



Gebelik sürecinde zaman mesafe parametreleri ve plantar basınç dağılımı

Seher ÖZYÜREK, İlkşan DEMİRBÜKEN, Özge ÇELİKER TOSUN,
Recep Emre OKYAY, Salih ANGIN

[Özyürek S, Demirbüken İ, Çeliker Tosun Ö, Okyay RE, Angin S. Gebelik sürecinde zaman mesafe parametreleri ve plantar basınç dağılımı. Fizyoter Rehabil. 2013;24(1):71-79. *Time-distance parameters and plantar pressure distribution of gait during pregnancy period.*]

Research Article

S Özyürek

Dokuz Eylül University, School of Physical Therapy and Rehabilitation, İzmir, Türkiye
PT, MSc

İ Demirbüken

Marmara University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, İstanbul, Türkiye
PT, PhD, Assist Prof

Ö Çeliker Tosun

Dokuz Eylül University, School of Physical Therapy and Rehabilitation, İzmir, Türkiye
PT, PhD

RE Okyay

Dokuz Eylül University, Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, İzmir, Türkiye
MD

S Angin

Dokuz Eylül University, School of Physical Therapy and Rehabilitation, İzmir, Türkiye
PT, PhD, Assoc Prof

Address correspondence to:

Uz. Fzt. Seher Özyürek
Dokuz Eylül University, School of Physical Therapy and Rehabilitation, 35340 Çınaraltı, İzmir, Türkiye
E-mail: seher.ozyurek@deu.edu.tr

Amaç: Gebelik sürecinde yürümenin zaman-mesafe parametrelerini ve yürümedeki dinamik plantar basınç dağılımını incelemektir. **Yöntem:** Çalışmaya, yaş ortalaması 30.07±6.14 olan 38 gebe kadın (1. trimester: N=7, 2. trimester: N=12 ve 3. trimester: N=19) katıldı. Katılımcıların yürüme analizi üç boyutlu hareket analiz sistemi, yürüme sırasındaki dinamik plantar basınç dağılımları ise elektronik pedobarografi cihazı ile değerlendirildi. **Sonuçlar:** Çalışmaya katılan 38 gebeden 32'sinin plantar basınç ölçümleri, 22'sinin yürüme analizi yapıldı. 1.-2.-3. trimesterler arasında yürümenin zaman-mesafe parametreleri açısından anlamlı fark bulunmadı (p>0.05). Yürüme sırasındaki plantar basınç parametreleri karşılaştırıldığında maksimum kuvvette 1.-2.-3. trimester arasında anlamlı fark bulundu (p<0.05). Dominant tarafa ait total, 3.-4. metatars başı; dominant olmayan tarafa ait ise total, arka ayak ve 3.-4. metatars başı maksimum kuvveti 3. trimesterde, 1. trimestere göre anlamlı olarak daha yüksekti (p<0.05). Trimesterler arasında temas süresi açısından anlamlı fark bulunmazken (p>0.05), son trimesterdaki pik basınç 2. trimestere göre anlamlı olarak daha yüksekti (p<0.05). **Tartışma:** Gebelik süreci yürüyüş mekaniklerini değiştirmezken, yürüme sırasındaki plantar basınç dağılımının özellikle 3. trimesterde farklılık göstermesine neden olmuştur. Gebelerin bu süreçte lokomotor fonksiyonlarının devamlılığı için plantar basınç dağılımlarını değiştirerek uyum sağladığı söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Gebelik, Gebelik trimesterleri, Yürüme.

Time-distance parameters and plantar pressure distribution of gait during pregnancy period

Purpose: The aim of this study was to investigate the time-distance gait parameters and the dynamic plantar pressure distribution during pregnancy period. **Methods:** Thirty eight pregnant women with a mean age 30.07±6.14 years (1st trimester: N=7, 2nd trimester: N=12, and 3rd trimester: N=19) participated in this study. The gait analysis was assessed using 3D movement analyses system and dynamic plantar pressure distribution during walking was measured using electronic pedobarograph system. **Results:** Thirty-two subjects' plantar pressure measurements and 22 subjects' gait analyses were assessed among a total of 38 participants. There was no significant difference in time-distance gait parameters between the 1st-2nd and 3rd trimesters (p>0.05). There was a significant difference in maximum force of plantar pressure parameters between the 1st-2nd and 3rd trimesters during walking (p<0.05). The maximum force in total and the 3rd-4th metatarsal head of dominant side; and total, hindfoot and 3rd-4th metatarsal head of non-dominant side were greater in 3rd trimester compared to 1st trimester (p<0.05). Peak pressure was significantly greater in last trimester than 2nd trimester (p<0.05) while there was no significant difference in contact time among trimesters (p>0.05). **Conclusion:** Pregnancy period did not affect the mechanics of gait while it did change the plantar pressure distribution during walking especially at the 3rd trimester of pregnancy. It can be said that pregnant women adapt to maintain locomotor functions through pregnancy via changing their plantar pressure distribution.

Keywords: Pregnancy, Pregnancy trimesters, Gait.

