

Adölesanlarda sırt çantasının tek taraflı taşınmasının yürüyüş biyomekaniği üzerine etkisi: Kinematik analiz

Bahar ÖZGÜL¹, N. Ekin AKALAN², Shavkat KUCHIMOV³, Fatma UYGUR⁴,
Yener TEMELLİ⁵, M. Gülten POLAT¹

¹Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul;

²İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul;

³Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Enstitüsü, İstanbul;

⁴Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara;

⁵İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Amaç: Bu çalışmanın amacı adölesanlarda tek taraflı sırt çantası taşınması sırasında meydana gelen biyomekanik değişiklikleri ve yüklenen ve yüklenmeyen tarafların kinematik parametrelerini araştırmaktır.

Çalışma planı: Yaş ortalaması 13±1.2 yıl olan 20 adölesan, 'sırt çantasız yürüyüş' ve 'sırt çantası bir omuz üzerinde yürüyüş' olmak üzere iki durumda değerlendirildi. Yürüyüşün kinematik parametreleri, olguların kendi belirledikleri hızda, hareket analizi ile değerlendirilmiştir. Asimetrik yürüyüş; yüklenen ve yüklenmeyen taraf ile ağırlıksız yürüyüşe ait spesifik kinematik noktaların ortalamaları karşılaştırıldı

Bulgular: Bu çalışma, yüklenmeyen tarafa ve ağırlıksız yürüyüşe göre yüklenen tarafta topuk vuruşunda diz fleksiyonu, kalça addüksiyon açısı, ortalama anterior pelvik tilt ve ortalama pelvik obliklik artarken; maksimum ayak bileği dorsifleksiyonu, ortalama diz varum açısı, maksimum kalça ekstansiyon değeri ve pelvik rotasyon hareket aralığının azaldığı görüldü. Yüklenen tarafta duruş fazının sonunda azalmış maksimum kalça ekstansiyonu, artmış kalça addüksiyonu, yükselmiş pelvis ve artmış anterior pelvik tilt belirlenirken, karşı etki olarak, yüklenmeyen tarafta pelvis alçalmış, ayak bileği dorsifleksiyonu artmış ve kalça addüksiyonunda idi.

Çıkarımlar: Sırt çantasının asimetrik taşınmasının hem yüklenen hem de yüklenmeyen tarafa etkisi olduğu görüldü. Bu nedenle oluşan biyomekanik değişiklikler lomber omurlar üzerinde ekstra yük oluşturmakta, ön diz biyomekaniğindeki değişimler bel ağrısına ve dizde farklı patolojilere yol açabilmektedir.

Anahtar sözcükler: Kinematik analiz; okul çantasını asimetrik taşıma; sırt çantası; yürüme analizi; yüklenme.

Çocukların ve adölesanların birçoğu her gün okula giderken sırt çantası taşırlar. Sırt çantasını tek omuz ya da çift omuz üzerinde taşımak gibi farklı taşıma yöntemleri vardır. Yapılan çalışmalara göre, nüfusun %85'i genellikle sırt ağrısından şikayet etmektedir.^[1] Çocuklarda ve adölesanlarda sırt ağrısı prevalansı giderek art-

mış ve %30'dan %51'e yükselmiştir.^[2] Sırt ağrısı ile ilişkilendirilen faktörler; yaş, ailede sırt ağrısı öyküsü, sırt yaralanması, sporlara yüksek seviyelerde katılım, spinal dizilim bozuklukları, sırt çantası ağırlığı ve sırt çantası taşıma alışkanlıklarıdır.^[2] Sırt çantası taşıma alışkanlıklarının okul çağı çocuklarında artan sırt ağrısı prevalan-

Yazışma adresi: Ft. Bahar Özgül, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Cevizli, Kartal, İstanbul.

Tel: 0216 - 399 93 71 / 1198 e-posta: fztbaharozgul@gmail.com

Başvuru tarihi: 04.05.2011 **Kabul tarihi:** 02.02.2012

©2012 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu
www.aott.org.tr adresinde
doi:10.3944/AOTT.2012.2678
Karekod (Quick Response Code):



