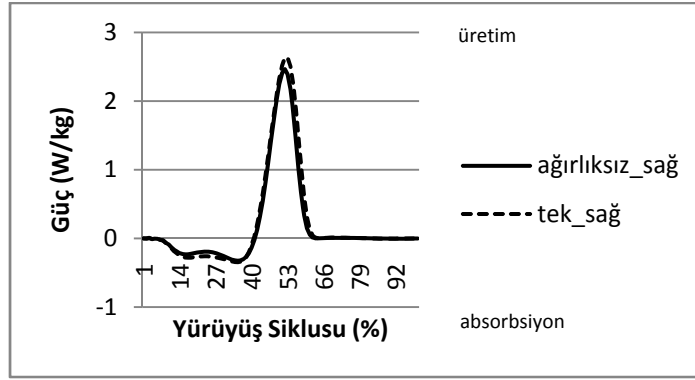
4.3.3 Ağırksız Durum ve Çantanın Sağ Omuz Üzerinde Taşındığı Durumun Karşılaştırılması

Yürüyüşün % 30'luk ilk bölümünde çantanın tek omuz üzerinde taşınmasında ağırksız duruma göre sağ maksimum dorsifleksör moment ve her iki ayak bileğinde maksimum kuvvet absorpsiyonu azalmıştır (Tablo 4.19, $p<0.05$). Yürüyüşün % 30-60'luk bölümünde ise sağ ve sol plantar fleksör moment ve sol ayak bileğinde maksimum kuvvet üretimi artmıştır (Tablo 4.19, Şekil 4.19, Şekil 4.20, $p<0.05$).

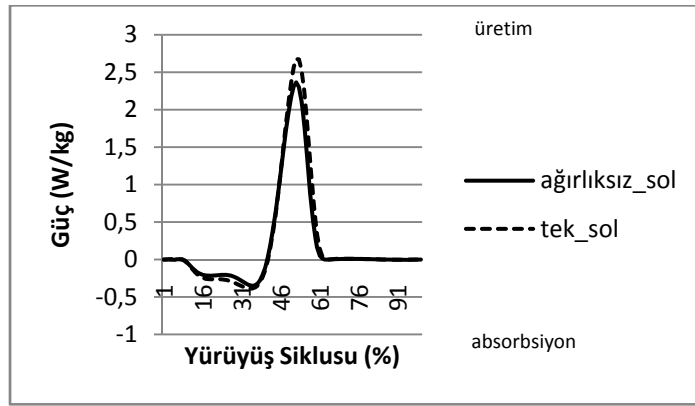
Tablo 4.19. Ağırksız durum ve çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durumun kinetik parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ağırksız durum	Unilateral taşınan durum	t	P
	Sağ (ort±SS)	Sağ (ort±SS)		
%0-30'da maksimum dorsifleksör moment	-0.06±0.08	-0.07±0.08	2.256	0.029*
%30-60'da maksimum plantar fleksör moment	1.26±0.28	1.39±0.30	-3.373	0.002*
%0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu	-0.36±0.17	-0.44±0.20	3.092	0.003*
%30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi	2.60±0.89	2.72±0.81	-1.074	0.289
%0-30'da maksimum diz ekstansör moment	0.22±0.19	0.26±0.21	-2.215	0.032*
%30-60'da maksimum diz fleksör moment	-0.19±0.14	-0.21±0.17	1.194	0.239
%0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu	-0.24±0.20	-0.30±0.24	2.619	0.012*
%30-60'da dizde maksimum güç üretimi	0.20±0.22	0.18±0.18	0.604	0.549
Duruş fazında maksimum kalça fleksör moment	-0.32±0.23	-0.37±0.23	1.959	0.057
Duruş fazında maksimum kalça ekstansör moment	0.62±0.21	0.69±0.25	-1.998	0.052
Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu	-0.27±0.22	-0.33±0.23	2.174	0.035*
Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi	0.78±0.35	0.91±0.31	-2.917	0.006*
	Sol (ort±SS)	Sol (ort±SS)		
%0-30'da maksimum dorsifleksör moment	-0.08±0.05	-0.09±0.05	0.549	0.586
%30-60'da maksimum plantar fleksör moment	1.28±0.21	1.45±0.25	-6.582	<0.001*
%0-30'da ayak bileğinde maksimum güç absorpsiyonu	-0.37±0.18	-0.42±0.19	2.081	0.043*
%30-60'da ayak bileğinde maksimum güç üretimi	2.47±0.67	2.86±0.74	-4.703	<0.001*
%0-30'da maksimum diz ekstansör moment	0.14±0.17	0.18±0.19	-1.281	0.207
%30-60'da maksimum diz fleksör moment	-0.31±0.18	-0.36±0.23	2.163	0.036*
%0-30'da dizde maksimum güç absorpsiyonu	-0.25±0.20	-0.28±0.20	1.077	0.288
%30-60'da dizde maksimum güç üretimi	0.34±0.30	0.39±0.35	-1.389	0.172
Duruş fazında maksimum kalça fleksör moment	-0.30±0.20	-0.28±0.19	-0.553	0.583
Duruş fazında maksimum kalça ekstansör moment	0.75±0.26	0.78±0.24	-1.077	0.287
Duruş fazında kalçada maksimum güç absorpsiyonu	-0.30±0.20	-0.27±0.16	-1.015	0.316
Duruş fazında kalçada maksimum güç üretimi	0.94±0.40	1.08±0.43	-2.377	0.022*

*p<0.05



Şekil 4.19. Sağ ayak bileği güç üretimi ve absorpsiyonu.



Şekil 4.20. Sol ayak bileği güç üretimi ve absorpsiyonu.

Yürüyüşün % 30'luk ilk bölümünde çantanın tek omuz üzerinde taşınmasında ağırlicısız duruma göre sağ maksimum diz ekstansör moment artarken, maksimum diz eklemi güç absorpsiyonu azalmıştır ($p<0.05$). Yürüyüşün % 30-60'luk bölümünde ise sol dizde maksimum fleksör momentin azaldığı belirlenmiştir (Tablo 4.19, $p<0.05$).

Kalça ekleminde ise; duruş fazı boyunca sağ kalçada maksimum güç absorpsiyonu artarken, yine duruş fazı boyunca her iki kalçada güç üretimi artış göstermiştir (Tablo 13, $p<0.05$).

5. TARTIŞMA

Çalışmada elde edilen bulgularla, yürüyüş sırasında vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantası kullanılmasının çantasız duruma göre alt ekstremitte biyomekaniğine etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, okul çantasının tek veya çift taraflı taşınmasının alt ekstremitenin biyomekaniğine farklı etkisi olduğu ortaya konmuştur.

Her bir durumda sağ ve sol tarafa ait temporospatial parametreler arasında fark belirlenmezken, sağ ve sol tarafa ait kinematik ve kinetik parametrelerin çoğunun arasında fark belirlenmiştir. Bu farklılıklardan dolayı diğer benzer çalışmalarda olduğu gibi (18, 27), çalışmamızda da üç farklı duruma ait yürüyüş parametrelerinden aynı tarafa ait olan verilerin birbiriyle karşılaştırılmasına karar verilmiştir.

5.1 Temporospatial Parametreler

Literatürde sırt çantası taşıma şeklinin yürüyüşün temporospatial parametrelerine olan etkileri ile ilgili benzer güncel çalışmalar arasında Pascoe ve diğ. (10), Cottalorda ve diğ. (18) ve Connolly ve diğ. (27)'nin çalışmaları yer almaktadır. Bu araştırmalarda çalışmamızda kullanılan üç boyutlu yürüme analizi yöntemi yerine farklı kayıt ekipmanları ve sistemleri kullanılmıştır. Cottalorda ve diğ. (18) 11-13 yaş aralığında 42 çocuğun yer aldığı çalışmalarında koşu bandı ergometresini ve 10 kilogramlık bir sırt çantası kullanarak; Connolly ve diğ. (27) ise 12-13 yaş aralığında 32 çocuğun yer aldığı çalışmalarında *GaitRite* sistemini ve çocukların vücut ağırlıklarının % 15'i kadar ağırlıkta bir sırt çantası kullanarak üç farklı durumda yürüyüşün temporospatial parametrelerini kayıt altına almışlardır. Her iki çalışmada ağırlıksız yürüyüşe göre çantanın taşındığı her iki durumda sağ ve sol çift destek periyodu süresinin anlamlı düzeyde arttığı (18, 27), ayrıca Cottalorda ve diğ. (18)'nin çalışmasında duruş fazı süresinin de anlamlı düzeyde arttığı gösterilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızda ortaya konulan sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Duruş fazı süresindeki artış ve bu artışa paralel olarak çift destek periyodu süresindeki artış, çantanın taşındığı her iki durumda vücuda eklenen çanta ağırlığı nedeniyle yürüyüş esnasında meydana gelen instabiliteden kaynaklanıyor olabilir. Birey, bu durumu kompanse etmek için duruş fazı boyunca daha uzun süre

alt ekstremitelerinin yer ile temasını koruyarak stabilizasyonun devamlılığı sağlanmaya çalışmış olabilir. Bu sonuç, Hong ve Brueggmann (59)'ın sırt çantası gibi eksternal bir yükün çocuğun postürü ve yürüyüşünde kompensatuar değişikliklere neden olabileceği görüşünü desteklemektedir. Kellis ve diğ. (64) ise artmış çift destek periyodu süresinin daha geniş destek yüzeyine ve yükün eşit olarak dağılımına neden olduğunu ve bu durumun dengenin korunması için gerçekleştiğini savunmaktadır.