Gebelik boyunca kadınlarda çeşitli anatomik, fizyolojik ve hormonal değişimler meydana gelmektedir. Bu süreç içerisinde oluşan değişiklikler beden kütlelerini, ağırlık merkezinin değişimini (anterior ve superiora deviasyon), eklem laksitesini, muskulotendinöz kuvveti ve postural dizilimi etkilemektedir.¹ Bu değişimlerin de muskuloskeletal sistem ve fonksiyonları üzerinde ciddi etkileri görülmektedir.¹⁻⁴

Gebelik döneminde relaksin hormonunun artışı, özellikle ağırlık taşıyan eklemlerde eklem laksitesiyle sonuçlanmaktadır.^{5,6} Eklem laksitesi primer olmak üzere, ağırlık merkezinin değişimi ve kilo alımı stabiliteyi etkileyerek gebelerde postural kontrolün ve buna bağlı olarak motor performansın olumsuz yönde etkilenmesine yol açmaktadır.⁷⁻⁹

Meydana gelen tüm bu fizyolojik ve anatomik değişikliklerin yanı sıra, bunları kompanse etmek için gebelik boyunca çeşitli biyomekaniksel adaptasyonlar gelişmektedir. Artmış lumbard lordoz, sagittal pelvik tilt, posterior baş pozisyonu ve posterior üst ekstremitte tilti gibi postural değişimler bu mekanik adaptasyonlar arasındadır. Ayrıca fetusun büyümesiyle ortaya çıkan gövde biyomekanikindeki değişimler, abdominal kasların boyundaki uzamaya bağlı olarak kas kuvvetinde önemli ölçüde azalmaya neden olmaktadır.¹⁰ Tüm bu faktörlerin alt ekstremitte fonksiyonlarının mekaniksel özelliklerini etkilediği düşünülmektedir.

Bu sonuçlar nedeniyle gebelerde en çok incelenen alt ekstremitte fonksiyonel aktivitelerinden biri yürümedir.^{1,11-15} Yürümedeki etkilenim hipotezi ile yapılan çalışmalarda, yürüme sırasında etkilenmiş mekaniklerin primer olarak yürüme alanının artırılmasıyla kompanse edildiği gösterilmiştir. Gebeliğin geç dönemlerinde ise kadınların adımlarını kısaltarak ve destek yüzeyini genişleterek yürüdükleri bulunmuştur.^{12,16} Yürüme sırasında normale göre daha lateral bir paternde yürüdükleri de belirtilmiştir.¹¹ Son dönemde yapılan bir çalışmada ise, gebelik sırasında oluşan yürüyüş değişimlerinin düşme riskini ve kas-iskelet sistemi problemleri artırdığı bunun da yaşam kalitesini etkilediği gösterilmiştir.¹³

Postural stabilitenin kontrolünde ve yürümede ayak-ayak bileğinin oldukça önemli rol oynadığı

bilinmektedir. Beden ağırlığının taşınmasındaki görevinin yanında dengenin sağlanmasında da primer etkisi olan ayak, gebelik sürecinde önemli mekanik değişimlere uğrar.¹⁷ Relaksin hormonundaki artışın arka ve orta ayakta pronasyon pozisyonuna neden olduğu gösterilmiştir.¹⁸ Bu değişimler artan beden ağırlığı ile birlikte ayağın statik ve dinamik plantar basınçlarını etkilemektedir.^{11,16,19-21} Dinamik yürüme analizi gebelik boyunca ön, orta ve arka ayakta anlamlı olarak yüksek basınçlar göstermiştir. Yürüme çizgisinin lateralizasyonu aynı zamanda ön ayak lateral basınçlarında da artışa neden olmaktadır.¹¹

Dunning ve arkadaşları, kadınların % 26,6'sının gebelik sırasında düştüğünü ve bu düşmelerin % 16,2'sinin değişen ayak mekaniklerine karşın uygun olmayan ayakkabı kullanımından kaynaklandığını bulmuştur.²² Yapılan çalışmalarda gebelik sırasında ayağın antropometrik ve biyomekanik özellikleri ile plantar basınç dağılımının etkilendiği gösterilse de literatürde sınırlı sayıda çalışma yer almaktadır. Dengeyi büyük ölçüde etkileyen ayaktaki plantar basınç dağılımını inceleyen çalışmaların yapılması, gebelerde uygun ayakkabının özelliklerini belirlemede, bu özelliklerin üretim alanına aktarılmasında ve gerektiğinde hangi modifikasyonların yapılacağı konusunda yol gösterici olabilir.

Bu bilgiler doğrultusunda çalışmadaki amaç; gebelik sürecinde, yürümenin zaman-mesafe parametrelerini ve yürümedeki dinamik plantar basınç dağılımını incelemektir.

YÖNTEM

Çalışmaya, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı tarafından gebe olduğu tespit edilen ve gönüllü olan 18-43 yaşları arasında (yaş ortalaması: 30.07±6.14) sağlıklı 38 gebe kadın (7 kişi birinci trimester, 12 kişi ikinci trimester, 19 kişi üçüncü trimester) katıldı. Tüm değerlendirmeler Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Hareket Analizi Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

Katılımcıların tümü araştırmanın amacı, uygulanacak değerlendirme yöntemleri hakkında sözlü ve yazılı olarak bilgilendirildi. Her katılımcıdan bilgilendirilmiş onam formu alındı. Çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu tarafından onaylandı (26.02.2009 tarih ve 238/2008 protokol numaralı).

