

Dominant ayak plantar basıncı ve yüzey alanının cinsiyete bağlı farklılıkları

Ziya Yıldız¹, Hüseyin Cahit Öztekin²

¹ Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü / Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Uluborlu Meslek Yüksekokulu, TÜRKİYE

² Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü / Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Zübeyde Hanım Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, TÜRKİYE

ziyayildiz@isparta.edu.tr

Özet – Ayak plantar bölgesi basınç ve temas alanı baropodometre cihazı ile hesaplanabilir. Plantar bölge basınç değerleri cinsiyet, yaş, vücut kitle indeksi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu değerlerin cinsiyetler arasında fark oluşturup oluşturmadığı tam olarak ortaya konulamamıştır. Bunun sebebi elde edilen plantar bölge basınç dağılımı sonuçlarına bakarak, dominant ayağın dikkate alınmaması kaynaklı olabilir. **Amaç:** Bu çalışmada sağlıklı bireylerin dominant ayak seçiminin, cinsiyetler arasındaki bağıllığıyla ilişkisinin incelenmesi amaçlandı. **Metod:** Çalışmaya retrospektif olarak Diasu baropodometre cihazında kayıtlı verisi olan sağlıklı 30-45 yaş arası 74 birey (37 erkek, 37 kadın) dahil edildi. Plantar bölge taban basınç ve yüzeyi verileri rahat bir duruşla karşıya bakarak statik duruşta elde edildi. Cinsiyetler arasındaki plantar farkları analizi SPSS v25-Independed-Samples T-test'i ile yapıldı. **Bulgular:** Kadınların sol ayaklarının zemine uyguladıkları basınç kuvveti, erkeklere göre anlamlı olarak daha az bulundu ($p<0,001$). Erkeklerin sol ayaklarındaki basınç kuvveti sağ ayaklarındaki basınç kuvvetine göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p<0,05$). Kadınların sağ ve sol ayaklarındaki basınç kuvvetleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi ($p>0,05$). **Sonuç:** Cinsiyetlere göre kıyaslama yaptığımızda erkeklerdeki sol ayak basınç kuvveti kadınlara göre daha fazla bulundu. Erkek ve kadın arasındaki sol ayak basınç farklılığının fazla olması dominant ayak olarak erkeklerin sol ayaklarını seçmesi olduğu düşünülmektedir. Plantar ölçüm verilerimize göre dominant ayak seçimi cinsiyetler arasında farklılık göstermektedir. Plantar bölge basınç ve temas alanında yapılacak olan çalışmalarda dominant ayağa dikkat edilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelime – Baropodometre, Dominant Ekstremité, Laterilizasyon, Plantar Basınç, Statik Duruş

I. GİRİŞ

İnsan yaşamının büyük bir bölümü ayakta statik duruş pozisyonunda geçer. Statik duruş pozisyonunda plantar bölge vasıtasıyla yere vücut ağırlığı kadar kuvvet uygulanır. Aynı şekilde yerden de plantar bölgeye aynı kuvvette bir etki meydana gelir. Plantar bölgede bu kuvvet ve basınç verilerini değerlendirmek için plantar bölge temel olarak ön-orta-arka olarak üç bölgeye ayrılmıştır. Sağlıklı bireyde ayak tabanına gelen yer etki kuvveti, plantar bölge arka ayakta, orta ayağın lateralinde ve ön ayak kısımlarında karşılanır. Başparmak ve topuk gibi ön-arka ayak bölgelerinde basıncın daha fazla olması beklenir [1].

Plantar bölgede basınç ve temas yüzey alanını değerlendirmek için basınç algılayıcı zeminler ve cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlar plantar bölge ile zemine yaptığı değerleri ölçenler, ayak ve ayakkabı tabanlığı arasında değerleri ölçenler ve uzun bir platformda yürüyüş esnasında değer ölçen cihazlar olarak sınıflandırılabilir. Baropodometreler, yüzeyinde basınç ve alan sensörü bulduran elektronik platformlar ve bilgisayar yazılımlarına sahip cihazlardır. Yüzey sensörlerinden elde edilen veriler geliştirme kartlarıyla işlenerek farklı tasarımlarla ekrana aktarılır [10]. Bu basınç analizleri duruş ve yürüyüş sırasında ayağın temas alanını ve temas kuvvetlerini tanımlar [8]. Plantar bölge temas alanı, ortalama

basınç, tepe basıncı, basınç merkezinin yer değiştirme hızı gibi birçok parametreyi değerlendirme imkânı sunar. Denge analizleri ve yürüyüşün spatio-temporal özelliklerinin ölçülmesi gibi daha kompleks işlerin yapılmasını sağlar [9]. Ayak plantar basınç dağılımlarını; ayağın anatomik yapısı vücut ağırlığı, cinsiyet ve eklem hareket açıklığı gibi birçok durum etkilemektedir [8]. Bu durumlardan birisi de lateralizasyondur. Lateralizasyon vücudunun sağ ya da sol tarafındaki organlardan birini kullanma tercihi ya da önceliğidir. Herhangi bir işlevden sorumlu beyin hemisferinin ağırlıklı olarak daha fazla sorumlu olması lateralizasyon sağlar. Lateralizasyon sonucunda belirlenen aktif olan ekstremite dominant taraf olarak belirtilir [4].

