



# Diz osteoartriti şiddetinin yürüyüşün zaman mesafe parametreleri üzerine etkileri

Serkan TAŞ<sup>1</sup>, Sinem GÜNERİ<sup>1</sup>, Aysun BAKİ<sup>1</sup>, Tezel YILDIRIM<sup>1</sup>, Bayram KAYMAK<sup>1</sup>, Zafer ERDEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara;

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, diz osteoartriti (OA) şiddetinin yürüyüşün zaman mesafe parametrelerinde ortaya çıkardığı değişikliklerin incelenmesi idi.

**Çalışma planı:** Çalışmaya, yürüyüşü etkileyebilecek ortopedik veya nörolojik hastalığı olmayan 110 birey dahil edilerek üç çalışma ve bir kontrol grubuna ayrıldı. Yaş ortalaması 53.13±6.78 yıl olan 80 olgu çalışma grubunda yer aldı. Bu olgulardan Kellgren-Lawrence radyolojik skalasına göre bilateral OA tanısı konan 29'u Evre 1, 28'i Evre 2 ve 23'ü Evre 3 grubunu teşkil ettiler. Kontrol grubu yaş ortalaması 41.50±5.79 yıl olan 30 sağlıklı (25 kadın, 5 erkek) bireyden oluşturuldu. Yürüyüşün zaman mesafe verileri yürüme analizi sistemleri kullanılarak değerlendirildi.

**Bulgular:** Tüm zaman mesafe parametrelerinde sağlıklı grup ile Evre 1 ve 2 diz OA'sına sahip bireyler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı saptandı ( $p>0.05$ ). Tempo, yürüme hızı, çift adım uzunluğu ve tek adım uzunluğu parametrelerinde Evre 3 diz OA'lı bireylerde diğer gruplara göre azalma olduğu ( $p<0.008$ ), çift adım zamanı, çift destek zamanı, tek adım zamanı, tek destek zamanı ve duruş fazı uzunluğu parametrelerinde ise belirgin artma olduğu bulundu ( $p<0.008$ ).

**Çıkarımlar:** Evre 3 diz OA'lı grubun zaman mesafe parametrelerindeki değişikliklerin, yürüme stabilitesi kaybı ve düşme riskindeki artış ile ilişkili olabileceği düşünüldü. Diz OA'lı bireylerin yürüme stabilitesi ve denge kaybı sorgulanarak, bireyler düşme riski yönünden değerlendirilmeli ve risk içeren bireylerde gerekli koruyucu önlemler alınmalıdır.

**Anahtar sözcükler:** Biyomekanik; diz osteoartriti; osteoartrit şiddeti; zaman mesafe parametreleri.

Eklem kıkırdığının ilerleyici yıkımı ile karakterize dejeneratif bir hastalık olan osteoartrit (OA), özellikle diz eklemi gibi yük taşıyan eklemlerde görülmektedir.

<sup>[1]</sup> Diz OA'sının klinik belirtilerinden olan ağrı, eklem sertliği, eklem hareketi ve kas kuvvetinde azalma, yürüyüşün kinetik, kinematik ve zaman mesafe parametrelerinde değişikliklere neden olabilmektedir.<sup>[2-5]</sup> Üç boyutlu yürüme analizi teknolojilerindeki gelişmeler sonucu son 10 yılda yapılan çalışmalar bu değişikliklerin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Yapılan birçok çalışmada, tepe diz addüktör momentinde artma, diz ekstansiyon momentinde, diz internal rotasyon momentinde ve kalça

addüktör momentinde azalma gibi kinetik değişiklikler ile diz ve kalça fleksiyonunda azalma gibi kinematik değişiklikler ortaya konmuştur.<sup>[2-9]</sup>

Literatürdeki çalışmalarda, diz OA'lı bireylerde kinetik ve kinematik değerlerdeki değişikliklerin birçok araştırmacı tarafından detaylı incelenmesine karşın, zaman mesafe parametrelerindeki değişikliklerin birkaç parametre ile incelendiği görülmektedir. Huang ve ark., diz OA'lı bireylerde yaptıkları çalışmada yürüme hızı, tempo ve adım uzunluğu parametrelerinde sağlıklı grup ile diz OA'lı grup arasında anlamlı fark olmadığını bulmuşlardır.<sup>[6]</sup> Öte yandan, Kiss'in çalışmasında, tempo, yürüme

**Yazışma adresi:** Fzt. Serkan Taş, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Hacettepe Mh., 06230 Ankara.

Tel: +90 312 – 305 13 36 e-posta: serkan.tas@hacettepe.edu.tr

**Başvuru tarihi:** 14.09.2013 **Kabul tarihi:** 18.06.2014

©2014 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu

www.aott.org.tr adresinde

doi: 10.3944/AOTT.2014.13.0071

Karekod (Quick Response Code)



hızı, çift destek fazı uzunluğu parametrelerinde diz OA'lı grup ile sağlıklı grup arasında anlamlı fark bulunurken adım genişliği parametresinde anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir.<sup>[7]</sup> Benzer şekilde, Kaufmann ve ark., diz OA'lı bireylerde yürüme hızında azalma olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>[8]</sup> Mündermann ve ark. ise, diz OA'lı bireylerde yaptıkları çalışmada, diz OA'lı grubun sağlıklı gruba göre yürüme hızında artma olduğunu saptamışlardır.<sup>[9]</sup> Literatürdeki çalışmalarda, diz OA'lı bireylerde zaman mesafe değerlerinin az sayıda parametre ile incelendiği, bu parametrelerdeki değişiklikler konusunda fikir birliği olmadığı, mevcut değişikliklerin yeterince tartışılmadığı ve diğer zaman mesafe parametrelerindeki değişiklikler hakkında yeterli bilgi olmadığı görülmüştür.

