

# Menstrual Döngü Boyunca Tahmin Edilen Östrojen Değişikliklerinin Plantar Basınç Dağılımı ve Denge Kontrolü Üzerindeki Etkisi

## The Influence of Predicted Estrogen Levels Across Menstrual Cycle on Plantar Loading and Dynamic Postural Control in Healthy Females

Ender Ersin AVCI , Emre ŞENOCAK , İrem AKGÜN , Eren TİMURTAŞ , İlkşan DEMİRBÜKEN , Mine Gülden POLAT 

Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye.

**Sorumlu Yazar:** İrem AKGÜN

**E-mail:** iremm\_akgun@hotmail.com

**Gönderme Tarihi:** 20.02.2021

**Kabul Tarihi:** 10.05.2021

### ÖZ

**Amaç:** Kadınların menstrual dönemlerinde vücutta östrojen hormon seviyelerinde değişimler görülür. Bu dönemde yükselen östrojen seviyesi ligament laksitesini ve nöromusküler cevapları etkileyebilir. Bu çalışmada, sağlıklı kadınlarda plantar yük dağılımını ve dinamik postural kontrolünün menstrual döngü boyunca değişen östrojen seviyelerine yanıtı araştırılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya katılmayı kabul eden, düzenli ve takipli menstrasyon döngüsüne sahip 23 kadının demografik bilgileri kaydedildi. Dinamik plantar basınç ölçümü Dinamik Pedobarografi Sistemi (EMED-M, Munich, Germany) ile ölçüldü. Veriler ön, orta ve arka ayak olarak 3 alana ayrıldı. Dinamik postural kontrol değerlendirmesi için Bilgisayarlı Posturografi Sisteminde (Neurocom Smart Balance Master®, Clackamas, USA) Stabilite Limiti Testi (LOS) kullanıldı. Tüm değerlendirmeler menstrual döngünün 1. – 3. günü (menstrasyon fazı) ve 13.-15.günü (ovulasyon fazı) olmak üzere iki kez yapıldı. Veri analizi için Wilcoxon İşaretli Sıra Testi uygulandı.

**Bulgular:** Menstrual döngünün iki fazı arasında sol ön ayak ( $p=0,046$ ), orta ayak ( $p=0,028$ ) ve arka ayak ( $p=0,028$ ) Temas Süresi değerlerinde anlamlı fark görüldü. Sağ orta ayağın ( $p=0,032$ ) Maksimum Kuvvet değerleri her iki menstrasyon dönemi arasında anlamlı olarak farklı bulundu. Dinamik postural kontrol için kullanılan LOS testi parametresindeki Ulaşılan Son Nokta skorları ( $p=0,016$ ) menstrasyon ve ovulasyon fazları arasında anlamlı fark gösterdi.

**Sonuç:** Ovulasyon fazında yüksek östrojen seviyesinin, ulaşılan son nokta (EPE) skorunda artışa neden olduğu görülmüştür. Diğer postural kontrol skorlarında farklılık görülmemesinin nedeni çevresel faktörler veya katılımcı özellikleri (sağlıklı menstrual döngü) olabilir. Aynı zamanda ovulasyon fazında yürüme hızındaki artış nedeniyle temas süresinin kısaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun dinamik plantar basıncı etkileyebileceği düşünülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** menstrual döngü, östrojen, dinamik plantar basınç, dinamik postural kontrol

### ABSTRACT

**Objective:** Estrogen hormone levels in the body change during the menstrual periods of women. Increased estrogen levels may affect ligament laxity and neuromuscular responses. The study aimed to investigate plantar load distribution and dynamic postural control in response to estrogen levels across the menstrual cycle in healthy females.

**Methods:** The demographic information of the individuals who accepted to participate in the study and had regular and followed-up menstruation cycles were recorded. Dynamic pedobarography system (EMED-M, Munich, Germany) was used for assessing dynamic plantar pressure. The pedobarographic data were divided into three regions as forefoot, midfoot, and hindfoot. Limits of stability (LOS) test were assessed by the computerized posturography system for measuring dynamic postural control (Neurocom Smart Balance Master®, Clackamas, USA). All assessments were performed at 1st – 3rd (menstruation phase) and 13rd-15th (ovulation phase) days of the menstrual cycle. Wilcoxon Signed Rank Test was used for data analysis.

**Results:** Twenty-three healthy volunteers participated in the study. Contact time values of the left forefoot ( $p=0.046$ ), midfoot ( $p: 0.028$ ), hindfoot ( $p=0.028$ ) and Maximum Force values of the left middle foot ( $p=0.032$ ) were found significantly different between both menstrual periods. End-Point-Excursion scores ( $p=0.016$ ) in the LOS test showed a significant difference between menstruation and ovulation phases.

**Conclusion:** It has been observed that high estrogen levels during the ovulation phase lead to an increase in the EPE score. There was no significant difference in other postural control scores. This may be due to environmental factors or participant characteristics (healthy menstrual cycle). The contact time was shortened due to the increase in walking speed during the ovulation phase. This situation is thought to affect dynamic plantar pressure.

**Keywords:** menstrual cycle, estrogen, dynamic plantar pressure, dynamic postural control

## 1. GİRİŞ

Kadınların üreme fonksiyonlarını sürdürebilmesi için, menarştan menapoza kadar devam eden dönemde özellikle genital organlarda, iç salgı bezlerinde ve bütün organizmada her ay periyodik olarak birtakım değişiklikler meydana gelir (Esin ve ark., 2016). Yaklaşık her 28 günde bir tekrarlanan bu sürece menstrual döngü adı verilir (Pletzer, 2015). Menstrual döngü sürecinde overlerde yeni folliküller oluşur ve bu folliküllerden biri gelişime uğrar. Ovulasyon fazı bu gelişimle birlikte menstrual döngünün 14. günde gerçekleşir. 14 günlük süreçten sonra ovaryumdan salgılanan dişi cinsiyet hormonlarının aşırı miktarda azalması ile menstrual döngü biter ve yeni bir döngü başlar (Şişman, 2016).

