

# Jimnastikçilerde Plantar Basınç Dağılımlarının Statik ve Dinamik Olarak İncelenmesi

## Static and Dynamic Investigation of Plantar Pressure Distributions in Gymnasts

Sema ARSLAN KABASAKAL<sup>1</sup>, Ali Furkan ŞANLI<sup>2</sup>, Abdullah KABASAKAL<sup>3</sup>, Adil Deniz DURU<sup>4</sup>, Mehmet ÜNAL<sup>5</sup>

SAK: [0000-0002-4552-9640](https://doi.org/10.46629/JMS.2022.91) AFS: [0000-0002-7657-0566](https://doi.org/10.46629/JMS.2022.91) AK: [0000-0003-1290-2151](https://doi.org/10.46629/JMS.2022.91) ADD: [0000-0003-3014-9626](https://doi.org/10.46629/JMS.2022.91)  
MÜ: [0000-0002-9275-3020](https://doi.org/10.46629/JMS.2022.91)

<sup>1</sup>Yalova Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi, Yalova-Türkiye

<sup>2</sup>Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, İstanbul-Türkiye

<sup>3</sup>Yalova Devlet Hastanesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ünitesi, Yalova-Türkiye,

<sup>4</sup>Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi, İstanbul-Türkiye,

<sup>5</sup>İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, İstanbul-Türkiye

### Öz

**Amaç:** Fonksiyonel olarak ayak, koşma ve yürüme esnasında bir çok görev üstlenmekle beraber spor branşlarında önem arz etmektedir. Spor branşlarında farklı basış teknikleri ve farklı sportif hareketler ayağın normal basışını etkileyebilmektedir. Jimnastik sporcularının bacak bölgesi simetrikliğinin olduğu çalışmalarca gösterilmiştir, ayak basışıyla ilgili olarak da medial arklarının yüksek olduğu ve yaşa, spor yapma yılına bağlı olarak değişiklik gösterebileceği bildirilmiştir. Bu çalışmanın amacı sağ dominant olup iki yılın üzerinde jimnastik sporu yapan sporcularda plantar basınç dağılımlarını statik ve dinamik pedobarografik ölçüm ile ortaya koyarak ayak basışları hakkında fikir yürütebilmektir.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya Üsküdar ilçesi spor merkezlerine kayıtlı, 7-11 yaş aralığında, en az iki yıldır jimnastik branşına tabii olan kız sporcular dahil edilerek 15 olgu araştırıldı. Sporcuların statik ve dinamik ayak taban basınç değerleri pedobarografik cihaz ile ölçülmüştür. Statik pedobarografik ölçüm ayakta sabit duruş esnasında alınmış olup, dinamik pedobarografik ölçüm yürüme sırasında alınmıştır. Alınan ölçümler SPSS veri paketine aktarılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde, tanımlayıcı istatistikler, Kruskal-Wallis testi, Mann-Whitney U testi, Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır.

**Bulgular:** Katılımcıların statik ölçümde dominant tarafları sağ olmasına rağmen plantar basınç yüzdeleri sağ ve sol arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermemiştir ( $p=0.05$ ). Her iki ayakta katılımcıların ön ayak bölgesine göre arka ayak bölgesine daha fazla plantar yük verdiği

### Abstract

**Aim:** Functionally, running foot undertakes many tasks during walking and is also important in sports branches. Different foot press techniques and different sportive movements in sports branches can affect the normal foot pressure. Studies have shown that gymnastics athletes have leg area symmetry, it has been reported that medial arches are high in relation to foot pressure and may vary depending on age and year of doing sports. The aim of this study is to reveal the plantar pressure distributions with static and dynamic pedobarographic measurements in right-dominant athletes who have been doing gymnastics for more than two years and to give an idea about the foot pressure.

**Material and Methods:** 15 cases were investigated by including female athletes between the ages of 7-11, registered to the sports centers of Üsküdar district, and having been involved in gymnastics for at least two years. Static and dynamic foot pressure values of the athletes were measured with a pedobarographic device. Static pedobarographic measurement was taken while standing and dynamic pedobarographic measurement was taken while walking. The measurements taken were transferred to the SPSS data package. In the evaluation of the data, descriptive statistics, Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney U test, Spearman correlation analysis were used.

