



18-25 Yaş Arası Genç Erişkinlerde Quadriceps Açısının Yürüme Paternine Etkisi

The Effect of the Quadriceps Angle on the Gait Pattern in Young Adults Aged 18-25 Years

© Ayşe Zeynep YILMAZER KAYATEKİN¹, © Oğuz TAŞKINALP², © Enis ULUÇAM²

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye

²Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye

ÖZ

Amaç: Quadriceps açısı (Q açısı), patella'ya uygulanan çekim kuvvetlerin yönü ve büyüklüğü hakkında bilgi verdiği diz eklemini ilgilendiren patolojilerin öngörüsü, tanısı ve tedavi takibinde kullanılmaktadır. Spina iliaca anterior superior ile patella orta noktası arasındaki çizgi ve tuberositas tibiae ile patella orta noktası arasındaki çizgiler arasında ölçülür. Çalışmamızda diz ekleminin anatomik yapılarının dizilimi hakkında bilgi veren bu açı ile alt ekstremitenin önemli fonksiyon gösterdiği yürüme ve statik denge arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza katılan 18-25 yaş aralığında 106 kadın ve 105 erkek sağlıklı gönüllünün boy ve kilo ölçümü yapıldı, ayakta ve supin pozisyonlarda gonyometre ile bilateral Q açıları ölçüldü. Yürüyüş ve statik denge analizleri için kuvvet platformu Zebris® FDM System Type FDM 1,5 ve WinFDM bilgisayar programı kullanıldı. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS 20 programı kullanıldı. İstatistiksel olarak anlamlılık sınırı $p < 0,05$ olarak belirlendi.

Bulgular: Yapılan değerlendirmeler neticesinde Q açısı ile yürüyüş analizi parametreleri arasında anlamlı ilişki olmadığı görüldü. Yürüyüş analizi yapılarak ulaşılan yer tepkime kuvvet parametreleri ve kelebek diyagramı parametreleri ile statik denge analizi parametrelerinden bazılarının Q açısı ile zayıf ya da orta düzeyde ilişkili olduğu görüldü. Q açısı ile ilişkili bulunan parametreler sağ veya sol tarafa, cinsiyete, Q açısı ölçüm yöntemine göre sınıflandırılabilir bir düzen sergilemedi.

Sonuç: Q açısının yürüme paterni ile ilişkisinin aydınlatılması için kapsamlı araştırmalara ihtiyaç olduğunu ve araştırmamızın Q açısının, yürüme ve denge ile arasındaki ilişkiyi incelemesi açısından öncü bir çalışma olarak literatüre katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Quadriceps açısı, Q açısı, yürüyüş analizi

ABSTRACT

Aim: The Quadriceps angle (Q angle) is used for the prediction, diagnosis, and follow-up of pathologies of knee joint. It gives information about the direction and size of forces applied to the patella. It is described as the angle formed by lines drawn from anterior superior iliac spine to the midpoint of the patella, and from the midpoint of the patella to tibial tuberosity. It gives information about the alignment of anatomical structures of the knee joint. We aimed to investigate the effects of Q angle upon gait and static balance.

Materials and Methods: A sample of 106 female and 105 male healthy subjects at age 18-25 years participated in our study. After noting their height and weight, bilateral Q angles were measured with goniometer in standing and supine positions. The force platform Zebris® FDM System Type FDM 1.5 and the WinFDM computer program were used for the gait and stance analysis. SPSS 20 program was used for statistical analysis of the obtained data. Statistical significance limit was determined as $p < 0.05$.