Kadınlar ve erkekler anatomik olarak farklılıklar gösterir. Antropometrik veriler cinsiyetlerin ayak yapıları arasında önemli farklılıklar bulmuştur. Literatürde kadın ve erkek cinsiyetler arasında plantar bölge basınç dağılımında farklı görüşler vardır. Periyasamy ve ark. erkek ayağı temas alanının kadın ayağından daha büyük olması nedeniyle plantar basınç dağılımında farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir [6]. Murphy ve ark. erkek ve kadınlarda orta ayak temas alanı ve plantar basıncını karşılaştırmış ve cinsiyetler arasında fark belirtmemişlerdir [5]. Teh ve ark, taban temas alanı ve basınçlarında cinsiyetin etkisinin olmadığı sonucunu elde etmişlerdir [11]. Yoon ve ark, sağ ve sol ayakta cinsiyetler arasında istatistiki bir anlam bulamamışlardır [13].

Cinsiyetler arasında bu verilerdeki belirsizlik dominant ve non-dominant ayak seçimlerinin plantar bölge basınç kuvveti ve temas alanlarında etkili olabileceğini düşündürmüştür. Statik duruş esnasında bireyler dominant ekstremitelere daha fazla destek vermektedir. Bu çalışmada sağlıklı bireylerin cinsiyetler arasındaki plantar basınç ve temas alanı farklılıklarının dominant ayakla ilişkisini ortaya koymak amaçlanmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Yer ve İzinleri

Çalışmamız verileri Konya ilinde özel ortez protez üretim merkezinde bulunan verilerle retrospektif olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışanın gerçekleştirilmesi için Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu'nda 10/10/2023 tarih 164 sayılı toplantısında incelenmiş olup, 02 sayılı kurul

izniyle çalışma için herhangi bir etik sorun görülmemiştir.

Katılımcılar

Sağlıklı bireylerde baropedometre cihazı ile statik duruşlarında elde edilen veriler çalışmamızda kullanılmıştır. Kayıt altında tutulan retrospektif veriler, bireyin yaş, kilogram, herhangi bir sağlık problemi, cinsiyeti gibi farklı verilerle sınıflandırılarak depolanmıştır. Çalışmaya uygun bireyler belirlendikten sonra hasta verileri Diasu baropedometre cihazıyla kayıt altına alınmıştır. Çalışmaya dahil edilme kriterleri; 30-45 yaş arasında olmak ve hastalık bulgusu olmayan sağlıklı bireyler olarak belirlenmiştir. Çalışmadan dışlanma kriterleri; statik duruşta bir ortez veya yürüme yardımcısı kullananlar, nörolojik probleme sahip bireyler, alt ekstremitesinde duruş ve yürüyüşünü bozacak seviyede kısıtlılığı olanlar olarak belirlenmiştir. Çalışmamıza 37 erkek, 37 kadın toplam 74 birey dahil edilmiştir.

Ölçüm Verilerinin Elde Edilmesi

Katılımcıların vücut ağırlığı 100 gr hassasiyetli Swan RGZ160 boy ölçerli medikal baskül ile çıplak ayakla değerlendirilmiştir. Boy ölçümü 0,5 cm hassasiyetinde aynı cihazla çıplak ayakla, ayakta dik dururken derin inspirasyon sırasında başa temas eden zemine paralel çubuk ile elde edildi. Plantar basınç ve temas yüzeyi verileri, Diasu sağlık teknolojileri şirketinin 2014 model baropedometre ölçüm cihazıyla elde edilmiştir. Cihaz basınç ve yüzey algılayıcı platform, güç birimi, monitör, monitör-platform arası bağlantılar içermektedir. Yürüme platformu 200X50 cm genişliğindedir. Platform üzerinde toplamda 25.600 adet sensör bulunmaktadır. Ortalama cm²'de 4 sensör içermektedir. Cihaz minimumun 30 fps maksimum 100 fps frekans ile görüntü elde etmektedir. 0,9 A güç ile çalışmaktadır ve Windows 7-8 desteklemektedir (Resim 1)