Çift adım uzunluğu parametresindeki değişimlerin incelendiği çalışmalarda; çantanın bilateral taşındığı durumda ağırlıksız duruma göre çift adım uzunluğunda artış, çantanın unilateral taşındığı durumda ağırlıksız duruma göre çift adım uzunluğunda azalma meydana geldiği gösterilmiştir (18, 27). Pascoe ve diğ. (10)'nin 11-13 yaş aralığında 10 çocuğun video kamera yöntemi ile değerlendirildiği çalışmalarında çantanın bilateral ve unilateral olarak taşınması çift adım uzunluğunda anlamlı düzeyde azalmaya neden olmuştur. Çalışmamızda ise yürüyüş stabilizasyonunu korumak için her iki çanta taşıma şeklinde çift adım uzunluğunda azalma görülmesini beklenirken, diğer çalışmaların aksine çantanın bilateral taşınmasının ağırlıksız duruma göre sadece sol çift adım uzunluğunda azalmaya neden olduğu; çantanın unilateral olarak taşınmasının çift adım uzunluğunda değişikliğe neden olmadığı görülmektedir.

Adım genişliği parametresini inceleyen Connolly ve diğ. (27), çantanın unilateral taşındığı durumda adım genişliğinde artış olmasını ve çantanın bilateral taşındığı durumda aynı kalmasını beklerken, çantanın taşındığı her iki durumda adım genişliğinde anlamlı bir değişim oluşmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda ise Connolly ve arkadaşlarının beklentilerine paralel olarak, çantanın bilateral taşındığı durumda ağırlıksız duruma göre adım genişliğinde fark olmazken sadece çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durumda adım genişliğinde anlamlı artış söz konusudur. Çantanın unilateral taşınması ile birlikte ağırlık merkezinin sağa doğru yer değiştirmesi, dengenin ve stabilitenin devamlılığı amacıyla adım genişliğinde artışa neden olmuş olabilir.

Wang ve diğ. (26)'nin yetişkin yaş grubunda gerçekleştirdikleri çalışmalarının sonuçlarına benzer şekilde çalışmamızda da çantanın bilateral taşınmasıyla ortalama hızda azalma gerçekleşmiştir. Çantanın bilateral taşındığı

durumda artmış duruş fazı, çift destek periyodu süreleri ile azalmış sallanma fazı süresi ve adım uzunluğu ortalama hızda düşüşe neden olmuş olabilir. Ancak çalışmamızda çantanın unilateral taşındığı durumda, Connolly ve diğ. (27)'nin çalışmalarına benzer şekilde, artmış duruş fazı ve çift destek periyodu ve azalmış sallanma fazı sürelerine rağmen ortalama hızda herhangi bir değişim olmamıştır.

Çantanın bilateral ve unilateral taşındığı durumlar karşılaştırıldığında ise; temporospatial parametrelerin hiçbirinde fark bulunmamıştır. Cottalorda ve diğ. (18) de çalışmalarında aynı sonuca varmışlardır. Bu sonuç, vücut ağırlığının %15'i kadar ağırlığı içeren okul çantasının tek omuz üzerinde taşınmasının, çift omuz üzerinde taşınmasına göre yürüyüşün temporospatial parametrelerine farklı etkisinin olmadığını göstermektedir.

Literatürde bilateral ve unilateral çanta taşıma şekillerinin karşılaştırılması dışında bazı çalışmalarda da bilateral çanta kullanımı, farklı yöntemler ve farklı ağırlıkta yükler kullanılarak değerlendirilmiştir (25, 28, 59, 61). Bireylerin ağırlıksız ve vücut ağırlığının % 10, % 15 ve % 20'i kadar ağırlığın her iki omuz üzerinde taşınarak değerlendirildiği ve bu dört durumun karşılaştırıldığı Hong ve Cheung (25)'un çalışmasında temporospatial parametrelerde fark belirlenmemiştir. Bir diğer çalışmada, ağırlıksız ve vücut ağırlığının % 10'u kadar ağırlığın taşındığı durumlara göre vücut ağırlığının % 20'si kadar ağırlığın taşındığı durumda sallanma fazı süresinde azalma ve çift destek periyodu süresinde artış gerçekleştiği saptanmıştır (59). Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı koşu bandı üzerinde gerçekleştirilmesidir. Bu çalışmalarda, vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlığın taşındığı durumun ağırlıksız duruma göre temporospatial parametrelerde herhangi bir anlamlı farka neden olmaması çalışmamızın bulguları ile örtüşmemektedir. Özellikle Hong ve Brueggemann (59)'ın koşu bandı üzerinde gerçekleştirilen çalışmasında temporospatial parametrelerde anlamlı değişim olmaması, değerlendirme esnasında sabit bir yürüme hızı kullanılmasından kaynaklanıyor olabilir.

2005 yılında Chow ve diğ. (28)'nin 10-15 yaş grubunda yer alan 22 kız çocuğunu üç boyutlu yürüme analizi ile değerlendirdikleri çalışmalarında ağırlıksız durumuna göre vücut ağırlıklarının % 7.5, % 10, % 12.5 ve % 15'i kadar ağırlıktaki çantanın bilateral kullanımını karşılaştırdıklarında çift destek periyodunun arttığını ve ortalama hızın azaldığını belirlemişlerdir. Bu sonuçlar vücut ağırlığının % 15'i

kadar ağırlığın kullanıldığı çalışmamızın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Hızdaki azalmanın nedeni duruş fazı ve çift destek periyodu sürelerindeki artış olabileceği gibi, Hong ve Brueggemann (59)' ın belirttiği gibi, taşınan ağırlık miktarı arttıkça, ağırlık taşımak için gerekli olan ekstra enerji harcamasını karşılamak için hızın azaltılması olabilir.

5.2 Kinematik ve Kinetik Parametreler

Literatürde adölesanlarda vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlık miktarının bilateral ve unilateral taşınmasının vücutta meydana getirdiği biyomekaniksel etkileri inceleyen çalışmalar ile yürüyüşün temporospatial parametrelerindeki değişiklikler ortaya konmuştur. Ancak aynı yaş grubunda çanta taşıma şeklinin alt ekstremiteye ait kinematik ve kinetik parametreleri üzerine etkilerinin üç boyutlu yürüme analizi ile araştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır.

5.2.1 Pelvis Kinematiği

Smith ve diğ. (62), yetişkin yaş grubunda, ağırlıksız yürüyüş, vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlıkta bir sırt çantasını bilateral ve unilateral taşıyarak yürüyüş olmak üzere üç farklı durumda pelvis kinematiğini üç boyutlu yürüme analizi yöntemi ile incelemişlerdir. Ağırlıksız duruma göre çantanın bilateral taşındığı durumda anterior pelvik tiltin artışı çalışmamızın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda değerlendirilen üç durum karşılaştırıldığında, çantanın bilateral taşındığı durumda anterior pelvik tiltin diğer durumlara göre daha fazla olduğu gösterilmiştir. Anterior pelvik tiltteki bu artışın lumbal lordozda da artışa neden olabileceği için çantanın bilateral taşındığı durumda lumbal vertebraların posterior kısmına düşen yükün daha fazla olduğu düşünülebilir. Vücut ağırlığının % 7.5, % 10, % 12.5 ve % 15'i kadar farklı ağırlıklarda sırt çantasının bilateral taşınmasının pelvis üzerine etkilerinin yine üç boyutlu yürüme analizi ile araştırıldığı bir diğer çalışmada ise pelvik tiltte herhangi bir fark bulunmamıştır (28).

Çalışmamızda, çantanın unilateral taşındığı durumda ise ağırlıksız duruma göre anterior pelvik tiltin daha fazla, ancak çantanın bilateral taşınmasına göre daha az olduğu belirlenmiştir. Pelvik tiltin çok artmamış olmasının nedeni alt ekstremitelerde meydana gelen diz fleksiyonu artışı gibi kinematik değişiklikler ya da sırt çantasının sırtta yukarıda ve sıkı şekilde pozisyonlanması olabilir.