Normal menstrual döngü işlevleri bakımından 3'e ayrılır: foliküler faz (menstruasyon fazı, 1-5 gün), ovulasyon fazı (11-16 gün) ve luteal faz (15-26 gün) (Tüzün ve ark., 2004). Menstrual döngünün başlangıcı (2-3. Günler) olan erken foliküler faz olarak bilinen dönem hem östrojen hem de progesteron hormonlarının yokluğu ile karakterizedir. Geç foliküler faz sırasında (7-14. Günler), östrojen seviyeleri önce zirveye çıkar ve yumurtlama aşamasından bir veya iki gün önce düşer (Emami ve ark., 2018).

Menstrual döngünün düzgün bir şekilde tamamlanabilmesi hormon salınımına bağlıdır. Bu nedenle ovaryum hormon seviyeleri (östrojen ve progesteron) menstruasyon döngüsü boyunca değişir (Clarke ve Khosla, 2010). Östrojen hormonu bu döngüde önemli rol oynar. Östrojen, folikülün olgunlaşması süresince salgılanan bir hormondur. Başlayan her yeni döngüde östrojen ile progesteron konsantrasyonları düşer, Folikül Uyarıcı Hormon (FSH) ve Lüteinizan Hormon (LH) salgıları tekrar başlar. Böylelikle yeni folikül oluşum evresine girilmiş olur (Şişman, 2016).

Östrojen, menstruasyon başlangıcında FSH'un üretimini baskılayıp LH'un üretimini uyarır. Ovulasyondan 1-2 gün önce kandaki östrojen düzeyi maksimum değere ulaşır. Ovulasyon ile birlikte östrojen, serum FSH ve LH düzeyi hızla düşerek döngünün sonunda bazal değerlerine iner (Kunduk ve ark., 2017).

Tendonların ve ligamentlerin işlevini etkileyen içsel faktörlerden biri de dişi gonadal hormonlardır (Hohmann, 2012). Bu nedenle döngü boyunca radikal olarak dalgalanan serum östrojen konsantrasyonlarının muskuloskeletal sistem üzerinde etkisi olduğu düşünülür. Tendon ve ligamentler üzerindeki etkisiyle kas performansını ve kuvvetini etkilediği öne sürülmüştür (Khowailed ve ark., 2015). Bu nedenle menstrual döngü sırasında muskuloskeletal sistem yaralanmaya oldukça açıktır. En sık görülen yaralanmalardan olan Anterior Cruciate Ligament (ACL) yaralanmaları ovulasyon öncesinden ovulasyon sonrasına göre daha sık görülmektedir (Beynon ve ark., 2008). Östrojen, kas performansını etkilemesinin yanı sıra, doğrudan ve dolaylı olarak nöromusküler sistemi etkilediği düşünüldüğü için postural stabilite açısından da önemlidir (Rozzi ve ark., 1999). Östrojenin ayrıca ovulasyon evresinde kas relaksasyonunu önemli ölçüde arttırdığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır

(Sung ve Kim, 2018). Bu durumun dinamik postural kontrolünü de etkileyebileceği düşünülmektedir.

Ligament ve tendon gibi vücuda destek sağlayan yumuşak doku yapılarından olan plantar fasya, ayağın 3 ana yük taşıyıcı noktaları olan kalkaneus medial tüberkülüne, birinci ve beşinci metatars başına yapışır, ayağın longitudinal arkı boyunca uzanır ve ayak biyomekaniğinde önemli rol oynar (Petrofsky ve Lee, 2015). Plantar fasyanın fonksiyonu longitudinal ark için statik destek ve dinamik şok absorpsiyon sağlamaktır. Menstruasyon döngüsü boyunca hormon seviyelerinde bu değişimler plantar fasya elastikiyetinin değişmesine neden olur. Hem plantar fasya hem de ligament yapısında östrojen sebebiyle meydana gelen esneklik artışı plantar basınç dağılımını etkileyebilir. Hormonal değişimlerin sıklıkla yaşandığı bir durum olan gebelik sürecinde trimesterler arasındaki plantar basınç dağılımını araştıran bir çalışmada, vücut ağırlığı artışının yanı sıra östrojen hormonundaki değişikliklerin de basınç dağılımını değiştiren bir etken olabileceği görülmüştür (Özyürek ve ark., 2013).

Menstrual döngünün nöromusküler sistemi etkilediği düşünülmeye rağmen bu alanda yeterli çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle çalışmamız sağlıklı erişkin kadınlarda menstrual döngü boyunca değişen östrojen seviyelerinin dinamik postural kontrolü ve dinamik plantar basınç dağılımı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Mart 2019 ve Temmuz 2019 tarihleri arasında, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Virtüel Rehabilitasyon Ünitesi & Biomekanik ve Performans Analizi Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

Çalışmaya ortalama yaşı 24,08±3,83 olan 23 sağlıklı kadın gönüllü katıldı. Çalışmaya dahil edilmeden önce katılımcıların düzenli ve takipli menstrual döngüye sahip olup olmadıkları kontrol edildi. Düzenli menstrual döngü kişiden kişiye göre değişir, ancak 21-40 gün arasında ortalama 28 günde bir görülmesi kişinin düzenli döngüye sahip olduğunu gösterir (NHS, 2019). Menstrual döngünün herhangi bir telefon uygulaması veya kişisel notlarla takip edilmesi düzenli ve takipli döngü tespiti sağlar. 18-30 yaş aralığında olan, gebelik öyküsü bulunmayan, son üç aydır özellikle oral kontraseptif hormonal ilaç kullanılmamış olan, alt ekstremiteye yönelik herhangi bir operasyon öyküsü olmayan, Vücut Kitle İndeksi (VKİ) 30 kg/m<sup>2</sup> ve altında olan gönüllüler çalışmaya dahil edildi. Alt ekstremitede belirgin postural dizilim bozukluğu ve ayak ayak bileği bölgesinde herhangi bir deformite bulunan, diyabet tanısı olan, vestibular ve nörolojik herhangi bir denge problemine sahip olan ileri derece göz bozukluğu olan bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