Results: We assessed that there was no significant relationship between Q angle and gait analysis parameters. We observed that some of ground reaction force parameters and the butterfly diagram parameters obtained through the gait analysis as well as some of the stance analysis parameters

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Ayşe Zeynep YILMAZER KAYATEKİN, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye

E-posta: zyilmazer@nku.edu.tr **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-1144-382X

Geliş Tarihi/Received: 01.11.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 24.12.2024 **Yayınlanma Tarihi/Publication Date:** 06.03.2025

Atıf/Cite this article as: Yilmazer Kayatekin AZ, Taşkınalp O, Uluçam E. The effect of the quadriceps angle on the gait pattern in young adults aged 18-25 years. Nam Kem Med J. 2025;13(1):38-46

©Telif Hakkı 2025 Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi / Namık Kemal Tıp Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.
©Copyright 2025 by Tekirdağ Namık Kemal University / Namık Kemal Medical Journal is published by Galenos Publishing House.
Creative Commons Atıf-GayriTicari-Türetilemez 4.0 (CC BY-NC-ND) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



were weak or moderately related to the Q angle. Parameters related to the Q angle did not show a pattern that would be classified by the Q angle measurement method or by the side or by the gender.

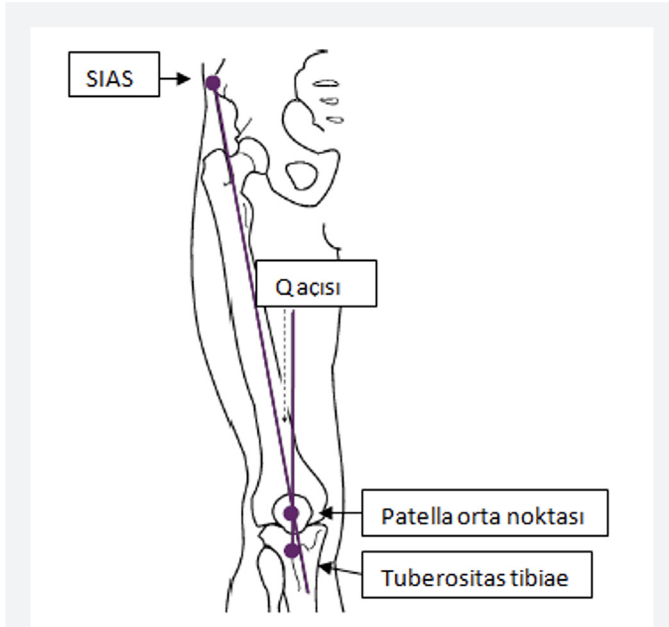
Conclusion: We think that it is necessary to conduct more extensive research in order to clarify the relationship between Q angle and walking pattern. We suggest that our research will contribute to the literature as a pioneering study in terms of the relationship between the Q angle and gait analysis as well as the stance analysis.

Keywords: Quadriceps angle, Q angle, gait analysis

GİRİŞ

Spina iliaca anterior superior (SIAS) ile patellanın orta noktasından geçen çizgi ve tuberositas tibiae ile patellanın orta noktasından geçen çizgi arasında oluşan dar açı (Şekil 1), Quadriceps (Q) açısı olarak adlandırılır^{1,2}. Q açısı, patellaya proksimal ve distal yönden etki eden kuvvetler arasındaki açıyı temsil eder³ ve patellar tendona iletilen ekstansiyon kuvvetinin vektörel yönelimini ifade eder^{1,2,4,5}.

Q açısının normal değer aralığı erkeklerde 10-14°; kadınlarda 15-23° arasında bulunmuştur⁶. Açıdaki farklılıkların kişinin boyu veya kas gücü ile ilişkili olabileceği söylenmiştir⁷⁻¹⁰. Ayrıca, Q açısı ölçüm pozisyonundan etkilenir; supin pozisyonda ölçülen değerler, ayakta ölçülenlere göre 0,2-1,3° daha düşük bulunmuştur¹⁰⁻¹³. Ek olarak, diz ekstansiyon sırasında musculus (m.) quadriceps femoris kasının kasılması patellayı laterale kaydırarak Q açısında artışa neden olurken, diz fleksiyona geçtiğinde tibianın iç rotasyonu ile Q açısı azalır^{10,12,13}. Ölçüm sırasında ayağın pozisyonunun da Q açısını etkilediği bilinmektedir².



Şekil 1. Quadriceps açısı⁶

SIAS: Spina iliaca anterior superior, Q: Quadriceps

Artan Q açısı, patellaya uygulanan lateral çekim kuvvetini artırarak patellofemoral eklem üzerindeki basıncı yükseltir¹⁴⁻¹⁶. Bu durum ilerleyen zamanda patellofemoral ağrı ve eklem kıkırdağı dejenerasyonuna neden olabilir¹⁷⁻¹⁹.