Çantanın bilateral taşındığı durumda, birey, vücudun arka bölümüne çanta ağırlığının eklenmesiyle birlikte ağırlık merkezi izdüşümünün vücut destek yüzeyi içerisinde kalmasını sağlamak amacıyla gövde fleksiyonunu arttırmış olabilir. Sırt çantasının taşınması esnasında gövde fleksiyonunun artışı ortaya koyan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (6, 10, 59). Pascoe ve diğ. (10) değerlendirdikleri bireylerde vücut ağırlıklarının %17'si kadar ağırlığı içeren sırt çantasını taşıırken gövdenin öne eğiliminde artış olduğunu ve Hong ve Brueggemann (59), çalışmalarında vücut ağırlıklarının % 10, % 15 ve % 20'si kadar ağırlık taşıılarak değerlendirilen bireylerde % 15'lik ve % 20'lik ağırlık taşıdıkları durumlarda diğer durumlara göre gövdenin öne eğiliminde artış gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Gövdenin öne eğilimindeki bu artış, sırt çantası ağırlığını dengelemek için geliştirilen bir adaptasyon olduğu (6) ve bireyler yürüyüş stabilitesini koruyabilmek için, gravite merkezini destek yüzeyi içerisinde muhafaza edebilmek amacıyla öne doğru eğildikleri şeklinde yorumlanmıştır (59).

Gövde fleksiyonunun artışı ve kalça ekstansörlerinin gövdenin artmış ağırlığı ile birlikte pelvisin posterior stabilitesini koruyamaması pelviste anterior tilt artışına neden olmuş olabilir. Anterior pelvik tiltteki bu artış göreceli olarak kalça fleksiyon artışına neden olacağından, pelvisin anterior tilti ağırlıksız duruma göre topuk vuruşunda kalça fleksiyonunun daha fazla olmasına ve maksimum kalça ekstansiyonunun daha az olmasına neden olabilir.

Smith ve diğ. (62)'nin çalışmasında ağırlıksız duruma göre çantanın bilateral ve unilateral taşındığı her iki durumda pelvik obliklik ve pelvik rotasyon hareket genişliğinin azaldığı belirlenmiştir. Chow ve diğ. (28)'nin çalışmalarında da ağırlıksız duruma göre farklı ağırlıklarda bilateral çanta taşınması ile pelvik obliklik ve pelvik rotasyon hareket genişliğinin azaldığı saptanmıştır. Çalışmamızda ise pelvik obliklik ve pelvik rotasyon hareket genişliği yerine duruş fazında ortalama pelvik obliklik ve pelvik rotasyon değerleri araştırılmıştır. İki farklı çanta taşıma şeklinin pelvik obliklik ve pelvik rotasyonuna etkilerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Ağırlıksız duruma göre bilateral taşıma şeklinde pelvik obliklikte herhangi bir değişim söz konusu değilken, unilateral taşıma şeklinde çantanın taşındığı taraf pelvisin daha yukarıda, diğer taraf pelvisin ise daha aşağıda olduğu belirlenmiştir. Pelvik rotasyon incelendiğinde; bilateral taşıma şeklinde sağ taraf pelvisin daha fazla

eksternal rotasyonda, unilateral taşıma şeklinde sol taraf pelvisin daha fazla eksternal rotasyonda olduğu bulunmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda pelvis kinematiği incelendiğinde iki farklı taşıma şeklinin pelvik tiltte aynı, pelvik obliklikte ve pelvik rotasyonda farklı sonuçlar ortaya koyduğu anlaşılmaktadır.

Çantanın unilateral taşınmasında ağırlık merkezinin çantanın taşındığı tarafa doğru yer değiştirmesi nedeniyle, çanta ile birlikte artan gövde ağırlığı kolumna vertebralis üzerinde lateral fleksiyonu arttırıcı bir etkiye neden olur (62). Sırt çantasının tek omuz üzerinde taşınmasının gövde lateral fleksiyonun üzerinde etkilerinin incelendiği çalışmalarda ortaya konan sonuçlar da bu görüşü desteklenmiştir (10). Birey, dengenin bozulmasını önlemek için çantanın taşınmadığı tarafa doğru gövde lateral fleksiyonunu ve öne doğru gövde fleksiyonunu arttırarak ağırlık merkezi izdüşümünü destek yüzeyi içerisinde kalmasını sağlamış olabilir.

Yürüyüş esnasında, aksiyal segmentlerin (baş, gövde ve pelvis) yer değiştirmesi alt ekstremitelerin aktivitesini etkilerken, hareketin büyük bir çoğunluğu gövde ve alt ekstremiteler arasında yer alan pelvise yansır (53). Bu nedenle gövdenin sola doğru lateral fleksiyonu, pelvisin sağda yukarıya, solda aşağıya doğru yer değiştirmesine neden olmuş olabilir. Sagital düzlemde pelviste oluşan bu asimetri pelvisin yukarıda olduğu tarafta kalça adduksiyonuna ve pelvisin aşağıda olduğu tarafta kalça abduksiyonuna neden olabilir. Sırt çantasının sürekli tek omuz üzerinde taşınması zaman içerisinde pelviste oluşan bu asimetri lumbal vertebraların yerleşimini etkileyerek kolumna vertebraliste dizilim bozukluklarına ve skolyoz gibi patolojilere neden olabilir.

Gövdenin sol lateral fleksiyonu sol ekstremitte üzerinde daha fazla yükün taşınmasına ve bu ekstremitte üzerinde stabilizasyonunun daha zor sağlanmasına neden olabilir. Bu nedenle her iki adım uzunluğu yerine sadece sol adım uzunluğunda azalma gerçekleştiğini düşünmekteyiz. Sağ adım uzunluğunun sol adım uzunluğundan daha fazla olması gövdenin sol tarafa rotasyonuna ve sol taraf pelvisin eksternal rotasyonunda artışa neden olmuş olabilir.

Sol taraf pelvisin eksternal rotasyonunda artışının nedenlerinden bir diğeri ise pelviste oluşan asimetri nedeniyle frontal düzlemde kalça adduktör kas gerginliği eşitsizliği olabilir. Kalça adduktör grup kaslarının aynı zamanda pelvise eksternal

rotasyon yaptırması nedeniyle duruş fazında pelvisin aşağıda olduğu tarafta kalça adduktör grup kaslarının gerginliği nedeniyle pelvisi eksternal rotasyon yönünde yer değiştirmesine neden olabilir.

Çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durum ile bilateral taşındığı durum pelvis kinematiği açısından karşılaştırıldığında; çantanın sağ omuz üzerinde taşındığı durumda bilateral taşındığı duruma göre anterior pelvik tilt daha azdır ve ağırlığın taşındığı taraf pelvis daha fazla internal rotasyonda ve yukarıda yer alırken, ağırlığın taşınmadığı taraf pelvis daha eksternal rotasyonda ve aşağıda bulunmaktadır. Çantanın unilateral olarak taşındığı durumda, gövdeye eklenen çanta ağırlığı arkaya ve çantanın taşındığı tarafa doğru alt ekstremiteler ve pelvis üzerinde moment oluşturuyor olabilir. Pelvisin sola rotasyonu ve pelviste oluşan asimetri, çantanın çift omuz yerine tek omuz üzerinde taşınmasıyla dengenin taşınan taraf yönünde bozulmasına ve gövdenin ağırlık merkezinin laterale doğru yer değiştirmesine engel olmak için geliştirilmiş bir adaptasyon olabilir. Bu sonuç, biyomekaniksel değişimlerin gövde ve alt ekstremiteler arasında bağlantı bölgesi olarak kabul edilen pelvise nasıl yansıdığını göstermektedir. Alt ekstremitelerin doğru hareketi, baş, gövde ve üst ekstremitelerin düzgün dizilimine bağlıdır (52). Bu nedenle gövdede meydana gelen bu değişimlerin pelvis ve alt ekstremitelere yansması beklenebilir.