Tüm katılımcılar çalışmanın prosedürleri ve riskleri hakkında bilgilendirildi ve çalışma öncesinde yazılı bilgilendirilmiş onam alındı. Çalışma, Helsinki bildirgesinin standartlarına uygun olarak Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Komitesi tarafından onaylandı. (Etik Onay No: 09.2019.296)

## 2.1. Çalışma Protokolü

İlk görüşmede, çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcıların demografik bilgileri (yaş, meslek, boy, vücut ağırlığı vb), kaydedildi. Katılımcılara araştırmacılar tarafından LH artışını saptayan, vücuda herhangi bir girişim olmadan idrar akışı sırasında uygulanan bir kit olan ovulasyon tahmin kiti verildi. Kiti kullanım kılavuzuna uygun olarak kullanmaları istendi. Ovulasyondan 1-2 gün önce kandaki östrojen düzeyi maksimum değere ulaştığında serum LH düzeyi pik yapmaya başlar. (Kunduk ve ark., 2017). Bu nedenle katılımcılardan LH ölçümüyle östrojen değişiminin ovulasyon fazını belirlemesi için ovulasyon kitini menstrual siklusun 10. gününden itibaren kullanması ve her kullanım için yeni bir kit açması istendi.

Değerlendirmelerde, yürüme sırasında dinamik plantar basınç ölçümü için elektronik pedobarografi cihazı (EMED-M, Münih, Almanya) ve dinamik postural kontrol değerlendirmesi için bilgisayarlı posturografi sistemi (Neurocom Smart Balance Master®, Clackamas, ABD) kullanıldı. Değerlendirmeler 1-3. (menstruasyon fazı, en düşük östrojen seviyesi) ve 13-15. (ovulasyon dönemi, en yüksek östrojen seviyesi) gün aralıklarında olmak üzere iki kez tekrarlandı.

## 2.2. Dinamik Plantar Basınç Ölçümü

Elektronik pedobarografi cihazı (EMED, Germany) kullanılarak ayağın dominant ve dominant olmayan tarafa ait 4 bölgeden (total ayak, arka ayak, orta ayak, ön ayak) maksimum kuvvet (MF) (Newton, N), pik basınç (PP) (kilo Pascal, kPa), temas süresi (CT) (milisaniye, ms) ve yön kontrolü (DCL) değerleri elde edildi (Özyürek ve ark., 2013). Yürüyüş sırasında elde edilen plantar basınç dağılımlarının dinamik değerlendirilmesinde katılımcıların normal yürüme hızlarının oluşması için pedobarografi platformu başlangıç noktasının 4 metre ilerisine yerleştirildi (Karadağ Saygı ve ark., 2010). Katılımcıların platform üzerinde sabit durma ve platforma yanlış basma durumlarında tekrar yürümleri istendi (Resim 1). Ölçümler dominant ve dominant olmayan taraf için 5'er kez tekrarlanarak ortalama değerler alındı (Özyürek ve ark., 2013).



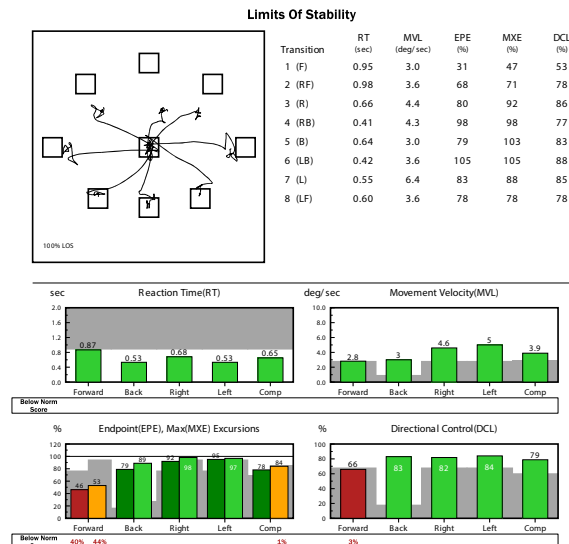
Resim 1. Dinamik plantar basınç ölçümü

## 2.3. Dinamik Postural Kontrol Ölçümü

Balance Master bilgisayar tabanlı ölçüm cihazı (Neurocom Smart Balance Master®, Clackamas, ABD) ile hastaların dinamik postural kontrol değerlendirmesi yapıldı. Sistem içerisinde kayıtlı testlerden Stabilité Limiti Testi (LOS) kullanıldı. LOS testi, kişinin ayakları bir noktada sabitken ağırlık merkezini götürebildiği maksimum uzaklığı ölçer. Bir bilgisayar monitöründe temsili vücut şeması ve etrafındaki 45° aralıklarla yerleştirilmiş 8 hedefi içerir (Şekil 2). Katılımcılara "bedenlerini düz bir çizgide tutmaları, ayak bileği eklemlerini birincil hareket ekseninde kullanmaları ve komutu takiben her hedefe mümkün olduğunca doğrudan ve hızlı bir şekilde hareket etmeleri ve burada 8 sn beklemeleri" talimatı verildi (Resim 2) (Pickerill ve Harter, 2011). Değerlendirmeye başlamadan önce testin yapıma şeklinin öğretilmesi amacıyla katılımcıdan testi bir defa denemesi istendi.