**Results:** Although the dominant side of the participants was right in the static measurement, plantar pressure percentages did not differ significantly between the right and left ( $p=0.05$ ). It was found that the participants gave more plantar load to the hindfoot area than the forefoot area in both feet. In the dynamic measurement, it was observed that the participants loaded

bulunmuştur. Katılımcıların dinamik ölçümde sol ayakta en az orta ayak bölgesine, en fazla ise arka ayak bölgesine yüklendiği gözlenmiştir. Sağ ayakta ise en az orta ayak bölgesine yüklenme olurken, ön ve arka ayak bölgeleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Dinamik ölçümde ayağın yerle temas yüzdeleri incelendiğinde, sol ve sağ ayakta en az temas alanı orta ayak bölgesinde iken en fazla yerle temasın arka ayakta olduğu belirlenmiştir. Branşı yapma süresi ile ayak basınç değerleri arasında anlamlı düzeyde ilişki olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ )

**Tartışma ve Sonuç:** Jimnastik sporu yapan 7-11 yaş grubu kız sporcularda dominant tarafın ayakta duruş sırasında plantar basınç dağılıma etki etmediği söylenebilir. Dinamik ve statik analiz sonuçlarına göre jimnastikçilerde orta ayak bölgesine daha az yükledikleri ve buna bağlı olarak pes cavus görülme olasılığının yüksek olabileceği sonucuna ulaşılabilir. Statik analiz sonuçlarına göre katılımcıların arka ayağa daha fazla yük vermesinden kaynaklı olarak ilerleyen aşamalarda plantar fasitit vb. ayak problemleri açısından risk taşıdıkları çıkarımında bulunulabilir.

**Anahtar kelimeler:** Jimnastik, Ayak, Plantar basınç, Statik ayak taban analizi, Dinamik ayak taban analizi, Pedobarografi

## Giriş

Ayak, yapısında bulundurduğu birçok kemik, eklem, kas, ligament çeşitliliği dolayısıyla çok kompleks bir yapıya sahiptir. Ayak bütün vücudun ağırlığını taşıdığı için mekanik açıdan en çok zorlanan yapıdır (1-2). Ayak ve ayak bileği yürüme ve postural stabilitenin sağlanmasında büyük görevler üstlenmektedir (3). Ayak ve ayak bileğinde görülen kas iskelet sistemi bozuklukları, bireylerin yaşam kalitelerini olumsuz yönde etkilemekte ve insidansları giderek artmaktadır. Bu sebeplerden ötürü ayak üzerinde yapılan araştırmalar artmış ve 1980'li yıllardan itibaren plantar basınç üzerine çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (2-4). Plantar basınç ölçümleri, kişilerin alt ekstremiteleri, yürüme ve postürleri hakkında bilgi sağlayabilmektedir (5).

Ayak plantar basıncı, ayak ve destek yüzeyi arasında oluşmaktadır (5). Plantar basıncın dengeli dağılımı, postürel stabilite ve yürüme için önemli rol oynamaktadır (6). Plantar basınç ölçümü ve analizleri; pedobarografi cihazları vasıtasıyla yapılmaktadır. Pedobarografi ölçümleri ayak tabanındaki patolojik durumların elde edilmesinde, bunların tedavi süreçlerinin

on the left foot the least on the midfoot region and the most on the hind foot region. In the right foot, while the least load was on the midfoot region, no significant difference was observed between the forefoot and hind foot regions. When the percentages of foot contact with the ground were examined in the dynamic measurement, it was determined that the lowest contact area in the left and right feet was in the midfoot region, while the most ground contact was in the hind foot. It was determined that there was no significant relationship between the time of doing the branch and the foot pressure values ( $p>0.05$ ).

**Discussion and Conclusion:** It can be said that the dominant side does not affect the plantar pressure distribution during standing posture in 7-11 age group female athletes who do gymnastics. According to the results of dynamic and static analysis, it can be concluded that gymnasts have less load on the midfoot region and accordingly, the probability of pes cavus may be higher. According to the results of the static analysis, it can be deduced that the participants are at risk for foot problems such as plantar fasciitis, etc.

