



## Ergenlik dönemindeki çocuklarda statik ve dinamik ayak basınç değerleri

### *Static and dynamic plantar pressure measurements in adolescents*

Hakan TUNA, <sup>1</sup> Mustafa YILDIZ, <sup>1</sup> Coşkun ÇELTİK, <sup>2</sup> Siranuş KOKİNO <sup>1</sup>

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, <sup>1</sup>Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, <sup>2</sup>Çocuk Hastalıkları Anabilim Dalı

**Amaç:** Türk toplumunda ergenlik dönemi yaş grubunun statik ve dinamik pedobarografik normal verilerinin belirlenmesi ve bu değerler ile demografik veriler arasındaki ilişkilerin araştırılması amaçlandı.

**Çalışma planı:** Çalışmaya, AOFAS'nin (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) ayak bileği ve ayak klinik değerlendirme sistemiyle sağlıklı ayağa sahip oldukları belirlenen 50 gönüllü (25 kız, 25 erkek, ort. yaş 14; dağılım 13-15) alındı. Tüm olguların statik ve dinamik ayak basınçları Mini-Emed pedobarografi cihazı kullanılarak ölçüldü.

**Sonuçlar:** Statik ölçümlerde kızlarda sağ ayağın ön-orta ve parmak kısımlarının, erkeklerde ise sol ayağın orta kısmının pedobarografik değerleri belirgin olarak diğer cinsten yüksekti ( $p<0.05$ ). Tüm olgular birlikte değerlendirildiğinde sağ ve sol ayak statik basınç ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunmadı. Kızlarda sağ ayağın orta basınç değerleri sol ayağa göre yüksek bulundu. Erkeklerde ise sağ ve sol ayaklar arasında basınç değerleri açısından anlamlı fark gözlenmedi. Dinamik ölçümlerde erkeklerde sağ ayakta ayak temas alanı, kızlarda ise sol ayağın ön iç kısmında maksimum basınç değerleri diğer bölgelerden anlamlı derecede yüksek bulundu ( $p<0.05$ ). Statik ölçümlerde kilo ve vücut kütle indeksi ile ayak maksimum basınçları arasında kuvvetli ( $r=0.87$  ve  $r=0.83$ ), temas alanı ile orta düzeyde ( $r=0.63$  ve  $r=0.59$ ) ilişki saptandı. Dinamik ölçümlerde kilo ve vücut kütle indeksi ile ayak temas alanı arasında orta düzeyde ( $r=0.64$  ve  $r=0.54$ ) ilişki bulundu.

**Çıkanmlar:** Ergenlik dönemindeki çocukların normal ayak basınç değerlerinin bilinmesi, ayağın gelişim evrelerinin izlenmesinde, ayak hastalıklarının değerlendirilmesinde ve yaş ile uyumlu ayakkabı değişikliklerinin yapılmasında önemlidir.

**Anahtar sözcükler:** Ergenlik dönemi; vücut ağırlığı; ayak/anatomi ve histoloji/fizyoloji; yürüyüş; topuk/fizyoloji; podiatri/enstrümantasyon/yöntem; pedobarografi; basınç; cinsiyet faktörü.

**Objectives:** This study was designed to determine normal values of pedobarography during standing and walking in adolescents in our country and to investigate correlations between demographic data and pedobarographic values.

**Methods:** Fifty volunteers (25 girls, 25 boys; mean age 14 years; range 13 to 15 years) who were found to have healthy foot according to the AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) clinical rating system for the ankle and foot were enrolled into the study. Plantar pressures were measured during standing and walking tasks with the use of the Mini-Emed pedobarographic device.