Resim 2. LOS testi platformu



Şekil 1. LOS testi ve parametreleri

Stabilite limiti testinin (LOS) sonuçları 8 hedef için 5 farklı parametre ile değerlendirilir (Şekil 1). Bu parametreler;

Reaksiyon zamanı (Reaction Time-RT); kişinin komutu ile harekete geçme zamanı arasındaki sürenin saniye cinsinden ölçülmesidir.

Hareket hızı (Movement Velocity-MVL); ağırlık merkezinin hedefe giderken saniyede yaptığı hızı belirtir.

Ulaşılan son nokta (End Point Excursion-EPE); hedefe giderken denge kaybı olmadan ulaşılan son noktadır. % ile ifade edilen EPE skorunun %100'e yaklaşması hedefe düzgün bir şekilde gidildiğini gösterir.

Maksimum son nokta (Maximum Excursion-MXE); kişinin hedefe doğru giderken ulaştığı son noktadır. % ile ifade edilen MXE skorları EPE ile aynı veya yakın değerlerde olmalıdır.

Yön kontrolü (Directional Control-DCL); hedefe doğru düzgün yönde ilerleme kabiliyetinin % ile ölçülmesidir. Yüzde değeri ne kadar artarsa kişinin yön kontrolü o kadar iyi demektir (Kılıç ve ark., 2018).

#### 2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmadan elde edilen verilerin incelenmesinde SPSS 21.0 istatistik programı kullanılarak %80'lik güven aralığında, anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirmeler yapıldı. Değişkenlerin değerlendirilmesinde normal dağılıma uygunluk Kolmogorow Smirnow testi ve normal dağılım grafikleriyle sorgulandı. Her iki mensturasyon fazı arasındaki farklılıkları değerlendirmek için Wilcoxon Signed Rank Test kullanıldı.

### 3. BULGULAR

Katılımcıların demografik verileri (ort. yaş: 24,08±3,83, ort. boy: 165,43±5,61, ort. kilo: 59,60±8,71) tanımlayıcı analiz yapılarak Tablo 1'de özetlendi.

**Tablo 1.** Katılımcıların genel demografik özellikleri

Demografik Özellik (n=23)	Değer (ort±SS)
Yaş (yıl)	24,08±3,83
Boy (cm)	165,43±5,61
Kilo (kg)	59,60±8,71
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	21,73±2,68

VKİ: Vücut Kitle İndeksi, ort: Ortalama, SS: Standart sapma

Mensturasyon ve ovulasyon fazları arasında stabilite limiti testinde öne doğru uzanma EPE skorları ( $p=0,016$ ) anlamlı olarak farklı bulundu (Tablo 2). Öne, arkaya, sağa ve sola uzanma testlerindeki RT, MVL, EPE (öne doğru uzanma hariç), MXE ve DCL skorları arasında her iki mensturasyon

döneminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (Tablo 2).

Sol ayak dinamik plantar basınç değerlendirmesinde ön ayak ( $p= 0,046$ ), orta ayak ( $p= 0,028$ ) ve arka ayak ( $p=0,028$ ) CT değerlerinde anlamlı fark vardı (Tablo 3). Menstrual döngünün iki dönemi arasında sol orta ayak MF ( $p = 0,032$ ), sol orta ayak MF-N ( $p=0,039$ ) ve sağ orta ayak MF-N ( $p = 0,032$ ) skorlarının anlamlı olarak farklı olduğu görüldü (Tablo 3, Tablo 4). Sağ arka ve sağ ön ayakta dönemler arasında dinamik plantar basınç değişiminde herhangi bir anlamlı farklılık bulunmadı (Tablo 4).

**Tablo 2.** Stabilite Limitasyon Testi (LOS) parametrelerinin mensturasyon ve ovulasyon fazları arasındaki farklılıkları

LOS	Mensturasyon		Z değeri	p değeri
	Dönemi (n=23) ort±SS	Ovulasyon Dönemi (n=23) ort±SS		
RT-ön	0,98±0,47	0,90±0,59	-1,004 <sup>b</sup>	0,315
MVL – ön	3,88±1,43	3,98±1,69	-0,426 <sup>b</sup>	0,670
EPE – ön	56,04±11,25	63,47±13,15	-2,420 <sup>b</sup>	<b>0,016*</b>
MXE – ön	75,73±20,41	76,17±13,86	-0,452 <sup>b</sup>	0,651
DCL – ön	78,69±7,86	77,73±8,72	-0,679 <sup>b</sup>	0,497
RT – arka	0,66±0,22	0,68±0,18	-0,187 <sup>c</sup>	0,852
MVL – arka	4,34±1,55	4,28±1,60	-0,358 <sup>c</sup>	0,721
EPE – arka	78,86±11,73	76,52±17,00	-0,380 <sup>c</sup>	0,704
MXE – arka	90,26±11,18	89,91±16,38	-0,064 <sup>b</sup>	0,948
DCL – arka	78,78±12,18	80,17±8,08	-0,130 <sup>c</sup>	0,897
RT-sağ	0,78±0,28	0,81±0,28	-0,106 <sup>c</sup>	0,915
MVL – sağ	5,88±2,36	6,35±2,22	-1,234 <sup>b</sup>	0,217
EPE – sağ	89,00±19,76	94,21±18,75	-0,975 <sup>b</sup>	0,330
MXE – sağ	109,13±14,56	107,91±14,00	-0,167 <sup>c</sup>	0,867
DCL – sağ	80,91±5,82	81,52±5,89	-0,518 <sup>c</sup>	0,604
RT-sol	0,76±0,24	0,87±0,32	-1,597 <sup>c</sup>	0,110
MVL – sol	6,34±2,47	6,33±2,56	-0,179 <sup>c</sup>	0,858
EPE – sol	97,82±15,28	93,60±18,91	-1,203 <sup>c</sup>	0,229
MXE – sol	109,30±10,81	104,73±15,27	-1,299 <sup>c</sup>	0,194
DCL – sol	80,30±5,41	79,39±5,82	-0,710 <sup>b</sup>	0,478
RT – toplam	0,79±0,21	0,82±0,27	-0,259 <sup>c</sup>	0,796
MVL – toplam	5,08±1,56	5,25±1,80	-0,503 <sup>b</sup>	0,615
EPE – toplam	80,56±8,94	82,17±12,49	-1,040 <sup>b</sup>	0,298
MXE – toplam	96,30±7,23	94,86±8,07	-0,112 <sup>b</sup>	0,911
DCL – toplam	79,82±5,52	79,82±4,22	-0,309 <sup>b</sup>	0,757

