



# Spastik diparetik serebral palsili çocuklarda ayak tabanına uygulanan kamaların alt ekstremitte eklem dizilimine etkisi

İbrahim AYDOĞMUŞ, Nilgün BEK, Yavuz YAKUT

[Aydoğmuş İ, Bek N, Yakut Y. Spastik diparetik serebral palsili çocuklarda ayak tabanına uygulanan kamaların alt ekstremitte eklem dizilimine etkisi. Fizyoter Rehabil. 2011;22(1):30-38. *Effect of foot wedge applications on lower limb joints alignment in children with spastic diparetic cerebral palsy.*]

## Research Article

**Amaç:** Bu çalışma, spastik diparetik serebral palsili çocuklarda ayak tabanına dört farklı yönden yapılan 5 derece eğimli kama uygulamasının, statik pozisyonda alt ekstremitte kinetik zincirine yaptığı anlık etkileri araştırmak amacıyla planlandı. **Gereç ve yöntem:** Çalışmaya spastisite şiddetleri Modifiye Ashworth Skalasına göre maksimum 3 değerinde, Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemine (GMFCS) göre motor seviyeleri I ile III arasında, yaşları 6-15 yıl arasında olan (10,6±4,3 yıl) 20 spastik diplegik birey dahil edildi. Bireylerin her iki yandan ve arkadan, kamasız, valgus, varus, dorsi fleksör ve plantar fleksör kama uygulanarak elde edilen 5 pozisyondaki statik görüntüleri fotoğraflandı. Kamasız ve kamaların uygulandığı pozisyonlarda, her iki yandan ve arkadan tüm eklemlerin aldığı açılal değerler birbirleriyle ve sağ-sol bacak arasında karşılaştırılarak aradaki farklar incelendi. **Sonuçlar:** Kamasız olarak lateralden yapılan ölçümlerde iki ekstremitte karşılaştırıldığında ayak bileği eklemleri ve kalça eklemleri arasında fark bulundu ( $p<0,05$ ). Kamasız durumdaki ayak bileği eklemleri arasındaki açılal farklılık, tüm kamalarla ortadan kaldırılırken kalça eklemleri arasındaki açılal farklılığın sadece plantar fleksör kama uygulaması ile ortadan kalktığı saptandı. Posteriorlardan yapılan analizde, kalça eklemi ve pelvis için kamasız durumdaki açılalın varus kamasından daha fazla olduğu bulundu ( $p<0,05$ ). **Tartışma:** Serebral palsili çocuklarda, farklı kama uygulamalarının alt ekstremitte eklemlerine anlık etki olarak fark yaratmadığı ancak her iki ekstremitte arasındaki simetrisinin sağlanmasında etkili olabileceği görüşüne varıldı.

**Anahtar kelimeler:** Serebral palsy, alt ekstremitte eklemleri, kinematikler.

## Effect of foot wedge applications on lower limb joints alignment in children with spastic diparetic cerebral palsy

**Purpose:** This study was planned to investigate the initial effects of a 5 degrees wedge placed under the feet on lower extremity kinetic chain, under static conditions on spastic diplegic cerebral palsied children. **Material and method:** The subjects were 20 diplegic children between the ages 6 to 15 years (10.6±4.3). The inclusion criteria was determined as having lower extremity spasticity of maximum 3 according to Modified Ashworth Scale and being rated between levels I and III in GMFCS. Lateral and Posterior photographs of the subjects were taken under five conditions (without wedge, with valgus, varus, dorsi flexion and plantar flexion wedges) and lower extremity position was evaluated. For all conditions joint positions were measured and differences between the two lower extremities were investigated. **Results:** Statistical differences were found between the two lower extremities when ankle and hip joints were compared from the lateral side without wedges ( $p<0,05$ ). While ankle joint angle differences between the extremities disappeared in all wedge conditions, hip joint differences disappeared only with plantar flexion wedge application. Hip joint and pelvis angles, in posterior side analysis, were bigger at without wedge conditions when compared with varus wedge conditions ( $p<0,05$ ). **Conclusion:** It was concluded that different wedge applications do not cause a meaningful initial effect on the lower extremities of diplegic children, though; they may be effective in obtaining symmetry between the two lower extremities.

**Key words:** Cerebral palsy, Lower extremity joints, Kinematics.

### İ Aydoğmuş

Hendek Governmental Hospital,  
Hendek, Sakarya, Türkiye  
PT, MSc

### N Bek

Hacettepe University, Faculty of  
Health Sciences, Department of  
Physiotherapy and Rehabilitation,  
06100, Sıhhiye, Ankara, Türkiye  
PT, PhD, Assoc Prof

### Y Yakut

Hacettepe University, Faculty of  
Health Sciences, Department of  
Physiotherapy and Rehabilitation,  
06100, Sıhhiye, Ankara, Türkiye  
PT, PhD, Prof

### Address correspondence to:

Doç. Dr. Fzt. Nilgün Bek  
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık  
Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve  
Rehabilitasyon Bölümü, 06100  
Samanpazarı, Ankara, Türkiye  
E-mail: nilbek@hacettepe.edu.tr