Diz OA ilerleyişi boyunca zaman mesafe parametrelerinde meydana gelen değişiklikler, kişinin yürüme stabilitesindeki azalma ve günlük yaşam aktivitelerindeki yetersizlikler ile ilişkili olabilir. Geriatrik bireylerde yapılan çalışmalar, yürüme stabilitesi kaybının bir işareti olarak adım uzunluğunda ve yürüme hızında azalma ile duruş fazında ve adım genişliğinde artmaya işaret etmektedir.<sup>[10,11]</sup> Yürüme stabilitesindeki kayıp günlük yaşam aktivitelerinde yetersizlik ve düşme riskinde artış ile ilişkilendirilmektedir.<sup>[10,12]</sup> Tüm bunlardan dolayı, OA'nın ilerleyiş sürecinde zaman mesafe parametrelerinde meydana gelen değişikliklerin anlaşılması hastanın ihtiyaçlarını belirlemeye ve uygulanacak tedavi yaklaşımına karar vermeye yardımcı olabilir.

Bu çalışmanın amacı, diz OA şiddetinin zaman mesafe parametrelerinde ortaya çıkardığı değişiklikleri araştırmaktır. Çalışmanın diğer bir amacı ise diz OA'lı bireylerin dominant ve non-dominant ekstremiteleri arasında, zaman mesafe parametrelerinde görülebilecek farklılıkların araştırılmasıdır.

## Hastalar ve Yöntem

Hacettepe Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Polikliniği'ne ayaktan gelerek, öykü, muayene ve radyolojik değerlendirmelerle bilateral diz OA tanısı konulan 40-65 yaş aralığında (yaş ortalaması:  $53.13 \pm 6.78$ ) olan 66 kadın 14 erkek, 73'ü sağ dominant 7'si sol dominant olmak üzere 80 diz OA'lı birey çalışma grubuna dahil edildi. Bu olgulardan Kellgren-Lawrence radyolojik skalasına göre bilateral OA tanısı konan 29'u Evre 1, 28'i Evre 2 ve 23'ü Evre 3 grubunu teşkil ettiler. Çalışmaya sağ ve sol ekstremitede Kellgren-Lawrence radyolojik skalasına göre aynı evreye sahip diz OA'lı bireyler dahil edildi. Bunlar alt ekstremitte cerrahisi ve majör travma öyküsü bulunmayan, tendinopati, bursit, ligaman ve menisküs yaralanmaları gibi ortopedik diz yaralanmaları olmayan, yürüyüşünü etkileyebilecek nörolojik veya kardiyopulmoner bir hastalığı olmayan, ciddi işitme, görme ve konuşma bozukluğu ile alt ekstremitde diğer eklemleri ilgilendiren osteoartrit, gut, romatoid artrit gibi romatizmal hastalığı bulunmayan bireylerdi. Kontrol grubu yaş ortalaması  $41.50 \pm 5.79$  yıl olan 30 sağlıklı (25 kadın, 5 erkek) bireyden oluşturuldu.

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı. Bireylerden yine aynı kurulca öngörülen aydınlatılmış onam formu alındı.

Yürüme analizi kayıtları Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Yürüme Analizi Laboratuvarı'nda yapıldı. 8x4 metrelik yürüme yoluna sahip olan bu laboratuvarda veriler, yüksek hızlı 6 adet 50 Hz JAI (Java Advanced Imaging) kızılötesi dijital kamera ve iki adet kuvvet platformu (Bertec Force Plate; Bertec Corp., Columbus, OH, ABD) kullanılarak toplandı. Diz OA'lı bireylerin yürüme ana-

**Tablo 1.** Çalışmaya katılan bireylerin demografik özellikleri.

	Kontrol grubu (n=30)	Diz OA grubu (n=80)			p*
		Evre 1 (n=29)	Evre 2 (n=28)	Evre 3 (n=23)	
	Ortalama±SS	Ortalama±SS	Ortalama±SS	Ortalama±SS	
Yaş (yıl)	41.50±5.79	53.34±6.64	52.75±7.27	53.34±6.60	0.003
Boy (cm)	1.59±0.09	1.59±0.07	1.59±0.08	1.57±0.07	0.774
Kilo (kg)	82.23±9.34	75.88±13.23	77.39±11.96	80.38±11.97	0.153
VKI (kg/m <sup>2</sup> )	32.65±4.43	29.83±5.05	30.62±5.01	32.54±4.86	0.079
Cinsiyet					
Kadın	25	22	24	20	
Erkek	5	7	4	3	
Dominant ekstremitte					
Sağ	27	27	25	21	
Sol	3	2	3	2	

\*Kruskal-Wallis testi.

lizi ile değerlendirilmesi aynı fizyoterapist tarafından gerçekleştirildi.