sının nedenlerinden biri olduğu düşünülmektedir. Bazı çalışmalar, okul çantasını asimetrik şekilde taşıma yönteminin bu yaş gurubunda sırt ağrısı risk faktörlerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır.^[3-5] Çocukluk çağında görülen sırt ağrısının erişkinlik döneminde görülen sırt ağrısının habercisi olup olmadığı bilinmemektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaokul öğrencilerinin vücut ağırlıklarının ortalama %14-17 oranında sırt çantası ağırlığı taşıdıkları bildirilmiştir.^[6] İtalya'daki öğrencilerin sırt çantası ağırlığı vücutlarının %22'sine denk gelmekte ve haftada bir kez bu öğrencilerin üçte biri vücut ağırlıklarının %30'unu geçen ağırlıkta çanta taşımaktadırlar.^[3] Chow ve ark.'nın güncel bir çalışmasında, yüklenme sonrası, adölesan kızların yürüyüşünde azalmış yürüme hızı, değişmiş eklem hareketi ve daha büyük eklem momentleri ve güçleri gibi istatistiksel olarak anlamlı etkilerin olduğu gösterilmiştir.^[7] Ayrıca Hong ve ark., çocuklarda yüklenmeyle koşu bandı,^[8] uzun süreli yürüyüş,^[9] ve merdiven çıkma^[10] gibi aktivitelerin kinematiği ve kinetiklerinde belirgin etkilerin görüldüğünü bildirmişlerdir.

Goodgold ve ark., araştırdıkları 345 çocuğun %80'inin sırt çantalarını iki omuz üzerinde taşıdıklarını rapor ettiklerini belirtmişlerdir.^[11] Yeni Zelanda'da tek askı kullanım insidansı %29.3^[12] ve Avustralya'da 1,269 lise çağındaki çocuğu içeren kesitsel bir çalışmada %10'dur.^[13] Buna karşılık, Pascoe ve ark., çalışmalarında yer alan çocukların %73.4'ünün sadece bir askı kullandığını ifade etmişlerdir.^[14] Goodgold ve Nielsen, okul tabanlı, sırt çantası ile ilgili sağlığı geliştirme programında sırt çantası kullanımı için doğru teknik hakkında eğitim verilmesine rağmen olguların sadece %57'sinin sırt çantasını doğru şekilde kullandıklarını belirlemişlerdir.^[15]

Cottalorda ve ark.,^[16] ortalama yaşı 12 olan 41 çocuktan 10 kg ağırlığında bir sırt çantasının 1 yada 2 omuz üzerinde taşınmasının yer reaksiyon kuvvetleri, adım uzunluğu, duruş fazı, çift destek periyodu ve simetrik bir indeks üzerine etkilerini araştırmışlardır. Ağırksız durum ile çantanın bir ya da iki omuz üzerinde taşınması durumları arasında topuk vuruşu ve topuk kalkışı fazlarındaki ortalama vertikal kuvvet ve maksimum değerlerde anlamlı farklılıklar belirlemişlerdir. Sırt çantasının 1 ve 2 omuz üzerinde taşınması durumları arasında ise fark gözlenmemiştir. Aynı zamanda bu çalışmada, çantasız yürüyüş ile karşılaştırıldığında bir sırt çantası ile yürüyüşte daha uzun duruş fazı ve çift destek periyodu sürelerine ve adım uzunluğunda artışa rağmen çantanın 1 ve 2 omuz üzerinde taşınması durumları arasında adım uzunluğu, duruş ve çift destek periyodu veya simetri gibi yürüyüş parametrelerinde anlamlı fark belirlenmemiştir.

Bu çalışmaların aksine, Pascoe ve ark., 11-13 yaşlarındaki olgularda, çanta taşırken adım frekansının art-

tığını ve adım uzunluğunda azalma olduğunu belirlemiştir.^[12] Bununla birlikte, araştırmacılar adölesanlarda çantanın tek omuz üzerinde taşınmasının lateral gövde fleksiyonuna ve omuz elevasyonuna neden olduğunu gözlemlemişler ve bunun da postürü ve yürüyüşü anlamlı düzeyde değiştirdiği sonucuna varmışlardır.

Pediatric Akademisi (*The Academy of Pediatrics*), bir sırt çantasının bir çocuğun vücut ağırlığının %10 ila 20'sinden fazlasına denk gelmemesini önermektedir.^[17] Negrini ve ark.'nın^[3] okul çocukları tarafından sırt çantasında taşınan ortalama yükün vücut ağırlıklarının %22'si olduğunu bildirmelerine rağmen, çalışmamızda Pediatric Akademisi tarafından önerilen sırt çantası ağırlık miktarı aralığı içerisinde kalmayı tercih ettik. Çalışmamızda, daha önceki çalışmaları^[3,11] göz önünde bulundurarak, önerilen ve öğrenciler tarafından taşınan miktarlar arasında olması nedeniyle vücut ağırlığının %15'i kadar ağırlığı referans aldık.