LOS: Stabilite Limiti Testi, RT: Reaksiyon zamanı, MVL: Hareket hızı, EPE: Ulaşılan son nokta, MXE: Maksimum son nokta, DCL: Yönün kontrolü, ort: Ortalama, SS: Standart sapma, b: Pozitif sıralama, c: Negatif sıralama. d: Negatif sıralamaların toplamı pozitif sıralamaların toplamına eşit, Anlamlılık düzeyi:  $p \leq 0,05$

**Tablo 3.** Sol ayak dinamik plantar basınç ölçümlerinin mensturasyon ve ovulasyon fazları arasındaki farklılıkları

		Mensturasyon Dönemi (n=23) ort±SS	Ovulasyon Dönemi (n=23) ort±SS	Z değeri	p değeri
Sol ayak, arka	MF	466±62,88	447,69±84,22	-0,426 <sup>b</sup>	0,670
	MF-N	80,86±11,84	78,29±11,52	-0,958 <sup>b</sup>	0,338
	PP	290,00±76,66	326,26±122,50	-1,645 <sup>c</sup>	0,100
	CT	97,20±9,33	90,91±15,75	-2,201 <sup>b</sup>	<b>0,028*</b>
	CA	35,93±6,94	36,46±10,69	-0,666 <sup>b</sup>	0,506
Sol ayak, orta	MF	189,29±106,86	148,22±54,48	-2,062 <sup>b</sup>	<b>0,039*</b>
	MF-N	29,95±11,33	25,30±8,28	-2,062 <sup>b</sup>	<b>0,032*</b>
	PP	134,13±49,90	124,47±25,78	-0,375 <sup>b</sup>	0,708
	CT	98,14±6,15	90,91±15,75	-2,201 <sup>b</sup>	<b>0,028*</b>
	CA	32,36±8,81	30,50±5,59	-0,519 <sup>b</sup>	0,603
Sol ayak, ön	MF	637,58±114,01	611,25±97,50	-0,730 <sup>b</sup>	0,465
	MF-N	114,49±27,94	104,92±9,85	-1,703 <sup>b</sup>	0,089
	PP	448,91±181,13	452,43±167,00	-0,390 <sup>c</sup>	0,697
	CT	99,10±3,16	96,16±6,67	-1,992 <sup>b</sup>	<b>0,046*</b>
	CA	54,59±9,47	53,33±7,17	-0,455 <sup>b</sup>	0,649
Sol ayak total	MF	1382,13±201,05	1185,27±433,24	-1,412 <sup>b</sup>	0,158
	MF-N	238,32±46,58	210,96±59,43	-1,786 <sup>b</sup>	0,074
	PP	505,86±180,23	502,21±163,81	-0,780 <sup>c</sup>	0,436
	CT	100,00±0,00	100,00±0,00	0,000 <sup>d</sup>	1,000
	CA	146,50±24,73	140,48±16,50	-0,893 <sup>b</sup>	0,372

MF: Maksimum kuvvet, MF-N: Maksimum kuvvet-normalize, PP: Pik basınç, CT: Temas süresi, CA: Temas alanı, ort: Ortalama, SS: Standart sapma, b: Pozitif sıralama, c: Negatif sıralama, d: Negatif sıralamaların toplamı pozitif sıralamaların toplamına eşit, Anlamlılık düzeyi: p ≤ 0,05

**Tablo 4.** Sağ ayak dinamik plantar basınç değerlerinin mensturasyon ve ovulasyon fazları arasındaki farklılıkları

		Mensturasyon Dönemi (n=23) ort±SS	Ovulasyon Dönemi (n=23) ort±SS	Z değeri	p değeri
Sağ ayak, arka	MF	475,10±64,72	449,08±72,32	-1,380 <sup>b</sup>	0,168
	MF-N	82,34±12,82	78,50±12,30	-1,282 <sup>b</sup>	0,200
	PP	299,78±82,96	274,86±59,48	-1,444 <sup>b</sup>	0,149
	CT	96,79±10,64	90,49±16,53	-1,782 <sup>b</sup>	0,075
	CA	36,92±6,38	35,27±3,68	-0,373 <sup>b</sup>	0,709
Sağ ayak, orta	MF	175,16±64,13	152,81±26,10	-1,889 <sup>b</sup>	0,058
	MF-N	30,57±9,83	26,10±7,25	-2,143 <sup>b</sup>	<b>0,032*</b>
	PP	132,39±39,39	127,12±25,97	-0,617 <sup>b</sup>	0,537
	CT	97,45±8,43	92,26±13,40	-1,782 <sup>b</sup>	0,075
	CA	32,22±7,01	31,00±5,40	-0,114 <sup>c</sup>	0,910
Sağ ayak, ön	MF	612,97±99,41	598,11±91,35	-0,698 <sup>b</sup>	0,485
	MF-N	104,95±9,56	107,01±26,43	-0,365 <sup>b</sup>	0,715
	PP	433,26±139,33	434,78±129,49	-0,643 <sup>c</sup>	0,520
	CT	98,56±4,754	95,69±7,48	-1,572 <sup>b</sup>	0,116
	CA	52,91±4,51	52,82±6,20	-0,049 <sup>c</sup>	0,961
Sağ ayak total	MF	1403,34±300,86	1225,34±351,84	-1,672 <sup>b</sup>	0,095
	MF-N	241,73±47,63	211,30±57,37	-1,575 <sup>b</sup>	0,115
	PP	480,21±176,78	472,91±129,44	-0,904 <sup>c</sup>	0,366
	CT	100,00±0,00	100,00±0,00	0,000 <sup>d</sup>	1,000
	CA	165,82±115,81	143,56±18,57	-0,0828 <sup>b</sup>	0,408