Serebral palsi (SP), gelişimini sürdüren beyinde progresif olmayan bir hasara bağlı oluşan, kalıcı hareket ve postüral kontrol bozukluğudur. Spastik adduktor kaslar, gastrocnemius ve kalça fleksörler kaslarının ortaya çıkardığı diparetik yürüme paterni eşlik eder. Gastrocnemius kasının ve invertörlerin aşırı spastisitesinden dolayı ayaklarda ekin pozisyonu, spastik pes varus ve bazen de spastik pes valgus görülebilir. Bu kasların etkilediği eklemler olan subtalar eklem ve ayak bileği eklemi ayakta duruş pozisyonunda düzeltilmezse, multi-segmental bir zincir olan insan vücudu, diz, kalça ve gövde gibi büyük eklemlerin farklı düzlemsel hareketlerinin açısız değişiklikleriyle cevap verir. Bu açısız değişikliklerin artmasının önlenmesi ve kontrol altına alınması için ayağa yapılan ortez uygulamalarının faydalı olduğu bulunmuştur.<sup>1,2</sup> Ayak ortezleri genellikle ayağın normal pozisyonunun korunması, diz ve kalça gibi proksimal eklemlerin düzgünlüğünün sağlanması için kamalarla kombine edilir. Kama uygulamaları, proksimal eklemlerdeki kompensatuar hareketleri, subtalar eklem ve ayak bileğindeki düzgünlüğü sağlayabilir ya da mekaniğini değiştirebilir.<sup>3</sup>

Ayak tabanından uygulanan farklı yükseklikte ve farklı pozisyonlar oluşturabilen kama uygulamaları ile subtalar eklem, ayak bileği ve proksimal eklemlerde ortaya çıkan değişiklikler literatürde pek çok farklı çalışma ile gösterilmiştir.<sup>1,3,4</sup> Eslami ve arkadaşları, sağlıklı bireyler üzerinde farklı düzlemlerde yerleştirilen ayak kamalarının, proksimal eklemlerde oluşturduğu farklı etkilerini araştırmışlardır.<sup>5</sup> Ayrıca Wesdock ve Edge, sadece posteriordan uygulanan kamanın SP'li çocuklardaki ayakta duruş dengesine ve diz eklemine olan etkisini incelemişlerdir.<sup>6</sup> Ülkemizde ve dünyada görülme sıklığı yüksek olan diparetik SP'li bireylerde, spastisite, motor gelişim geriliği, denge kaybı ve ayak mekaniğinin bozulması gibi pek çok faktörün bir arada etkili olduğu bilinmektedir. Konuyla ilgili olarak, bugüne dek onlarca çalışma yapılmasına rağmen, ayağı farklı pozisyonlayan kama uygulamalarının, aynı hastada proksimal eklemlerde ortaya çıkardığı farklı etkileri, kama uygulanmaksızın ayakta duruş pozisyonuna göre

oluşan farklılıkları araştıran ve karşılaştıran çalışmalara rastlanmamıştır.

Çalışmamız, spastik diparetik SP'li çocuklarda, farklı düzlemsel etkiler açığa çıkarmak amacıyla, ayak tabanına farklı yönlerden kama uygulanmasının, ayakta durma pozisyonunda alt ekstremitte eklemlerinin aldığı açısız değerlere etkilerini araştırmak, bu değerler arasındaki ve normal duruş pozisyonuna göre ortaya çıkan farklılıkları karşılaştırmak ve bu grup hastalarda doğru pozisyonel girdinin sağlanmasında kamaların kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla planlanmıştır. Çalışmamızın köken aldığı hipotezler, spastik diparetik SP'li bireylerde, kama uygulamasından sonra proksimal eklemlerde, kama uygulamaksızın yapılan ölçümlerle kıyaslandığında açısız olarak farklılık olabileceği ve bireylere bilateral olarak uygulanan kamaların sağ ve sol ekstremitelere olan etkisinin benzer olabileceği yönündedir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Bireyler:

Çalışmaya dahil edilen bireyler, 8'i (% 40) kız, 12'si (% 60) ise erkek olmak üzere 20 spastik diparetik SP'li çocuktan oluşmaktaydı. Bireylerin, ortalama yaşı  $10,60 \pm 4,27$  yıl ve annelerinin ortalama gebelik süresi 6 ay ile 9 ay arasında değişmekteydi. Bireylerin, dahil edilme kriterleri; 6-15 yaş arasında ve SP tanısı konulmuş olması, klinik olarak spastik ve ekstremitte dağılımı olarak diparetik özellikler göstermesi, kooperasyon kurulabiliyor olması, ileri derecede zihinsel geriliği olmaması, alt ekstremitte kaslarına Modifiye Ashworth Skalası (MAS) ile yapılan spastisite şiddeti değerlendirmesinde spastisite değeri 1, 2 veya maksimum 3 şiddetinde olması, Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemine (GMFC) göre I-II-III seviyesinde olması ve sistemik başka herhangi bir hastalığı olmaması olarak belirlendi. Dahil edilmeme kriterleri ise; çalışma tarihinden önceki 6 aylık süreçte geçirilmiş cerrahi operasyon hikayesi, Botox uygulaması ve değerlendirmeyi etkileyecek derecede kontraktürü olması olarak belirlendi.

Tüm bireyler değerlendirmeler süresince almakta oldukları fizyoterapi ve rehabilitasyon

programlarına devam ettiler. Ayrıca her bir çocuğun ailesine çalışma, sözel ve yazılı olarak bildirildi ve izinleri alındı.

Araştırmamız, Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu tarafından incelenerek, 03.04.2008 tarih ve HEK 08/50-43 nolu karar ile Tıbbi Etik açıdan uygun bulundu.