Sırt çantası ile ilgili birçok çalışma, rekreasyonel yürüyüş, endüstriyel uygulamalar ya da askerler tarafından taşınan yükler gibi yetişkin popülasyona yönelik çalışmalardır^[18] ve sadece bir kaç çalışmada çocuklarda ve adölesanlarda sırt çantasının etkileri araştırılmıştır.^[3,4,19]

Bu çalışmanın amacı, yüklenen ve yüklenmeyen alt ekstremitelerin kinematik parametrelerine etkisi üzerine de odaklanarak, sırt çantasının asimetrik şekilde taşınmasının yürüyüş esnasında neden olduğu biyomekaniksel değişiklikleri araştırmaktır.

Hastalar ve yöntem

Çalışmamız, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Yürüme Analizi Laboratuvarı'nda, Haziran 2009 ve Temmuz 2010 tarihleri arasında, okul çağındaki 20 adölesan (erkek; ort. yaş: 13±1.2) üzerinde gerçekleştirildi. İşaretleyiciler, Helen Hayes protokolüne göre olguların vücutlarına yerleştirildi.^[20] Deneysel prosedür Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulu tarafından (13/08/2009 tarihli, HEK 09/138 numaralı kararı ile) onaylanmıştır.

Taşınan sırt çantasının ağırlığı olguların vücut ağırlığının %15'i idi. Olgular çantayı taşıyacakları tarafı kendileri seçtiler. Olgular kendilerinin rastgele seçtikleri 'sırt çantasız yürüyüş' ya da 'sırt çantası tek omuz üzerindeyken yürüyüş' durumunda incelendiler (Tablo 1). Her bir olgu için, yürüyüş döngüsünün belli nokta-

Tablo 1. Olguların fiziksel özellikleri.

	Yaş (yıl)	Ağırlık (kg)	Boy (cm)
Ortalama (SS)	13.45 (1.2)	47.25 (11.2)	157.35 (8.9)
Dağılım	12-16	31-71	140-173

ları göz özünde bulundurularak üç denemenin ortalaması değerlendirildi.

Özel kinematik parametreler: ayak bileği hareket açıklığı, topuk vuruşunda ayak bileği dorsifleksiyonu, maksimum ayak bileği dorsifleksiyonu, maksimum ayak bileği plantarfleksiyonu, diz hareket açıklığı, topuk vuruşunda diz fleksiyonu, maksimum diz fleksiyonu, maksimum diz ekstansiyonu, diz valgum-varum hareket açıklığı, duruş fazında ortalama diz valgum-varumu, kalça hareket açıklığı, maksimum kalça fleksiyonu, maksimum kalça ekstansiyonu, kalça rotasyonu, kalça addüksiyon-addüksiyonu, duruş fazında ortalama pelvik tilt, pelvik rotasyon hareket açıklığı, duruş fazında ortalama pelvik rotasyon, pelvik obliklik hareket açıklığı ve duruş fazında ortalama pelvik obliklik olarak belirlendi.

Yürüyüşün kinematik parametreleri, olguların kendi belirledikleri hızda altı kameralı hareket analizi sistemi ile (Elite Clinic; BTS SpA, Milano, İtalya) ve iki kuvvet platformu (Kistler Instrumente AG, Wintertur, İsviçre) kullanılarak analiz edildi.

İki durum arasındaki istatistiksel fark, eşleştirilmiş t-testi ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Bulgular

Yüklenen tarafta topuk vuruşunda diz fleksiyonu, ortalama anterior pelvik tilt ve ortalama pelvik obliklik yürüyüş sırasında yüklenmeyen tarafa göre artarken, maksimum ayak bileği dorsifleksiyonu, ortalama diz varum açısı, maksimum kalça ekstansiyon değeri ve pelvik rotasyon aralığının azaldığı görüldü. Sırt çantasının olduğu ve olmadığı durumlara ait ortalama değerler ve standart sapmalar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Maksimum ayak bileği dorsifleksiyonu yüklenmeyen tarafta anlamlı düzeyde artmış, yüklenen tarafta ise azalmıştı ($p<0.05$) (Şekil 1).