Verilerin analizi Vicon yürüme analizi sistemleri (Workstation Version 4.0; Vicon, Oxford, Birleşik Krallık) ile yapıldı. Eklem merkez noktalarının ve segment koordinasyonlarının tanımlanması Davis'in<sup>[13]</sup> antropometrik modeline uyularak gerçekleştirildi. Yürüyüş öncesinde bireylerin belirli anatomik bölgelerine Vicon Clinical Manager protokolüne<sup>[14]</sup> uyularak yansıtıcı belirteçler yerleştirildi. Yürüyüşün zaman mesafe değerleri aynı gün içinde elde edilen 5 kaydın aritmetik ortalaması alınarak hesaplandı. Tempo, çift adım uzunluğu, çift adım zamanı, çift destek zamanı ve adım genişliği parametrelerinde iki alt ekstremite için ayrı değerler alındığı durumlarda bu iki değer ortalaması tek bir değer olarak hesaplandı.

İstatistiksel analizlerde SPSS for Windows v. 15 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımından yararlanıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov veya Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Demografik veriler ve yürüme analizine ait parametreler tanımlayıcı analizler ile değerlendirildi ve ortalama±standart sapma (SS) olarak verildi. Zaman mesafe parametreleri ve demografik bilgilerin (yaş, boy, kilo ve VKİ) normal dağılım göstermediği belirlendiğinden, bu parametreler ve ordinal diz OA evresi değişkenleri Kruskal-Wallis testi kullanılarak karşılaştırıldı. Normal dağılım göstermeyen dominant ve non-dominant ekstremiteye ait verilerin karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanıldı. Parametreler arası ilişkiler için korelasyon katsayıları ve istatistiksel anlamlılıklar Spearman testi ile hesaplandı. İstatistiksel anlamlılık için

toplam Tip 1 hata düzeyi %5 olarak kabul edildi.

Kruskal-Wallis testi sonucunda gruplar arası fark bulunduğu durumlarda, farkın hangi gruptan kaynaklandığının bulunması için Mann-Whitney U testine başvuruldu. İstatistiksel sonuçlar Bonferroni düzeltmesi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılıkta Tip 1 hata düzeyi %0.8 (%5/6) olarak kabul edildi.

## Bulgular

Çalışmaya katılan diz OA'lı bireylerin yaş ortalaması  $53.13 \pm 6.78$ , kontrol grubundakilerin ise  $41.50 \pm 5.79$  idi. Kontrol grubundaki bireylerin yaşlarının, diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu bulunurken ( $p < 0.008$ ), diğer grupların yaşları arasında ise anlamlı bir farkın olmadığı kaydedildi ( $p > 0.05$ ). Çalışmaya dahil edilen grupların boy, kilo ve VKİ değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığı saptandı ( $p > 0.05$ ). Çalışmaya katılan bireylerin demografik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Zaman mesafe parametrelerinden tempo, yürüme hızı, çift adım uzunluğu, çift adım zamanı, çift destek zamanı, adım uzunluğu ve tek adım zamanı parametreleri açısından kontrol grubu ile Evre 1 ve Evre 2 diz OA'lı grup arasında anlamlı fark olmadığı görüldü ( $p > 0.05$ ). Evre 3 diz OA'lı grubun zaman mesafe parametreleri diğer tüm gruplarla karşılaştırıldığında tempo, yürüme hızı, çift adım uzunluğu ve adım uzunluğunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma ( $p < 0.008$ ), çift adım zamanı, çift destek zamanı ve tek adım zamanında ise anlamlı düzeyde artış bulundu ( $p < 0.008$ ). Dominant ekstremite duruş fazı uzunluğu parametresinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenirken ( $p > 0.05$ ),

**Tablo 2.** Zaman mesafe parametrelerinin gruplar arası ve grupların ikili karşılaştırması.

	Tempo (adım/dk)	Yürüme hızı (m/sn)	Çift adım uzunluğu (m)	Çift adım zamanı (sn)	Çift destek zamanı (sn)	Adım genişliği (m)
	Ortalama±SS	Ortalama±SS	Ortalama±SS	Ortalama±SS	Ortalama±SS	Ortalama±SS
Kontrol Grubu	114±7.51	1.08±0.10	1.13±0.10	1.05±0.07	0.26±0.03	0.20±0.04
Evre 1 Diz OA	109±10.87	1.03±0.19	1.12±0.14	1.11±0.12	0.28±0.07	0.20±0.03
Evre 2 Diz OA	111±6.65	1.02±0.13	1.10±0.12	1.08±0.07	0.28±0.04	0.20±0.04
Evre 3 Diz OA	99±12.06	0.84±0.04	0.99±0.18	1.23±0.15	0.36±0.09	0.19±0.03
p <sup>1</sup>	<0.001*	<0.001*	0.008*	<0.001*	<0.001*	0.85
p <sup>2</sup>						
Kontrol - Evre 1 OA	0.027	0.246	0.785	0.029	0.335	-
Kontrol - Evre 2 OA	0.051	0.045	0.279	0.049	0.093	-
Kontrol - Evre 3 OA	<0.001 <sup>†</sup>	<0.001 <sup>†</sup>	0.001 <sup>†</sup>	<0.001 <sup>†</sup>	>0.001 <sup>†</sup>	-
Evre 1 OA - Evre 2 OA	0.666	0.626	0.346	0.666	0.604	-
Evre 1 OA - Evre 3 OA	0.005 <sup>†</sup>	0.001 <sup>†</sup>	0.006 <sup>†</sup>	0.004 <sup>†</sup>	<0.001 <sup>†</sup>	-
Evre 2 OA - Evre 3 OA	<0.001 <sup>†</sup>	0.001 <sup>†</sup>	0.007 <sup>†</sup>	<0.001 <sup>†</sup>	<0.001 <sup>†</sup>	-

p<sup>1</sup>: Kruskal-Wallis testi (4 grubun karşılaştırması), p<sup>2</sup>: Mann-Whitney U testi (grupların ikili karşılaştırması); \*p<0.05, Kruskal-Wallis testi; <sup>†</sup>p<0.008, Mann-Whitney U testi (Bonferroni düzeltmesi ile değerlendirilmiş ve anlamlılık düzeyi p<0.008 olarak alınmıştır).