**Keywords:** Gymnastics, Foot, Plantar pressure, Static foot sole analysis, Dynamic foot sole analysis, Pedobarography

değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (7-8-9). Pedobarografik ölçümler statik ve dinamik olarak yapılmaktadır (10). Statik ölçümde ayakta dik duruş esnasında ayağın plantar basıncının değerlendirilirken, dinamik ölçümde ise yürüme sırasındaki plantar basınç değişimleri değerlendirilmektedir (11).

Fonksiyonel olarak ayak; koşma, yürüme esnasında bir çok görev üstlenmekle beraber spor branşlarında da önem arz etmektedir. Spor branşlarında farklı basış teknikleri ve sportif hareketler ayağın normal basışını etkileyebilmektedir. Jimnastik branşı incelendiğinde; uzun süreli jimnastik yükü, erken çocukluktan itibaren kas-iskelet sistemi yapısında adaptif değişikliklere yol açabilmektedir. Jimnastik sporcularının bacak bölgesi simetrikliği çalışmalarca gösterilmiştir, fakat plantar basınç dağılımlarının simetrik olup olmadığı ortaya konulmamıştır (12).

Bu çalışmanın amacı 7-11 yaş grubu jimnastik sporu yapan çocuklarda statik ve dinamik ayak taban analiz sonuçlarını ortaya koymaktır. Bu çalışma ile 7-11 yaş grubu jimnastik sporcusu olan çocukların statik olarak basışında ve yürüme esnasındaki ayak

basınç dağılımında olan değişiklikler belirlenecek olup, klinisyenlere olası bir spor yaralanması hakkında bilgi sağlayabilecektir.

## Gereç ve Yöntem

**Araştırmanın Amacı:** 7-11 yaş grubu jimnastikçilerde statik ve dinamik ayak taban analizlerinin incelenmesidir.

**Araştırmanın Evren ve Örneklemi:** Çalışmaya Üsküdar ilçesi spor merkezlerine kayıtlı, iki yılın üzerinde jimnastik branşına tabii 7-11 yaş grubu kız sporcular dahil edilmiştir. Çalışmada üç katılımcı sol dominant olması dolayısıyla çalışmadan çıkarılmış ve toplam 15 kişi ile çalışma tamamlanmıştır. Sol dominant olan, jimnastik branşını iki yıldan az sürdüren, herhangi bir kas iskelet sistemi problemi bulunan kişiler araştırmaya dahil edilmemiştir.

**Veri Toplama Aracı:** Katılımcılara araştırmanın amacı, uygulanacak ölçüm yöntemleri ile ilgili sözlü ve yazılı olarak bilgilendirme yapılarak katılımcılara bilgilendirilmiş onam formu imzalatılmıştır. Ölçümlere başlamadan önce katılımcılara katılımcı değerlendirme formları doldurtularak kişisel bilgiler toplanmıştır. Veriler pedobarografi cihazı ile alınmıştır.

Statik ve dinamik pedobarografik ölçümler GHF550 Foot Checker cihazı ile alınmıştır. Statik pedobarografik ölçümler; pedobarograf cihazı üzerinde ayakta karşıda sabit bir noktaya bakarken, ayaklar omuz hizasında açık, kollar her iki yanda gevşek pozisyonda iken alınmıştır. Ölçümler çıplak ayak ile yapılmıştır. Dinamik ölçümler ise kişi platform üzerinde karşıda sabit bir noktaya bakarken yürütülerek alınmıştır. Dinamik ölçüm sırasında olgularda normal yürüme hızının ve ayak basışının oluşması için katılımcılar pedobarografi cihazı üzerinde ölçüm öncesi en az 3 tur yürütülmüşlerdir.

Statik pedobarografik ölçümlerde sağ-sol plantar basınç dağılım yüzdeleri (%) ve her bir ayak için ön, arka ayak plantar basınç dağılım yüzdeleri (%), her bir ayağın temas alanı (S (cm<sup>2</sup>)); dinamik pedobarografik ölçümlerde her bir ayak için ön, orta, arka ayak impluse yüzde değerleri (%) ve temas alanı yüzde değerleri (%) elde edilmiştir.

## İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Demografik veriler tanımlayıcı analizler ile değerlendirilmiş, ortalama (Ort) ± standart sapma (SS) olarak verilmiştir. Verilerin değerlendirmesinde,

tanımlayıcı istatistikler, Kruskal-Wallis testi, Mann-Whitney U testi, Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edilmiştir.

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 21.01.2021 tarihinde 21.01.2021/3 sayılı Etik Kurul izni alındıktan sonra çalışmaya başlanmıştır. Araştırmada gizlilik ilkesine bağlı kalmıştır. Gönüllülük ilkesine bağlı kalınarak araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul edilen kişiler dahil edilmiştir.

## Bulgular

Çalışma örneklemini 7-11 yaş grubu kız jimnastik sporcular arasından seçilmiş olup 15 kişi çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcıların hepsinin dominant tarafı sağ taraftır. Katılımcıların yaş, boy, kilo, spor ayakkabı numarası, spora başlama yaşı, haftada kaç gün antrenman yaptıklarına ilişkin bilgiler Tablo 1'de yer almaktadır. Katılımcılar 8.67±1.54 yaş ortalamasına sahip, ortalama 133.4±10.93 cm boy uzunluğunda, 28±7.18 kilodadır. Katılımcıların spor ayakkabı numarası ortalaması 33±2.45 olup, spora başlama yaşları ortalama 4.4±1.2, jimnastik branşını yapma süreleri ortalama 3.97±1.59 yıldır (Tablo 1).

Katılımcıların plantar basınç değerleri normal dağılıma uymadığı için nonparametrik test yapılmıştır. Statik duruşta sağ ve sol ayak arasındaki plantar basınç dağılımları karşılaştırıldığında sağ ve sol plantar basınç yüzdeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Z=-0.211, p>0.05) (Tablo 2). Katılımcıların sağ ve sol ayak plantar yüzey alanları arasında da statik duruşta bir farklılık gözlenmemiştir (Z=-0.408, p>0.05) (Tablo 2).

Sol ayakta ön ve arka ayak plantar basınç yüzdeleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir (Z= -3.408, p=0.001). Sağ ayaktaki ön ve arka ayak plantar basınç yüzdeleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Z= -3.124, p=0.002) (Tablo 3).

Sol (Ort=15.99, SS=5.66) ve sağ (Ort=17.32, SS=4.66) ayağın ön ayak statik plantar basınç yüzdeleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (Z= -0.738, p>0.05). Aynı şekilde sol ve sağ ayaktaki arka ayak statik plantar basınç yüzde değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Z= -0.682, p>0.05) (Tablo 4).

Dinamik ölçüm sonuçları incelendiğinde; sol ayakta ön, orta, arka ayak bölgeleri plantar basınç implus yüzdeleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu gözlenmiştir (X<sup>2</sup>=34.998, p<0.001). Sol orta ayağa yüklenme miktarı

**Tablo 1.** Katılımcıların Fiziksel ve Tanımlayıcı Özellikleri

Özellik	N	Min.	Max.	Ort	Sd
Yaş	15	7.00	11.00	8.67	1.54
Boy	15	117.00	154.00	133.40	10.93
Kg	15	18.00	42.00	28.00	7.18
Spor ayakkabı numarası	15	29.00	39.00	33.00	2.45
Spora başlama yaşı	15	2.00	7.00	4.40	1.20
Branşı yapma süresi	15	2.00	7.00	3.97	1.59
Haftada kaç gün antrenman yaptıkları	15	2.00	6.00	4.67	1.95

yürüyüş sırasında ön ve arkaya göre düşük, ön ayağa yüklenme miktarı ise arka ayağa göre düşük bulunmuştur (Tablo 5 ve Tablo 6).

Sağ ayakta ön, orta, arka ayak bölgeleri plantar basınç implus yüzde değerleri arasında da anlamlı farklılık bulunmuştur ( $X^2=29.439$ ,  $p<0.001$ ) (Tablo 5). Farkın hangi ayak bölgeleri arasından oluştuğu incelendiğinde, farklılığın sağ ayağın ön ve orta bölgelerinin implus yüzde değerleri arasında orta ve arka bölgelerinin implus yüzde değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Sağ ayakta ön ve arka ayak implus yüzde değerleri arasında bir farklılığa rastlanmamıştır ( $p_{\text{ön-orta}}<0.001$ ,  $p_{\text{ön-arka}}<0.001$ ,  $p_{\text{orta-arka}}=0.68$ ) (Tablo 6).