5.2.2 Ağırlıksız ve Çantanın Bilateral Taşındığı Durumun Karşılaştırılması

Sırt çantasının bilateral taşındığı durum, ağırlıksız durum ile karşılaştırıldığında; kalça ekleminde her iki ekstremitede topuk vuruşunda kalça fleksiyonunda artış, itme fazında maksimum kalça ekstansiyonunda azalma gerçekleştiği ve duruş fazı boyunca sağ kalça abduksiyonunda artış meydana geldiği saptanmıştır. Topuk vuruşunda kalça fleksiyonu artışı, Chow ve diğ. (28)'nin farklı ağırlıkta sırt çantası kullanarak ağırlık artışının alt ekstremitelere biyomekanikliğine olan etkilerini araştırdıkları çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Topuk vuruşunda kalça fleksiyonda artış ve itme fazında maksimum kalça ekstansiyonda azalma, pelvisteki kinematik değişikliklerle ilişkili olabilir. Çantanın bilateral taşındığı durumda, bireyin vücudun arka bölümüne çanta ağırlığının eklenmesiyle birlikte ağırlık merkezi izdüşümünün vücut destek yüzeyi içerisinde arkaya doğru yer değiştirmesini engellemek ve dengenin devamlılığını sağlamak

amacıyla gövde fleksiyonu arttırılmış olabilir (10, 59). Gövde fleksiyonunun muhtemel artışı pelvise de yansiyarak pelviste anterior tilt artışına ve anterior pelvik tiltteki bu artış göreceli olarak kalça fleksiyon artışına neden olabilir. Bu nedenle pelvisin anterior tilti ağırlıksız duruma göre topuk vuruşunda artmış kalça fleksiyonu ve azalmış maksimum kalça ekstansiyonu ile sonuçlanmış olabilir. Chow ve diğ. (28) ise kalça fleksiyonundaki artışın pelvik rotasyon ve obliklik hareket genişliğindeki azalma ile birlikte olduğunu ileri sürmüşlerdir. Chow ve diğ. (28)'nin kalça ekleminde maksimum kalça fleksiyon momenti ve kalça eklemi maksimum kuvvet üretimi ve absorpsiyonunda artış tesbit etmelerine rağmen, bizim çalışmamızda kalça ekleminde herhangi bir kinetik değişiklik belirlenmemiştir.

Diz ekleminde topuk vuruşunda her iki dizde fleksiyon artış meydana gelmiştir. Bu artış topuk vuruşunda kalça ekleminde meydana gelen fleksiyon artışı ile birlikte düşünüldüğünde çanta ile birlikte oluşan toplam ağırlık miktarının ekstremitelerde oluşturduğu aşırı yükün absorpsiyonunu sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiş olabilir. Başka bir bakış açısıyla; anterior pelvik tilt artışı ve kalça ekleminde fleksiyon artışı hamstringlerin gerilmesine ve topuk vuruşunda dizin ekstansiyonunu sınırlamış ve dizde fleksiyon artışına neden olmuş olabilir.

Topuk vuruşunda diz eklemindeki fleksiyon artışı ile birlikte sağ dizde yürüyüş siklusunun duruş fazının ilk yarısında maksimum ekstansör moment artışı belirlenmiştir. Topuk vuruşunda artmış diz fleksiyonu ile birlikte yer reaksiyon kuvvetinin diz ekleminin arkasından geçmesi quadriceps femoris kasının diz ekstansiyonu yönünde daha fazla ekstansör moment oluşturmasını neden olmuş olabilir. Rectus femoris kasının artmış aktivitesi de dizde ekstansör mekanizmayı daha aktive etmiş ve dizde ekstansör moment artışına neden olmuş olabilir. Dizde ekstansör momentteki bu artış, patellafemoral ekleme binen yükün artışına ve tüm diz ekstansör mekanizmasının mekanik yükünün artışına neden olabilir. Sol dizde ise yürüyüşün itme fazında maksimum fleksör moment artışı gerçekleşmiştir. Chow ve diğ. (28) topuk vuruşunda diz fleksiyonunu incelememişlerdir; ancak duruş fazında maksimum diz ekstansör momentinin ağırlık artışı ile birlikte arttığını ve maksimum diz fleksör momentinde ise anlamlı bir değişim olmadığını saptamışlardır.

Ayak bileği eklemi incelendiğinde; her iki ayak bileğinde itme fazında maksimum plantar fleksiyonun arttığı, plantar fleksör momentin arttığı ve buna bağlı

olarak sol ayak bileğinde maksimum kuvvet üretiminin arttığı belirlenmiştir. Maksimum plantar fleksiyonun artışı plantar fleksörlerin daha fazla çalışmasından kaynaklanıyor olabilir. İtme fazında sol dizde görülen maksimum fleksör moment artışının nedeni de hamstringler kadar plantar fleksörlerinde aşırı aktivitesine bağlı olabilir. Vücudun enerji üreten önemli kaslarından biri olan plantar fleksörlerin (53) daha fazla çalışması vücut ağırlığına eklenen çanta ağırlığı ile birlikte vücudun öne doğru ilerletilmesinde ihtiyaç duyulan artmış enerji gereksiniminin karşılanması nedeniyle gerçekleşmiş olabilir. Bundan dolayı, günlük yaşamda sürekli bu ağırlıkta veya bu ağırlık miktarının üzerinde bir sırt çantasının taşınması plantar fleksörlere binen yükü arttırabilir ve yürüyüş esnasında erken yorulmaya ve ağrıya yol açabilir.

Çalışmamızın sonuçlarında Chow ve diğ. (28)'nin çalışmasının tersine diz ve ayak bileğindeki kinematik ve kinetik değişiklikler, kalça ekleminde oluşan değişikliklere göre daha fazladır.

5.2.3 Çantanın Bilateral ve Unilateral Taşındığı Durumların Karşılaştırılması

Gövdeye eklenen ağırlığın farklı şekillerde taşınması sonucu gövdede meydana gelen değişimin pelvis ve alt ekstremitelere farklı şekillerde yansımış olması beklenebilir. Çantanın bilateral ve unilateral taşındığı durumlar karşılaştırıldığında; temporospatial parametrelerde iki durum arasında herhangi bir fark bulunmazken, kinematik ve kinetik parametrelerde fark olduğu belirlenmiştir. Bölgesel olarak incelendiğinde; pelvis ve kalça ekleminde meydana gelen değişimler, diz ve ayak bileği eklemlerindeki değişimlerden daha fazladır.

Çantanın unilateral taşındığı durumda kalça ekleminde duruş fazında dominant taraf kalça adduksiyonunda artış, sol taraf kalça abduksiyonunda artış söz konusudur. Bunun nedeni; pelviste meydana gelen asimetri nedeniyle pelvisin yukarıda olduğu tarafta kalça adduksiyonda artış, pelvisin aşağıda olduğu tarafta kalça abduksiyonda artış meydana gelmesi olabilir.

Çantanın unilateral taşındığı durumda, çantanın bilateral taşındığı duruma göre çantanın taşındığı taraf olan sağ kalça eksternal rotasyonu daha fazla ve topuk vuruşunda kalça fleksiyonu daha azdır. Kalça fleksiyon hareket genişliğinin azalması dominant taraf kalça stabilitesini arttırmak amacıyla gerçekleştirilmiş olabilir. Sağ kalçada eksternal rotasyon artışının nedeni ise aynı taraf pelviste meydana gelen

internal rotasyon olabilir. Sol kalçada topuk vuruşunda fleksiyon ve rotasyon parametrelerde anlamlı bir değişim yoktur. Bu sonuç doğrultusunda; çantanın çift omuz yerine tek omuz üzerinde taşındığında topuk vuruşunda dominant taraf kalçada daha fazla kinematik değişim olduğu saptanmıştır.

Çantanın unilateral taşındığı durumda diz ekleminde topuk vuruşunda non-dominant tarafta diz fleksiyon artışı ve maksimum diz ekstansiyonunda azalma saptanmıştır. Ayak bileği ekleminde ise non-dominant tarafta yürüyüşün duruş fazının ilk yarısında dorsifleksör moment artmıştır. Dominant taraf diz ve ayak bileğinde ise herhangi bir kinematik ve kinetik değişiklik belirlenmemiştir. Çalışmada elde edilen bu bulgular, çantanın çift omuz yerine tek omuz üzerinde taşınmasında dominant diz ve ayak bileği yerine non-dominant diz ve ayak bileğinin daha fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır. Çantanın taşınmadığı taraftaki ekstremitelere ait eklemlerin daha çok etkilenmiş olması, çantanın taşındığı taraf alt ekstremitelerde daha fazla biyomekaniksel değişikliğin meydana gelmesi beklentisi ile ters düşmektedir. Non-dominant ekstremitedeki bu etkilenmenin nedeni; çantanın dominant taraf omuz üzerinde iken, çanta ile birlikte artan gövde ağırlığı kolumna vertebralis üzerinde lateral fleksiyonu arttırıcı etkisiyle (61) ağırlık merkezinin dominant taraf yönünde yer değiştirmesini önlemek ve dengenin devamlılığını sağlamak amacıyla başın ve gövdenin ağırlığının pelvis aracılığı ile non-dominant ekstremitelere üzerine aktarılması olabilir. Sırt çantasının tek omuz üzerinde taşınmasının gövde lateral fleksiyonu arttırdığını ortaya koyan çalışmalar da bu görüşü desteklenmiştir (10). Taşınan yüklerin spinal dizilime ve postürel açılara olan etkileri nedeniyle (22, 23, 25, 68, 69), tek omuz üzerinde taşınması sonucu oluşan bu asimetric yüklenme, süre ve yüklenme miktarı olarak belirli bir eşik üzerine çıkarsa pelviste ve kalça ekleminde meydana gelen değişikliklerin kolumna vertebralise yansması sonucu lumbal bölgede dizilim bozukluklarına yol açabilir.