Frontal planda, diz kinematiği sırt çantasının asimmetrik yüklenmesinden etkilenmişti. Dizde ortalama varum açısı ağırlıksız yürüyüşe göre yüklenmeyen tarafta anlamlı düzeyde artış, yüklenen tarafta azalma göstermişti ($p<0.05$) (Şekil 2). Sagittal planda, yüklenen tarafta topuk vuruşunda diz fleksiyonu da yüklenmeyen tarafa ve ağırlıksız yürüyüşe göre anlamlı düzeyde artış göstermişti ($p<0.05$) (Şekil 3).

Kalça eklemine; yüklenmeyen taraf ile karşılaştırıldığımızda yüklenen taraftaki maksimum ekstansiyon açısı azaldı ($p<0.05$) (Şekil 4). Ağırlıksız yürüyüşe göre anlamlı fark yoktu. Ortalama kalça addüksiyonu yüklen-

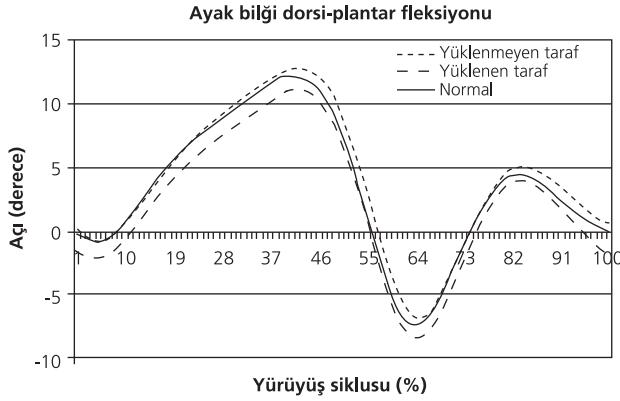
Tablo 2. İncelenen yürüyüş parametrelerinin ortalama ve standart sapma değerleri.

	Yüklenmemiş durum	Yüklenmiş taraf	Yüklenmemiş taraf
Ayak bileği hareket açıklığı	20.57±3.26	20.59±4.50	20.87±3.62
Topuk vuruşunda ayak bileği dorsifleksiyonu	-0.21±2.85	1.48±3.85	0.22±4.31
Maksimum ayak bileği dorsifleksiyonu	12.66±2.75	20.59±4.50*	20.87±3.62†
Maksimum ayak bileği plantarfleksiyonu	-7.90±4.56	-9.03±4.67	-7.51±5.21
Diz hareket açıklığı	57.46±4.37	56.80±5.25	58.20±4.86
Topuk vuruşunda diz fleksiyonu	9.72±4.14	12.52±5.31*	9.56±5.50‡
Maksimum diz fleksiyonu	63.12±4.67	63.89±6.13	62.76±5.33
Maksimum diz ekstansiyonu	5.65±3.92	7.09±6.49	4.56±5.02
Diz valgum-varum hareket açıklığı	8.78±3.75	8.55±3.45	9.50±4.33
Duruş fazında ortalama diz valgum-varumu	5.30±2.63	4.14±3.78*	6.39±2.40†,‡
Kalça hareket açıklığı	41.59±3.19	42.44±3.79	43.13±3.33
Maksimum kalça fleksiyonu	35.07±5.83	38.48±6.72	36.81±6.71
Maksimum kalça ekstansiyonu	-6.52±6.95	-3.96±7.57	-6.32±7.04‡
Duruş fazında ortalama kalça rotasyonu	2.67±7.88	1.46±9.62	4.74±9.98
Duruş fazında ortalama kalça addüksiyonu	-1.35±1.95	1.55±2.73*	-3.39±3.52†,‡
Pelvik tilt hareket açıklığı	2.05±0.78	2.65±1.01	2.67±0.70
Duruş fazında ortalama pelvik tilt	7.60±4.25	8.89±4.50*	8.90±4.58†
Pelvik rotasyon hareket açıklığı	9.33±3.27	7.44±3.32*	7.97±3.34†
Duruş fazında ortalama pelvik rotasyon	0.05±0.63	0.18±3.79	-0.83±3.55
Pelvik obliklik hareket açıklığı	5.02±1.80	4.69±1.70	4.99±1.75
Duruş fazında ortalama pelvik obliklik	0.16±0.38	2.40±2.08*	-1.46±2.34†,‡

*Çanta taşıma sırasında yüklenilmemiş durum ve yüklenmiş taraf arasında anlamlı fark var ($p<0.05$).