**Tablo 3.** Adım uzunluğu, tek adım zamanı ve tek destek zamanının dominant ve non-dominant ekstremiteler arası, gruplar arası ve grupların ikili karşılaştırması.

	Adım uzunluğu (m)			Tek adım zamanı (sn)			Tek destek zamanı (sn)		
	Dominant	Non-dominant	p <sup>3</sup>	Dominant	Non-dominant	p <sup>3</sup>	Dominant	Non-dominant	p <sup>3</sup>
	Ortalama±SS	Ortalama±SS		Ortalama±SS	Ortalama±SS		Ortalama±SS	Ortalama±SS	
Kontrol Grubu	0.58±0.05	0.55±0.06	0.006*	0.53±0.04	0.52±0.04	0.128	0.39±0.03	0.40±0.04	0.762
Evre 1 Diz OA	0.57±0.05	0.54±0.08	□0.001*	0.55±0.06	0.55±0.06	0.832	0.41±0.04	0.42±0.04	0.312
Evre 2 Diz OA	0.56±0.07	0.54±0.07	0.268	0.54±0.04	0.54±0.04	0.388	0.40±0.03	0.40±0.03	0.726
Evre 3 Diz OA	0.51±0.09	0.49±0.07	0.079	0.62±0.08	0.60±0.07	0.06	0.42±0.04	0.45±0.06	0.039*
p <sup>1</sup>	0.008†	0.015†		□0.001†	□0.001†		0.013†	0.004†	
p <sup>2</sup>									
Kontrol - Evre 1 OA	0.538	0.849		0.075	0.024		0.018	0.058	
Kontrol - Evre 2 OA	0.187	0.378		0.112	0.012		0.386	0.969	
Kontrol - Evre 3 OA	0.001†	0.002†		□0.001†	□0.001†		0.001***	0.007†	
Evre 1 OA - Evre 2 OA	0.527	0.631		0.517	0.898		0.261	0.035	
Evre 1 OA - Evre 3 OA	0.005†	0.004†		0.003†	0.003†		0.305	0.322	
Evre 2 OA - Evre 3 OA	0.007†	0.007†		□0.001†	□0.001†		0.035	0.004†	

p<sup>1</sup>: Kruskal-Wallis testi (4 grubun karşılaştırması); p<sup>2</sup>: Mann-Whitney U testi (grupların ikili karşılaştırması); p<sup>3</sup>: Wilcoxon testi (dominant ve non-dominant ekstremitelerin karşılaştırması); \*p<0.05, Wilcoxon testi; †p<0.05, Kruskal-Wallis testi; †p<0.008, Mann-Whitney U testi (Bonferroni düzeltmesi ile değerlendirilmiş ve anlamlılık düzeyi p<0.008 olarak alınmıştır).

**Tablo 4.** Kontralateral ayağın temas ve kalkışı, duruş fazı uzunluğuna ait yüzdelerin dominant ve non-dominant ekstremiteler arası, gruplar arası ve grupların ikili karşılaştırması.

	Kontralateral ayak teması (%)			Kontralateral ayak kalkışı (%)			Duruş fazı uzunluğu (%)		
	Dominant	Non-dominant	p <sup>3</sup>	Dominant	Non-dominant	p <sup>3</sup>	Dominant	Non-dominant	p <sup>3</sup>
	Ortalama±SS	Ortalama±SS		Ortalama±SS	Ortalama±SS		Ortalama±SS	Ortalama±SS	
Kontrol Grubu	49.40±1.18	50.97±1.07	0.001*	12.37±1.84	12.62±2.14	0.794	62.52±2.26	62.91±1.89	0.261
Evre 1 Diz OA	49.74±1.59	51.05±1.45	0.030*	12.36±2.25	13.14±2.33	0.127	62.49±1.96	63.47±1.89	0.408
Evre 2 Diz OA	50.08±1.48	50.00±1.52	0.374	12.88±2.46	12.92±1.75	0.99	63.04±2.17	63.06±2.25	0.895
Evre 3 Diz OA	50.16±1.81	50.13±1.63	0.961	14.97±2.89	14.20±2.05	0.085	63.89±2.52	65.96±2.84	0.019*
p <sup>1</sup>	0.116	0.212		0.067	0.005†		0.074	0.005†	
p <sup>2</sup>									
Kontrol - Evre 1 OA	-	-		-	0.467		-	0.59	
Kontrol - Evre 2 OA	-	-		-	0.87		-	0.792	
Kontrol - Evre 3 OA	-	-		-	0.004†		-	0.001†	
Evre 1 OA - Evre 2 OA	-	-		-	0.492		-	0.782	
Evre 1 OA - Evre 3 OA	-	-		-	0.005†		-	0.006†	
Evre 2 OA - Evre 3 OA	-	-		-	0.007†		-	0.007†	

p<sup>1</sup>: Kruskal-Wallis testi (4 grubun karşılaştırması); p<sup>2</sup>: Mann-Whitney U testi (grupların ikili karşılaştırması); p<sup>3</sup>: Wilcoxon testi (dominant ve non-dominant ekstremitelerin karşılaştırması); \*p<0.05, Wilcoxon testi; †p<0.05, Kruskal-Wallis testi; †p<0.008, Mann-Whitney U testi (Bonferroni düzeltmesi ile değerlendirilmiş ve anlamlılık düzeyi p<0.008 olarak alınmıştır).