Son 6 ayda geçirilmiş alt ekstremitte yaralanması, supin hipotansif sendrom, gestasyonel diabetes mellitus, romatoid artrit, hipertansiyon ve nörolojik disfonksiyonu olan kişiler araştırmaya alınmadı.

Test günü katılımcılar baş dönmesi, bulantı ve ağrı açısından sorgulandı. Araştırmaya katılan olguların hiç birinde yukarıdaki semptomlara rastlanmadı. Klinik testlere başlamadan önce olguların demografik ve klinik özellikleri, önceden aldığı tedaviler, medikasyon ve gebelik bilgileri gibi kişisel bilgileri değerlendirilerek kaydedildi. Çalışmaya katılan bütün olguların dominant ekstremitesi sağ bacakları idi. Dominant taraf belirlenirken katılımcılardan topa vurmaları istendi ve topa vurmaları için seçtikleri ekstremitte dominant olarak belirlendi.

Yürüme analizi: Katılımcıların yürüme analizleri 3 boyutlu yürüme analizi sistemi (BTS, Bioengineering Technology System, Milano, Italy) ile değerlendirildi ve BTS GaitEl20 (ver. 2.9.7) yazılımı kullanılarak analiz edildi. Helen Hayes protokolüne göre olguların referans noktalarına (bilateral olarak akromion, SIAS, trokanter major, diz eklemi laterali, fibula başı, lateral malleol ve 5. Metatars başı laterali, ayrıca C7 ve S2 hizasına) marker yerleşimi yapıldı. Olgular yürüme analizini ayakkabısız gerçekleştirdi. Ölçümlere başlamadan önce doğal hızlarında istedikleri kadar yürüyüş yaparak alıştırmaya yapmalarına izin verildi. Yürüme analizi 3 kez tekrarlanarak en iyi marker görüntüsünün alındığı deney yürüme analizi için değerlendirildi. Yürüme analizine ait zaman-mesafe parametreleri (duruş süresi, sallanma süresi, çift destek süresi, çift adım süresi, kadans, adım uzunluğu, hız, sallanma hızı, çift adım uzunluğu, adım genişliği, ortalama hız) kaydedildi.

Dinamik plantar basınç ölçümleri: Yürüme sırasındaki dinamik plantar basınç ölçümü EMED

(Novel gmbH, Munich, Germany) elektronik pedobarografi cihazı (Novel Database Medical, version 13.3) ile yapıldı. Ayağın pedobarografik incelemesinde dominant ve dominant olmayan tarafa ait 11 bölgeden (total ayak, arka ayak, orta ayak, 1. metatars başı, 2. metatars başı, 3. metatars başı, 4. metatars başı, 5. metatars başı, baş parmak, 2. parmak, 3-4-5. parmak) maksimum kuvvet (MK) (Newton, N), pik basınç (PB) (kilo Pascal, kPa) ve temas süresi (TS) (milisaniye, ms) değerleri elde edildi.

Yürüyüş sırasında elde edilecek plantar basınç dağılımlarının dinamik değerlendirmesinde olguların normal yürüme hızının oluşması için pedobarografi platformu başlangıç pozisyonunun 4 metre ilerisine yerleştirildi. Kişilerden çıplak ayak ile birkaç dakikalık deneme yürüyüşleri yapması istendi ve ardından ölçümler yapıldı.²⁰ Olgulardan platform üzerinde sabit durma ve platforma yanlış basma durumlarında tekrar yürümesi istendi. Ölçümler dominant ve dominant olmayan taraf için 5'er kez tekrarlandı ve ortalamaları alındı.

İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak analiz edildi. Demografik veriler, yürüme analizi ve plantar basınç ölçümlerine ait parametreler tanımlayıcı analizler ile değerlendirildi ve ortalama (Ort) \pm standart sapma (SD) olarak verildi. 1.-2. ve 3. trimestere ait sonuçların karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi kullanıldı. Kruskal-Wallis analiz sonuçlarına göre anlamlı değerler bulunduğu, bu anlamlılığın hangi trimester gruplarından kaynaklandığını belirlemek için ise ikili karşılaştırmada Mann Whitney-U testi ile istatistiksel analizi yapıldı. Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edildi.

SONUÇLAR

Çalışmaya katılan 38 gebenin yaş ortalaması 30.07 ± 6.14 iken, gebelik haftaları ortalaması 26.18 ± 8.83 (en az 10 – en çok 39 hafta) olup katılımcıların 7'si (% 18.4) 1. trimester, 12'si (% 1.6) 2. trimester, 19'u ise (% 50) 3. trimester grubunu oluşturmaktaydı. Çalışmaya katılan gebelerin demografik özellikleri Tablo 1'de

gösterildi (Tablo 1). Çalışmaya katılan 38 gebeden 32'sinin plantar basınç ölçümleri [1. trimester:n=6 (% 27.3), 2. trimester:n=4 (% 18.2), 3. trimester:n=12 (% 54.5)], 22'sinin yürüme analizi [1. trimester: n=5 (% 15.6), 2. trimester: n=12 (% 37.5), 3. trimester: n=15 (% 46.9)] yapılabildi. Değerlendirmelerin tüm katılımcılara yapılamama nedenleri; 1. Yürüme analizine tüm olguların katılmasına rağmen sağlıklı veriler sunabilmek açısından BTS sistemi ile veri analizi sürecinde test sırasında sadece net marker görünümü sağlanmış testlerin çalışmaya dahil edilmesi, 2. Altı kişinin yürüme analizine katıldıktan sonra çeşitli sebeplerle (yorgunluk, zaman kısıtlılığı vb.) pedobarografik ölçümlere devam etmek istememiş ve gönüllü olarak sadece yürüme testine katılmış olması idi.