Sol ayakta ön, orta, arka ayak yüzey alanı yüzdeleri arasında ve sağ ayakta ön, orta, arka ayak yüzey alanı yüzdeleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $X^2_{\text{sol}}=34.738$ ,  $p_{\text{sol}}<0.01$ ;  $X^2_{\text{sağ}}=33.728$ ,  $p_{\text{sağ}}<0.001$ ) (Tablo 6). Her iki ayağın da dinamik ölçüm esnasında yer ile orta ayak bölgesi en az, arka ayak bölgesi en fazla temas etmektedir (Tablo 5).

Branşı yapma süresi ile statik ve dinamik ölçüm yüzey alanı yüzde verileri ve plantar basınç dağılımları arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Spora başlama yaşı ile sağ ayağın dinamik ölçümdeki arka ayak yüzey alanı yüzdesi arasında negatif bir ilişki olduğu saptanmıştır ( $r_{\text{spearman}} = -0.741$ ,  $p=0.02$ ).

**Tablo 2.** Sporcuların statik ölçümde sol ve sağ ayağa ait plantar basınç yüzdelerinin ve yüzey alanlarının karşılaştırılması

Ölçüm	N	Ort	ss	Z	p
Sol ayak statik plantar basınç %	15	50.49	11.76	-0.511	0.609
Sağ ayak statik plantar basınç %	15	50.75	15.95		
Sol ayak statik plantar yüzey alanı cm <sup>2</sup>	15	51.37	16.77	-0.408	0.683
Sağ ayakstatik plantar yüzey alanı cm <sup>2</sup>	15	49.51	11.76		

$p<0.005$

**Tablo 3.** Ön ve arka ayak statik plantar basınç yüzdelerinin karşılaştırılması

Ölçüm	N	Ort	ss	Z	p
Sol ön ayak statik plantar basınç %	15	15.99	5.66	-3.408	0.001
Sol arka ayak statik plantar basınç %	15	34.57	9.65		
Sağ ön ayak statik plantar basınç %	15	17.32	4.66	-3.124	0.002
Sağ arka ayak statik plantar basınç %	15	32.11	11.62		

$p<0.005$

**Tablo 4.** Sağ ve sol ayaktaki ön ayak ve arka ayak statik plantar basınç yüzdelerinin birbiri ile karşılaştırılması

Ölçüm	N	Ort	ss	Z	p
Sol ön ayak statik plantar basınç %	15	15.99	5.66	-0.738	0.460
Sağ ön ayak statik plantar basınç %	15	17.32	4.66		
Sol arka ayak statik plantar basınç %	15	34.57	9.65	-0.682	0.496
Sağ arka ayak statik plantar basınç %	15	32.11	11.62		

$p<0.005$

**Tablo 5.** Dinamik ölçüm sonuçları

Ölçüm	Gruplar	N	Ort	X <sup>2</sup>	p
Sol ayak implus yüzdesi	ön	15	24.80	34.998	0.00
	orta	15	8.00		
	arka	15	36.20		
Sağ ayak implus yüzdesi	ön	15	31.20	29.439	0.00
	orta	15	8.00		
	arka	15	29.80		
Sol ayak yüzey alanı yüzdesi	ön	15	22.47	34.783	0.00
	orta	15	9.13		
	arka	15	37.40		
Sağ ayak yüzey alanı yüzdesi	ön	15	21.37	33.728	0.00
	orta	15	9.97		
	arka	15	37.67		