†Çanta taşıma sırasında yüklenilmemiş durum ve yüklenmemiş taraf arasında anlamlı fark var ($p<0.05$).

‡Çanta taşıma sırasında yüklenmiş taraf ve yüklenmemiş taraf arasında anlamlı fark var ($p<0.05$).



Şekil 1. Yürüyüş sırasında ayak bileği sagittal açısı. Maksimum plantarfleksiyonda yüklenen ve yüklenmeyen taraf arasında anlamlı fark mevcut ($p<0.05$).

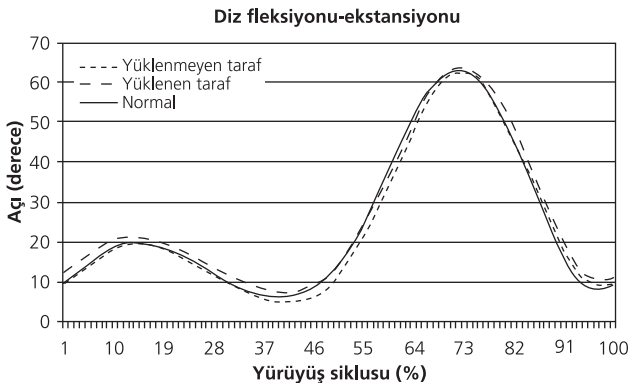
nen tarafta anlamlı düzeyde artmış, yüklenmeyen tarafta ise azalmıştı ($p<0.05$) (Şekil 5).

Pelviste; duruş fazı boyunca ortalama anterior pelvis tilt yüklenen tarafta anlamlı düzeyde artmıştı ($p<0.05$) (Şekil 6). Koronal düzlemde, pelvisteki eğim ağırlıksız yürüyüşe göre yüklenen ve yüklenmeyen tarafta anlamlı düzeyde azalmıştı ($p<0.05$) (Şekil 7). Yüklenen tarafta pelvis anlamlı düzeyde daha yukarıda ve yüklenmeyen tarafta ise anlamlı düzeyde daha aşağıda yer almakta idi ($p<0.05$) (Şekil 8).

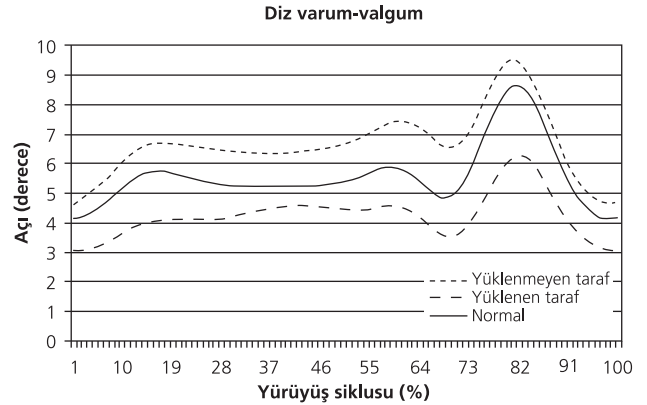
Tartışma

Bu çalışma bazı kinematik değişikliklerin beklendiği gibi sadece yüklenen tarafta gözlenmediğini, aynı zamanda yüklenmeyen tarafta da bazı biyomekanik değişikliklerin meydana geldiğini göstermiştir.

Ayak bileğinde; yüklenmeyen tarafta artmış ve yüklenen tarafta azalmış maksimum dorsi-fleksiyon okul çan-



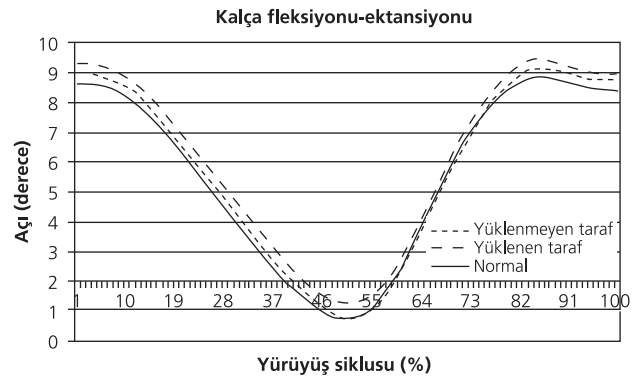
Şekil 3. Diz fleksiyon-ekstansiyonunun değerlendirilmesi. Topuk vuruşu sırasında yüklenmeyen ve yüklenen taraf ile yüklenen ve yükü alınan taraf arasındaki anlamlı fark görülüyor.