1. Yürüme analizi

Katılımcılar gebelik haftalarına göre değerlendirildiğinde 1.-2.-3. trimester arasında yürüme analizine ait zaman-mesafe parametreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 2).

2. Plantar basınç ölçümleri

Katılımcılar gebelik haftalarına göre değerlendirildiğinde 1.-2.-3. trimester arasında plantar basınç ölçüm parametrelerinden maksimum kuvvet (MK), pik basınç (PB) ve temas süresine (TS) ait sonuçlar aşağıdaki tablolarda gösterildi (Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5).

Dominant tarafa ait total, 3.-4. metatars başı; dominant olmayan tarafa ait ise total, arka ayak ve 3.-4. metatars başı maksimum kuvveti üçüncü trimesterde, birinci trimestere göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p<0.05$) (Tablo 3). Dominant olmayan tarafa ait orta ayak pik basıncı 3. trimesterde, 2. trimestere göre anlamlı olarak yüksek bulunurken ($p<0.05$) (Tablo 4), temas süresi açısından trimesterler arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$) (Tablo 5).

TARTIŞMA

Gebelik sürecindeki plantar basınç dağılımı ve fonksiyonel aktiviteler içerisinden yürüme aktivitesinin zaman-mesafe parametrelerini incelediğimiz çalışmada sonuç olarak, gebelik sürecinin yürüyüş mekaniklerini değiştirmezken,

yürüme sırasındaki plantar basınç dağılımında (özellikle 3. trimesterde) değişimlere neden olduğunu bulduk.

Gebeliğin 1 ve 3. trimesterinde değişen beden ağırlığı ve kas iskelet sistemine etki eden hormonlar nedeniyle günlük yaşam aktiviteleri içerisinde oldukça önemli olan yürüme aktivitesinin 3 boyutlu testlerinde özellikle 3. trimesterde anlamlı farklılıklar gözlemlemeyi bekledik.

Çalışmamızda trimesterler arasında duruş fazı ve süresi, salınım fazı ve süresi, adım uzunluğu, adım genişliği, hız ve kadans gibi yürüyüşün zaman-mesafe parametreleri arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Literatürde konu ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmuştur. Foti ve arkadaşları kuvvet platformu kullanarak yaptıkları çalışmalarında gebeliğin son trimesteri ve post partum 1. yılda normal yürümenin devamlığı için tercih edilen adım genişliğini araştırmış ve bu iki dönem arasında adım genişliğinde bir fark olmadığını göstermiştir.¹ Butler ve arkadaşları da yaptıkları çalışmada çalışmamıza benzer olarak yürüme döngüsü içerisinde adım genişliğinin trimesterler arasında fark göstermediğini bildirmiştir.²³ Ancak, Lymbery ve arkadaşları gebeliğin geç döneminde daha geniş adım genişliği ile yürüme fonksiyonunun gerçekleştirildiğini göstermiştir.¹² Yürüme hızını inceleyen çalışmalar içerisinde, Butler ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada 3. trimesterde gebelerin anlamlı olarak daha yüksek hızlarda yürümeyi tercih ettikleri gösterilmiştir.²³ Diğer bir yandan, Wu ve arkadaşları gebeliğin 20. ve 34. haftalarında meydana gelen değişikliklerin, yürüme hızını anlamlı olarak azalttığını bildirmiştir.^{15,24} Wu ve arkadaşları yaptıkları çalışmada yürüme hızındaki değişikliklerin pelvis bölgesindeki ağrıdan kaynaklandığını savunmuştur.²⁵ Bizim çalışmamıza katılan gebe olgulardan hiç birinin pelvis bölgesinde ağrı şikayeti yoktu. Ağrının olmaması yürüme döngüsünde zaman-mesafe parametrelerinin değişmemesine sebep olmuş olabilir.

Çalışmamızın bir diğer sonucu gebeliğin geç döneminde plantar basınç dağılımında fark oluştuğunu göstermiştir. Yürüme sırasındaki

Tablo 1. Gebelerin demografik özelliklerinin karşılaştırılması.

	1. Trimester N=7 X±SD	2. Trimester N=12 X±SD	3. Trimester N=19 X±SD	p
Yaş (yıl)	27.28±5.67	31.00±6.28	30.52±6.24	0,511
Boy (cm)	165.14±7.19	161.33±6.51	159.42±6.17	0.141
Vücut ağırlığı (kg)	61.85± 7.38	70.16±12.20	72.94±7.29 [†]	0.018*

*p<0.05, Kruskal Wallis testi (üç trimester karşılaştırması). [†]p<0.05, Mann-Whitney U testi (1. trimesterden farklı).