$p<0.005$

## Tartışma

Jimnastik, gençlerin geniş ve artan katılım sağladığı popüler bir spor haline gelmiştir (13-14). Jimnastikçilerin karşılaştığı en ciddi sorun yaralanmadır. Jimnastikte yaralanma birçok açıdan sorun teşkil etmektedir. Yaralanmaları önlemek tedaviden daha önemlidir, bu durum göz önüne alındığında önlem için yaralanmaların mekanizması bilinmeli, risk değerlendirmeleri yapılmalı ve spor branşı hakkında bilgi sahibi olunmalıdır (14). Kolt ve Kirkby'in (1999), Avustralyalı elit kadın cimnastikçilerdeki yaralanmaları, yaralanmaların anatomik lokalizasyonlarını ve yaralanma tiplerini değerlendirdikleri 18 aylık bir prospektif çalışmada, jimnastikçilerde en sık görülen yaralanmaların, ayak-ayak bileği yaralanmaları (%31.2) ve bel yaralanmaları (%14.9) olduğu tespit edilmiştir (15). Jimnastikçilerde, branş hareketlerinden kaynaklı en

sık ayak bilekleri ve kalçaların etkilendiği, ağırların bu bölgelerde olduğu belirtilmiştir. Ayak-ayak bileğinde aşırı yüklenmeye bağlı oluşan kas-iskelet sistemi değişiklikleri esas olarak jimnastik hareketleri ile ilişkilidir (16). Bu çalışmanın amacı jimnastikçilerin ayak plantar basınçları hakkında genel bilgi sağlamak ve olası ayak yaralanmaları ve problemleri hakkında klinisyenlere ve literatüre katkıda bulunmaktır. Çalışma kapsamında 7-11 yaş grubu jimnastik sporu yapan çocuklarda statik ve dinamik ayak taban analiz sonuçları ortaya konulmuştur.

Katılımcıların statik ölçümde plantar basınç yüzdeleri incelendiğinde sağ ve sol ayak arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 2). Sol ve sağ ayakta ön ayak plantar basınç yüzdeleri açısından anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Aynı şekilde sol ve sağ ayakta arka ayak plantar basınç yüzdeleri açısından da anlamlı

**Tablo 6.** Dinamik ölçüm sonuçlarının ön, orta, arka ayak arasında incelenmesi

GRUP		N	Ort	Sıra Ort	u	p
Sol ayak implus %	ön	15	23.00	345.00	0.00	0.00
	orta	15	8.00	120.00		
	ön	15	9,00	147.00	27.00	0.00
	arka	15	21,20	318.00		
	orta	15	8.00	120.00	0.00	0.00
	arka	15	23.00	345.00		
Sağ ayak implus %	ön	15	23.00	345.00	0.00	0.00
	orta	15	8.00	120.00		
	ön	15	16.20	243.00	102.00	0.68
	arka	15	14.80	222.00		
	orta	15	8.00	120.00	0.000	0.00
	arka	15	23.00	345.00		
Sol ayak yüzey alanı yüzdesi	ön	15	21.87	328.00	17.00	0.00
	orta	15	9,13	137.00		
	ön	15	8,60	129.00	9.00	0.00
	arka	15	22,40	336.00		
	orta	15	8.00	120.00	0.00	0.00
	arka	15	23.00	345.00		
Sağ ayak yüzey alanı yüzdesi	ön	15	21,30	315.50	29.50	0.00
	orta	15	9,97	149.50		
	ön	15	8,33	125.00	5.00	0.00
	arka	15	22,67	340.00		
	orta	15	8.00	120.00	0.00	0.00
	arka	15	23.00	345.00		

$p < 0.005$

bir farka rastlanmamıştır ( $p > 0.05$ ). Katılımcılar sağ dominant jimnastikçilerden seçilmiş olmakla beraber bu sonuçlar bize jimnastik branşında dominantlığın sağ ve sol ayak arasında plantar basınç yüzdesi dağılımına etki etmediğini göstermektedir. Dowling ve arkadaşlarının (2004) yaptığı çalışmada statik ve dinamik plantar basınç dağılımlarının sağ ve sol ayakta farklılık yaratmadığı obez ve obez olmayan katılımcılarda gözlemlenmiştir (17). Demirbükten ve arkadaşlarının (2019) yaptığı çalışmada da katılımcıların sağ ve sol ayak plantar basınçları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (18). Ancak patolojik ayak ve normal ayak arasındaki plantar basınç dağılımını inceleyen bir çalışmada patolojik ayakta sağ ve sol ayak plantar basınç dağılımları arasında anlamlı bir farklılık olduğu ortaya konulmuştur (19). Çalışmamız sağlıklı bireylerde yapılan çalışmalarla paralel sonuç vermektedir.