non-dominant ekstremitede Evre 3 diz OA'lı grubun değerlerinde artış saptandı ( $p<0.008$ ) (Tablo 2-4).

Adım genişliği ve kontralateral ayak teması parametreleri tüm gruplarda benzerlik gösteriyordu ( $p>0.05$ ). Tek destek zamanı parametresinde non-dominant ekstremitede, Evre 3 diz OA'lı grubun değerlerinin Evre 2 ve kontrol grubunun değerlerine göre anlamlı artış gösterdiği bulundu ( $p<0.008$ ). Tek destek zamanı parametresinde dominant ekstremitede ise Evre 3 diz OA'lı grubun değerleri kontrol grubunun değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmıştı ( $p<0.008$ ) (Tablo 2-4).

Evre 3 diz OA'lı grubun non-dominant ekstremitede kontralateral ayak kalkışı parametresi değerinin diğer tüm grupların değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gösterdiği saptandı ( $p<0.008$ ). Bu parametrede dominant ekstremitede değerleri tüm gruplar için benzerdi ( $p>0.05$ ).

Tek adım zamanı ve kontralateral ayak kalkışı parametrelerinde değerlendirilen tüm gruplarda dominant ve non-dominant ekstremitede için elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulundu ( $p>0.05$ ). Kontrol grubu ve Evre 1 diz OA'lı grup dominant ekstremitede değerleri non-dominant ekstremitede değerleri ile karşılaştırıldığında adım uzunluğu parametresinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı, kontralateral ayak teması parametresinin ise anlamlı düzeyde azaldığı görüldü ( $p<0.05$ ). Tek destek zamanı ve duruş fazı uzunluğu parametrelerinde kontrol grubu, Evre 1 ve 2 diz OA'lı grubun dominant ve non-dominant ekstremitede değerleri arasında fark yoktu ( $p>0.05$ ). Tek destek zamanı ve duruş fazı uzunluğu parametrelerinde Evre 3 diz OA'lı bireylerin non-dominant ekstremitede değerlerinin dominant ekstremitede göre artmış olduğu belirlendi ( $p<0.05$ ) (Tablo 3 ve 4).

Yürüme hızı ile çift adım uzunluğu arasında kuvvetli ilişki olduğu saptandı ( $r=0.85$ ,  $p<0.001$ ). Yürüme hızı ile çift destek zamanı ve çift adım zamanı arasında ( $r=-0.74$ ,  $p<0.001$ ) ve yürüme hızıyla tek adım zamanı arasında ( $r=-0.71$ ,  $p<0.001$ ) negatif yönde kuvvetli korelasyon olduğu bulundu. Yürüme hızıyla tek destek zamanı arasında ise negatif yönde orta derecede korelasyon bulundu ( $r=-0.44$ ,  $p<0.001$ ). Çift adım zamanı ile çift destek zamanı arasında çok kuvvetli ilişki ( $r=0.84$ ,  $p<0.001$ ) izlenirken, çift adım zamanı ile tek destek zamanı arasında zayıf korelasyon ( $r=0.39$ ,  $p<0.001$ ) olduğu görüldü. Çift destek zamanı ile tempo arasında negatif yönde çok kuvvetli korelasyon ( $r=-0.89$ ,  $p<0.001$ ), çift destek zamanı ile duruş fazı uzunluğu arasında ise pozitif yönde çok kuvvetli korelasyon ( $r=0.82$ ,  $p<0.001$ ) mevcuttu.

## Tartışma

Bu çalışma diz OA'lı bireylerin zaman mesafe para-

metrelerindeki değişiklikler hakkında önemli bilgiler sağlamış ve Evre 3 diz OA'lı bireylerin yürüyüş hızında belirgin azalma bulunmuştur. Benzer şekilde, çift adım uzunluğu ve adım uzunluğu parametrelerinde de Evre 3 diz OA'lı bireylerde anlamlı azalma varken diğer gruplar arasında anlamlı bir fark yoktu. Literatürdeki birçok araştırmanın sonuçları çalışmamızla benzerdir.<sup>[5,7,15,16]</sup> Elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak, Huang ve ark., hafif ve şiddetli diz OA'lı hastaların yürüme hızının ve çift adım uzunluğunun sağlıklı bireylere göre azaldığını fakat bu farkın anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.<sup>[6]</sup> Mündermann ve ark. ise, diz OA'lı grubun sağlıklı gruba göre yürüme hızında artma olduğunu fakat bu farkın anlamlı olmadığını ifade etmişlerdir.<sup>[9]</sup> Kılıçoğlu ve ark.'nın çalışmasında, diz OA'lı hastaların sağlıklı gruba göre yürüme hızının daha düşük olduğu, fakat adım uzunluğunun benzer olduğu aktarılmaktadır.<sup>[17]</sup> Literatürdeki farklı sonuçlar, bu çalışmalarda değerlendirilen birey sayısının düşük olması<sup>[6,9]</sup> ve sağlıklı kontrol grubunun çalışmaya dahil edilmemesinden<sup>[17]</sup> kaynaklanabilir.