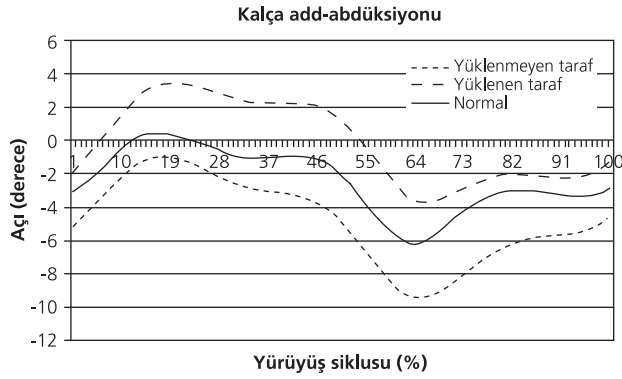
Şekil 2. Duruş fazında tüm durumlardaki ortalama diz varum-valgum değerlerinde anlamlı fark mevcut.

tası taşınması esnasındaki enerji üretimi ile ilişkili olabilir (Şekil 1). Başlıca enerji üreticilerden biri plantar fleksör kaslarıdır.^[21] Bu nedenle enerjinin önemli bir miktarı yüklenen tarafta üretilmiş olmalıdır. Böylece plantarfleksiyon artışı anlamına gelen azalmış ayak bileği dorsi-fleksiyonu öne doğru ilerleme esnasında artan ihtiyaçla ilgili olabilir.^[22] Aynı bağlamda, yüklenmeyen tarafta artmış ayak bileği dorsi-fleksiyonu yüklenen tarafa göre azalmış yüklenme nedeniyle plantar fleksör momentine olan azalmış ihtiyaç ile ilgili olabilir. Bu yorumlama kinetik parametrelerin analizi ile doğrulanabilir.

Diz ekleminde, ağırlıklı yürüyüş esnasında ağırlıksız duruma göre dizde fazla fleksiyon gözlenmiş ve bu durumun topuk vuruşundaki şok emme mekanizması ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür (Şekil 3). Bu değişiklik, zaman içerisinde diz fleksörlerinin gerginliğine ya da koşma veya sıçrama esnasında anterior diz ağrısına ve diz ekstansiyon mekanizmasında bozukluğa neden olabilecektir. Frontal planda diz stabilitesi sırt çantasının asi-



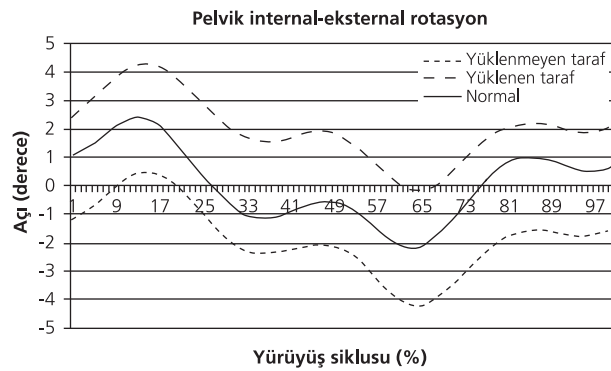
Şekil 4. Kalça fleksiyon-ekstansiyonunun değerlendirilmesi. Maksimum ekstansiyonda yüklenen ve yüklenmeyen taraf arasında anlamlı fark var ($p<0.05$).



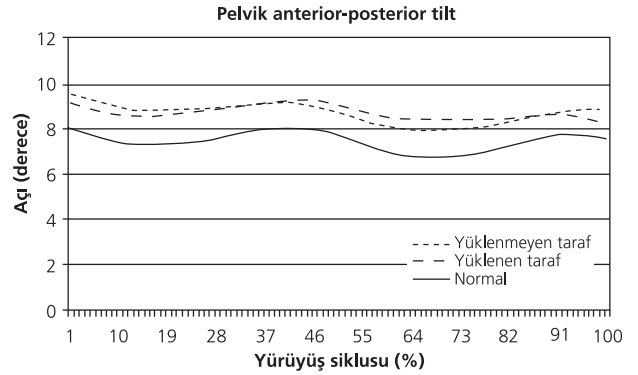
Şekil 5. Duruş fazındaki tüm durumlarda ortalama kalça abdüksiyon- addüksiyon değerleri arasında anlamlı fark mevcut.

metrik şekilde taşınmasıyla anlamlı şekilde bozulmuştu (Şekil 2). Yüklenmeyen tarafta artmış ve yüklenen tarafta azalmış olan tipik varum hareketi tibiofemoral eklemin medial ve lateral bölümlerindeki normal yük dağılımını değiştirebilir. Bir başka deyişle, yüklenmeyen tarafa göre yüklenen tarafta dizde daha fazla valgum zorlaması vardı. Bu sonuç literatür ile uyumludur.^[23] Biyomekaniksel olarak değişmiş yüklenme paterni zaman içerisinde kıkırdak dejenerasyonuna neden olabilir.