#### **Gereçler:**

Çalışma için kullanılan gereçler; 7 mp çözünürlüğünde fotoğraf makinesi, fotoğraf makinesinin yerleştirilebilmesi, fotoğrafların aynı açıdan ve aynı mesafeden çekilebilmesi için, su terazisi göstergeli üçlü ayak, 2 adet tahtadan imal edilmiş, 5 derecelik eğime sahip kamalar ve kamaların kaymaması, eşit mesafelere yerleştirilmesi ve her birey için standart yerleştirilebilmesi için, kamaların altına konulmak üzere kare şeklinde kaydırmaz malzemenin oluşmaktaydı.

#### **Yöntem:**

Spastisite değerlendirmesinde kullanılan, modifiye Ashworth skalası, spastisite değerlendirmesinde pasif eklem hareketi sırasında kasın gösterdiği dirence bağlı olarak kas tonusunu değerlendiren bir yöntemdir.<sup>7</sup> Çalışmamızda, alt ekstremitede kalça fleksörleri, hamstringler, addüktörler, internal rotatörler ve plantar fleksörlerin spastisite düzeyi bu skalaya göre belirlendi. Çalışmamızda yer alan bireyler, alt ekstremitede spastisite değerleri maksimum 3 olacak ve belirgin kontraktürleri olmayacak şekilde seçildiler.

Çalışmamızda bireylerimizin fonksiyonel seviyelerinin belirlenmesinde, Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi kullanıldı.<sup>8</sup>

Bireylerin görüntülenmesi işleminde kullanılan fotoğraf makinesi, sağ lateral, sol lateral ve posteriordan yapılacak çekimler için, kamaların kenarından 2,5 metre uzaklığa, üçlü ayak aracılığı ile yerleştirildi. Böylece her bölgeden aynı büyüklükte resim alınması hedeflendi. Tripotun üzerindeki su terazisinin göstergesi, tüm çekimlerde aynı denge noktasında sabit kaldı. Kamalar eşit uzunluklara bölünmüş kaydırmaz malzemenin orta çizgisine 5 cm uzaklık olacak şekilde yerleştirildi.

Lateralde, malleoller üzerine, diz eklemine, torakanter majör'e ve crista iliaca üzerine 2 cm çapında daire şeklinde belirteçler yapıştırıldı. Posteriorde ise tuber kalkanei, diz eklemleri, gluteal çizgilerin orta noktasına ve spina iliaca posterior superiorlar (SİPS) üzerine belirteçler yapıştırıldı.

GMFC'ye göre III seviyesindeki bireylerin bilateral olarak üç ayaklı baston veya yürüteçten minimal destek alarak ayakta durmasına izin verildi.

Bireylere çıplak ayak ile kamalı ve kamasız 5 farklı pozisyonda çekim yapıldı. Çekimler önce lateralden çıplak ayak ile, daha sonra kamalar sırasıyla, lateral, medial, anterior ve posteriora yerleştirilerek bilateral olarak uygulandı. Sağ ve sol lateral çekimlerden sonra aynı sırayla posteriordan da çekim yapıldı. Posterioran yapılan çekimde hem sağ hemde sol ekstremitte aynı anda görüntülenebildiği için aynı resim üzerinden iki ayrı ölçüm yapıldı.

Bireylerin her pozisyonda 1 dk. boyunca kalmaları sağlandı ve 5, 30 ve 60. saniyelerde olmak üzere 3 çekim yapıldı. Her çekim sonrası 1 dk. dinlenme süresi verildi.

Lateral ölçümlerde 5. metatars başı ve topuk lateralinin temas noktası birleştirilerek, ayak temas hattı belirlendi. Diz ve ayak bileğindeki belirteçler orta noktası belirlendi ve bu noktalar birleştirildi. Bu 2 doğru arasında kalan açı ayak bileği açısını oluşturdu. Yine lateralden, dizdeki belirteçin orta noktasıyla malleol üzerindeki belirteçin orta noktası birleştirilerek bir doğru oluşturuldu. Diğer doğru ise dizdeki belirteçin orta noktasıyla, torakanter majör üzerindeki belirteçin orta noktasının birleştirilmesiyle oluşturuldu. Bu iki doğru arasında kalan açı diz açısını oluşturdu. Dizdeki belirteçin orta noktasıyla, torakanter majör üzerindeki belirteçin orta noktasının birleştirilmesiyle oluşan doğru ile, crista iliaca üzerindeki belirteçin orta noktasıyla, torakanter majör üzerindeki belirteçin orta noktası birleştirilerek oluşturulan doğru arasında kalan açı kalça açısını oluşturdu.

Posteriorde ise bimalleoler mesafe ölçülerek, orta nokta belirlendi. Bu nokta ile topuk orta noktası birleştirildi bu doğru ile bacak uzun eksen

arasında kalan açı subtalar açı olarak ölçüldü. Diz açısı için, ayak bileği orta noktasıyla, gluteal çizginin altındaki belirteç lateral ve medial epikondilin orta noktasına yerleştirilen belirteç üzerinde kesişecek şekilde birleştirildi ve arada kalan açı diz açısı olarak ölçüldü. Kalça açısı için pelviste SİPS üzerindeki belirteç ile dizdeki belirteç gluteal çizginin altındaki tam orta noktanın belirlenmesiyle yerleştirilen belirteç birleştirildi ve aradaki açı kalça açısı olarak belirlendi. Pelvis açısı ise iki SİPS üzerindeki belirteçlerin birleştirilmesiyle oluşan doğruyla, gluteal çizginin altındaki belirteçin, SİPS üzerindeki belirteç ile birleştirilmesiyle oluşan doğrunun arasında kalan açı olarak tespit edildi (Resim 1).