MF: Maksimum kuvvet, MF-N: Maksimum kuvvet-normalize, PP: Pik basınç, CT: Temas süresi, CA: Temas alanı, ort: Ortalama, SS: Standart sapma, b: Pozitif sıralama, c: Negatif sıralama, d: Negatif sıralamaların toplamı pozitif sıralamaların toplamına eşit, Anlamlılık düzeyi: p ≤ 0,05

## TARTIŞMA

Çalışmamızda sağlıklı genç bireylerde menstrual döngü fazlarındaki değişen östrojen seviyelerinin dinamik plantar basınç ve dinamik postural kontrol üzerine etkisini inceledik. Menstrual fazlar arasında LOS parametrelerinden EPE-öne uzanma skoru dışında bir değişiklik gözlenmezken, dinamik plantar basınç parametrelerinden sol ayak için her üç ayak bölümü (ön, orta ve arka) temas süresi, sol orta ayak maksimum kuvveti, sol ve sağ orta ayak maksimum kuvvet-normalizesi açısından mensturasyon ve ovulasyon fazları arasında farklılık olduğu görüldü.

Dinamik postural kontrolün sağlanması, denge ve normal hareket fonksiyonu için oldukça önem taşır. Kadınlarda bu kontrolün bazı dönemlerde azaldığı görülmüştür. Bu dönemler kadınların östrojen seviyelerinde değişimlere neden olan iki (foliküler faz ve luteal faz), üç (foliküler faz, ovulasyon fazı ve luteal faz) ve bazen de 5 (erken foliküler faz, geç foliküler faz, ovulasyon fazı, erken luteal faz ve geç luteal faz) faza ayrılan menstrual döngülerdir (Sung ve Kim, 2018). Östrojen beyinde yüksek motor alanları içeren santral sinir sistemini etkileyen bir hormondur (Friden ve ark., 2003). Bu nedenle östrojen hormonunda görülen dalgalanmaların motor kontrol ve kas kuvveti üzerinde etkisi bulunmaktadır (Sun ve ark., 2010). Yüksek östrojen seviyelerinin sağlıklı kadınlarda laksite artışına ve nöromusküler yanıtlarda değişikliklere yol açtığı düşünülür (Chidi-Ogbolu ve Baar, 2019). Spor aktivitelerinde erkek sporculara kıyasla kadın sporculardaki spor yaralanması oranlarındaki yüksek değerlerin bu fizyolojik süreçlerle ilgili olduğu düşünülmektedir (Camino Lopez ve ark., 2017; Khowailed ve ark., 2015). Özellikle kadın sporcularda görülen ön çapraz bağ yaralanmalarındaki dramatik farktan menstrual döngü sırasında değişen östrojen seviyeleri sorumlu tutulmuştur (Hewett ve ark., 2005). Bu nedenle yaralanma mekanizmalarını ve östrojen ile ilişkisini araştıran kinezyoloji çalışmalarının çoğu diz eklemine odaklanmıştır (Robert-McComb ve ark., 2017; Herzberg ve ark., 2017; Kinsey, 2013). Bununla birlikte, östrojen artışına bağlı ayak bileği ve ayak laksitesindeki potansiyel artışların plantar yüklemde değişikliklere neden olması muhtemeldir (Özyürek ve ark., 2013). Plantar yüklemde olası değişikliğin ve ayak bağlarındaki laksitenin dinamik postural kontrolü bozduğu düşünülebilir.

Mensturasyon ve ovulasyon fazında değerlendirilen LOS testi sonuçlarında fazlar arasında yalnızca ön EPE skorunun ovulasyon fazında mensturasyon fazına kıyasla daha yüksek olduğu görüldü ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. EPE skoru yüzde olarak ifade edilen, belirlenen hedefe doğru ilk hareketin mesafesidir. Son nokta, hedefe doğru yapılan ilk hareketin durduğu nokta olarak kabul edilir. Hastanın hedefe doğru ilk hareketinde ne kadar ilerlediğine dair bir ölçüm sağlar ve katılımcının kendi güvenlik sınırına ilişkin algısını yansıtır (Ganesan ve ark., 2015). Bu skor ne kadar artarsa hedefe doğru o kadar düzgün ve dengeli bir şekilde hareket edilmiş demektir. Sonuçlarımıza göre ovulasyon fazında ulaştıkları son noktadaki güvenlik sınırı algısı daha yüksektir. İki dönem arasındaki bu fark, menstrual