Tuna ve arkadaşlarının (2004) 50 gönüllü sağlıklı ergen üzerinde yaptığı çalışmanın statik ölçüm sonuçlarında, katılımcıların en fazla yükü topuk bölgesi üzerine aktardıkları gözlenmiştir (20). Bu çalışmada ise statik ölçümde katılımcıların sağ ve sol ayakta arka ayağa daha fazla yük verdikleri bulunmuştur ( $Ort_{solön} = 15.99$ ,  $Ort_{solarka} = 34.57$ ,  $p = 0.01$ ;  $Ort_{sağön} = 17.32$ ,  $Ort_{sağarka} = 32.11$ ,  $p = 0.02$ ). Katılımcılarda sol ayağın arka ayak bölgesi plantar basınç yüzdesinin, ön ayak plantar basınç yüzdesinden yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $Ort_{ön} = 15.99$ ,  $Ort_{arka} = 34.57$ ,  $p = 0.01$ ). Sağ ayağa bakıldığında sağ ayağıdaki ön ve arka ayak plantar basınç yüzdesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $Ort_{ön} =$ ,  $Ort_{arka} =$ ,  $p = 0.002$ ).

Yürüyüş esnasında ayağın aşırı pronasyonda olması, ayakta medial tarafa ve ön ayağa binen yükü arttırır (21). Katılımcıların dinamik ölçümde sol ayakta en az orta



ayağa, en fazla arka ayak bölgesine yüklendiği; sağ ayakta ise en az orta ayak bölgesine yüklendiği, ön ve arka ayak arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Bu durum jimnastikçilerde yürüyüş esnasında ayağın pronasyonda olmadığını göstermektedir.

Artistik jimnastikçiler üzerinde yapılan çalışmaya göre ölçülen 104 ayaktan 89'unda medial longitudinal arka yükseklik tespit edilmiştir. Sonuçlar, jimnastik sporunu uygulama süresinin artmasıyla birlikte sporcuların ayak ark yüksekliğinin azaldığı, ancak bu değişikliklerin çok önemli ve hızlı olmadığı gösterilmiş ve yaş ile artan beden kitle indeksinden kaynaklı olabileceği ileri sürülmüştür (16). Bir başka çalışmada hentbolcular, halterciler, futbolcular ve güreşçiler gibi diğer sporcularla jimnastikçilerin plantar arklarının durumu karşılaştırıldığında, jimnastikçilerin ark indekslerinin daha düşük, yani daha yüksek plantar ark değerlerine sahip olduğu bulunmuştur (22). Bu çalışmada dinamik ölçümde ayağın yerle temas yüzdeleri incelendiğinde sol ve sağ ayakta en az temas alanının orta ayak bölgesinde iken en fazla yerle temasın arka ayakta olduğu; basınç impuls yüzdeleri incelendiğinde sağda ve sol en az orta ayağa yüklenme olduğu belirlenmiştir. Literatürle uyumlu çıkan bu sonuç kapsamında jimnastik sporcularının pes cavus açısından risk taşıdıkları söylenebilir.

## Sonuç

Çalışma sonucunda;

- 7-11 yaş grubu kız jimnastik sporcusunda dominant tarafın ayakta duruş sırasında plantar basınç dağılımına etki etmediği bulunmuştur.
- Dinamik ayak analizi sonuçlarına göre jimnastikçi kız sporcularının orta ayak bölgesine daha az yükledikleri ve buna bağlı olarak pes cavus görülme olasılığının yüksek olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.
- Statik ayak analiz sonuçlarına göre katılımcıların dik duruşta arka ayağa daha fazla yük verdiği gözlenmiş ve bu durumun ayak yaralanmaları açısından ilerleyen aşamalarda plantar fasciitis vb. ayak problemleri açısından risk yaratabileceğini gösterebilmektedir.
- Branşı yapma süresinin statik ve dinamik ölçümde ayağın yerle temas yüzeyini ve plantar basış dağılımını etkilemediği bulunmuştur.