Kalça ekleminde, duruş fazının sonunda anterior pelvik tilt artışı ile birlikte maksimum kalça ekstansiyonu yüklenen tarafta azalmıştı (Şekil 4 ve 6). Artmış diz fleksiyonu (Şekil 3) ve ayak bileği plantarfleksiyonu (Şekil 1) ile desteklenen artmış kalça fleksiyonu kalça fleksör kaslarında kısılma, lomber lordozda artma ve gastroknemius kasında gerginleşmeye neden olabilir. Kas uzunluğu ve moment dinamik elektromiyografi ve kinetik analiz aracılığıyla yorumlanabilir. Kalça ekstansiyonunda azal-



Şekil 7. Yüklenen ve yüklenmeyen taraf ile yüklenmeyen ve yükü alınan taraf arasındaki hareket açıklığı değerleri pelvisin iç-dış rotasyonunda anlamlı şekilde farklılık göstermekte.

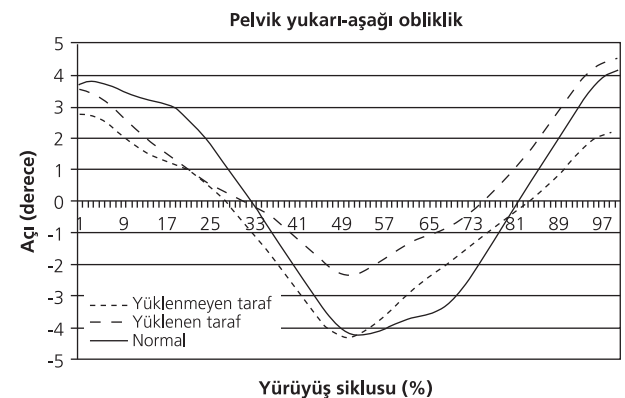


Şekil 6. Ortalama ön-arka pelvis tiltinde yüklenmeyen ve yüklenen taraf ile, yüklenmeyen ve yükü alınan taraf arasındaki anlamlı fark görülmekte.

ma aynı zamanda yüklenme paterninin ve tek ekstremitede duruş stabilitesinin bir parçası olabilir. Yüklenme kalça ve diz fleksiyonuyla absorbe edilebilir. Serebral palsili çocuklarda görülen bükük diz yürüyüşünde olduğu gibi, yer reaksiyon kuvveti dizin arkasından ve kalçanın önünden geçer.^[24] Kalça addüksiyonu, yüklenen tarafta yükselen pelvisle birlikte artmıştı. Yüklenen tarafta pelvik elevasyon ile birlikte kalça addüksiyonunda artış ve karşı tarafta pelvik depresyon ile birlikte kalça abdüksiyonunda artış gözlenmiştir (Şekil 5).

Pelvik rotasyonun hareket aralığı yüklenen tarafta azalmıştı (Şekil 7). Bu durum, pelvis ve gövdedeki rotasyonel stabilite gerekliliği ile ilişkili olabilir. Rotasyonel hareket aralığındaki azalma enerji harcamasını düşürebilir, aşırı çanta salınımı engelleyebilir ve stabiliteyi sağlayabilir.

Bütün olgular çantalarını dominant tarafta taşımayı tercih etmişlerdi. Buna bağlı olarak, yüklenme durumun-



Şekil 8. Duruş fazındaki tüm durumlarda ortalama yukarı-aşağı pelvik obliklik değerlerinde anlamlı farklar görülmekte.

da verilerin karşılaştırılması baskın ve baskın olmayan tarafların karşılaştırılmasıyla analiz edildi. Olguların kendilerini daha dengede hissettiklerinden çantalarını baskın tarafta taşımayı tercih etmiş olmaları mümkündür.

Bu çalışmanın eksikliği sadece kinematik parametreler üzerine odaklanmış olmasıdır. Daha detaylı bir değerlendirme için temporospasyal parametreler, kinetik ve dinamik elektromiyografik analizlerin gerçekleştirildiği kapsamlı bir çalışma düşünülmelidir. Ayrıca, gövde ve üst ekstremiteler de incelenmelidir.