Diz OA'sında görülen en önemli kinetik değişiklik tepe diz addüktör momentinde artmadır.<sup>[2,3,5-9]</sup> Yürüme hızında azalma ile diz addüktör momentinde azalma arasındaki ilişki literatürde yer alan bazı çalışmalar tarafından ortaya konmuştur.<sup>[3,18]</sup> Yürüme hızı ile birlikte çift adım uzunluğundaki azalma, tepe diz addüktör momentini azaltmaya yönelik kompensatuar bir mekanizma olabilir. Literatürdeki birçok çalışma, yürüme hızındaki azalmanın, sagittal düzlem momentlerindeki azalma ile diz fleksiyon ve kalça fleksiyon açılarındaki azalmayla da ilişkili olduğunu göstermektedir.<sup>[18-22]</sup> Bu durum ileri yaşlarda diz OA'lı bireylerde düşme riskini arttıran önemli bir faktör olabilir. Zaman mesafe parametrelerinden adım genişliği parametresinde gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Literatürdeki çalışmaların<sup>[6,7,23]</sup> sonuçlarına benzer şekilde, bu çalışmamızın sonucu, diz OA'sında sık görülen varus deformitesi gibi biyomekanik değişikliklere rağmen adım genişliğinin herhangi bir değişiklik göstermediği ve normal adım genişliğinin korunduğunu teyit etmektedir.

Çalışmamızda çift adım zamanı, tek adım zamanı, çift destek zamanı, tempo ve non-dominant ekstremitede duruş fazı uzunluğu parametrelerinde, Evre 3 diz OA'lı grupta diğer gruplara göre belirgin artış olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, Kiss, yaptığı çalışmada çift destek zamanının OA şiddetine paralel şekilde arttığını göstermiştir.<sup>[7]</sup> Astephen ve ark. ise orta (Evre 2) ve şiddetli (Evre 3-4) OA'lı grupta sağlıklı gruba göre duruş fazı uzunluğu ile çift adım zamanının arttığını bulmuşlardır.<sup>[5]</sup> Harding ve ark. da diz OA'lı bireylerde duruş fazı uzunluğu ve duruş fazı zamanında artma olduğunu bildirirken,<sup>[15]</sup> Kılıçoğlu ve ark. diz OA'lı bireylerde çift

destek zamanında ve duruş fazı uzunluğunda artma rapor etmişlerdir.<sup>[17]</sup> Yapılan korelasyon analizi sonuçları, yürüme hızındaki azalma ile duruş fazı uzunluğundaki ve çift adım zamanındaki artmanın önemli bir nedeninin çift destek zamanındaki artma olabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar çift destek zamanındaki artmanın, yürüyüş esnasında dinamik eklem yüklenmesini her iki bacağı aktararak eklem yüklenmesini azaltan kompansatuar bir mekanizma olduğunu düşündürmektedir.

Literatürde yapılan bazı çalışmalar zaman mesafe parametrelerindeki değişikliklerin yürüme stabilitesini etkileyebileceğini veya yürüyüşteki stabilite kayıplarının bir işareti olabileceğini göstermektedir.<sup>[10,11]</sup> Hamacher ve ark.'nın çalışmasında, düşme hikayesi olan kişilerin olmayanlara göre adım uzunluğunda ve yürüme hızında azalma, duruş fazında ve adım genişliğinde artma bulunmuştur.<sup>[10]</sup> Evre 3 diz OA'lı grupta adım uzunluğunda ve yürüme hızında azalma, duruş fazında artma olması bu grupta düşme riskinin artmış olabileceğinin bir işareti olarak kabul edilebilir. McAndrew Young ve ark. ise, adım uzunluğundaki azalmanın mediolateral ve anteroposterior stabilitenin azalmasına, adım uzunluğundaki azalmanın ise anteroposterior stabilitenin azalmasını neden olduğunu saptamışlardır.<sup>[24]</sup> Evre 3 diz OA'lı hasta grubunda adım uzunluğundaki azalma, anteroposterior stabiliteyi azaltarak öne düşme eğiliminde artmaya neden olan bir diğer faktör olabilir.

Elde edilen bir diğer önemli bulgu, Evre 3 diz OA'lı bireylerde non-dominant ekstremiteye ait tek destek zamanı ve duruş fazı uzunluğu değerlerinin, dominant ekstremiteye göre belirgin artış göstermesiydi. Sözü edilen bireylerin dominant ekstremiteye yük aktarımından kaçındıkları ve daha çok non-dominant ekstremiteye yük aktardıkları görülmektedir. Literatürdeki birçok çalışmada klinik bulgular ile radyolojik bulgular arasında zayıf bir korelasyon olduğu gösterilmiştir.<sup>[25,26]</sup> Bu durum, değerlendirilen bireylerin radyografik olarak bilateral Evre 3 diz OA'sına sahip olmasına karşın dominant ekstremitenin ağrı, instabilite, eklem sertliği gibi klinik etkilenimlerinin non-dominant ekstremiteye göre daha fazla olabileceğini düşündürmektedir.