Ayrıca non-dominant ekstremitelerde oluşan biyomekaniksel değişiklikler ekstremiteler arasında eşit olmayan ağırlık dağılımına neden olabilir ve non-dominant kalça, diz ve ayak bileği eklemlerindeki dejenerasyona yol açarak muskuloskeletal problemlerle sonuçlanabilir. Ortaya konulan bulgulara paralel olarak, çantanın tek omuz üzerinde taşınmasında çift omuz üzerinde taşınmasına göre

hissedilen ağrının (12) ve enerji harcamasının (47) daha fazla olduğunu ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır.

5.2.3 Ağırksız Durum ve Çantanın Unilateral Taşındığı Durumun Karşılaştırılması

Sırt çantasının unilateral taşındığı durum ağırksız durum ile karşılaştırıldığında; her iki ekstremitede topuk vuruşunda kalça fleksiyonunda artış, solda maksimum kalça ekstansiyonunda azalma gerçekleştiği ve duruş fazı boyunca sağ kalça abduksiyonunda azalma, sol kalça abduksiyonunda artış meydana geldiği belirlenmiştir. Her iki ekstremitte yerine sadece sol kalça maksimum ekstansiyonunda azalma görülmesi çantanın tek omuz üzerinde taşınması esnasında duruş fazında sol pelvis eksternal rotasyon artışı nedeniyle sol kalça maksimum ekstansiyonunda azalma gerçekleşmiş olabilir.

Sırt çantasının dominant taraf omuz üzerinde taşınması ile ağırlık merkezinin laterale yer değiştirmesini engellemek amacıyla gövdede non-dominant taraf yönünde lateral fleksiyonu gerçekleşmiş olabilir. Çantanın tek taraflı takılı olduğu durumda, desteklenen omuz seviyesinde anlamlı artış ve çanta ağırlığının tersi yönünde lateral fleksiyon geliştiğinin gösterildiği bir çalışma da bu durumu desteklemektedir (10). Gövdenin non-dominant taraf yönünde lateral fleksiyonu pelvis oblikliğini etkilemiş ve ağırksız duruma göre çantanın taşındığı taraf pelvisin daha yukarıda, çantanın taşınmadığı tarafta pelvisin daha aşağıda olmasına neden olmuş olabilir. Pelviste meydana gelen bu asimetri sonucu pelvisin yukarıda olduğu tarafta kalça adduksiyonu artışı, pelvisin aşağıda olduğu tarafta ise kalça abduksiyonu artışı meydana gelmiş olabilir. Birey dengenin korunması ve stabilitenin devamlılığı sağlanması için non-dominant taraf kalça abduksiyonunu arttırarak destek yüzeyini genişletmeye de çalışmış olabilir.

Diz ekleminde; ağırksız durum ile çantanın unilateral olarak taşındığı durumun karşılaştırıldığında, ağırksız durum ile çantanın bilateral olarak taşındığı durumun karşılaştırılmasında ortaya çıkan sonuçlara benzer sonuçlar ortaya konmuştur. Her iki tarafta topuk vuruşu sonrasında diz fleksiyonunda artış ve yürüyüşün duruş fazının ilk yarısında (yürüyüş siklüsünün % 0-30'lük bölümünde) sağ dizde maksimum ekstansör momentte artış belirlenmiştir. Çantanın bilateral taşınmasından farklı olarak sağ omuz üzerinde taşınmasında ayrıca, yürüyüşün duruş

fazının ilk yarısında sağ dizde maksimum kuvvet absorpsiyonunda artış meydana gelmiştir. Bu sonuç çantanın dominant taraf olan sağ omuz üzerinde taşındığı durumda, duruş fazında vücut ağırlığının sağ ekstremiteye aktarıldığı esnada sağ diz eklemine binen yükün daha fazla olması ve dizde meydana gelen fleksiyonun çantanın bilateral taşındığı duruma göre daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Bu nedenle çantanın unilateral şekilde taşınması diz ekleminde zorlanmaya ve tek taraflı yüklenme yıllar boyunca devam ederse diz ekleminde oluşabilecek dejenerasyona neden olabilir.

Ayak bileği eklemi incelendiğinde; sadece non-dominant tarafta itme fazında plantar fleksör momentin ve maksimum kuvvet üretiminin arttığı belirlenmiştir. Bunun nedeni; kalça maksimum ekstansiyonun dominant tarafta aynı kalırken, non-dominant tarafta azalma göstermesi olabilir. Bir başka deyişle, pelviste artmış eksternal rotasyon kalçada ekstansiyonun azalmasına neden olmuş ve ayak bileğinde meydana gelen değişiklikler ile kompanse edilmeye çalışılmış olabilir. Ya da tersi olarak ayak bileği plantar fleksiyon moment artışı pelviste eksternal rotasyon artışına ve kalça ekleminde ekstansiyon azalması neden olabilir.

Çantanın uniltareral olarak taşınması esnasında diz ve ayak bileği eklemlerinde meydana gelen kinetik değişiklikler, dominant diz ve non-dominant ayak bileği ekleminin ağırlıklı olarak etkilendiğini göstermektedir.

5.3 Sırt Çantası ve Muskuloskeletal Problemler

Adölesanlar tarafından günlük olarak taşınan yüklerin spinal dizilime ve postürel açılara olan etkilerini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (22, 23, 25, 68, 69). Hong ve Cheung (25)'un belirttiğine göre, Hong Kong'ta yerel bir çalışmada değerlendirilen 812 öğrencinin 45'inde spinal deformite olduğu tespit edilmiştir ve tespit edilen bu öğrenci grubunun ortalama çanta ağırlığının, değerlendirilen tüm öğrencilerin ortalama çanta ağırlığından fazla olduğu bulunmuştur.

Cottalorda ve diğ. (18)'nin belirttiğine göre Viry ve diğerlerinin çalışmalarında çanta ağırlıkları ölçülen çocukların % 49'unun ortalama çanta ağırlığının vücut ağırlıklarının % 20'sinden fazla olduğu ortaya koymuşlardır. Negrini ve diğ. (15)'nin yaptıkları çalışmada, değerlendirilen altıncı sınıf adölesanların % 34.8'inin haftada en az bir kere vücut ağırlıklarının % 30'undan fazla ağırlığı sırt çantalarında taşıdıkları belirtilmiştir. Cavallo ve diğ. (48) bir grup

dördüncü sınıf öğrencisinin yarısından fazlasının vücut ağırlıklarının % 10'u ve üzerinde ve bu öğrencilerden kız öğrencilerin dörtte birinin vücut ağırlığının % 15'inden daha fazla ağırlıkta çanta taşıdıklarını ortaya koymuşlardır.

Bazı sağlık kuruluşları (29-32) öğrencilerin güvenli sırt çantası kullanımı hakkında sırt çantası ağırlığı limiti olarak vücut ağırlığının % 10 ile % 25 arasında değişen farklı önerilerde bulunmaktadır. Bu limitin belirlenmesi amacıyla farklı ağırlık miktarlarını içerecek şekilde gerçekleştirilen biyomekanik çalışmalara göre ise; bazı araştırmacılar bu limitin % 10-12 olmasını savunurken (47, 59, 65), bazı araştırmacılar bu limitin % 15 olması gerektiğini belirtmişlerdir (6, 22, 25, 41, 66). Yapılan bu çalışmalar, öğrencilerin kullandıkları sırt çantası ağırlık miktarı limiti hakkında henüz tam bir görüş birliğine varılmadığını göstermektedir.