**Results:** Static measurements showed significantly higher pedobarographic values for right medial forefoot and toes in girls, and for left midfoot in boys ( $p<0.05$ ). Overall, no significant differences existed between static pressure values for the right and left feet. The mean right medial foot pressure was higher than that of the contralateral foot in girls. There were no significant differences between the right and left feet in boys. Dynamic measurements showed a significantly larger contact area of the right foot in boys, and a significantly higher maximum plantar pressure of the left medial forefoot in girls ( $p<0.05$ ). The strength of the correlation of body weight and body mass index was high with maximum plantar pressures ( $r=0.87$  and  $r=0.83$ ), and moderate with contact area of the foot ( $r=0.63$  and  $r=0.59$ ) in static measurements. Body weight ( $r=0.64$ ) and body mass index ( $r=0.54$ ) were moderately correlated with contact area of the foot in dynamic measurements.

**Conclusion:** Appreciation of normal plantar pressure values in adolescents is important in monitoring the development stages of foot, in the assessment of foot disorders, and in making proper footwear modifications in compliance with age.

**Key words:** Adolescent; body weight; foot/anatomy & histology/physiology; gait; heel/physiology; podiatry/instrumentation/ methods; pedobarography; pressure; sex factors.

Ayak basıncını değerlendirme sistemlerinin klinik kullanımı ve yararı çok sayıda çalışmaya konu olmuştur.<sup>[1,2]</sup> Pedobarografi ile ayak tabanı basınç ölçümleri 1980'lerin ilk yıllarında başlamıştır. Gidererek artan ilgi biyomekanik, diyabetik ayak, ortopedik cerrahi ve ortez-ayakkabı modifikasyonu ile ilgili çalışmalara yönelmiştir.

Çocuklarda ayak basıncı dağılımı ile ilgili çalışmaların sayısı sınırlıdır.<sup>[3-5]</sup> Basınç analizi ile ayak fonksiyonları hakkında kesin bilgiler elde edilmektedir.<sup>[6]</sup> Çocuk ayağı erişkindeki ile karşılaştırıldığında tipik farklılıklar gösterir; özellikle bebek ayağının şekli ve yürüme tarzı çabuk değişmektedir. Ayrıca, ayağın yaş ve gelişim evreleri ile ilişkili görünümü çok net değildir.<sup>[7]</sup> Bu nedenle bazı ailelerde, çocuklarının normal yürüme şekline ve ayak morfolojisine sahip olup olmadıkları konusunda endişe olabilmektedir.

Yürüme bozukluğu ve ayak deformiteleri, çocukların ortopedi kliniklerine sık başvurma nedenlerindedir.<sup>[8,9]</sup> Hekimler bu hastaları değerlendirmede çeşitli zorluklar ile karşılaşmaktadır. Bu zorluklar, mekanizmaların ve gelişim evrelerinin tümüyle anlaşılmasından kaynaklanmaktadır.<sup>[10]</sup> Biz, büyüme sürecindeki ayak değişikliklerinin patofizyolojisini anlamada ve tedavinin takibinde pedobarografiden yararlanılabileceği görüşündeyiz. Bunun için ilk planda, ilgili yaşlara ait normal ayak basınç değerlerinin tanımlanması gerekmektedir. Araştırmamızda ülkemizde bu amaçla düzenlenmiş bir çalışmaya rastlamadık. Bu çalışmayı, ergenlik dönemindeki kişilerde normal pedobarografik ölçüm değerlerini belirlemek ve bu değerlerin demografik veriler ile ilişkisini ortaya koymak amacıyla planladık.

## Olgular ve yöntem

Çalışma için Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ayak Hastalıkları Polikliniği'ne 13-15 yaş grubundan 62 kişi çağrıldı. Çalışma başlangıcında demografik veriler sorgulandı. Tüm olgularda vücut kütle indeksi (VKİ) ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) hesaplandı. Radyografik incelemeye başvurulmadı. Sağlıklı ayak grubunu oluşturmak amacıyla, AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) tarafından geliştirilen ayak bileği ve ayak için klinik değerlendirme sistemi kullanıldı.<sup>[11]</sup> Olguların klinik durumu, ağrı, fonksiyonel durum ve dizilim (alignment) olmak üzere üç başlık altında (toplam skor 100) değerlendirildi.

Bu değerlendirmeler sonucunda, AOFAS skoru 100 olan 50 çocuk (25 kız, 25 erkek, ort. yaş 14; dağılım 13-15) çalışmaya alındı.