Bununla birlikte, patellofemoral eklem, yürüme sırasında diz eklemi biyomekaniğinin önemli bir parçasıdır. Diz ekstansiyonu ve fleksiyonu sırasında patellanın doğru konumda kalmasının, bacak hareketlerinin koordinasyonunda ve alt ekstremitenin ürettiği kuvvetlerin etkin bir şekilde aktarılmasında önemli bir rol oynayabileceğini düşünmekteyiz. Bu durumun yürümeye etkisi yürüme analizi yöntemiyle incelenebilir. Çünkü yürüme analizi, çeşitli ölçüm sistemleri kullanılarak yürüme döngülerini objektif olarak değerlendirme imkânı sunmaktadır²⁰⁻²².

Bu araştırma, Q açısının yürüme mekanikleri üzerindeki etkisinin detaylı bir şekilde incelenmesini sağlayarak, mevcut literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Şu ana kadar yapılan çalışmalar, Q açısının statik ölçümlerine ve patellofemoral ağrı ya da diz eklemi biyomekaniği ile ilişkisine odaklanmıştır^{1,2,14}. Ancak, Q açısının dinamik süreçlerde, özellikle yürüme sırasında nasıl değiştiği ve bu değişimlerin yürüme döngüsünün farklı evrelerindeki etkileri yeterince araştırılmamıştır. Bu araştırma, statik Q açısı ölçümleri ile dinamik yürüme analizlerini bir araya getirerek, klinik değerlendirme ve tedavi protokollerinde yeni bir bakış açısı sunabilir. Bu sayede, bireylerin yürüme bozukluklarının veya diz eklemi patolojilerinin erken teşhisinde Q açısı ölçümünün kullanılabilirliği artırılabilir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamıza 18-25 yaş arasında 105 erkek ve 106 kadın toplam 211 sağlıklı gönüllü katıldı. Ölçümlere başlamadan önce Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik onayı alındı (karar no: 04/03, tarih: 01.03.2017). Lokomotor sistemi etkileyen akut ya da kronik hastalığı olanlar araştırmaya dahil edilmedi. Tüm ölçümleri aynı araştırmacı günün aynı saatleri içinde (15.00-17.00) kaydetti. Gönüller bilgilendirildi ve onamları alındıktan sonra imzaladıkları bilgilendirilmiş gönüllü onam formunun bir örneği de kendilerine verildi. Q açısı ayakta ve supin pozisyonda ölçüldü. Denekler ayakta, dik pozisyonda ve ayaklar nötral pozisyonda iken SIAS, patella orta noktası ve tuberositas tibiae palpasyon ile bulunarak işaretlendi ve bu noktalardan geçen hatlar arasındaki dar açı gonyometre ile ölçüldü. Ölçüm sırasında

deneklerden m. quadriceps femoris'i kasmamaları istendi. Ölçümler her iki taraf için de iki dakika ara ile üç kez tekrarlandı ve ortalama değer kayıt edildi. Ayakta ölçüm yapıldığında parmak uçlarının tam karşıya gösterir doğrultuda olması sağlandı, supin pozisyonda ölçüm yapılırken ayak rotasyonunu önlemek için pasif destek verildi.

Yürüme analizi için kuvvet platformu Zebris®, FDM System Type FDM 1,5 ve WinFDM bilgisayar programı kullanıldı. Gönüllülerden ayakta dik durumda, gözleri açık, baş tam karşıya bakacak pozisyonda, kolları vücudun iki yanında serbestçe salınırken kendi normal yürüme hızları ile yürümeleri istendi. Yürüyüş analizi her denek için üç kez tekrarlanarak ortalama değerler kayıt edildi. Yürüyüş analizi ile elde edilen veriler; zaman, mekan, zaman-faz ve uzay-zaman olarak belirlenen

başlıklar altında değerlendirildi^{20,21}. Yürüyüş analizi sonucu elde edilen ve çalışmamızda kullanılan parametreler Tablo 1'de açıklanmıştır.

İstatiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler SPSS for Windows 20.0 paket programı kullanılarak analiz edildi. Kolmogorov-Smirnov normallik testi verilerin normal dağılıma uyduğunu gösterdiğinden gruplar arası istatistiksel analiz Student t-testi ile yapıldı ve sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi.

Q açısının yürüme ve denge parametreleri ile ilişkisinin karşılaştırılması için Spearman korelasyon testi yapıldı. Spearman korelasyon katsayısı, 0-0,24 aralığında zayıf ilişkili, 0,25-0,49

Tablo 1. Yürüyüş analizi ile elde edilen parametreler²⁰

Zaman parametreleri	Adım zamanı (s)	Bir taraftaki ayağın zemine ilk temasından diğer ayağın zemine ilk temasına dek geçen süredir. Sağ adım süresi ve sol adım süresi olarak ifade edilir.
	Çift adım zamanı (s)	Aynı taraftaki ayağın birbirini izleyen iki ilk yere teması arasında geçen zamandır.
Mekan parametreleri	Adım uzunluğu (cm)	Yürüme doğrultusunda birbirini izleyen iki ayağın topukları arasındaki uzaklıktır. Aynı tarafa ait birbirini izleyen iki topuk arasındaki uzaklık ise çift adım uzunluğu olarak adlandırılır. Bir yürüme döngüsü ise birbirini izleyen farklı taraflara ait adımları içerir.
	Adım genişliği (cm)	İki tarafın dikey eksenleri arasındaki dikey eksenler arasındaki mesafedir. Dikey eksenler articulatio (art.) talocruralis ya da calcaneus'un ortasından geçer.
	Ayak rotasyonu (°)	Yürüme yönü ile ayağın uzun aksı arasında ölçülen açıdır.
Uzay-zaman parametreleri	Yürüme hızı (cm/s)	Yürünen uzaklık, yürüme zamanına bölünerek elde edilir. Çift adım uzunluğu kadans ile çarpılıp, ikiye bölünerek de hesaplanabilir.
	Kadans (tempo) (adım/dakika)	Bir dakikada atılan toplam adım sayısıdır.
Zaman-faz parametreleri	Sağ-sol basma (%YD)	Ayak topuğunun zemine ilk teması ile başlayıp aynı ayağın parmaklarının zeminden teması kesilene dek süren evreye duruş fazı denir. Bir yürüme evresinde ağırlık bu fazda taşınmaktadır. Bu fazın süresi duruş süresi olarak ifade edilir.
	Sağ-sol yüklenme (%YD)	Duruş fazı içerisinde, birinci çift destek evresi başlayana kadar geçen zamanın yürüme döngüsüne oranıdır.
	Sağ-sol salınım öncesi (%YD)	Bir taraftaki ayağın topuğunun zemine ilk teması ile diğer taraftaki ayağın parmaklarının yerden kaldırılmasına kadar geçen evredir.
	Sağ-sol salınım fazı (%YD)	Ayak parmaklarının yerden ayrılması ile başlayan ve aynı ayak topuğunun yere ilk değdiği ana kadar geçen sürenin tüm döngüye oranıdır.
	Sağ-sol tek destek (%YD)	Sadece bir taraftaki ayağın zemine temas ettiği fazdır. Diğer taraftaki ayağın zemine son temasından itibaren aynı ayağın parmaklarının yere bir sonraki ilk temasına kadar süren evredir.
	Toplam çift destek (%YD)	Bir yürüme döngüsü içerisinde, her iki ayağın da zemine temas ettiği iki dönem süresinin toplamıdır.
Kelebek diyagramı parametreleri	Yürüme çizgisi uzunluğu	İki tarafa ait zemine temaslar ayrı ayrı incelendiğinde, bir tarafa ait basınç merkezlerini gösteren çizgi uzunluğuna ait ortalama değerdir. Sadece bir tarafın adımlarında kaydedilen maksimum tepe basıncı ilerleyişini gösterir. Kelebek diyagramı ekranından kaynaklanmayan tek parametredir.
	Tek destek çizgisi	Ayak tabanlarının zemine temaslarının tamamı değerlendirilerek, basıncın ilerleyişini gösteren çizgilerin ortalama uzunluğudur.
	Ön-arka pozisyon	Tüm adımlar için, kelebek diyagramı ekranında basınç merkezlerinin kesişim noktasının öne ve arkaya kaymasını ifade eder.
	Ön-arka değişkenlik	Ön-arka pozisyonun standart sapma değerini ifade eder.
YD: Yürüyüş döngüsü		