Elde edilen sonuçlar, OA şiddetinin zaman mesafe parametreleri üzerine etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu etki birçok zaman mesafe parametresinde Evre 3 diz OA'lı bireyler için anlamlı farklar yaratırken, Evre 1 ve 2 diz OA'lı bireylerde sağlıklı grubun değerlerine göre anlamlı bir fark bulunmamıştır. Literatürdeki çalışmalar diz OA şiddetinin zaman mesafe parametrelerinde ve yürüyüşün diğer parametrelerinde farklı değişikliklere neden olduğunu göstermektedir.<sup>[3,7,20,27]</sup> Kiss, diz OA şiddetindeki artmayla birlikte tempo, yürüme hızı ve açısız kinematik değerlerde azalma olduğunu

rapor etmiştir.<sup>[7]</sup> Şiddetli diz OA'lı olan bireylerle hafif diz OA'lı olan bireylerin karşılaştırıldığı benzer çalışmalarda, şiddetli diz OA'lı olan bireylerde diz addüktör momentinin daha fazla olduğu ve bunun mekanik eklem dizilimindeki bozukluklardan kaynaklandığı gösterilmiştir.<sup>[3,9,27]</sup> Nagano ve ark.'nın<sup>[28]</sup> çalışmasında, diz OA şiddetindeki artışla birlikte yürüyüş esnasında diz fleksiyon açısında azalmanın ve diz addüksiyon açısındaki değişikliklerin arttığı ortaya konmuştur. Yazarlar, bu değişikliklerin ağrıdaki artma, yürüme stabilitesindeki ve diz ekstansiyon kuvvetindeki azalmadan kaynaklandığını savunmuşlardır. Literatürdeki bazı çalışmalarda, diz fleksiyonundaki azalma ile OA şiddetindeki artma arasında pozitif yönde bir korelasyon olduğu gösterilmektedir.<sup>[5]</sup> Literatürdeki çalışmalar ile yaptığımız çalışmanın sonuçları, OA'nın şiddetinin artmasıyla birlikte ortaya çıkan ağrı ve hareket kısıtlılığında artma, nöromusküler kontrolde azalma, biyomekanik dizilimde bozulma sonucu farklı yürüme bozuklukları ve bunun sonucunda ortaya çıkan kompansatuar mekanizmaların daha belirgin bir şekilde ortaya çıktığını göstermektedir.

Kontrol grubundaki bireylerin yaş ortalamasının diğer gruplara göre düşük olması bu çalışmanın bir kısıtlılığı olarak görülebilir. Bununla birlikte, kontrol grubu ile Evre 1 ve 2 diz OA'lı grup arasında değerlendirilen parametrelerin tamamında anlamlı bir fark olmadığından, yaş ortalamasının çalışma sonuçlarını etkilemediğini veya kısıtlı etkileri olduğunu söyleyebiliriz. Bunun dışında, bu çalışmaya sadece Evre 1, 2 ve 3 diz OA'lı bireyler dahil edilmiştir. Çalışmaya Evre 4 diz OA'lı bireyler de dahil edilseydi, diz OA'lı hastalarda zaman mesafe parametrelerindeki değişiklikler hakkında daha önemli bilgiler elde edilebilirdi. Bu çalışmanın sonuçları, zaman mesafe parametrelerindeki değişikliklerin yürüme stabilitesi ve denge kaybıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Evre 4 diz OA'lı bireylerin dahil edildiği, yürüme stabilitesi ve denge kayıplarının sorgulandığı ve zaman mesafe parametrelerindeki değişiklikler ile ilişkilendirildiği gelecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, tüm zaman mesafe parametrelerinde sağlıklı grup ile Evre 1 ve 2 diz OA'sına sahip bireyler arasında belirgin bir fark olmasa da, tempo, yürüme hızı, çift adım uzunluğu ve tek adım uzunluğu parametreleri Evre 3 diz OA'lı bireylerde anlamlı derecede daha düşüktü. Ayrıca, çift adım zamanı, çift destek zamanı, tek adım zamanı, tek destek zamanı ve duruş fazı uzunluğu parametrelerinde, Evre 3 diz OA'lı bireylerin değerlerinde diğer gruplara göre belirgin artma olduğu saptandı. Bu hasta grubunda, çift adım uzunluğundaki azalma, çift destek zamanı, çift adım zamanı, tek adım zamanı ve tek destek zamanında artma yürüme hızındaki azalma ile ilişkilendirildi. Çalışmaya 65 yaş altı grup dahil edil-

diği halde, Evre 3 diz OA'lı grupta yürüme hızı ve adım uzunluğundaki azalma ile duruş fazı uzunluğundaki artma bu hasta grubunda yürüme stabilitesi ve denge etkilenimi olduğuna dair önemli kanıtlar ortaya koymaktadır. Bu yüzden, diz OA'lı bireylerin yürüme stabilitesi ve denge kaybı sorgulanmalı, risk içeren bireylerde denge ve stabiliteyi artırıcı egzersiz yaklaşımları, yaşam alanlarında düşme riskini azaltan düzenlemeler gibi gerekli koruyucu önlemler alınmalıdır.