Ayak tabanı basınçlarının ölçümü Mini-Emed pedobarografi cihazı ile yapıldı. Bu sistem statik (ayakta) ve dinamik (yürürken) olarak ayak tabanı basınçlarının ölçümünü yapmaktadır. Sistem Canon renkli yazıcı, ekran, basınç algılayıcı platform, uzaktan kumanda cihazı, güç birimi, yazıcı-platform arası ve ekran-platform arası bağlantıları içermektedir. Cihazın basınç ölçüm platformu  $650 \times 290 \times 25$  mm büyüklükteki genel çerçeve içerisinde  $360 \times 180$  mm algılayıcı alan içermekte,  $\text{cm}^2$ 'ye üç algılayıcı düşmektedir. Cihazın örnekleme hızı saniyede 14 kare, depolama aralığı 20 kare, basınç aralığı 2-127  $\text{N}/\text{cm}^2$ , çözünürlük 1  $\text{N}/\text{cm}^2$ , ayağa bağlı olarak doğruluk yüzdesi %5, ölçümlerdeki ısı aralığı 15-40°C, bağlantı gücü 220/110 volt idi.<sup>[12]</sup>

Statik ölçümler sırasında, vücut ağırlığını platform üzerinde belirli bir tarafa yönlendirmemeleri için, sorulan sorularla olguların dikkatleri dağıtıldı. Dengeli bir değerlendirme için, üç metre ilerideki duvarda sabit bir noktaya bakmaları istendi. Platform üzerinde ayakta dururken, adım genişliği mesafesi 8 cm olarak belirlendi.<sup>[13]</sup> Bir ayağa düşen basınç, toplam ağırlığın yarattığı basıncın %50'si olduğu anda ölçümler sabitlenerek veriler kaydedildi. Değerlendirme her iki ayak için ayrı ayrı yapıldı. Statik değerlendirmede  $\text{N}/\text{cm}^2$  cinsinden altı bölgeden (ayağın arka, orta ve ön kısmının iç-orta-yan tarafı ve parmaklar) maksimum basınç ölçümleri, ayağın ön ve arka bölümü maksimum basınç değerleri, ayaktaki toplam basınç, toplam basıncın ayağın ön/arka bölümüne düşen yüzdeleri, toplam temas alanı ve toplam temas alanının ayağın ön ve arka kısmına yüzdelik paylaşımları değerlendirildi.

Dinamik değerlendirme için, olgudan normal yürüme hızının oluşması için 30 metre uzunluğundaki bir alanda birkaç dakikalık yürüyüş sonrasında beş metrelik yürüme tahtasına geldiğinde normal yürümeye devam etmesi ve normal adımı ile basınç platformuna basması istendi. Yürüme hızının basınç değerlerine etkisinin %7'yi aşmayacağı bilgisine dayanarak, olgunun normal yürüme hızı standart kabul edildi.<sup>[5]</sup> Olgulardan platform üzerinde hareketsiz durma veya platforma yanlış basma durumlarında tekrar yürümleri istendi. Ölçümler her iki ayak için yapıldı. Dinamik ölçümde, daha önce statik ölçümde tanım-

lanmış altı bölgeden maksimum basınç verileri kaydedildi. Yürüme sırasında taban temas alanı değerlendirildi. Bunlara ek olarak, hem statik hem de dinamik ölçümlerde topuk bölgesi iç ve dış iki alana bölünerek maksimum basınç değerleri hesaplandı.

Kız ve erkekler arasındaki demografik verileri karşılaştırmak için bağımsız örnek t-testi, pedografik basınç değerleri için ikili bağımsız t-testi kullanıldı. Tüm olguların sağ ve sol ayak pedobarografik verilerinin karşılaştırılması tekli örnek t-testi ile yapıldı. Pedobarografik değerler ile demografik veriler arasındaki ilişki Pearson korelasyon testiyle araştırıldı. İstatistiksel olarak  $p < 0.05$  aralığı anlamlı kabul edildi.