aralığında orta ilişkili, 0,50-0,74 aralığında iyi ilişkili, 0,75-1,00 aralığında güçlü ilişkili olarak değerlendirildi. İstatistiksel olarak anlamlı kabul edilecek verilerin sınır değeri olarak $p<0,05$ değeri seçildi.

BULGULAR

Çalışmamıza katılan gönüllülere ait antropometrik veriler incelendiğinde kadınlar ve erkeklerin ortalama boy uzunlukları, vücut ağırlıkları ve vücut kitle indeksleri arasında anlamlı farklılık olduğu ($p<0,05$) ancak Q açısı değerlerinin anlamlı farklılığı olmadığı görüldü (Tablo 2).

Gönüllülerin yürüme parametreleri ile Q açısı değerleri arasında anlamlı ilişki saptanamadı ($p>0,05$) (Tablo 3).

Kadınlarda hesaplanan Q açısı ortalama verileri ile yer tepkime kuvvetleri parametreleri arasında anlamlı ilişki saptanamadı ($p>0,05$). Erkeklerde ise sol dizde hem supin hem de ayakta ölçülen Q açısı ortalama değerleri ile sağ ayağın F1 maks ile sol ayağın F1 maks ve F2 maks ortalama değeri arasında negatif korelasyon olduğu görüldü ($p<0,05$). Erkeklerin sağ dizde ayakta ölçülen Q açısı ortalama değeri ile sol ayağın F1 maks ortalama değeri arasında negatif yönde korelasyon olduğu görüldü ($p<0,05$) (Tablo 4).

Tablo 2. Antropometrik veriler, quadriceps açısı değerleri ve yürüyüş analizi parametreleri

	Kadın (n=106) ort ± SS	Erkek (n=105) ort ± SS	p-value	
Antropometrik veriler	Yaş (yıl)	19,23±1,34	0,418	
	Boy (cm)	164,62±5,64	0,0001*	
	Kilo (kg)	60,00±9,38	0,0001*	
	VKİ (kilo/boyx2)	22,16±3,11	0,002*	
Q açısı değerleri	Q açısı, supin, sağ (°)	15,14±2,36	0,932	
	Q açısı, supin, sol (°)	15,05±2,20	0,223	
	Q açısı, ayakta, sağ (°)	15,51±2,27	0,486	
	Q açısı, ayakta, sol (°)	15,37±2,21	0,184	
Yürüme Analizi Parametreleri	Sol ayak rotasyonu (°)	6,23±4,12	0,0001*	
	Sağ ayak rotasyonu (°)	7,54±3,62	0,0001*	
	Adım genişliği (cm)	9,70±2,67	0,0001*	
	Sol adım uzunluğu (cm)	61,34±5,21	0,026*	
	Sağ adım uzunluğu (cm)	61,43±5,24	0,003*	
	Çift adım uzunluğu (cm)	122,60±10,13	0,012*	
	Sol adım zamanı (sn)	0,86±0,35	0,041*	
	Sağ adım zamanı (sn)	0,91±0,29	0,102	
	Çift adım zamanı (sn)	1,00±0,00	2,27±12,98	0,315
	Sol basma fazı (%)	62,50±1,73	62,84±1,52	0,107
	Sağ basma fazı (%)	63,33±1,50	63,07±1,58	0,295
	Sol yüklenme (%)	12,92±1,33	12,85±1,47	0,823
	Sağ yüklenme (%)	12,62±1,66	12,63±1,45	0,617
	Sol tek destek (%)	36,97±1,56	37,36±1,59	0,120
	Sağ tek destek (%)	37,70±1,69	37,50±1,54	0,218
	Sol salınım öncesi (%)	37,50±1,73	37,16±1,52	0,107
	Sağ salınım öncesi (%)	36,70±1,50	36,73±2,59	0,402
	Toplam çift destek (%)	25,71±3,94	25,25±2,75	0,868
	Kadans (adım/dakika)	54,89±3,59	51,95±4,13	0,0001*
	Hız (km/saat)	3,96±0,55	3,96±0,68	0,815