Resim 1. A. Baropedometre cihazının ölçüm platformu, B. Statik ölçüm için kullanılan aparat

Statik ölçüm esnasında platform üzerinde sabit bir yer belirlenmiştir. Bireylerden ayakkabı ve çorapları çıkartılması istenmiş, çıplak ayakla

ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçüm esnasında her iki ayak topuğu aparatın arkasına tam temas etmiştir. Aparatın ortasındaki üçgen sahaya ayak medial kenarının temas etmesi istenmiştir. Bireylere 3 metre mesafe uzaklıktaki ve kendi boyları yüksekliğinde duvardaki konumu değiştirile bilinen kırmızı bir noktaya bakmaları istenmiştir. Ölçüm sırasında ayaklarını yerden kaldırmamaları ve hareket ettirmemeleri istenmiştir (Resim 1). Çalışmada plantar bölge yüzey alanı ve plantar basınç verileri sağ ve sol ayak için kayıt altına alınmıştır. Plantar bölge basınç kuvveti fazla olan ekstremite dominant olarak kabul edilmiştir.

İstatistik Analiz

Katılımcılar cinsiyetlerine göre ve cinsiyetler kendi içerisinde sağ sol ayak olarak gruplara ayrılmıştır. Verilerin normal aralıkta dağıldığı görülmüştür. Verilerin analizinde SPSS -v25 programıyla tanımlayıcı istatistik ve Independent Samples T-Test yapılmıştır. Veriler arasındaki korelasyon Pearson korelasyon analizi ile yapılmıştır.

III. BULGULAR

Çalışmaya 37 erkek 37 kadın bireyin verileri dahil edildi. Verilerin skewnes ve kurtosis analizleri sonrasında normal dağılıma sahip olduğu görüldü. Katılımcılar cinsiyetlerine göre iki gruba ayrılarak analiz edildi. Kadın katılımcıların ayak numaraları erkeklere göre anlamlı olarak daha küçük çıktı ($p<0,001$). Kadınların sol ayaklarının zemine uyguladıkları basınç, erkeklere göre daha az olduğu görüldü ($p<0,001$). Katılımcıların vücut kitle indeksi, yaş, sağ ayak alanı ve basınç kuvveti arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanılmadı ($p<0,05$). İki grup arasındaki veriler Tablo 1'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo 1. İki farklı cinsiyetin sağ ve sol ayak basınç ve yüzey verileri

		Katılımcı	Min/Maks kg/cm2	Ortalama std kg/cm2	P
yas	E	37	30/45	36,62±4,02	0,31
	K	37	30/45	37,56±4,03	
ayakno	E	37	38/46	42,54±1,5	0,001*
	K	37	35/40	37,83±1,42	
solalan	E	37	33,5/154,75	75,18±25,16	0,37
	K	37	152/175	70,18±23,31	
sağalan	E	37	42,25/157,5	74,06±26,38	0,41
	K	37	41/123	69,26±24,27	
solbasınc	E	37	20/60,9	43,26±7,57	0,001*
	K	37	30,25/129,25	35,14±8,42	
sağbasınc	E	37	26,2/51,1	39,19±6,48	0,13
	K	37	30,75/140,25	34,31±9,64	
vki	E	37	20,99/35,63	26,15±3,16	0,96
	K	37	18,7/59,6	26,2±6,13	

Her iki cinsiyette kendi grupları içinde sağ ve sol ayak plantar basınç ve yüzey alanı karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonrası basıncın

anlamlı olarak fazla çıktığı ayak, dominant ayak olarak kabul edildi. Erkeklerin sol ayaklarına uyguladıkları basınç kuvveti sağa göre anlamlı olarak daha fazladır ($p<0,01$). Temas alanı arasında her iki ayakta anlamlı bir farklılık görüldü (Tablo 2).

Tablo 2. Erkeklerin sağ ve sol ayakları arası farklar

		Katılımcı	Minumum/Maksimum	Ortalama std kg/cm2	p
alan	sol	37	33,5/154,75	75,18±25,16	0,85
	sağ	37	20/60,9	74,06±26,38	
bası	sol	37	42,25/157,5	43,26±7,57	0,01*
	sağ	37	26,2/51,1	39,19±6,48	

Kadınlarda kendi içlerinde sağ sol ayak bası ve temas yüzeyi analizi yapılmıştır. Temas yüzeyleri ve basınçlar arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Fakat sol ayak basınç kuvveti ve temas yüzeyinin sağa göre fazla olduğu görüldü (Tablo 3).