Pascoe ve diğ. (10)'nin değerlendirdiği 61 çocuğun % 73.2'sinin ve Cottalorda ve diğ. (18)'nin inceledikleri 41 çocuğun % 76'sının genellikle çantalarını tek askılarını kullanarak taşıdıkları belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, Avustralya'da gerçekleştirilen bir çalışmada ise Okul Temelli Sırt Çantası Sağlık Desteği Programı'nda doğru çanta taşıma tekniğinin öğretildiği 242 bireyden sadece % 57'si sırt çantalarını doğru şekilde yerleştirdikleri görüldüğü belirtilmiştir (27). Devita ve diğ. (20)'nin belirttiğine göre Yeni Zelanda'da 140 birey üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, tek askı kullanım insidansı % 29.3 olarak belirlenmiştir. İncelenen çalışmalar doğrultusunda, bölgesel olarak çocukların çanta kullanım şekli değişmekle birlikte, çocuklar arasında çantayı tek omuz üzerinde taşıma oranı % 25'in üzerindedir. Sırt çantası ağırlığı limitinin belirlenmesini sağlamak amacıyla yapılan çalışmalarda kullanılan yöntem, çift omuz üzerinde taşıma şeklindedir ve genellikle çanta ağırlığı sınırı belirlenirken farklı çanta taşıma şekilleri göz ardı edilmektedir.

Çalışmamızda vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlıkta bir çantanın bilateral ve unilateral kullanımının yürüyüş esnasında ne gibi değişikliklere neden olabileceği araştırılmıştır. Böylelikle önerilen % 15'lik ağırlık limitinin çantanın farklı taşıma şekillerinde ne kadar gerçekçi olduğunun belirlenmesinde katkıda bulunabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamız sonucunda elde edilen bulguların, vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlıkta bir sırt çantası kullanımının vücutta oluşturacağı biyomekaniksel etkilerinin

belirlenmesinde, sırt çantasının farklı kullanım şekillerinin ilerleyen yaşlarda vücutta oluşturabileceği deformiteler açısından etkisinin olup olmayacağını araştırılmasında ve riskleri azaltmak için doğru sırt çantası taşıma şeklinin belirlenmesinde katkısı olacağı düşünülmektedir.

5.4 Sırt Çantası Kullanımının Gövde Postürü Üzerine Etkileri

Pascoe ve diğ. (10)'nin 11-13 yaş aralığındaki 10 bireyin vücut ağırlıklarının % 17'si kadar ağırlığı içeren sırt çantasını taşıırken gövdenin öne eğiliminde artış gerçekleştiğini ve Hong ve diğ. (59) vücut ağırlıklarının % 10, % 15 ve % 20'si kadar ağırlığı taşıyan 9-10 yaşlarında 11 bireyde % 15'lik ve % 20'lik ağırlığın taşındığı durumlarda gövdenin öne eğiliminde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı doğrultuda Li ve diğ. (61) inceledikleri 15 erkek bireyde; vücut ağırlıklarının % 10 ile % 20'si ve ağırlıksız durum ile vücut ağırlıklarının % 15'i kadar ağırlık taşıma durumları 20 dakika yürütülmeleri sonrasında karşılaştırıldığında gövde inklinasyon açısından anlamlı bir artışın olduğunu belirlenmiştir.

Torakal açısal hareketi değerlendiren Pascoe ve diğ. (10)'nin çalışmalarında yüksüz ve çantanın sırtta tek ya da çift askı kullanıldığı % 17'lik yüklenme durumları karşılaştırıldığında; durumlar arasında torakal açısal harekette farka rastlanmamıştır. Aynı çalışmada, çantanın tek taraflı takılı pozisyonda; desteklenen omuz seviyesinde anlamlı bir artış ve çanta ağırlığının tersi yönünde lateral deviasyon geliştiği gösterilmiştir (10). Gövde postüründe meydana gelen değişikliklerin, çalışmamızda da çantanın tek omuz üzerinde taşındığı durumda görülen farklı sonuçlara neden olabileceğini düşünmekteyiz.

5.5 Limitasyonlar

Bireylere yerleştirilen kürelerin yumuşak doku üzerinde sabit kalmasını sağlamak amacıyla referans alınan kemik çıkıntılar açıkta kalacak şekilde mayo giydirilmiştir. Bu durum bireylerin çekinmesine neden olmuş ve normal yürüyüşlerini etkilemiş olabilir. Aynı zamanda bireylerin doğal ortamları yerine laboratuvar ortamında yürütülmesi ve bireylerin çıplak ayak değerlendirilmesi çalışmayı etkileyebilecek etkenlerdendir. Değerlendirme sürecinde sırt çantasının standart boyda ve serbest askı uzunluğunun kullanılmaması, çalışmanın sonuçlarını etkilemiş olabilir.

Çalışmamızın limitasyonlarından bir diğeri; sırt çantasının taşındığı farklı durumlarda, yürüyüş esnasındaki kas aktivitesinin daha iyi belirlenebilmesi için elektromyografik değerlendirmenin eksikliğidir.

Ayrıca 10-17 yaş aralığı yerine, diğer çalışmalarda olduğu gibi (10, 18, 27, 59) daha dar bir yaş aralığındaki adölesanların değerlendirmeye dahil edilmesi, adölesan gelişiminin farklı aşamalarındaki biyomekaniksel yüklenmelere alınan cevapların karşılaştırılmasına olanak sağlayabilirdi.

Bu çalışma ile adölesan yaş grubunda okul çantasının çift ve sağ omuz üzerinde taşınması olmak üzere iki farklı taşıma şeklinin yürüyüşün temporospatial, kinematik ve kinetik parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları ile her iki çanta taşıma şeklinin ağırlıksız duruma göre yürüyüşün parametrelerini etkilediğini ancak iki farklı taşıma şekli birbiriyle karşılaştırıldığında farklar önemli olmakla beraber, fark meydana gelen yürüyüş parametre sayısının daha az olduğunu gösterilmiştir.

Çalışmamızda belirlenen hipotezler incelendiğinde; ağırlıksız durum ile vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantasının çift omuz üzerinde taşındığı durum karşılaştırıldığında, yürüyüşün temporospatial, kinematik ve kinetik parametreleri üzerine etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantasının çift ve sağ omuz üzerinde taşındığı durumun karşılaştırıldığında ise, yürüyüşün temporospatial parametreleri üzerine farklı etkisi olmadığı ve yürüyüşün kinematik ve kinetik parametreleri üzerine etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Her iki çanta taşıma şeklinde ağırlıksız duruma göre yürüyüşün parametreleri etkilenmiştir ancak iki farklı taşıma şekline ait sonuçlar birbiriyle karşılaştırıldığında farklar önemli olmakla birlikte fark meydana gelen yürüyüş parametre sayısının daha az olduğu belirlenmiştir.
- Yürüyüşün zaman parametreleri incelendiğinde; çantanın bilateral ve unilateral taşındığı durumlarda ağırlıksız duruma göre duruş fazı ve çift destek periyodu süreleri artarken, sallanma fazı süresi azalmıştır. Mesafe parametreleri incelendiğinde ise; çantanın bilateral taşındığı durumda ağırlıksız duruma göre ortalama hız düşerken, çantanın unilateral taşındığı durumda ağırlıksız duruma göre adım genişliğinde artış meydana gelmiştir. Çantanın bilateral ve unilateral taşındığı durumlara ait temporospatial parametreler karşılaştırıldığında; hiçbir parametrede fark belirlenmemiştir.
- Pelvis kinematığı incelendiğinde, çantanın iki farklı şekilde taşınmasının pelvis üzerinde farklı etkileri olduğu ortaya konmuştur. Çantanın iki farklı şekilde taşınmasının antero-posterior yöndeki pelvik tiltte benzer, pelvik obliklikte ve pelvik rotasyonda farklı sonuçlara neden olduğu belirlenmiştir. Çantanın taşındığı her iki durumda ağırlıksız duruma göre anterior pelvik tiltte artış belirlenmiştir. Pelvik rotasyon incelendiğinde; çantanın bilateral taşındığı durumda sağ taraf pelvisin daha fazla eksternal rotasyonda, çantanın unilateral taşındığı durumda çantanın taşınmadığı taraf olan sol taraf pelvisin daha fazla eksternal rotasyonda olduğu bulunmuştur. Çantanın çift omuz üzerinde taşındığı durumda pelvik obliklikte herhangi bir değişim söz konusu değilken, çantanın tek omuz üzerinde taşındığı durumda ağırlıksız duruma göre çantanın taşındığı taraf pelvis seviyesinin daha yukarıda, diğer taraf pelvis seviyesinin ise daha aşağıda olduğu belirlenmiştir. Okul çantasının sürekli tek omuz üzerinde taşınmasıyla pelviste oluşan bu asimetri, zaman içerisinde lumbal vertebraların yerleşimini etkileyerek kolumna vertebraliste dizilim bozukluklarına ve muskuloskeletal problemlere neden olabilir.
- Ağırlıksız durum ve sırt çantasının bilateral taşındığı duruma ait kinematik ve kinetik parametreler karşılaştırıldığında; her iki alt ekstremiteye ait

eklemlerde değişiklikler meydana geldiği görülmektedir. Özellikle, yürüyüşün itme fazında maksimum plantar fleksiyon artışı ve maksimum plantar fleksör moment artışı belirlenen her iki ayak bileği eklemünde plantar fleksörlerin artmış aktivitesi ortaya konmuştur. Meydana gelen bu değişiklikler, yürüyüş sırasında vücut ağırlığının % 15'i ağırlığında bir sırt çantası kullanılmasının çantasız duruma göre alt ekstremitte biyomekaniğine etkisi olduğunu göstermektedir.