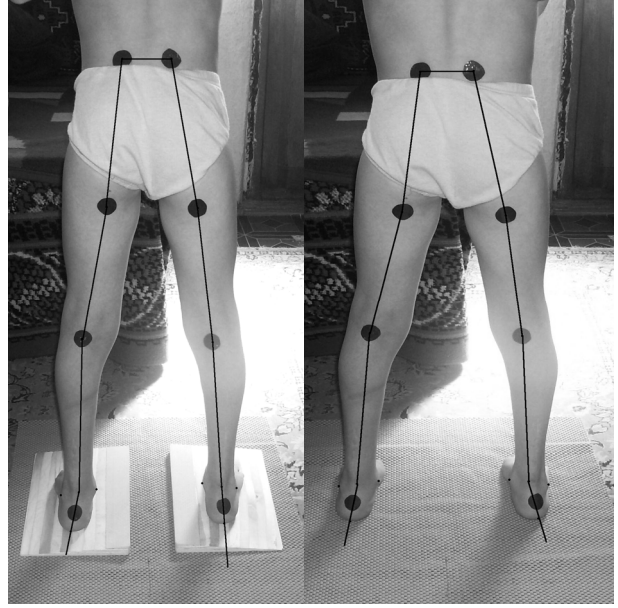
Belirteç birleştirme çizgilerinin tümü fotoğraflar üzerinde paint programı kullanılarak bilgisayar ortamında çizildi ve kaydedildi. Kaydedilen fotoğraflar, A4 kağıdına baskı yapılarak, kriter noktalar üzerinden çizilmiş doğruların arasındaki açılar, gonyometre ile ölçüldü. Her pozisyonda çekilen 3 fotoğraf üzerinden her eklem için ortaya çıkan 3 açısal değer aritmetik ortalaması alınarak kaydedildi.

#### İstatistiksel analiz:

Bireylerin hikaye ve demografik verilerinin dağılımları, birey sayısı, yüzde, aritmetik ortalama ve standart sapma ( $X \pm SD$ ) değerlerinin elde edilmesiyle saptandı. Dört yönden kama uygulayarak ve kama uygulamaksızın yapılan tekrarlı ölçümler arası farkların saptanması amacıyla Friedman testi, dört yönden kamalı ve kamasız olarak yapılan ölçümlerin sağ ve sol ekstremitelerdeki değerleri arasındaki farkların saptanması amacıyla Wilcoxon Signed Ranked Test kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık değeri  $p < 0.05$  olarak belirlendi.

## SONUÇLAR

Yaşları ortalaması  $10,6 \pm 4,3$  yıl olan bireylerin, GMFCS'e göre 6'sının (% 30) I. seviye, 9'unun (% 45) II. seviye ve 5'inin (% 25) de III. seviye düzeyinde fonksiyonellik gösterdikleri saptandı. MAS a göre aldıkları değerlerin dağılımları Tablo 1'de gösterildi.



**Resim 1. Varus kamalı (sağ resim) ve kamasız (sol resim) posterior görüntü.**

Lateral ve posteriordan yapılan görüntüleme üzerinden, kama uygulanmaksızın ve çıplak ayaklı durumda, bireylerin eklemlerinin aldığı açısal değerlere ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 2'de gösterildi.

Lateral ve posteriordan yapılan görüntüleme üzerinden, çıplak ayaklı durumda, dört farklı yönden kama uygulandığında bireylerin eklemlerinin aldığı açısal değerlere ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 2'de gösterildi.

Lateral ve posterior görüntü üzerinden ölçülen eklem açıları, kamasız ve tüm kama uygulamaları için Non-parametric Friedman Several Related Samples test kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bireylerin kamalı ve kamasız olarak lateralden elde edilen görüntülerinin tekrarlı karşılaştırılması sonucunda sol ayak bileği ekleminin kamalı ve kamasız durumları arasında istatistiksel fark bulundu ( $p < 0,05$ ). Posterior görüntülerinin tekrarlı ölçümlerinin karşılaştırılması sonucunda ise, sağ kalça ve sağ pelvisin kamalı ve kamasız durumları arasında fark bulundu ( $p < 0,05$ ) (Tablo 2).

Bireylerin sağ ve sol alt ekstremitelerinden elde edilen değerlerin, kama uygulanmaksızın ve

**Tablo 1. Bireylerin Modifiye Ashworth skalasına göre (0, 1, 2, 3) alt ekstremite kaslarının spastisite şiddetlerinin dağılımı (N=20).**

	0		1		2		3	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
	n	n	n	n	n	n	n	n
<b>Kalça fleksörleri</b>	11	9	4	5	2	4	11	2
<b>Kalça iç rotatörleri</b>	3	3	10	9	5	6	2	2
<b>Hamstringler</b>	5	5	8	7	4	5	3	3
<b>Kalça addüktörleri</b>	5	5	10	11	3	2	2	2
<b>Ayakbileği plantar fleksörleri</b>	-	-	4	5	9	9	7	6

**Tablo 2. Kamasız ve farklı yönlerden yapılan kama uygulamaları ile lateral ve posterior görüntüleme üzerinden eklemelerde ölçülen açısal değerler (derece) (N=20).**