Tablo 2. Gebelik sürecine ait 1.-2.-3. trimester yürüme analizine ait zaman-mesafe parametrelerinin karşılaştırılması.

	1. Trimester X±SD	2. Trimester X±SD	3. Trimester X±SD	p
Duruş süresi (%)	58.68±2.19	58.57±1.89	59.85±2.42	0.484
Sallanma süresi (%)	41.31±2.19	41.42±1.89	40.15±2.40	0.507
Çift destek süresi (sn)	8.80±2.80	8.62±4.50	9.69±2.41	0.870
Duruş süresi (sn)	0.68±0.12	0.75±0.11	0.73±0.08	0.358
Sallanma süresi (sn)	0.47±0.07	0.53±0.06	0.49±0.04	0.253
Çift adım süresi (sn)	1.16±0.19	1.28±0.17	1.22±0.11	0.306
Kadans (adım/dk)	104.12±13.66	93.37±14.72	96.88±9.76	0.248
Adım uzunluğu (m)	0.58±0.06	0.57±0.13	0.57±0.13	0.792
Hız (m/sn)	0.98±0.20	0.90±0.29	0.95±0.21	0.834
Sallanma hızı (m/sn)	2.37±0.49	2.17±0.61	2.36±0.44	0.776
Çift adım uzunluğu (m)	1.11±0.13	1.13±0.21	1.18±0.25	0.725
Adım genişliği (m)	0.11±0.04	0.13±0.03	0.12±0.03	0.761
Ortalama hız (m/sn)	0.98±0.18	0.88±0.31	0.93±0.21	0.789

Tablo 3. Gebelik sürecine ait 1.-2.-3. trimester plantar basınç ölçümü parametrelerinden maksimum kuvvet karşılaştırılması.

	1. Trimester X±SD	2. Trimester X±SD	3. Trimester X±SD	p
DT total MK	652.28±78.03	768.60±149.49	802.05±61.99 [†]	0.015*
DT arka ayak MK	387.06±30.99	429.80±65.97	446.04±67.72	0.183
DT orta ayak MK	123.18±82.73	178.25±53.31	157.45±46.42	0.174
DT 1. MB MK	130.56±17.55	123.33±29.16	135.70±28.87	0.713
DT 2. MB MK	134.50±23.00	152.13±32.99	156.07±19.53	0.216
DT 3. MB MK	143.92±18.92	174.50±45.93	181.92±25.17 [†]	0.023*
DT 4. MB MK	88.32±13.33	114.38±33.88	125.49±22.76 [†]	0.022*
DT 5. MB MK	40.42±14.74	45.30±17.21	51.66±14.33	0.294
DT başparmak MK	110.38±36.92	143.99±47.99	141.82±40.43	0.285
DT 2. parmak MK	26.90±13.25	24.55±10.53	26.42±8.97	0.875
DT 345. parmak MK	25.56±13.05	25.28±21.21	24.12±12.93	0.921
DOT total MK	634.12±85.77	755.32±171.55	798.47±59.90 [†]	0.016*
DOT arka ayak MK	364.34±30.20	424.45±96.80	459.09±48.90 [†]	0.026*
DOT orta ayak MK	132.96±87.51	150.20±47.09	160.90±62.09	0.577
DOT 1. MB MK	125.28±29.42	141.36±39.26	131.98±30.91	0.612
DOT 2. MB MK	135.38±30.22	147.50±43.61	158.70±17.27	0.262
DOT 3. MB MK	134.82±23.59	164.19±52.70	182.33±24.45 [†]	0.021*
DOT 4. MB MK	84.64±13.89	107.31±39.26	126.35±25.20 [†]	0.009*
DOT 5. MB MK	38.86±11.65	43.62±17.75	49.73±18.03	0.436
DOT başparmak MK	101.66±44.26	125.39±49.65	146.73±44.70	0.213
DOT 2. parmak MK	30.38±11.76	24.99±10.53	26.04±9.01	0.882
DOT 345. parmak MK	26.54±17.09	24.63±12.74	24.77±13.69	0.993

*p<0.05, Kruskal Wallis testi (üç trimester karşılaştırması). [†]p<0.05, Mann-Whitney U testi (1. trimesterden farklı).
DT; Dominant taraf, DOT; Dominant olmayan taraf, MB; Metatars başı, MK; Maksimum kuvvet (Newton).

Tablo 4. Gebelik sürecine ait 1.-2.-3. trimester plantar basınç ölçümü parametrelerinden pik basınç karşılaştırılması.