Received Date/Geliş Tarihi: 05.04.2022

Accepted Date/Kabul Tarihi: 24.06.2022

## Kaynaklar

1. Aydos L, Uzun A, Kaya M, Pekel HA, Altunkök M. Investigation Of The Effects Of Football To Sole. *European Journal of Physical Education and Sport Science*.2018;4(2):52-62.
2. Özyürek S, Demirbükten İ, Tosun ÖÇ, Okyay RE, Angın S, Gebelik sürecinde zaman mesafe parametreleri ve plantar basınç dağılımı. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*. 2013;24(1):71-79.
3. Cote KP, Brunet ME II, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training*, 2005;40(1):41-46.
4. Rao S, Riskowski JL, Hannan MT. Musculoskeletal conditions of the foot and ankle: assessments and treatment options. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2012;26(3):345-368.
5. Abdul Razak AH, Zayegh A, Begg RK, Wahab Y. Foot plantar pressure measurement system: A review. *Sensors*. 2012;12(7):9884-9912.
6. Sammarco GJ, Hockenbury RT. Treatment of stage II posterior tibial tendon dysfunction with flexor hallucis longus transfer and medial displacement calcaneal osteotomy. *Foot & ankle international*. 2001;22(4):305-312.
7. Tuna H. Ayak Hastalıklarında Pedobarografik Değerlendirme. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2005;51:51-54.
8. Kanatlı U, Yetkin H, , Songür M, Öztürk A, Bölükbaşı S, Yürüme Analizinin Ortopedik Uygulamaları. *Totbid dergi*. 2006;5(1-2):52-59.
9. Kanatlı U, Yetkin H, Bolukbasi S Evaluation of the Transverse Metatarsal Arch of the Foot with Gait Analysis: *Arch Orthop Trauma Surg*. 2003;123(4):148-150.
10. Rosenbaum D, Becker HP. Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. *Foot and Ankle Surgery*. 1997;3(1):1-14.
11. Muro-De-La-Herran A, Garcia-Zapirain B, and Mendez-Zorrilla A. Gait analysis methods: An overview of wearable and non-wearable systems, highlighting clinical applications. *Sensors*. 2014;14(2):3362-3394.
12. Cuk I, Pajek MB, Jakse B, Pajek J, Pecek M. Morphologic bilateral differences of top level gymnasts. *Int. J. Morphol*. 2012;30(1):110-114.
13. Caine DJ, Lindner KJ, Mandelbaum BR, et al. Gymnastics. In: Caine DJ, Caine CG, Lindner KJ, editor. *Epidemiology of sports injuries*. Champaign (IL): HumanKinetics; 1996, p.213-46.
14. Sands WA. Injury prevention in women's gymnastics. *Sports medicine*. 2000;30(5):359-373.
15. Kolt GS, Kirkby RJ. Epidemiology of injury in elite and subelite female gymnasts: A comparison of retrospective and prospective findings. *British Journal of Sports Medicine*. 1999;33(5):312-318.



16. Kalichová M, Hedbávný P, Dolana P. Analysis Of Longitudinal Plantar Arch In Female Artistic Gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*. 2018;10(2):203-216.
17. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions?. *International journal of obesity*. 2004;28(11):1514-1519.
18. Demirbüken İ, Özgül B, Timurtaş E, Yurdalan SU, Çekin MD, Polat MG. Gender and age impact on plantar pressure distribution in early adolescence. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2019;53(3):215-220.
19. Rai DV, Aggarwal LM. The study of plantar pressure distribution in normal and pathological foot. *Pol J Med Phys Eng*. 2006;12(1):25-34.
20. Tuna H, Yıldız M, Eltük C, Konkino S. Ergenlik dnemindeki çocuklarda statik ve dinamik ayak basınç değerleri. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2004;38(3):200- 20.
21. Svoboda Z, Janura M, Kralova L, Vareka I. The influence of foot type on pressure distribution during gait. *Gait & Posture*. 2014;(39):67.
22. Aydog ST, Tetik O, Demirel HA, Doral MN. Differences in sole arch indices in various sports. *British Journal of Sports Medicine*. 2005;39(2):1-3.