	Lateral Görüntü			Posterior Görüntü		
	Sağ	Sol	p	Sağ	Sol	p
	X±SD	X±SD		X±SD	X±SD	
<b>Kamasız</b>						
Ayak bileği açısı	-1,4±12,9	5,4±8,4	0,005	14,7±21,0	11,2±11,3	0,587
Diz eklemi açısı	24,1±20,3	28,7±18,4	0,073	178,6±6,4	182,0±5,6	0,083
Kalça eklemi açısı	22,6±13,3	30,6±16,9	0,016	183,1±6,4	181,4±7,6	0,512
Pelvis açısı	-	-		96,3±5,8	98,1±5,0	0,430
<b>Valgus kaması</b>						
Ayak bileği açısı	4,7±12,4	3,2±8,1	0,304	11,9±13,0	13,6±11,7	0,422
Diz eklemi açısı	22,8±21,9	25,2±22,5	0,444	179,9±6,3	182,4±6,9	0,167
Kalça eklemi açısı	20,6±14,9	29,7±16,3	0,022	181,8±6,3	181,9±6,4	0,679
Pelvis açısı	-	-		94,1±6,2	98,2±3,9	0,077
<b>Varus kaması</b>						
Ayak bileği açısı	3,8±11,7	0,4±9,6	0,332	9,1±12,3	11,9±10,7	0,708
Diz eklemi açısı	23,1±23,4	25,1±21,2	0,681	180,9±6,3	182,9±6,2	0,191
Kalça eklemi açısı	21,4±13,4	30,8±14,9	0,007	179,2±5,4	180,6±6,9	0,532
Pelvis açısı	-	-		94,3±6,8	98,3±4,6	0,067
<b>Dorsi fleksör kama</b>						
Ayak bileği açısı	5,5±10,3	1,6±8,8	0,063	9,8±12,3	11,3±9,5	0,623
Diz eklemi açısı	24,3±20,4	22,7±22,7	0,744	178,5±6,0	183,4±6,3	0,020
Kalça eklemi açısı	23,7±14,2	28,7±15,3	0,040	182,6±5,3	181,3±8,1	0,478
Pelvis açısı	-	-		95,2±6,6	98,0±4,3	0,172
<b>Plantar fleksör kama</b>						
Ayak bileği açısı	2,5±10,8	1,1±7,9	0,604	8,2±10,9	11,7±13,1	0,466
Diz eklemi açısı	27,6±22,1	25,5±19,8	0,623	180,3±7,2	181,5±7,3	0,121
Kalça eklemi açısı	22,8±16,5	26,4±14,7	0,276	182,9±6,4	180,9±7,2	0,285
Pelvis açısı	-	-		97,1±6,1	96,5±4,9	0,762

**Tablo 3. Lateral ve posteriordan ölçülen eklem açılarının (derece), kamasız ve tüm kamalı durumlar için karşılaştırılması (Friedman test).**

	Lateral				Posterior			
	Sağ		Sol		Sağ		Sol	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
<b>Ayak bileği açısı</b>	7,94	0,09	9,90	0,040* <sup>a</sup>	7,03	0,13	3,02	0,55
<b>Diz eklemi açısı</b>	2,30	0,68	5,73	0,22	3,50	0,47	1,57	0,81
<b>Kalça eklemi açısı</b>	6,72	0,15	2,74	0,60	14,02	0,007* <sup>a</sup>	0,18	0,99
<b>Pelvis açısı</b>	-	-	-	-	12,65	0,013* <sup>a</sup>	2,66	0,61

\* p<0.05. <sup>a</sup> kamasız>varus kamalı.  $\chi^2$ : Ki kare.

farklı kama uygulandığı durumlarda, alt ekstremitte simetrisine etkisinin araştırılması amacıyla yapılan karşılaştırılması sonucunda, ayak bileği eklem açıları açısından kamasız lateralden yapılan ölçümlerde fark bulundu ( $p<0.05$ ). Lateral görüntülerden elde edilen ölçümlerde, kamasız durumda kalça eklemleri arasında ve valgus, varus ve dorsi fleksör kamalı durumda kalça eklem açıları arasında fark bulundu ( $p<0.05$ ). Posteriordan yapılan ölçümlerde de, dorsifleksör kamalı diz eklem açıları arasında fark bulundu ( $p<0.05$ ) (Tablo 2).

Lateralden yapılan analizde, sol ayak bileği için kamasız uygulama ile, varus kama uygulaması yönünden fark bulundu ( $p<0.05$ ). Posteriordan yapılan analizde ise, kalça ve pelvis açılarında kamasız uygulama ile varus kaması uygulaması arasında fark bulundu ( $p<0.05$ ) (Tablo 3).

## TARTIŞMA

SP'li bireylerde kontraktürlerin önlenmesi, ayakta duruş ve stabilizasyona yardımcı olması ve ayak deformitelerinin önlenmesi amacıyla ortezler sıklıkla kullanılmaktadır. Üzerinde en çok araştırmanın yapıldığı ortezler ise ayak-ayak bileği ortezleridir. Ayak ortezlerinde, ayağın doğru pozisyonda desteklenmesi ve plantigrade temas sağlanabilmesi için ayak ortezleri sıklıkla kamalar ve eğimlerle kombine edilmektedir. Kamalar, anterior, posterior, lateral ve medial yönlerden uygulanabilir ve her uygulama yönü farklı

momentler ortaya çıkarır. Hangi yönde düzeltme isteniyorsa, kamalar uygun yönden uygulanarak, istenen etki ortaya çıkarılmaya çalışılır.<sup>5,6,10</sup> Kamalar sadece ayak ortezleriyle değil, aynı zamanda ayakkabılarla birlikte de kullanılmaktadır. Lateral ve medialden ayakkabıya uygulanan kamalarının, diz eklemının frontal düzlemdeki, biyomekanik parametrelerine olan etkilerini araştıran bazı yazarlar, ayakkabı kamalarının, ağrının kontrol altına alınmasında pozitif etkilerinin olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>11-15</sup>