## Sonuçlar

Tüm olguların cinsiyet, yaş, boy, kilo ve VKİ ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 1). Olguların cinsiyetlerine göre ayağın statik pedobarografi ölçümlerinde bazı bölgelerin basınç değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı farklar gözlemlendi (Tablo 2). Tüm olgular birlikte değerlendirildiğinde sağ ve sol ayak statik basınç ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunmadı (Tablo 2). Kız-

**Tablo 1.** Olguların özelliklerinin cinsiyete göre dağılımı

	Kız (n=25)	Erkek (n=25)
Yaş	14.2±0.8	13.9±0.6
Boy (m)	1.6±0.16	1.6±0.09
Kilo (kg)	50.4±8.9	52.9±13.5
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	19.6±3.2	20.2±4.1

larda sağ ayağın orta basınç değerleri sol ayağa göre yüksek bulundu. Erkeklerde ise sağ ve sol ayaklar arasında basınç değerleri açısından anlamlı fark gözlemlenmedi.

Olguların sağ ve sol ayak statik pedobarografik değerlerinden elde edilen maksimum alan ve bu alanlara düşen basınç değerleri ve yüzdelerinin dağılımları incelendiğinde, erkeklerde hem sağ hem sol ayağın arka alan yüzdesi, kızlarda ise hem sağ hem sol ayağın ön alan yüzdesi karşı cinse göre anlamlı derecede yüksekti (Tablo 3). Her iki cinsiyet kendi içerisinde sağ ve sol ayak basınç değerleri açısından karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmadı.

Ayağın dinamik pedobarografi ölçümlerinde anatomik olarak belirlenmiş altı bölgeye düşen basınç

**Tablo 2.** Her iki cinsiyette sağ ve sol ayaklarda altı noktadan elde edilen statik basınç değerleri (N/cm<sup>2</sup>, ort.±SD)

	Sağ ayak			Sol ayak			Tüm olgular		
	Kız	Erkek	p	Kız	Erkek	p	Sağ	Sol	p
Topuk	8.6±4.4	8.3±2.8	>0.05	9.3±7.4	8.9±3.4	>0.05	8.5±5.67	9.1±5.7	>0.05
Orta ayak	2.0±1.1	2.4±1.2	>0.05	1.5±7	2.4±1.5	<0.05	2.2±1.20	1.9±1.2	>0.05
Ön ayak iç	4.0±2.5	4.7±1.7	>0.05	4.5±2.3	4.4±2.5	>0.05	4.1±2.37	4.4±2.4	>0.05
Ön ayak orta	6.4±3.6	4.4±1.8	<0.05	5.6±2.1	4.6±1.9	>0.05	5.4±2.03	5.1±2.0	>0.05
Ön ayak dış	4.9±3.7	4.6±2.9	>0.05	4.1±1.7	4.6±3.2	>0.05	4.7±2.55	4.3±2.6	>0.05
Parmaklar	4.5±2.7	3.2±2.5	<0.05	5.7±4.8	4.3±4.1	>0.05	3.9±4.49	5.0±4.5	>0.05

**Tablo 3.** Sağ ve sol ayak statik pedobarografik değerlerinden elde edilen maksimum alan, bu alanlara düşen basınç değeri ve yüzdelerinin dağılımları