döngünün mensturasyon fazında ağırlık merkezlerinin yer değişimiyle ulaşmaları gereken son noktaya giderken denge problemi yaşayabileceklerini göstermiştir. LOS testinin diğer parametreleri arasında herhangi bir farklılık bulunmadı. Çalışmamızla benzer sonuçlara sahip, östradiol (östrojenik hormon) ve progesteron seviyelerindeki değişikliklerin motor beceriler, postural kontrol, kas gücü ve kinematiğine olan etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmaya 10 sağlıklı ve fiziksel aktif kadın katılımcı dahil edilmiştir. Çalışmada östrojen hormonu değişikliklerinin menstrual fazlar arasında postural kontrolü etkilemediği bulunmuştur (Abt ve ark., 2007). Hertel ve ark. (2006) 14 kadın atletle yaptığı diğer bir çalışmada nöromusküler performansın ve diz laksitesinin mensturasyon döngüsü boyunca değişimi incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre menstrual döngü fazları arasında kas kuvveti, diz eklemi laksitesi ve postural kontrol açısından önemli farklılıklar görülmemiştir. Çalışmamızdan farklı sonuçlara sahip olan çalışmalardan birinde yaş ortalamaları 19,83 olan genç kadınlarda menstrual döngünün üç fazında (mens fazı, ovulasyon fazı ve luteal faz) dinamik postural kontrol incelenmiştir. Çalışmamızda kullandığımız cihazın aynısı ile yapılan bu çalışmada LOS parametreleri açısından mens fazı (5. gün), ovulasyon fazı (bazal sıcaklığın en yüksek olduğu zaman) ve luteal faz (25.gün) arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, fazlar ikili olarak karşılaştırıldığında anlamlı farklılıklar görülmüştür. Postural kontrol ovulasyon fazı sırasında mens ve luteal faza göre oldukça artmıştır. Mens ve luteal faz sırasındaki postural kontrol ise luteal fazda mens fazına göre daha yüksek bulunmuştur (Sung ve Kim, 2018). Çalışmamızdan farklı olan bu sonuçların nedeni popülasyonun demografik özellikleri olabilir. Demografik özellikler incelendiğinde çalışmanın yaş ortalamasının çalışmamızla farklılık gösterdiği görülmektedir.

Çalışmanın bir diğer değerlendirme parametresi olan dinamik plantar basınç iki farklı mensturasyon fazında değerlendirildiğinde sol orta ayak MF skorları iki faz için kıyaslandığında anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Sağ orta ayak MF skorları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak, ortalama skor olarak incelendiğinde sağ orta ayak MF skorları iki dönem arasında yaklaşık sol orta ayak skor farklılığı kadar sayısal farka sahiptir. Bu farklılıklar mensturasyon döneminde sol ve sağ orta ayaktaki maksimum kuvvetin ovulasyon dönemine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durumun nedeni kişilerin mensturasyon fazında dengeli yürüyüş sağlaması için ayaklarının orta bölümüne daha fazla yüklenme gereksinimi duyduğunu gösterir. Aynı zamanda sol ayak ön, orta ve arka bölümünün CT değerleri için mensturasyon ve ovulasyon fazları arasında anlamlı fark saptanmıştır. Fakat sağ ayak CT skorlarında bir farklılık bulunmamıştır. Bu üç bölgede azalan temas süreleri çalışmamıza katılan kadınların menstrual dönemlerinde yaptıkları gibi rahat hissettikleri hızlarda yürümeleri istenmiş olsa bile ovulasyon fazında daha yüksek hızda yürümüşlerdir. Bu nedenle yürüyüş hızının ovulasyon fazında plantar yüklenmeleri etkilediği düşünülebilir. Bu nedenle sonraki çalışmalarda kişinin kendisinin seçtiği yürüme hızı kontrol edilmelidir. Bu durum çalışmamızın bir

limitasyonu olarak kabul edilebilir. Menstrual dönemde fazlar arasında dinamik plantar basınç ölçümü kıyaslaması yapan çalışmalar limitlidir. Var olan dinamik plantar basıncın incelendiği kadın çalışmalarının büyük bir çoğunluğu gebelerde yapılmıştır (Özyürek ve ark., 2013; Mitternacht ve ark., 2013; Emami ve ark., 2013). Bu nedenle çalışmamız, dinamik postural basıncı menstrual döngü fazları sırasında elektronik pedobarografi cihazı ile objektif olarak ölçtüğü için literatüre katkı sağlayacak ve metodolojisi ile ileride yapılacak çalışmalara dayanak olacaktır. Mevcut çalışma ve ileride yapılacak çalışmalar menstrual döngü fazları sırasında kadın muskuloskeletal sistem sağlığındaki değişimlerin fark edilmesini ve buna yönelik koruyucu yaklaşımların önem kazanmasını sağlayacaktır.

## SONUÇ

Mevcut çalışmamızda mensturasyon ve ovulasyon fazlarındaki dinamik postural kontrol ve dinamik plantar basınç total skorları arasında farklılık bulunmadı. Bu durum nöromusküler ve biyomekanik özelliklerin östrojen dalgalanmalarından etkilenmediğini göstermektedir. Çevresel faktörler bu durumu etkilemiş olabilir. Aynı zamanda çalışmamızdaki katılımcılar sağlıklı mensturasyon döngüsüne sahip bireylerden oluşuyordu. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalarda çevresel değişkenlerin göz önüne alınması ve mensturasyon döngü bozukluğu olan kadınlarda da aynı hipotezle çalışma yapılması önerilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Abt JP, Sell TC, Laudner KG, McCrory, JL, Loucks TL, Berga SL, et al. Neuromuscular and biomechanical characteristics do not vary across the menstrual cycle. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2007, 15(7): 901-907.
- [2] Beynon BD, Shultz SJ. Anatomic Alignment, Menstrual Cycle Phase, and The Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury. *Journal of Athletic Training*, 2008, 43(5), 541-542.
- [3] Camino López MA, González Alcántara OJ, Fontaneda I. Gender differences in commuting injuries in Spain and their impact on injury prevention, *BioMed Research International*, 2017: 3834827.
- [4] Chidi-Ogbolu N, Baar K. Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. *Frontiers in Physiology*, 2019, 9:1834-1844.
- [5] Clarke BL, Khosla S. Female reproductive system and bone. *Archive of Biochemistry and Biophysics*, 2010, 503:118-128.
- [6] Emami F, Yoosefinejad AK, Motealleh A. Comparison of static and dynamic balance during early follicular and ovulation phases in healthy women, using simple, clinical tests: a cross sectional study. *Gynecological Endocrinology*, 2018, 35(3): 257-260.
- [7] Esin K, Köksal E, Hızlı H, Garipağaoğlu M. Menstrual döngünün vücut bileşimine etkisi. *SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2016, 7(2): 23-27.
- [8] Friden C, Hirschberg AL, Saartok T, Bäckström T, Leanderson J, Renström P. The influence of premenstrual symptoms on postural balance and kinesthesia during the menstrual cycle. *Gynecological Endocrinology*, 2003, 17:433-439.