Schmalz ve arkadaşlarının, sağlıklı bireyler üzerinde yaptığı bir çalışmada, ayakta duruşta ve yürüyüşte, ayakkabı altına medial ve lateral yönden kama uygulanarak, dize olan yüklenme ölçülmüştür. Kamalar ayrıca iki tip ayak-ayak bileği ortezi (AFO) ile kombine edilmiştir. AFO'suz durumda, ayakkabı altına lateral kama uygulanan bireylerde, dizdeki maksimal moment de anlamlı azalma bulunmamıştır, fakat AFO ile kombine edildiği durumda, azalma tespit edilmiştir. Medial kama kullanıldığı durumda ise hem AFO'lu hem de AFO'suz maksimal frontal momentte anlamlı artış kaydedildiği belirtilmiştir.<sup>16</sup>

Ortezlerle ve ortez olmaksızın uygulanan eğimlerin, alt ekstremitte kaslarının aktivitelerine de etki ettiği belirtilmektedir. Murley ve arkadaşları, sağlıklı bireylerde, kama ile modifiye edilmiş ortezlerin, yürüyüş esnasında alt ekstremitte kaslarına etki edip etmediğini araştırmak amacı ile çalışma yapmışlardır. Bu amaçla, 0, 15 ve 30 derecelik inversiyon verilmiş ortezler bireylere uygulanmış ve bireylerin ortezlere alışması için 4

haftalık süre verilmiştir. 4 hafta sonunda beş durum için tibialis anterior, peroneus longus, gastrocnemius ve soleus kaslarının aktivitesi EMG ile ölçülmüştür. 0, 15 ve 30 derece inversiyon verilmiş ortezler kullanıldığı durumda, çıplak ayakla yapılan ölçüm karşılaştırıldığında, tibialis anterior kasının maksimum EMG amplitüdünde % 30-40 arası artış kaydedilmiştir. Peroneus longus kasının maksimum EMG aktivitesinde ise 15 derece inversiyon verilmiş ortezle, çıplak ayaklı durum karşılaştırıldığında, % 21 oranında artış gözlenmiştir.<sup>17</sup> Bu çalışmaya paralel olarak bizim çalışmamızda uygulanan 5 derecelik kamayla proksimal eklemlerde beklenen etkinin ortaya çıkmaması Murley ve arkadaşlarının yaptığı çalışmanın sonucuyla açıklanabilir. Alt ekstremitedeki ekstansör simetriyi sağlayan agonist (kalça ekstansörleri, diz ekstansörleri ve soleus) kasların antagonistleri (kalça fleksörleri, diz fleksörleri, gastrocnemius ya da tibialis anterior) olan kasların spastik olması ve ekstansör kasların da zayıf olması dolayısıyla, kama uygulandığında normal bireylerde kas aktivitesindeki beklenen artış gerçekleşmemektedir. Bundan dolayı çalışmamızda, kama uygulandıktan sonra proksimal eklemlerde beklenen etkiler ortaya çıkmamış olabilir. Ayrıca bizim çalışmamızda Murley ve arkadaşlarının çalışmasından farklı olarak anlık etkiye bakmamız nedeniyle de beklenen proksimal etki elde edilmemiş olabilir.

Sağlıklı ve SP'li bireylerde farklı pozisyonlarda uygulanmış kamaların subtalar eklem, proksimal eklemler ve segmentlere olan etkisini araştıran çok fazla sayıda çalışma bulunmamaktadır. Eslami ve arkadaşları, sağlıklı bireyler üzerinde, bu yönde bir çalışma yapmışlardır. Ahşaptan imal edilmiş ve eğimi 4,6 derece kama uygulanmış ve görüntülemeyi 3 boyutlu hareket analizini ölçebilen 5 kameralı sistemle gerçekleştirilmişlerdir Anterior, posterior, medial ve lateralden uygulanan kama ile ölçümler yapılmış ve subtalar eklem frontal düzlemdeki açısız değişkenlerine bakıldığında, medial ve posteriordan kama uygulandığında kama uygulanmayan duruma göre 6 kat daha büyük açısız değer ortaya çıktığı saptanmıştır. Ayak bileği ve kalçanın sagittal düzlemde, pelvis ve gövdenin de transvers düzlemdeki açısız değerleri, kama

uygulanmayan duruma göre 2-3 kat daha büyük çıkmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada kama pozisyonlarının subtalar eklem, proksimaldeki eklemler ve proksimal segmentlerin kendi hareketlerini gerçekleştirdikleri düzlemlerdeki açısız değişkenleri farklı derecelerde etkilediği bulunmuştur.<sup>5</sup> Bizim çalışmamızda ise SP'li çocuklara Eslami ve arkadaşlarının çalışmasına benzer olarak dört farklı yönden kama uygulanmış ve bu durumlar, birbirleriyle, kamasız duruma ve sağ-sol ekstremiteler arasında karşılaştırılmıştır. Ancak yapılan çalışma sonucunda, lateralden yapılan ölçümlerde, kamasız ve kamalı tüm durumlar için sol ayak bileği eklemi dışında eklemler arası pozisyonlarda fark bulunamamıştır. Posteriordan yapılan ölçümlerde de sağ kalça ve pelvis dışında fark bulunamamıştır. Bu durum, Eslami ve arkadaşlarının sağlıklı bireyler üzerinde yaptığı çalışmayla uyumsuzluk göstermektedir. Bunun sebepleri arasında, çalışmaya alınan bireylerin tamamının spastik diplezik SP'li bireyler olması ve SP'lilerin asimmetrik paternde ayakta durmaları ve anormal postüral reaksiyonlar göstermeleri sayılabilir. Bu durum gelişmiş kompensatuvar mekanizmaları nedeniyle beklenen etkinin maskelenmesine yol açabilir ve spastisite nedeniyle de beklenen etki açığa çıkarılamamış olabilir.<sup>18</sup> Ayrıca çalışmaya alınan bireylerin kamalı düzlenekte kısa süre durmaları da, ölçümlerin beklenen etki ortaya çıkmadan yapılmasına neden olmuş olabilir.