	Sağ ayak (ort.±SD)			Sol ayak (ort.±SD)			Toplam (ort.±SD)		
	Kız	Erkek	p	Kız	Erkek	p	Sağ	Sol	p
MÖAB	7.9±3.7	6.9±2.5	>0.05	8.6±4.1	7.6±4.3	>0.05	7.4±3.2	8.1±4.2	>0.05
MAAB	9.2±5.0	9.1±2.9	>0.05	9.5±7.2	9.2±3.4	>0.05	9.2±4.0	9.3±5.6	>0.05
TYÖAY	51.4±16.1	43.2±10.8	>0.05	53.0±19.9	43.6±12.8	<0.05	47.3±14.2	48.3±17.3	>0.05
TYAAY	48.6±16.1	56.8±10.8	>0.05	44.9±17.5	56.4±12.8	<0.05	52.7±14.2	50.7±16.3	>0.05
MK	466.5±91.8	481.6±152.2	>0.05	447.8±109.1	484.4±113.2	>0.05	473.9±124.7	466.1±111.6	>0.05
AA	77.6±16.7	83.0±18.6	>0.05	76.0±13.4	84.5±18.4	>0.05	80.3±17.7	80.3±16.6	>0.05
ÖAAY	57.8±10.0	51.4±8.3	<0.05	58.2±13.6	51.7±9.2	<0.05	54.6±9.7	54.9±11.9	>0.05
AAAY	42.3±10.0	48.6±8.3	<0.05	40.1±9.7	48.3±9.2	<0.05	45.6±9.6	44.2±10.2	>0.05

MÖAB: Maksimum ön ayak basınç (N/cm<sup>2</sup>); MAAB: Maksimum arka ayak basınç (N/cm<sup>2</sup>); TYÖAY: Toplam yükün ön ayağa düşen yüzdesi (%); TYAAY: Toplam yükün arka ayağa düşen yüzdesi (%); MK: Maksimum kuvvet (N); AA: Ayak alanı (cm<sup>2</sup>); ÖAAY: Ön ayak alan yüzdesi (%); AAAY: Arka ayak alan yüzdesi (%).

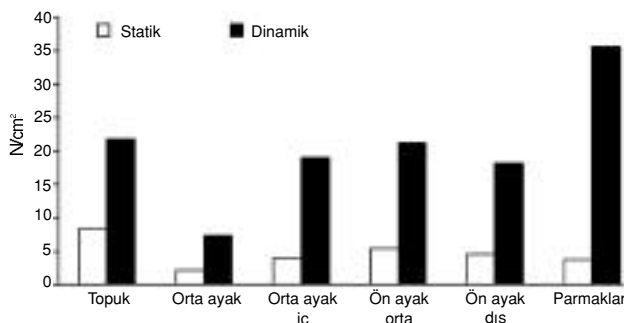
**Tablo 4.** Sağ ve sol ayak dinamik pedobarografik değerlerinden elde edilen altı bölgeye ait maksimum basınç (N/cm<sup>2</sup>) ve ayak maksimum alan (cm<sup>2</sup>) ortalamalarının cinsiyete göre dağılımı

	Sağ ayak			Sol ayak			Tüm olgular		
	Kız	Erkek	p	Kız	Erkek	p	Sağ	Sol	p
Parmaklar	39.2±19.3	32.1±17.3	>0.05	38.4±18.2	36.6±16.9	>0.05	35.7±18.5	37.5±17.4	>0.05
Ön ayak iç	18.5±7.8	19.6±8.7	>0.05	22.7±12.5	16.9±10.5	<0.05	19.0±8.2	19.8±11.8	>0.05
Ön ayak orta	21.3±6.3	21.7±7.3	>0.05	21.6±6.7	23.1±8.4	>0.05	21.2±6.7	22.37.6	>0.05
Ön ayak dış	18.7±13.8	17.6±7.3	>0.05	20.5±13.7	20.9±8.6	>0.05	18.2±10.9	20.7±11.3	>0.05
Orta ayak	8.2±5.0	6.8±2.9	>0.05	6.4±3.1	6.8±3.7	>0.05	7.5±4.1	6.6±3.3	>0.05
Topuk	23.1±6.7	20.7±6.1	>0.05	26.0±13.5	20.4±5.2	>0.05	21.9±6.4	23.2±10.5	>0.05
Temas alanı	114.2±13.5	125.4±19.3	<0.05	115.7±14.2	120.6±17.8	>0.05	119.8±17.4	118.1±16.1	>0.05

değerleri ve her iki ayaktaki ayak temas alan ortalamaları incelendiğinde, erkeklerde sağ ayağın temas alanı, kızlarda ise ayağın ön iç kısmında basınç değerleri anlamlı derecede yüksek bulundu (Tablo 4). Her iki cinsiyet kendi içerisinde karşılaştırıldığında, erkeklerde sağ ayak temas alanının anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü.