Bu çalışma, yüklenmeyen ve yüklenen taraflardan her ikisinin de çantanın asimetrik taşınmasıyla etkilendiğini ortaya koymuştur. Ayak bileği, diz, kalça ve pelvisteki biyomekanik değişiklikler kıkırdak ve yumuşak doku dejenerasyonunu tetikleyebilir ve zaman içerisinde bağ yaralanmalarına, osteoartrit ve ağrıya neden olabilir.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

- Mirovsky Y, Jakim I, Halperin N, Lev L. Non-specific back pain in children and adolescents: a prospective study until maturity. *J Pediatr Orthop B* 2002;11:275-8.
- Troussier B, Marchou-Lopez S, Pironneau S, Alais E, Grison J, Prel G, et al. Back pain and spinal alignment abnormalities in schoolchildren. *Rev Rhum Engl Ed* 1999;66:370-80.
- Negrini S, Carabalona R, Sibilla P. Backpack as daily load for school children. *Lancet* 1999;354:1974.
- Voll HJ, Klimt F. Strain in children caused by schoolbags. [Article in German] *Offentl Gesundheitswes* 1977;39:369-78.
- Viry P, Creveuil C, Marcelli C. Nonspecific back pain in children. A search for associated factors in 14-year-old schoolchildren. *Rev Rhum Engl Ed* 1999;66:381-8.
- Forjuoh SN, Schuchmann JA, Lane BL. Correlates of heavy backpack use by elementary school children. *Public Health* 2004;118:532-5.
- Chow DH, Kwok ML, Au-Yang AC, Holmes AD, Cheng JC, Yao FY, et al. The effect of backpack load on the gait of normal adolescent girls. *Ergonomics* 2005;48:642-56.
- Hong Y, Brueggemann GP. Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait Posture* 2000;11:254-9.
- Hong Y, Cheung CK. Gait and posture responses to backpack load during level walking in children. *Gait Posture* 2003;17:28-33.
- Hong Y, Li JX. Influence of load and carrying methods on gait phase and ground reactions in children's stair walking. *Gait Posture* 2005;22:63-8.
- Goodgold S, Corcoran M, Gamache D, Gillis J, Guerin J, Coyle JQ. Backpack use in children. *Pediatr Phys Ther* 2002;14:122-31.
- DeVita P, Hong D, Hamill J. Effects of asymmetric load carrying on the biomechanics of walking. *J Biomech* 1991;24:1119-29.
- Grimmer K, Dansie B, Milanese S, Pirunsan U, Trott P. Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomised controlled experimental study. *BMC Musculoskelet Disord* 2002;3:10.
- Pascoe DD, Pascoe DE, Wang YT, Shim DM, Kim CK. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics* 1997;40:631-41.
- Goodgold SA, Nielsen D. Effectiveness of a school-based backpack health promotion program: backpack intelligence. *Work* 2003;21:113-23.
- Cottalorda J, Rahmani A, Diop M, Gautheron V, Ebermeyer E, Belli A. Influence of school bag carrying on gait kinetics. *J Pediatr Orthop B* 2003;12:357-64.
- American Academy of Pediatrics. Backpack safety. [Accessed 2010 June 15] Available from: http://www.aap.org/publiced/BR_Backpack.htm
- Kinoshita H. Effects of different loads and carrying systems on selected biomechanical parameters describing walking gait. *Ergonomics* 1985;28:1347-62.
- Malhotra MS, Sen Gupta J. Carrying of school bags by children. *Ergonomics* 1965;8:55-60.
- Davis RB, Ounpuu S, Tyburski D, Gage JR. A gait analysis data collection and reduction technique. *Hum Mov Sci* 1991;10:575-87.
- Perry J, Burnfield JM. Gait analysis: normal and pathological function. 2nd ed. Thorofare: Slack Inc.; 2010. p. 49-163.
- Gage JR. Treatment principles for crouch gait. In: Gage JR, editor. *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. London: Mac Keith Press; 2004. p. 382-97.
- Sharma L, Song J, Dunlop D, Felson D, Lewis CE, Segal N, et al. Varus and valgus alignment and incident and progressive knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2010;69:1940-5.
- Gage JR. Surgical treatment of knee dysfunction in cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res* 1990;(253):45-54.