**Çıkar örtüşmesi:** Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

### Kaynaklar

- Felson DT, Lawrence RC, Hochberg MC, McAlindon T, Dieppe PA, Minor MA, et al. Osteoarthritis: new insights. Part 2: treatment approaches. *Ann Intern Med* 2000;133:726-37.
- Baliunas AJ, Hurwitz DE, Ryals AB, Karrar A, Case JP, Block JA, et al. Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2002;10:573-9.
- Mündermann A, Dyrby CO, Hurwitz DE, Sharma L, Andriacchi TP. Potential strategies to reduce medial compartment loading in patients with knee osteoarthritis of varying severity: reduced walking speed. *Arthritis Rheum* 2004;50:1172-8.
- Henriksen M, Simonsen EB, Alkjaer T, Lund H, Graven-Nielsen T, Danneskiold-Samsøe B, et al. Increased joint loads during walking-a consequence of pain relief in knee osteoarthritis. *Knee* 2006;13:445-50.
- Astephen JL, Deluzio KJ, Caldwell GE, Dunbar MJ. Biomechanical changes at the hip, knee, and ankle joints during gait are associated with knee osteoarthritis severity. *J Orthop Res* 2008;26:332-41.
- Huang SC, Wei IP, Chien HL, Wang TM, Liu YH, Chen HL, et al. Effects of severity of degeneration on gait patterns in patients with medial knee osteoarthritis. *Med Eng Phys* 2008;30:997-1003.
- Kiss RM. Effect of severity of knee osteoarthritis on the variability of gait parameters. *J Electromyogr Kinesiol* 2011;21:695-703.
- Kaufman KR, Hughes C, Morrey BF, Morrey M, An KN. Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. *J Biomech* 2001;34:907-15.
- Mündermann A, Dyrby CO, Andriacchi TP. Secondary gait changes in patients with medial compartment knee osteoarthritis: increased load at the ankle, knee, and hip during walking. *Arthritis Rheum* 2005;52:2835-44.
- Hamacher D, Singh NB, Van Dieën JH, Heller MO, Taylor WR. Kinematic measures for assessing gait stability in elderly individuals: a systematic review. *J R Soc Interface* 2011;8:1682-98.
- Barrett RS, Mills PM, Begg RK. A systematic review of the effect of ageing and falls history on minimum foot clearance characteristics during level walking. *Gait Posture* 2010;32:429-35.
- Huang MH, Brown SH. Age differences in the control of postural stability during reaching tasks. *Gait Posture* 2013;38:837-42.
- Davis RB, Öunpuu S, Tyburski DJ, Gage JR. A gait analysis data collection and reduction technique. *Hum Mov Sci* 1991;10:575-87.
- Kirtley C. Three-dimensional gait analysis. *Clinical gait analysis: Theory and practice*. 1st ed. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone; 2006.
- Harding GT, Hubley-Kozey CL, Dunbar MJ, Stanish WD, Astephen Wilson JL. Body mass index affects knee joint mechanics during gait differently with and without moderate knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2012;20:1234-42.
- Solak AS, Kentel B, Ateş Y. Does bilateral total knee arthroplasty affect gait in women?: comparison of gait analyses before and after total knee arthroplasty compared with normal knees. *J Arthroplasty* 2005;20:745-50.
- Kiliçoğlu O, Dönmez A, Karagülle Z, Erdoğan N, Akalan E, Temelli Y. Effect of balneotherapy on temporospatial gait characteristics of patients with osteoarthritis of the knee. *Rheumatol Int* 2010;30:739-47.
- Andriacchi TP, Ogle JA, Galante JO. Walking speed as a basis for normal and abnormal gait measurements. *J Biomech* 1977;10:261-8.
- Möckel G, Perka C, Labs K, Duda G. The influence of walking speed on kinetic and kinematic parameters in patients with osteoarthritis of the hip using a force-instrumented treadmill and standardised gait speeds. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003;123:278-82.
- Zeni JA Jr, Higginson JS. Differences in gait parameters between healthy subjects and persons with moderate and severe knee osteoarthritis: a result of altered walking speed? *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2009;24:372-8.
- Kirtley C, Whittle MW, Jefferson RJ. Influence of walking speed on gait parameters. *J Biomed Eng* 1985;7:282-8.
- Lelas JL, Merriman GJ, Riley PO, Kerrigan DC. Predicting peak kinematic and kinetic parameters from gait speed. *Gait Posture* 2003;17:106-12.
- Baert IA, Jonkers I, Staes F, Luyten FP, Truijien S, Verschueren SM. Gait characteristics and lower limb muscle strength in women with early and established knee osteoarthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2013;28:40-7.
- McAndrew Young PM, Dingwell JB. Voluntary changes in step width and step length during human walking affect dynamic margins of stability. *Gait Posture* 2012;36:219-24.
- Hannan MT, Felson DT, Pincus T. Analysis of the discordance between radiographic changes and knee pain in osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 2000;27:1513-7.
- Dieppe PA. Relationship between symptoms and structural change in osteoarthritis. what are the important targets for osteoarthritis therapy? *J Rheumatol Suppl* 2004;70:50-3.
- Henriksen M, Graven-Nielsen T, Aaboe J, Andriacchi TP, Bliddal H. Gait changes in patients with knee osteoarthritis are replicated by experimental knee pain. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2010;62:501-9.
- Nagano Y, Naito K, Saho Y, Torii S, Ogata T, Nakazawa K, Akai M, Fukubayashi T. Association between in vivo knee kinematics during gait and the severity of knee osteoarthritis. *Knee* 2012;19:628-32.