Statik ölçümlerde kilo ve VKİ ile ayak maksimum basınçları arasında kuvvetli ( $r=0.87$  ve  $r=0.83$ ), temas alanı ile orta düzeyde ( $r=0.63$  ve  $r=0.59$ ) ilişki saptandı. Dinamik ölçümlerde kilo ve VKİ ile ayak temas alanı arasında orta düzeyde ( $r=0.64$  ve  $r=0.54$ ) ilişki bulundu.

Ayağın belirtilen altı bölgesindeki statik ve dinamik basınç değer ortalamaları Şekil 1'de gösterildi. Tüm olgular değerlendirildiğinde, statik ölçümlerde topuk bölgesinin (sağ ayakta %62, sol ayakta %56); dinamik değerlendirmede ise parmakların (sağ ayakta %68, sol ayakta %66) basıncın en yüksek ölçüldüğü bölge olduğu görüldü. Ayak temas alanları incelendiğinde, statik ölçümde sağ ve sol ayak ortalama alan değerleri sırasıyla  $83.04±18.64$  cm<sup>2</sup> ve  $84.48±18.53$  cm<sup>2</sup>; dinamik ölçümde ise  $125.36±19.34$  cm<sup>2</sup> ve  $120.56±17.75$  cm<sup>2</sup> bulundu.

**Şekil 1.** Tüm olgularda ayağın altı noktasındaki statik ve dinamik değerlerin ilişkisi gösterilmektedir.

Topuğun iç ve dış bölgelerinden elde edilen statik ve dinamik en yüksek basınç değer ortalamaları Tablo 5'te gösterildi.

## Tartışma

Plantar basınç ölçümleri yaşa bağlı olarak ayağın gelişimi ile değişim göstermektedir. Çocuğun ayakta durup yürümeye başlaması ile ayak gelişimi önemli ölçüde etkilenir. Statik yüklenme ve kas aktivitesi dikey arkın altı yaşına kadar gelişmesine katkı sağlar. Çocukların ayakları erişkinlere göre tipik farklılıklar göstermektedir.<sup>[6,14]</sup> Hennig ve ark.<sup>[5]</sup> okul çocuklarının ayak plantar basınç değerlerini yetişkinler ile karşılaştırmışlar; 6-10 yaş grubundaki basınç değerlerinin yetişkin değerlerinin yaklaşık 1/3'ü olduğunu belirtmişlerdir.

Normal basınç dağılımlarını elde etme yolunda ilk aşama deneklerin sağlıklı ayağa sahip olduğunun saptanmasıdır. Çalışma grubundaki normal ayak ve ayak bileğinin klinik durumunu standart tutmak amacıyla AOFAS tarafından geliştirilen formu kullandık. Aynı form Davitt ve ark.<sup>[15]</sup> tarafından, ergenlik döneminde distal kalkaneal uzatma sonrası klinik sonuçların değerlendirilmesinde pedobarografi ile birlikte kullanılmıştır.

Ayakta durma sırasında, vücut ağırlığı talus üzerinden kalkaneus, lateral kolon ve medial kolondan oluşan plantar yüzeydeki üç noktaya dağılır.<sup>[10]</sup> Çalış-

**Tablo 5.** Topuk iç ve dış bölgelerinde statik ve dinamik en yüksek basınç değerleri (N/cm<sup>2</sup>, ort.±SD)

Topuk	Statik		Dinamik	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol
İç kısım	32.4±15.4	33.3±19.2	82.7±25.5	87.3±29.2
Dış kısım	27.9±12.0	27.2±14.6	72.5±22.7	76.0±29.2