Tablo 3. Kadınlar sağ ve sol ayakları arası farklar

		Katılımcı	Minumum/Maksimum	Ortalama std	p
alan	sol	37	30,25/129,25	70,18±23,31	0,86
	sağ	37	30,75/140,25	69,26±24,27	
bası	sol	37	18,7/59,6	35,14±8,42	0,69
	sağ	37	22,3/63,4	34,31±9,64	

Erkek katılımcı verileriyle Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Sol ve sağ ayak temas alanları güçlü pozitif korelasyon gösterildi. Sağ temas alanı ile sağ basınç kuvveti güçlü pozitif korelasyon gösterildi ($p<0,01$). Sol ayak temas alanı ile basınç kuvveti arasında bir korelasyon görülmedi. Kadın katılımcı verileri Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Sol ayak temas alanıyla sol basınç kuvveti ve sağ ayak teması arasında pozitif korelasyon görüldü. Sağ temas alanı ile sol ayak basınç kuvveti ($p<0,05$) sağ ayak basınç kuvveti ($p<0,01$) arasında güçlü pozitif korelasyon görüldü.

IV. TARTIŞMA

Cinsiyetin plantar bölge basınç ve temas alanı üzerine etkisi literatürde tam olarak ortaya konulamamıştır. Bu durumun sebebi dominant ayakların dikkate alınmaması olabileceğini düşündürmüştür. Bu çalışmada kadın ve erkek bireylerin plantar basınç ve temas alanı verileri retrospektif analiz edilerek dominant ayaklarının diğer ayağa göre farklılığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Dominant ayak plantar basınç kuvveti diğerine göre fazla olan ekstremite olarak kabul edilmiştir.

Putti ve ark. 28 birey (16 kadın, 12 erkek) ile yaptığı çalışmada erkeklerin plantar temas alanının kadınlara göre daha fazla olduğunu söylemişlerdir.

Basınç kuvvet değerleriyle cinsiyetler arasında anlamlı bir fark ortaya koymamışlardır [7]. Chung ve Wang 30 sağlıklı (20-60 yaş) erkek ve kadınla yaptığı çalışmalarında erkeklerde ayağın medial ve ön kısımlarında basınç kuvvetinin daha fazla olduğunu söylemişlerdir. Temas alanının plantar bölge ön kısmı ve topukta daha büyük olduğunu göstermişlerdir [2]. Hills ve ark. 70 bireyle (35 erkek, 35 kadın) yaptıkları çalışmalarında cinsiyetler arasında plantar basınç kuvveti ve temas alanı arasında bir ilişki görememişlerdir [3]. Teh ve ark. cinsiyetin plantar bölge verileri üzerinde etkisinin olmadığını ortaya koymuşlardır [12]. Literatürde sağlıklı bireylerde plantar bölgede cinsiyetler arasında tam bir bilgi ortaya konulamamıştır. Bu farklılığın ortaya konulmasında dominant ayak ve non-dominant ayaklar arasında ilişki dikkate alınmamıştır. Çalışmamızda cinsiyet farklarını ortaya koymak için basınç kuvveti fazla olan ayak dominant olarak kabul edildiğinde cinsiyetler arası plantar farklar açıklanabilmiştir.

Çalışmamızda erkeklerin sol ayaklarında, sağ ayaklarına göre daha fazla basınç kuvveti ortaya çıkmaktadır. Basınç kuvvetinin fazla olması statik duruş esnasında sol ayağın dominant görev aldığını düşünülmüştür. Fakat sağ ve sol ayaklar plantar yüzey alanları arasında ilişkisinin olmadığı görülmüştür. Bunun sebebinin yürüyüş fazları sırasında ekstremitelere eşit aralıklı basınç oluşması sebebiyle gelişim çağı sürecinde kemik gelişiminin aynı seviyede ilerlemesi olabilir.

Kadınların sol ayak üzerine basınç kuvvetleri fazla olmasına rağmen sağa göre anlamlı fark bulunmamıştır. Kadınlarda ayaklardan birisi dominant kabul edilse de diğerine göre bir farklılık olmaması kadınların dominant ayak seçimi yapmadıklarını düşündürmüştür. Erkeklerin sol ayaklarını dominant olarak belirlemeleri, kadınların ise dominant ayak seçimi yapmaması cinsiyetler arasında sol ayak basınç kuvvetleri arasında farkın oluşturduğunu düşündürmüştür.