- Çantanın bilateral ve unilateral olarak taşındığı durumlara ait kinematik ve kinetik parametreler karşılaştırıldığında; kalça eklemünde meydana gelen değişimler, diz ve ayak bileği eklemlerindeki değişimlerden daha fazladır ve ayrıca çantanın taşındığı ve taşınmadığı taraf alt ekstremitte meydana gelen biyomekaniksel değişiklikler genellikle birbirinden farklıdır. Özellikle, maksimum kalça ekstansiyonu ve duruş fazında maksimum kalça ekstansör moment ve güç üretimi dışında kalça eklemine ait tüm kinematik ve kinetik parametreler sağ ve sol ekstremitte birbirinden farklıdır. Okul çantasının tek veya çift taraflı taşınmasının alt ekstremitte biyomekaniğine farklı etkisi olduğu görülmektedir.
- Bu çalışma ile vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlıkta bir sırt çantasının farklı şekillerde taşınmasının yürüyüş esnasında postüre olan etkilerinin dışında alt ekstremitte biyomekaniğine olan kısa süreli etkileri incelenmiştir. Gelecekte yapılacak diğer sırt çantası ile ilgili biyomekaniksel çalışmalarda sırt çantası kullanımının postür üzerine etkileri ile birlikte pelvis ve alt ekstremitelere olan etkileri unutulmamalıdır ve sırt çantasının farklı kullanım şekillerinde yürüyüş esnasında baş, boyun ve gövdede meydana gelen değişimlerin alt ekstremitte biyomekaniğine nasıl yansıdığı incelenmelidir.
- Çalışmamızda ve diğer ilgili çalışmalarda sırt çantasının farklı kullanım şekillerinin yürüyüş biyomekaniğine olan kısa süreli etkileri gösterilmiştir. Adölesanların sırt çantalarını günlük yaşamlarında daha uzun sürelerle taşımaları nedeniyle, ileride gerçekleştirilecek çalışmalarda ilk değerlendirme sonrası bireyler, sırt çantası ile uzun süre yürütüldükten sonra tekrar değerlendirilerek sırt çantası kullanımının uzun süreli etkileri de değerlendirilebilir.

- Bireylerin günlük yaşamlarında sırt çantaları ile yürüyüşün dışında merdiven inip çıkma, sıraya oturup kalkma gibi birçok aktivite de gerçekleştirmektedirler. Bu tür aktiviteler esnasında sırt çantasının farklı şekillerde taşınmasının vücuda olan biyomekaniksel etkileri hareket analizi yöntemi kullanılarak incelenebilir.
- Çalışmamızda biyomekaniksel yüklenmenin bireye göre değişmesinin önüne geçilebilmesi için sabit bir ağırlık miktarı yerine geçmişte benzer çalışmalarda uygulandığı gibi yüzdesel yüklenme sistemi seçilmiştir. Ancak sabit ağırlık miktarı ile yüklenmenin yürüme biyomekaniğine olan etkileri de incelenebilir.
- Adölesanlarda vücut ağırlığının % 15'i kadar ağırlıkta sırt çantasını taşıma şeklinin yürüyüşün kinematik ve kinetik parametreleri üzerine etkisi olduğu görülmüştür. Okul çantasının farklı şekillerde taşınması ile yürüyüşte ortaya konan biyomekaniksel sonuçlar doğrultusunda, adölesanlara ve ebeveynlerine, öğrencilerin sırt çantalarını tek omuz yerine çift omuzları üzerinde taşımalarını ve okula gidip gelirken vücut ağırlıklarının % 15'i ve üzerinde ağırlık içeren okul çantaları taşımamalarını önermekteyiz.
- Okullarda, ilköğretim ve ortaöğretim seviyesindeki öğrencilere fizyoterapistler tarafından okul çantasının doğru kullanımı ve postür eğitimi ile ilgili seminerler verilebilir. Ayrıca ders materyallerini yerleştirebilecekleri dolapların kullanımını yaygınlaştırılabilir.
- Çalışmamızda elde edilen bilgilerin aynı zamanda fizyoterapistlere koruyucu fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında rehber olacağını düşünmekteyiz. Klinikte, fizyoterapistler muskuloskeletal problemleri olan adölesanları değerlendirirken çanta kullanım alışkanlıklarını sorgulamalı ve okul çantası kullanım alışkanlıkları gibi risk faktörlerini her zaman göz önünde bulundurmalarıdır.

KAYNAKLAR

1. Stantrock, J.W. (1993). *Adolescence: An Introduction*, 5th Edition, Madison, Wis, Brown and Benchmark.
2. Ercan, O., Alikasıfoğlu, M., Ercan, G. (2005). *Adölesan Sağlığı*, İstanbul, Deomed Medical.
3. Glastre, C., Braillon. P., David, L., Cochat, P., Meunier, P.J. ve Delmas, P.D. (1990). Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy x-ray absorbtometry in normal children: correlations with growth parametres. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 70(5), 1330-1333.
4. Bonjour J.P, ve Theintz G. (1991). Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass acumulation during adolescence. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 73(3), 555-563.
5. O'Brien M. (2001). Exercise and osteoporosis. *International Journal of Medical Sciences*, 170(1), 58-62.
6. Brackley, H.M., Stevenson, J.M. (2004). Are children's backpack weight limits enough? A critical review of the relevant literature. *Spine*, 29, 2184-2190.
7. Hestbaek, L., Leboeuf-Yde, C., Kyvik, K.O., Manniche, C. (2006). The course of low back pain from adolescence to adulthood; Eight-year follow-up of 9600 twins. *Spine*, 31(4), 468-472.
8. Limon, S., Valinsky, L.J., Ben-Shalom, Y. (2004). Children at Risk: Risk Factors for Low Back Pain in the Elementary School Environment. *Spine*, 29(6), 697-702.
9. Negrini, S., Carabalona. R. (2002). Backpacks on! Schoolchildren's perceptions of load, associations with back pain and factors determining the load. *Spine*, 27(2), 187-195.
10. Pascoe, D.D., Pascoe, D.E., Wang, Y.T. (1997). Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics*, 40, 631-641.

11. Sheir-Neiss, G.I., Kruse, R.W., Rahman, T., Jacobson, L.P., Pelli, J.A. (2003). The Association of backpack use and back pain in adolescents. *Spine*, 28 (9), 922-930.
12. Moore, M.J., White, G.L., Moore, D.L. (2007). Association of relative backpack weight with reported pain, pain sites, medical utilization, and lost school time in children and adolescents. *Journal of School Health*, 77(5), 232-239.
13. Whittfield J, Legg, S. J., Hedderley D.I. (2001). Schoolbag weight and musculoskeletal symptoms in New Zealand secondary schools. *Applied Ergonomics*, 36, 193-198.
14. Negrini, S., Politano, E., Carabalona, R., Tartarotti, I., Marchetti, M.L. (2004). The backpack load in schoolchildren: clinical and social importance, and efficacy a community-based educational intervention. *Europa Medicophysica*, 40(3), 185-190.
15. Negrini, S., Carabolina, R. ve Sibilla, P. (1999). Backpack as daily load for school children. *Lancet*, 354, 1974.
16. Forjuoh, S.N., Lane, B.L., Schuchmann, J.A. (2003). Percentage of body weight carried by students in their school backpacks. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 261–266.
17. Watson, K.D., Papageorgiou, A.C., Jones, G.T., Taylor, S., Symmons, D.P.M., Silman, A.J. ve diğerleri. (2003). Low back pain in schoolchildren: the role of mechanical and psychosocial factors. *Archives of Disease in Childhood*, 88, 12-17.
18. Cottalorda J, Rahmani A, Diop M, Gautheron, V., Ebermeyer E., Belli, A. (2003). Influence of school bag carrying on gait kinetics. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 12, 357–364.
19. Kovacs, F.M., Gestoso, M., del Real, M.T.G., Lopez, J., Mufraggi, N., Mendez, J.I. (2003). Risk factors for non-specific low back pain in schoolchildren and their parents: a population based study. *Pain*, 103, 259–268.
20. Korovessis, P., Koureas, G., Papazisis,Z. (2004). Correlation Between Backpack Weight and Way of Carrying, Sagittal and Frontal Spinal

Curvatures, Athletic Activity, and Dorsal and Low Back Pain in Schoolchildren and Adolescents. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 17(1), 33–40.