mamızda statik ölçümlerde en yüksek değerler topuk bölgesinde saptandı. Ayağın ön kısmında basınç dağılımı (iç-orta-dış) sırasıyla 4.16, 4.40, 4.56 N/cm<sup>2</sup> olarak ölçüldü. Bu değerler, Kapandji'nin<sup>[16]</sup> ayakta durma sırasında üç nokta (topuk, I. ve V. metatarsal baş) temas kuralına uymamaktaydı. Kanatlı ve ark.<sup>[17]</sup> benzer cihazla yaptıkları bir çalışmada sağlıklı ayaklarda Kapandji'nin kuralının geçerli olmadığını ileri sürmüşlerdir. Femery ve ark.<sup>[18]</sup> yaptıkları çalışmada ön ayakta lateral ve medial kolona ait basınç değerlerinin ayrışmadığını belirtmişlerdir. Bu sonuçların uyguladığımız yöntemden mi, yoksa ergenlik dönemindeki ayak yapısından mı kaynaklandığını yorumlayamadık. Bu farklılığı oluşturan diğer bir faktör de, kız olgularda ağırlığın ayağın ön kısmına yayılma eğiliminde olduğunu düşündüren ayağın ön kısmının orta ve parmak bölümünde istatistiksel olarak anlamlı yükseklikte basınç değerleri elde edilmesidir.

Yürümede, vücut ağırlığı önce kalkaneusa, daha sonra ayağın ön kısmının dış tarafına ve en sonunda da metatarsal kemiklerden ayağın iç kısmına ve ayak baş parmağına doğru iletilir.<sup>[10,19]</sup> Yürüme sırasında en yüksek basıncın parmaklarda, en düşük basıncın ayağın orta bölgesinde olduğu gösterilmiştir.<sup>[4,5]</sup> Çalışmamızda da dinamik ölçümlerde parmakların, sağ ayakta %68, sol ayakta %66 oranıyla basıncın en yüksek olduğu bölge olduğu görüldü. Çalışmamızda statik ölçümlerde topuk bölgesinde, dinamik ölçümlerde ise parmaklarda yüksek değerlerin elde edilmiş olması, farklı aktiviteler sırasında ayağın farklı bölgelerinin öncelik kazandığını göstermektedir.

Çalışmamızda, dinamik ölçümlerdeki ayağın ön-orta kısmı basınç değerleri, statik değerlerin yaklaşık dört katı bulundu. Bu sonuçlar Rozema ve ark.nın<sup>[20]</sup> yetişkinlerde yaptığı çalışma ile paralellik göstermektedir. Ayrıca, statik ve dinamik değerler açısından diğer beş bölgede de benzer ilişki saptanması, yürüme sırasında ayakta durmaya kıyasla ayağın belirgin derecede daha yüksek basınç kuvvetine maruz kaldığını göstermektedir.

Hennig ve ark.<sup>[5]</sup> okul öncesi çocuklarda yaptıkları çalışmada, yürüme sırasındaki maksimum basınç değerlerini topuğun iç ve dış bölgesinde sırasıyla 119±61 ve 99±39 kPa bulmuşlardır. Çalışmamızda bu değerler ile uyumlu sonuçlar elde edildi. Statik ölçümlerimizde de topuğun iç ve dış bölgeleri arasında aynı yönde ilişki gözlemlendi.

Plantar basınç değerleri ayağın anatomik yapısı, VKİ, eklem hareket açıklığı ve cinsiyet gibi birçok faktörden etkilenmektedir.<sup>[6,7]</sup> Çalışmamızda aynı yaş grubundaki kız ve erkeklerin kilo, boy ve VKİ değerleri arasında anlamlı fark yoktu. Başlangıçta AOFAS değerlendirmesi yapıldığından, eklem hareket açıklıklarında kısıtlılık olanlar çalışmaya alınmamıştı. Normal ayak yapısına sahip kız ve erkek olgular arasında ayak basınç dağılımında belirgin farklılıklar gözlemledik. Yukarıdaki ayak basıncını etkileyen faktörler göz önüne alındığında, gözlenen farklılıklarda cinsiyetin temel etken olduğunu düşünüyoruz. Ancak, kız ve erkekler arasında anatomik farklılıkları tam olarak değerlendirememek çalışmamızın bir eksikliğidir.