Erkeklerin sağ ayak temas alanı ve basınç kuvveti arasında pozitif korelasyon olması ekstremiteler üzerine yük bindiğinde bu yükü temas alanı genişleterek kompanse etmiş olabilir. Kadınlarda ise sağ ve sol ayak basınç kuvvetinin artması, temas alanını arttırarak kompanse edilmiş olabilir. Kadınların ekstremiteleri vücut ağırlıkları, plantar taban alanı genişleterek kompanse etmişlerdir. Bu durum kadınların esnek doku yapılarına bağlı gelişen bir avantaj olabileceği düşünülmüştür.

Limitasyon

Çalışma retrospektif yapıldığı için katılımcılara dominant ayaklarının hangisi olduğu sorgulanmamıştır. Basınç kuvvetinin anlamlı olarak fazla olan ayakları dominant kabul edilmiştir. Yeni yapılacak çalışmalarda katılımcıların dominant ayakları sorgulanarak baropodometre ile olan ilişkisi incelenmelidir

V. SONUÇLAR

Cinsiyetler arasında erkeklerin kadınlara göre sol ayak basınç kuvvetleri daha fazla olduğu görülmüştür. Erkeklerin sol ayaklarında daha fazla basınç kuvveti ortaya çıkması dominant ayak olarak sol ayaklarını seçtikleri düşündürmüştür. Kadın grup içerisinde sol ayakları üzerinde basınç kuvveti fazla olsa da sağ ayakla anlamlı bir fark görülmemiştir. Kadınların dominant olarak ayak seçimi tercih etmedikleri düşünülmüştür. Sol ayağın erkeklerde kadınlara göre daha fazla basınç kuvveti oluşturmasında dominant ayak seçiminin etkisi olabilir. Plantar bölge veri analizleri yapan çalışmaların dominant ayağı dikkate alarak çalışmalarını planlamaları gerekir. Cinsiyetler arasında dominant ayak seçimi farklılıkları plantar verileri değiştirebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Ang, C. K., Solihin, M. I., Chan, W. J., & Ong, Y. Y. (2018). Study of Plantar Pressure Distribution. MATEC Web Conf., 237, 01016. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823701016>.
- [2] Chung, M. J., & Wang, M. J. (2012). Gender and walking speed effects on plantar pressure distribution for adults aged 20-60 years. *Ergonomics*, 55(2), 194-200. <https://doi.org/10.1080/00140139.2011.583359>.
- [3] Hills, A. P., Hennig, E. M., McDonald, M., & Bar-Or, O. (2001). Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25(11), 1674-1679. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801785>.
- [4] Leong, C. K. (1980). Laterality and reading proficiency in children. *Reading Research Quarterly*, 15(2), 185-202. <https://doi.org/10.2307/747324>.
- [5] Murphy, D. F., Beynon, B. D., Michelson, J. D., & Vacek, P. M. (2005). Efficacy of plantar loading parameters during gait in terms of reliability, variability, effect of gender and relationship between contact area and plantar pressure. *Foot Ankle Int*, 26(2), 171-179. <https://doi.org/10.1177/107110070502600210>.
- [6] Periyasamy, R., Mishra, A., Anand, S., & Ammini, A. C. (2011). Preliminary investigation of foot pressure distribution variation in men and women adults while standing. *The Foot*, 21(3), 142-148.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foot.2011.03.001>

- [7] Putti, A. B., Arnold, G. P., & Abboud, R. J. (2010). Foot pressure differences in men and women. *Foot Ankle Surg*, 16(1), 21-24. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2009.03.005>.
- [8] Ramirez-Bautista, J. A., Hernández-Zavala, A., Chaparro-Cárdenas, S. L., & Huerta-Ruelas, J. A. (2018). Review on plantar data analysis for disease diagnosis. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 38(2), 342-361.
- [9] Ramirez-Bautista, J. A., Huerta-Ruelas, J. A., Chaparro-Cárdenas, S. L., & Hernández-Zavala, A. (2017). A review in detection and monitoring gait disorders using in-shoe plantar measurement systems. *IEEE reviews in biomedical engineering*, 10, 299-309..
- [10] Süzen, A. A., Yildiz, Z., & Yilmaz, T. (2019). LSTM tabanlı Derin Sinir Ağı ile Ayak Taban Basınç Verilerinden VKİ Durumlarının Sınıflandırılması. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(4), 1392-1398. <https://doi.org/doi.org/10.17798/bitlisfen.540273>.
- [11] Teh, E., Teng, L. F., Acharya, R., Ha, T. P., Goh, E., & Min, L. C. (2006). Static and frequency domain analysis of plantar pressure distribution in obese and non-obese subjects. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(2), 127-133.
- [12] Yoon, S. W., Park, W. S., & Lee, J. W. (2016). Effects of body mass index on plantar pressure and balance. *J Phys Ther Sci*, 28(11), 3095-3098. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.3095>