	1. Trimester X±SD	2. Trimester X±SD	3. Trimester X±SD	p
DT total PB	45.04±5.41	44.63±13.18	43.00±13.25	0.527
DT arka ayak PB	26.88±4.96	23.13±3.42	26.43±5.25	0.129
DT orta ayak PB	13.00±1.97	14.61±3.67	15.40±2.68	0.264
DT 1. MB PB	19.88±4.94	20.23±6.20	20.58±3.44	0.757
DT 2. MB PB	28.16±10.0	29.97±10.31	31.00±5.30	0.496
DT 3. MB PB	27.56±6.55	30.50±9.34	31.21±5.42	0.436
DT 4. MB PB	21.40±2.24	25.11±7.71	27.05±4.82	0.079
DT 5. MB PB	18.54±11.80	16.13±7.06	18.49±5.32	0.366
DT başparmak PB	33.24±12.19	39.24±14.79	36.16±15.32	0.721
DT 2. parmak PB	20.34±14.54	18.23±8.64	17.41±5.00	0.917
DT 345. parmak PB	10.86±4.46	12.21±7.00	11.22±3.76	0.917
DOT total PB	43.96±17.50	47.77±14.09	43.28±11.10	0.621
DOT arka ayak PB	25.64±4.71	25.00±5.23	26.00±2.58	0.734
DOT orta ayak PB	13.50±3.56	13.85±2.76 [§]	16.58±2.57	0.030*
DOT 1. MB PB	18.24±5.39	22.75±6.45	20.41±4.50	0.399
DOT 2. MB PB	34.38±21.34	29.53±11.61	30.71±5.27	0.463
DOT 3. MB PB	27.86±8.61	29.63±10.66	30.56±4.53	0.314
DOT 4. MB PB	20.86±2.25	23.82±8.13	26.62±4.31	0.053
DOT 5. MB PB	12.74±1.91	16.41±7.26	18.24±6.28	0.177
DOT başparmak PB	28.96±13.66	40.27±16.15	36.02±14.17	0.384
DOT 2. parmak PB	22.06±9.69	17.56±9.68	17.64±5.09	0.546
DOT 345. parmak PB	10.80±5.14	11.79±5.31	11.32±3.95	0.937

*p<0.05, Kruskal Wallis testi (üç trimester karşılaştırması). [§]p<0.05, Mann-Whitney U testi (3. trimesterden farklı).
DT; Dominant taraf, DOT; Dominant olmayan taraf, MB; Metatars başı, PB; Pik basınç (kPa).

Tablo 5. Gebelik sürecine ait 1.-2.-3. trimester plantar basınç ölçümü parametrelerinden temas süresi karşılaştırılması.

	1. Trimester X±SD	2. Trimester X±SD	3. Trimester X±SD	p
DT total TS	810.00±109.08	901.10±113.04	900.30±107.23	0.305
DT arka ayak TS	499.07±56.87	552.25±118.15	530.84±103.56	0.591
DT orta ayak TS	545.60±81.03	613.94±116.34	596.75±89.20	0.318
DT 1. MB TS	605.74±114.35	673.30±96.99	685.29±79.91	0.373
DT 2. MB TS	643.86±88.04	726.72±103.68	718.93±78.63	0.220
DT 3. MB TS	672.12±76.28	748.38±99.37	743.24±86.77	0.309
DT 4. MB TS	662.92±70.11	736.94±93.34	736.76±86.57	0.228
DT 5. MB TS	612.42±70.19	683.64±88.80	683.73±86.75	0.229
DT başparmak TS	528.14±123.33	613.32±112.69	645.55±102.31	0.189
DT 2. Parmak TS	464.14±104.94	505.00±163.35	513.60±160.71	0.801
DT 345. parmak TS	503.86±154.96	538.52±168.43	506.35±162.16	0.736
DOT total TS	892.34±226.25	853.96±160.00	931.02±95.07	0.204
DOT arka ayak TS	564.34±289.59	518.80±102.50	573.15±99.24	0.381
DOT orta ayak TS	617.46±245.86	571.75±136.73	628.44±83.66	0.279
DOT 1. MB TS	725.72±230.84	651.80±131.28	695.82±60.42	0.617
DOT 2. MB TS	742.66±204.66	692.44±142.50	744.54±69.53	0.427
DOT 3. MB TS	742.66±156.96	710.14±143.84	763.82±75.04	0.424
DOT 4. MB TS	737.72±167.45	694.02±141.08	756.44±75.29	0.404
DOT 5. MB TS	688.60±171.88	643.50±136.10	685.51±93.01	0.760
DOT başparmak TS	661.86±230.78	570.25±182.72	608.80±96.00	0.971
DOT 2. parmak TS	651.48±230.28	490.69±154.76	501.16±115.86	0.300
DOT 345. Parmak TS	574.26±145.251	542.69±164.84	559.81±130.28	0.934

DT; Dominant taraf, DOT; Dominant olmayan taraf, MB; Metatars başı, TS; Temas süresi (milisaniye).

plantar basınç ölçüm sonuçları incelendiğinde genel olarak anlamlı fark 1. ve 3. trimesterler arasında saptanmıştır. Plantar basınç parametrelerinden maksimum kuvvet değerlerine bakıldığında, dominant ve dominant olmayan taraf total maksimum kuvvetinde 3. trimesterde anlamlı artış kaydedilmiştir. Nyska ve arkadaşları gebe ve gebe olmayan kadınlar ile yaptıkları bir çalışmada, gebe kadınların genel olarak dinamik ölçümler sırasında ayaklarının tüm bölümlerinde kontrol grubuna göre maksimum kuvvetlerinde anlamlı artış olduğunu bulmuştur.¹¹ Ayak bölümleri ayrı ayrı incelendiğinde çalışmamıza katılan gebelerin dominant ve dominant olmayan arka ayak maksimum kuvvetinde de ilk trimestere göre 3. trimesterde artış gözlenmişken, sadece dominant olmayan arka ayak maksimum kuvvetindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmamızdaki gibi trimesterler arası plantar basınç parametrelerini karşılaştıran literatürdeki tek çalışma Riberio ve arkadaşlarına aittir. Bu çalışmada ise arka ayaktaki maksimum kuvvetin 3. trimesterde 1. trimestere göre % 39 azaldığı, ön ayaktaki maksimum kuvvetin 2. trimesterde 1. trimestere göre % 16 arttığı bulunmuştur.²¹ Çalışmamızdaki gebeler değişen beden ağırlıklarına bağlı olarak öne doğru deviasyon gösteren postürleri ile dengeli yürüyüşün devamlılığını sağlamak için ayaklarının arka kısımlarına yüklenmelerini artırmış olabilirler.