- [9] Ganesan M, Kanekar N, Aruin AS. Direction-specific impairments of limits of stability in individuals with multiple sclerosis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2015, 58(3): 145-150.
- [10] Hertel J, Williams NI, Olmsted-Kramer LC, Leidy HJ, Putukian M. Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2006,14(9): 817-822.
- [11] Herzberg SD, Motu'apuaka ML, Lambert W, Fu R, Brady J, Guise JM. The effect of menstrual cycle and contraceptives on ACL injuries and laxity: A systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2017, 5(7): 232.596.7117718781.
- [12] Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: a systematic review of neuromuscular training interventions. *Journal of Knee Surgery*, 2005, 18(1):82-88.
- [13] Hohmann E. Tibial acceleration profiles and musculotendinous stiffness of the lower extremity during the female menstrual cycle. Implications for the prevention of anterior cruciate ligament injuries in the female athlete [Dissertation], Universitätsbibliothek der TU Munchen; 2012.
- [14] Karadag-Saygı E, Unlu-Ozkan F, Basgul A. Plantar pressure and foot pain in the last trimester of pregnancy. *Foot & Ankle International*, 2010, 31(2): 153-157.
- [15] Khowailed IA, Petrofsky J, Lohman E, Daher N, Mohamed O. 17 $\beta$ -estradiol induced effects on anterior cruciate ligament laxness and neuromuscular activation patterns in female runners, *Journal of Women's Health*. 2015, 24: 670-680.
- [16] Kılıç RT, Börü A, Bayrakçı Tunay V, Aksoy S, Ergun N. Farklı branşlardaki sporcuların denge kararlılık sınırlarının karşılaştırılması. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation.*, 2018, 5(2):106-115.
- [17] Kinsey M. Estrogen effects on acl laxity and neurocognitive function in young women, *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2013, 53:1689–1699.
- [18] Kunduk M, Vansant MB, Ikuma T, McWhorter A. The effects of the menstrual cycle on vibratory characteristics of the vocal folds investigated with high-speed digital imaging. *Journal of Voice*, 2017,31(2): 182-187.
- [19] Mitternacht J, Klement A, Lampe R. Plantar pressure distribution during and after pregnancy. *European Orthopaedics and Traumatology*, 2013, 4(4): 229-236.
- [20] Nationals Health Sciences (NHS). Periods and Fertility in the menstrual cycle. England; 2019. (<https://www.nhs.uk/conditions/periods/fertility-in-the-menstrual-cycle>) Accessed: September 2020.
- [21] Özyürek S, Demirbüken İ, Tosun ÖÇ, Okyay RE, Angin S. Gebelik sürecinde zaman mesafe parametreleri ve plantar basınç dağılımı. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 2013, 24(1): 71-79.
- [22] Petrofsky J, Lee H. Greater reduction of balance as a result of increased plantar fascia elasticity at ovulation during the menstrual cycle. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 2015, 237(3): 219-226.
- [23] Pickerill ML, Harter RA. Validity and reliability of limits-of-stability testing: a comparison of 2 postural stability evaluation devices, *Journal of Athletic Training*, 2011, 46(6): 600-606.
- [24] Pletzer B. From sex differences in neuroscience to a neuroscience of sex differences: new directions and perspectives. *Frontiers in Neuroscience*, 2015, 9: 330-333.
- [25] Robert-McComb JJ, James CR, Ford JM, Norman R. The effect of phases of the menstrual cycle on frontal plane knee kinematics during landing. *Yoga Practice and Physiotherapy*, 2017, 3:133.
- [26] Rozzi SL, Lephart SM, Fu FH. Effects of muscular fatigue on knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female athletes. *Journal of Athletic Training*, 1999, 34:106-114.
- [27] Sung E, Han A, Hinrichs T, Platen P. Endurance training & menstrual cycle: Effects of follicular & luteal phase-based training in subjects with oral contraception: 1566. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 2010, 42: 320.
- [28] Sung ES, Kim JH. The influence of ovulation on postural stability (Biodex Balance System) in young female. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 2018, 14(4): 638-642.
- [29] Şişman A. Menstrual dönem fazlarında yüksek yoğunluklu kısa süreli yüklenmenin postural kontrole etkisi [Doktora Tezi], Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2016.
- [30] Tüzün M, Yılmaz C, Kabalak T. *Endokrinoloji El Kitabı*. 3. baskı. İzmir Güven Kitabevi: 2004.

**How to cite this article:** xx. Menstrual Döngü Boyunca Tahmin Edilen Östrojen Değişikliklerinin Plantar Basınç Dağılımı ve Denge Kontrolü Üzerindeki Etkisi. *Johesam* 2021; 1: 75-81. DOI: 10.29228/johesam.2