Çalışmamızda ergenlik dönemindeki kız ve erkek çocukların VKİ ve ağırlık ile ayak basınç değerleri ve ayak temas alanları arasında kuvvetli ilişki saptanması dikkat çekicidir. Bu açıdan, ayakkabı modifikasyonları yapılırken kullanılan materyalin kiloya göre ayarlanması gerektiğini düşünüyoruz. Çalışmamızda, ayakkabı seçiminde cinsiyetin yanı sıra ayağın statik-dinamik durum ilişkisinin de önemli bir faktör olduğu görüldü.

Uygun ayakkabı kullanma alışkanlığının önemini vurgulayan bu tür çalışmalar, ayak sorunundan uzak sağlıklı kuşakların yetişmesine katkıda bulunacaktır.

## Kaynaklar

1. Cavanagh PR, Ulbrecht JS, Zanine W, Welling RL, Leschinsky D, van Schie C. A method for the investigation of the effects of outsole modifications in therapeutic footwear. *Foot Ankle Int* 1996;17:706-8.
2. Orlin MN, McPoil TG. Plantar pressure assessment. *Phys Ther* 2000;80:399-409.
3. Aharonson Z, Voloshin A, Steinbach TV, Brull MA, Farine I. Normal foot-ground pressure pattern in children. *Clin Orthop* 1980;(150):220-3.
4. Hennig EM, Rosenbaum D. Pressure distribution patterns under the feet of children in comparison with adults. *Foot Ankle* 1991;11:306-11.
5. Hennig EM, Staats A, Rosenbaum D. Plantar pressure distribution patterns of young school children in comparison to adults. *Foot Ankle Int* 1994;15:35-40.
6. Bennett PJ, Duplock LR. Pressure distribution beneath the human foot. *J Am Podiatr Med Assoc* 1993;83:674-8.
7. Kellis E. Plantar pressure distribution during barefoot standing, walking and landing in preschool boys. *Gait Posture* 2001;14:92-7.
8. Craxford AD, Minns RJ, Park C. Plantar pressures and gait parameters: a study of foot shape and limb rotations in children. *J Pediatr Orthop* 1984;4:477-81.
9. Kamegaya M, Shinohara Y. Gait disorders and leg deformities in children. *J Orthop Sci* 2002;7:154-9.

10. Cailliet R. Foot and ankle pain. 3rd ed. Philadelphia: FA Davis; 1997.
11. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hind-foot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994; 15:349-53.
12. Operating Manual Mini-Emed System. Munich: Novel; 1991.
13. Özaras N, Yalçın S. Normal yürüme. In: Özaras N, editör. *Yürüme analizi*. 1. baskı. İstanbul: Avrupa Tıp Kitapçılık; 2001. s. 1-23.
14. Malouin F, Richards CL. Preparatory adjustments during gait initiation in 4-6-year-old children. *Gait Posture* 2000;11: 239-53.
15. Davitt JS, MacWilliams BA, Armstrong PF. Plantar pressure and radiographic changes after distal calcaneal lengthening in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 2001;21:70-5.
16. Kapandji IA. The physiology of the joints. 2nd ed. Edinburg: Churchill Livingstone; 1970.
17. Kanatlı U, Yetkin H, Bolukbasi S. Evaluation of the transverse metatarsal arch of the foot with gait analysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003;123:148-50.
18. Femery V, Moretto P, Renaut H, Thevenon A, Linsel G. Measurement of plantar pressure distribution in hemiplegic children: changes to adaptative gait patterns in accordance with deficiency. *Clin Biomech* 2002;17:406-13.
19. Günel U, Korkusuz F. Ayak ve ayak bileğinin biyomekaniği. In: Ege R, editör. *Ayak ve ayak bileği sorunları*. 2. baskı. Ankara: Türk Hava Kurumu Basımevi; 1999. s. 47-68.
20. Rozema A, Ulbrecht JS, Pammer SE, Cavanagh PR. In-shoe plantar pressures during activities of daily living: implications for therapeutic footwear design. *Foot Ankle Int* 1996;17:352-9.