Pik basınç değerlerine baktığımızda sadece dominant olmayan taraf orta ayak pik basınç değeri yürüme sırasında son trimesterde yüksek değerler göstermiştir. Daha önce bahsettiğimiz gebeliğin geç döneminin sadece orta ayak basınç değerlerini artırdığını gösteren Gaymer ve arkadaşlarının çalışması bu anlamda çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir.¹⁹ Ancak burada belirtmemiz gereken diğer bir nokta bu çalışmada gebeliğinin son döneminde olan kadınlar ile gebe olmayan kadınlardan oluşan kontrol grubu sonuçlarının karşılaştırılmış olmasıdır. Benzer şekilde gebeliğin son dönemindeki kadınlarla, beden ağırlığı 25 kg/m²den yüksek kontrol grubunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, Karadağ Saygı ve arkadaşları yürüme sırasında gebelerde ön ayak basınçlarının arttığını göstermiştir.²⁰

3. trimesterde arka ayakta maksimum kuvvet ve orta ayak pik basınç değerlerinin sadece dominant olmayan tarafta anlamlı artışını gösteren veriler, gebeliğin ilerleyen dönemlerinde dominant olmayan tarafın beden ağırlığı dağılımında üstlendiği rolü artırdığının bir göstergesi olabilir. Bu durumda gebeliğin ilerleyen dönemlerinde plantar basınç dağılımındaki farkların sebep olabileceği kas-iskelet sistemi problemleri ve bu problemlere eşlik eden ağrı bulgusuna dominant olmayan tarafta rastlanabilir. Konu ile ilgili ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Ayrıca çalışmamızda; metatars başlarındaki maksimum kuvvet ölçümleri değerlendirildiğinde, son trimesterde dominant ve dominant olmayan taraf 3. ve 4. metatars başlarındaki maksimum kuvvet ilk trimestere göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızın sonuçlarını metatars başlarındaki maksimum kuvvetler açısından karşılaştırabileceğimiz bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak bulduğumuz bu sonuç, Nyska ve arkadaşları tarafından gebeliğin ilerleyen dönemlerinde rapor ettikleri yürüyüşteki lateralizasyon ile uyumlu olarak değerlendirilebilir.¹¹

Çalışmamızın sonucu yürüyüş sırasında gebelik trimesterleri arasında temas süresi açısından anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir. Riberio ve arkadaşları ise çalışmamızın sonuçlarından farklı olarak, 3. trimesterde ilk trimestere göre orta ve medial ön ayakta temas sürelerinin anlamlı olarak arttığını bulmuştur.²¹ Karadağ Saygı ve arkadaşları ise gebeliğin son trimesterinde olan kadınların sağ ön ayaklarındaki temas süresinin kontrol grubuna göre daha yüksek değerde olduğunu göstermiştir. Aynı çalışmada sol ayak temas süreleri karşılaştırıldığında ise gebelerin sol arka ayaklarındaki temas sürelerinin kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur.²⁰ Literatürdeki bu farklı sonuçlar, çalışmalardaki dahil edilme kriterlerinin değişim göstermesi sebebiyle alınmış olabilir. Bazı çalışmalar gebelerin 1.-2. ve 3. trimesteri arasındaki farkları incelerken bazıları gebelerin son trimesterleri ile gebe olmayan kadınlardan ya da beden ağırlığı yüksek olarak tanımlanan

kadınlardan oluşturdukları kontrol grubu ile karşılaştırmalar yapmıştır.

Gebelerin trimesterlere göre dağılımındaki sayısal eşitsizlik çalışmamızın limitasyonları arasında sayılabilir. Çalışmaya katılan gebelerin %50'si 3. trimester grubunda yer almaktaydı. Bu sebeple ölçüm yapılan bazı parametrelerde literatürle uyumlu olarak beklenen anlamlı fark elde edilmemiş olabilir. İleri çalışmalarda daha fazla sayıda olgu ve olguların trimesterlere benzer sayıda dağılımı ile gruplar oluşturularak gebelik sürecinin yürüme aktivitesi ve plantar basınç dağılım parametreleri üzerinde oluşturacağı farklılıklar araştırılmalıdır.