Çalışmamızda, lateralden yapılan ölçümlerde ayak bileği eklemlerinde özellikle plantar fleksör ve dorsi fleksör kamayla bazı değişimler olması beklenmiştir. Dorsi fleksör kama ile ayak bileğinde dorsi fleksiyon yönünde, plantar fleksör kama ile de dorsi fleksiyon yönünde eklem hareket sınırının izin verdiği ölçüde açısız değişiklikler beklenmiş ancak beklenen açısız değişiklikler elde edilememiştir. Özellikle spastisite ve gastrocnemius kasındaki kısalık nedeniyle ve çalışmamızda kamaların anlık etkilerine bakılmış olması, beklenen bu açısız değişiklik ve zemine adaptasyon için yeterli süre olmadığından dolayı bu şekilde bir sonuç ortaya çıkarmış olabilir. Diz eklemine ise özellikle dorsi fleksör kamayla ekstansiyon yönünde değişiklik beklenmiş ancak

bu yönde de değişiklik elde edilememiştir. SP'li çocuklarda ekstansör kaslardaki zayıflık ve bu çocukların endüranslarının düşük olması dolayısıyla ekstansiyon yönündeki açısal değişiklik gerçekleşmemiş olabilir. Ayrıca bu çocuklarda crouch gait ve stiff knee gibi durumlar birbirinin zıttı durumlar olduğu için farkın ortaya çıkmasını engellemiş olabilir. Distaldeki bu açısal değişikliklerin olmaması, proksimaldeki kalça eklemde de ve aynı şekilde diz eklemdeki açısal değişikliğin ortaya çıkmasını önlemiş olabilir. Posterior ölçümlerde ise varus ve valgus kamalarında özellikle subtalar eklemde uygulanan kamalar ile de bazı değişiklikler beklenmiştir. Varus yönünde kama uygulamasında subtalar varusta artış; valgus kamasında ise subtalar valgusta artış beklenmiş fakat bu yönde herhangi bir değişik gözlenmemiştir. Özellikle çocukların çoğunda valgus deformitesinin mevcut olduğu düşünülürse, valgus kamasında, eklem hareket limiti dolayısıyla, varus kamasıyla da tibialis posterior kasının zayıf olması, ligamentlerin yapısal özelliklerinin bozulması ve spastisite nedeniyle bu yöndeki değişiklik gerçekleşmemiş olabilir.

Hemiplejik bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada ise ayakkabı kamaları kullanarak, simetri ve hemiplejik tarafta ağırlık taşımanın sağlanıp sağlanamayacağını araştırılmıştır. Her hastadan ayak tabanlarına lateralden uygulanan 5, 7,5 ve 12,5 derecelik kamalarla ve kamasız olarak, 5 dakika boyunca desteksiz ve dinlenmeksizin ayakta kalmaları istenmiştir. Çalışmanın sonucunda 5 derecelik kamanın daha simetrik bir ağırlık dağılımı sağladığı bulunmuştur.<sup>19</sup> Bizim çalışmamıza dâhil edilen diplejik SP'li bireyler olduğu için, alt ekstremitedeki etkilenimin bilateral simetrik olduğu düşünülmüş ve çalışmada uygulanan kamalar bilateral olarak uygulanmıştır. Ancak kamasız olarak yapılan lateral ölçümlerde görülmüştür ki, diplejik SP'li çocuklarda özellikle ayak bileği ve kalça eklemdeki etkilenim her iki ekstremitede için farklıdır. Yani aslında asimetric bir ayakta duruş paterni sergilenmektedir. Her iki bacak arasındaki durumun karşılaştırılması sonucu fark bulunmaması, bilateral olarak uyguladığımız tüm kamalar ile ayak bileği eklemdeki açısal simetrinin oluşmasını sağladığını ve her iki

ekstremitede de simetrik bir ağırlık dağılımının oluşmasına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bu yönden bakıldığında kamaların, simetrik duruş ve simetrik bir ağırlık dağılımı sağladığı sonucu Rodriguez ve arkadaşlarının çalışmasını destekler niteliktedir.