21. Devita, P., Hong, D., Hamill, J. (1991). Effects of asymmetric load carrying on the biomechanics of walking. *Journal of Biomechanics*, 24, 1119-1129.
22. Chansirinukor, W., Wilson, D., Grimmer, K., Dansie, B. (2001). Effects of backpacks on students: Measurement of cervical and shoulder posture. *Australian Journal of Physiotherapy*, 47, 110-116.
23. Ramprasad, M., Alias, J., Raghuvver, A.K. (2009). Effect of backpack weight on postural angles in preadolescent children. *Indian Pediatrics*, 47(7), 575-580.
24. Grimmer, K., Dansie, B., Milanese, S., Pirunsan, U., Trott, P. (2002). Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomised controlled experimental study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 3:10.
25. Hong, Y., Cheung C. (2003). Gait and posture responses to backpack load during level walking in children. *Gait and Posture*, 17, 28-33.
26. Wang, Y., Pascoe, D.D., Weimar, W. (2001). Evaluation of book backpack load during walking. *Ergonomics*, 44 (9), 858-869.
27. Connolly, B.H., Cook, B., Hunter, S., Laughter, M., Mills, A., Nordtvedt, N., ve diğerleri. (2008). Effects of backpack carriage on gait parameters in children. *Pediatric Physical Therapy* 20, 347–355.
28. Chow, D., Kwok, M., Au-Yang, A., Holmes, A., Cheng, J., Yao, F., ve diğerleri. (2005). The effect of backpack load on the gait of normal adolescent girls. *Ergonomics*, 48(6), 642–56.
29. American Academy of Pediatrics, Backpack Safety. Erişim: 02.04.2011, <http://www.aap.org/advocacy/releases/augschool.cfm>
30. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Backpack Safety. Erişim: 02.04.2011, <http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=a00043>
31. Backpack Safety America/International, 4 Steps to Safe Backpack Use. Erişim: 02.04.2011, <http://www.backpacksafe.com/topic.asp?pid=9>

32. National Safety Council, Backpack Related Injuries in Children. Erişim: 02.04.2011, http://www.nsc.org/news_resources/Resources/Documents/Backpack_Safety.pdf
33. American Occupational Therapy Association, Backpack Awareness: One of Many Ways That Occupational Therapists Serve Students. Erişim: 02.04.2011, <http://www.aota.org/News/Consumer/Backpack08.aspx>
34. World Health Organization. (1993). *The Health of Young People: A Challenge and A Promise*, Geneva, World Health Organization.
35. Dworetzky, J.P. (1996). *Introduction to Child Development*, 6th Edition. St. Paul/Minneapolis, MN, West Publishing.
36. Koşar, N.Ş., Demirel, H.A., Aydoğ, T.S., Doral, M.N. (2006). Sportive health in adolescents. *Abstracts / J Pediatr Sci*, 2(7), 25-33.
37. Woolf A., Pfleger B. (2003). Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ*, 81(9), 646-656.
38. Briggs, A.M., Smith, A.J., Straker, L.M., Bragge, P. (2009). Thoracic spine pain in the general population: Prevalence, incidence and associated factors in children, adolescents and adults. A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10(77), 1-12.
39. Brattberg, G. (2004). Do pain problems in young school children persist into early adulthood? A 13-year follow-up. *European Journal of Pain*, 8, 187–199.
40. Balague, F., Troussier, B., Salminen, J. (1999) Non-specific low back pain in children and adolescents: risk factors. *European Spine Journal*, 8, 429–438.
41. Reneman, M.F., Poels, B.J., Geertzen, J.H., Dijkstra, P.U. (2006). Back pain and backpacks in children: biomedical or biopsychosocial model? *Disability and Rehabilitation*, 28 (20), 1293–1297.
42. Haselgrove, C., Straker, L., Smith, A., Sullivan, O.P., Perry, M., Sloan, N. (2008). Perceived school bag load, duration of carriage, and method of transport to school are associated with spinal pain in adolescents: an observational study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 54, 193-200.

43. Skaggs, D.L., Early, S.D., D'Ambra, P., Tolo, V.T., Kay, R.M. (2006). Back pain and backpacks in school children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 26, 358–63.
44. Siambanes, D., Martinez, J.W., Butler, E.W., Haider, T. (2004). Influence of school backpacks on adolescent back pain. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 24, 211-217.
45. Goodgold, S., Concoran, M., Gamache, D., Gillis, J., Guerin, J., Coyle, J.Q. (2002). Backpack use in children. *Pediatric Physical Therapy*, 14, 122–131.
46. Knapik, J., Harman, E., Reynolds, K. (1996). Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects. *Applied Ergonomics*, 27(3), 207–216.
47. Malhotra, M., Sen Gupta, J. (1965). Carrying of school bags by children. *Ergonomics*, 8 (1-4), 55-60.
48. Grimmer, K., Williams, M. (2000). Gender-age environmental associates of adolescent low back pain. *Applied Ergonomics*, 31, 343–60.
49. Cavallo, C.M., Hlavaty, T.M., Tamase, M.G.M., (2003). A pilot study for the development of a primary prevention program: what is the average weight of a fourth graders backpack? *Work*, 20, 137-158.
50. Nordin, M. (2001). *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*, third edition, United States of America, Lippincott Williams and Wilkins.
51. Akalan, N.E. (1999). **Serebral Parezili Çocuklarda Video Bazlı Yürüme Analizinin Gözlemci İçi ve Gözlemciler Arası Güvenilirliğinin Belirlenmesi.** Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
52. Simoneau, G.G. (2002). Kinesiology of Walking. Neumann, D.A (Ed.). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Physical Rehabilitation* (s. 523-569). United States of America: Mosby.
53. Perry, J. (1992). *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*, United States of America, Slack.
54. Soderberg, G.L. (1997). *Kinesiology: Application to Pathological Motion*. United States of America, Williams and Wilkins.

55. Cigna Healthcare Coverage Position. Subject: Gait Analysis 2008; 1-8 CIGNA.
56. Valmassy, R.L. (1996). *Clinical Biomechanics of the Lower Extremities*. United States of America, Mosby.
57. Yavuzer, G. (2009). Üçboyutlu niceliksel yürüme analizi. *Acta Orthopaedica Traumatologica Turcica*, 43(2), 94-101.
58. Korovessis, P., Koureas, G., Zacharatos, S., Papazisis, Z. (2005). Backpacks, Back Pain, Sagittal Spinal Curves and Trunk Alignment in Adolescents: A Logistic and Multinomial Logistic Analysis. *Spine* 30(2), 247–255.
59. Hong, Y., Brueggemann, G. (2000). Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait and Posture*, 11, 254–259.
60. Steele, E., Bialocerkowski, A., Grimmer, K. (2003). The postural effects of load carriage on young people - a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 4(12), 1-7.
61. Li, J.X., Hong, Y., Robinson, P.D. (2003). The effect of load carriage on movement kinematics and respiratory parameters in children during walking. *European Journal of Applied Physiology*, 90, 35-43.
62. Smith, B., Ashton, K.M., Bohl, D., Clark, R.C., Metheny, J.B., Klassen, S. (2006). Influence of carrying a backpack on pelvic tilt, rotation, and obliquity in female college students. *Gait & Posture*, 23, 263–267.
63. Singh, T., Koh, M. (2009). Effects of backpack load position on spatiotemporal parameters and trunk forward lean. *Gait and Posture*, 29, 49-53.
64. Kellis E., Arampatzi, F. (2009). Effects of sex and mode of carrying schoolbags on ground reaction forces and temporal characteristics of gait. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 18, 275–282.
65. Cardon, G., Balague, F. (2004). Backpacks and spinal disorders in school children, *Europa Medicophysica*, 40, 15-20.
66. Rateau, M. (2004). Use of backpacks in children and adolescents. *Orthopaedic Nursing*, 23, 101-106.

67. Davis, R.B., Öunpuu, S., Tyburski, D., Gage, J.R. (1991). A gait analysis data collection and reduction technique. *Human Movement Science*, 10(5), 575-587.
68. Neuschwander, T.B., Cutrone, J., Macias, B.R., Cutrone, S., Murthy, G., Chambers, H., ve diğeri. (2009). The Effect of backpacks on the lumbar spine in children: A standing magnetic resonance imaging study. *Spine*, 35(1), 83–88.
69. Chow, D.H.K., Leung K.T.Y., Holmes, A.D. (2007). Changes in spinal curvature and proprioception of schoolboys carrying different weights of backpack. *Ergonomics*, 50(12), 2148-2156.