Sonuç olarak, gebelik süreci plantar basınç dağılımlarını değiştirirken (özellikle 3.-4. metatars başı maksimum kuvvetinde artış), yürüme fonksiyonunun zaman-mesafe parametrelerini etkilememiştir. Gebelerin bu süreçte lokomotor fonksiyonlarının devamlılığı için plantar basınç dağılımlarını değiştirerek uyum sağladığı söylenebilir. Çalışmamızdan elde edilen plantar basınç dağılımı sonuçları, gebeliğin ilerleyen dönemlerinde karşılaşılabilecek kas-iskelet sistemi problemlerine işaret etmesi açısından önemlidir. Plantar basınç dağılımındaki bu değişiklikler gebeliğin ilerleyen dönemlerinde özellikle 3 ve 4. metatars başlarında ağrı şikayetine sebep olabilir. Bu dönemde koruyucu önlem alınması açısından gebelere metatars başlarını destekleyecek önerilerde bulunulabilir ve bu konuda ileri çalışmalar planlanabilir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, çalışmayı destekleyen Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve pilot çalışma sürecinde hareket analizindeki değerlendirmelere olan katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Yeşim Şengül'e teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

1. Foti T, Davids J, Bagley A. A biomechanical analysis of gait during pregnancy. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82:625-632.
2. Sade A, Alğun C, Otman S. M. Rektus abdominis, m. oblikus internus, eksternus ve sırt ekstansörlerinin

- kas testi ile değerlendirilerek, doğum yapmış ve yapmamış kadınlarda, çeşitli yaş gruplarında karşılaştırılması. *Fizyoter Rehabil*. 1984;4:481-489.
3. Kara F, Akarcalı İ, Akbayrak T, et al. Gebelikte diastatis recti abdominis insidansı. *Fizyoter Rehabil*. 1996;8:24-29.
4. Fries E, Hellebrandt F. The influence of pregnancy on the location of the center of gravity, postural stability, and body alignment. *Am J Obstet Gynecol*. 1943;46:374-380.
5. Marnach M, Ramin K, Ramsey P, et al. Characterization of the relationship between joint laxity and maternal hormones in pregnancy. *Obstet Gynecol*. 2003;101:331-335.
6. Stephenson R, O'Connor L. *Obstetric and gynecologic care in physical therapy*. Second edition. 2000; Slack Inc, New Jersey, USA
7. Oliveira LF, Vieira TMM, Macedo AR, et al. Postural sway changes during pregnancy: a descriptive study using stabilometry. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2009;147:25-28.
8. Jang J, Hsiao K T, Hsiao-Wecksler E. Balance (perceived and actual) and preferred stance width during pregnancy. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2008;23:468-476.
9. McCrory JL, Chambers AJ, Daftary A, et al. Dynamic postural stability during advancing pregnancy. *J Biomech*. 2010;26;43:2434-2439.
10. Franklin M, Conner-Kerr T. An analysis of posture and back pain in the first and third trimesters of pregnancy. *J Orthop Sports Phys Ther*.1998;28:133-138.
11. Nyska M, Sofer D, Porat A, et al. Plantar foot pressures in pregnant women. *Isr J Med Sci*. 1997;33:139-146.
12. Lymbery JK, Gilleard W. The stance phase of walking during late pregnancy: temporospatial and ground reaction force variables. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2005;95:247-253.
13. Albino MA, Moccellini AS, Firmento Bda S, et al. Gait force propulsion modifications during pregnancy: effects of changes in feet's dimensions. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2011;33:164-169.
14. McCrory JL, Chambers AJ, Daftary A, et al. Ground reaction forces during gait in pregnant fallers and non-fallers. *Gait Posture*. 2011;34:524-528.
15. Wu W, Meijer OG, Lamothe CJ, et al. Gait coordination in pregnancy: transverse pelvic and thoracic rotations and their relative phase. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004;19:480-488.
16. Bird AR, Menz HB, Hyde CC. The effect of pregnancy on footprint parameters. A prospective investigation. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1999;89:405-409.

17. Cote K, Brunet M, Gansneder B, et al. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train.* 2005;40:41-46.
18. Block RA, Hess LA, Timpano EV, et al. Physiologic changes in the foot during pregnancy. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1985;75:297-299.
19. Gaymer C, Whalley H, Achten J, et al. Midfoot plantar pressure significantly increases during late gestation. *Foot (Edinb).* 2009;19:114-116.
20. Karadag SE, Unlu OF, Basgul A. Plantar pressure and foot pain in the last trimester of pregnancy. *Foot Ankle Int.* 2010;31:153-157.
21. Ribeiro AP, Trombini-Souza F, de Camargo Neves Sacco I, et al. Changes in the plantar pressure distribution during gait throughout gestation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2011;101:415-423.
22. Dunning K, LeMasters G, Levin L, et al. Falls in workers during pregnancy: risk factors, job hazards, and high risk occupations. *Am J Ind Med.* 2003;44:664-672.
23. Butler E, Colon I, Druzin M, et al. Postural equilibrium during pregnancy: decreased stability with an increased reliance on visual cues. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;195:1104-1108.
24. Wu WH, Meijer OG, Bruijn SM, et al. Gait in Pregnancy-related Pelvic girdle Pain: amplitudes, timing, and coordination of horizontal trunk rotations. *Eur Spine J.* 2008;17:1160-1169.
25. Wu W, Meijer OG, Jutte PC, et al. Gait in patients with pregnancy-related pain in the pelvis: an emphasis on the coordination of transverse pelvic and thoracic rotations. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2002;17:678-686.