Kama uygulamasının, SP'li çocuklarda etkilerini araştırarak, ulaşabildiğimiz tek çalışma ise Weddock ve Edge'nin yapmış olduğu, ayakkabı içine AFO'nun giyilerek, ayakkabı altına kamanın uygulandığı çalışmadır. Bu çalışma, fleksiyon postürü olan çocuklarda kamalı ayakkabı içersine AFO giyildiği durumdaki ayakta duruş dengesi ve sadece AFO giyildiği durumun, dizdeki ekstansiyona olan etkisini araştırmıştır. Kama, ayakkabı altına posterior olarak uygulanmış ve böylece daha dik bir duruş ve simetri sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda sadece AFO'lu ve kamalı durumun, diz ekstansiyonuna ve ayakta duruş dengesine etkisinin olmadığı bulunmuştur. Ancak ayakta duruşta ortez kullanmayan çocuklarda, kamalı durumun ayakta duruş dengesini arttırdığı ve daha simetrik bir duruş sağladığı bulunmuştur.<sup>6</sup> Bizim çalışmamızda da bu çalışmayla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle sağ ve sol alt ekstremitelerde lateralde ayak bileği ve kalça eklem açıları arasında mevcut olan farklılık, sadece plantar fleksör kama kullanıldığı durumda ortadan kalkmıştır. Bu durum özellikle SP'li çocuklara posterior olarak uygulanan plantar fleksör kamanın, bu çocuklarda ve kas hastalığı olan çocuklarda var olan anterior dengeyi destekleyerek özellikle kısa ve zayıf olan kasların fonksiyonlarını kompanse etmesiyle ve proprioseptif feedback sayesinde çocukların pozisyonlarını düzeltmeleriyle açıklanabilir.

Çalışmamıza dâhil edilen bireylerin yaş aralığı geniş olmasına bağlı olarak, viskoelastik komponentlerin değişiminin yaşla azalması proksimal eklemlerdeki açısal değişikliklerin ortaya çıkmasını önlemiş olabilir. Araştırmamızın sonuçları, homojen ve daha yüksek sayıda birey alınmasıyla, uygulanan kamaların uzun süreli etkilerinin ölçülmesiyle ve daha gelişmiş ölçüm yöntemleri kullanılmasıyla daha vurgulayıcı biçimde ortaya konabilirdi.

Sonuç olarak, SP'li ya da diğer nörolojik



etkilenimli hasta gruplarında ayak bileğinin sagittal düzlemdeki ve ayağın frontal düzlemdeki hareketlerini ortotik yaklaşımlarla kontrol altına almak her zaman fonksiyonel düzelme için yeterli gelmeyebilir. Bu nedenle ortezlerin tabanlarında, hastaların spesifik gereksinimlerini karşılayacak şekilde tasarlanmış kamaların uygulanması, klinisyenlere çoğu kez ağırlık dağılımının istenildiği şekilde değiştirilmesine olanak vermek, hatta proksimal eklemler ve pelvise yönelik simetriye müdahale etmek şansını sunabilir.

### KAYNAKLAR

1. Scrutton D, Damiano DL, Mayston M. Management of the motor disorders of children with cerebral palsy. 2nd edition. Cambridge: Cambridge University Press; 2004:9-146.
2. Blair E, Watson L. Epidemiology of cerebral palsy. Semin Fetal Neonatal Med. 2006;11:117-125.
3. Cummins SK, Nelson KB, Grether JK. et al. Cerebral palsy in four northern California counties, births 1983 through 1985. J Pediatr.1993;123:230-237.
4. Gerals E, Ritter T. Children with Cerebral Palsy, 2nd ed. USA: Woodbine House; 1998: 1-61.
5. Eslami M, Tanaka C, Hinse S, et al. Effect of foot wedge positions on lower-limb joints, pelvis and trunk angle variability during single-limb stance. The Foot. 2006;16:208-216.
6. Weddock KA, Edge AM. Effects of wedged shoes and ankle-foot orthoses on standing and knee extension in children with cerebral palsy who crouch. Pediatr Phys Ther. 2003;15:221-231.
7. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys Ther. 1987;67:206-207.
8. Yokochi K, Hosoe A., Shimabukuro S, Kodama K. Gross Motor patterns in children with cerebral palsy and spastic diplegia. Pediatr Neurol. 1990;6:245-250.
9. Johanson MA, Donatelli R, Wooden MJ, et al. Effects of three different posting methods on controlling abnormal subtalar pronation. Phys Ther 1994;74:149-58.
10. Uygur, SF. Serabral paralizide fizyoterapi ve ortezleme. Uluslararası Katılımlı V. Ulusal Protez-Ortez Kongresi Kongre Kitabı. 2005;76-82.
11. Hewett TE, Noyes FR, Barber-Westin SD, et al. Decrease in knee joint pain and increase in function patients with medial compartment arthrosis: a prospective analysis of valgus bracing. Orthopedics. 1998;21:131-138.
12. Kirkley A, Webster-Boagerd S, Litchfield R. et al. The effect of bracing on varus gonarthrosis. J Bone Joint Surg. 1999;81:539-548.
13. Lafortune MA, Cavanagh PR, Sommer HJ 3rd. et al. Foot inversion-eversion and knee kinematics during walking. J Orthop Res. 1994;12:412-420.
14. Lindenfeld TN, Hewett TE, Andriacchi TP. Joint loading with valgus bracing in patients with varus gonarthrosis. Clin Orthop Relat Res. 1997;344:290-297.
15. Ogata K, Yasunaga H, Nomiyama H. The effect of wedged insoles on the thrust of osteoarthritic knees. Int Orthop. 1997;21:308-312.
16. Schmalz T, Blumentrit S, Drewitz H. et al The influence of sole wedges on frontal plane knee kinetics, in isolation and in combination with representative rigid and semi-rigid ankle-foot-orthoses. Clinical Biomech (Bristol, Avon). 2006;21:631-639.
17. Murley GS, Bird AR. The effect of three orthotic wedging on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2006;21:1074-1080.
18. Burtner PA, Qualls C, Woollacott MH. Muscle activation characteristics of stance balance control in children with spastic cerebral palsy. Gait Posture. 1998;8:163-174.
19. Rodriguez GM, Aruin AS. The effect of shoe wedges and lifts on symmetry of stance and weight bearing in hemiparetic individuals. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83:478-482.