Tablo 2. Devamı

		Kadın (n=106) ort ± SS	Erkek (n=105) ort ± SS	p-value
YTK Parametreleri	F1 maks Sağ (N)	604,60±112,70	768,53±147,94	0,0001*
	F1 maks Sol (N)	628,93±112,90	800,10±148,33	0,0001*
	F2 maks Sağ (N)	652,54±112,05	811,36±129,19	0,0001*
	F2 maks Sol (N)	666,26±107,49	824,82±127,17	0,0001*
	T1 maks Sağ (sn)	0,19±0,07	0,20±0,051	0,3920
	T1 maks Sol (sn)	0,19±0,04	0,20±0,05	0,5480
	T2 maks Sağ (sn)	0,51±0,06	0,54±0,052	0,0020*
	T2 maks Sol (sn)	0,52±0,04	0,55±0,05	0,0001*
Kelebek Diyagramı Parametreleri	Yürüme çizgisi uzunluğu, sol (mm)	211,82±13,33	233,31±18,69	0,0001*
	Yürüme çizgisi uzunluğu, sağ (mm)	209,16±15,45	232,15±17,79	0,0001*
	Tek destek çizgisi, sol (mm)	132,53±16,19	141,77±14,55	0,0001*
	Tek destek çizgisi, sağ (mm)	133,02±13,41	141,73±14,78	0,0001*
	Ön-arka pozisyon (mm)	6,25±6,48	6,00±3,77	0,1780

Student t-test, VKİ: Vücut kitle indeksi, YTK: Yer tepkime kuvvetleri, ort: ortalama, SS: Standart sapma, *: p<0.05

Tablo 3. Quadriceps açısı ile yürüyüş analizi verilerinin korelasyonu

Yürüme analizi parametreleri			Kadın (n=106) ort ± SS				Erkek (n=105) ort ± SS			
			Q supin sağ (°)	Q supin sol (°)	Q ayakta sağ (°)	Q ayakta sol (°)	Q supin sağ (°)	Q supin sol (°)	Q ayakta sağ (°)	Q ayakta sol (°)
Ayak rotasyonu (°)	Sol	r	-0,042	-0,099	-0,084	-0,105	-0,087	-0,140	-0,088	-0,094
		p	0,667	0,313	0,393	0,283	0,377	0,153	0,374	0,341
	Sağ	r	0,049	0,082	0,104	0,134	-0,008	0,005	0,068	0,051
		p	0,617	0,403	0,289	0,169	0,937	0,960	0,491	0,604
Adım genişliği (cm)	r	0,014	-0,002	-0,021	-0,027	-0,080	-0,088	-0,006	0,011	
	p	0,889	0,984	0,829	0,785	0,418	0,370	0,955	0,910	
Adım uzunluğu (cm)	Sol	r	0,113	0,043	0,078	0,073	0,043	-0,024	-0,036	-0,067
		p	0,250	0,661	0,428	0,455	0,661	0,808	0,719	0,498
	Sağ	r	0,131	0,074	0,086	0,093	0,036	-0,011	-0,005	-0,055
		p	0,181	0,450	0,381	0,342	0,712	0,909	0,963	0,578
Çift adım uzunluğu (cm)	r	0,121	0,058	0,083	0,083	0,054	0,004	-0,009	-0,041	
	p	0,215	0,558	0,397	0,399	0,588	0,970	0,930	0,681	
Adım zamanı (sn)	Sol	r	-0,071	-0,056	-0,061	-0,062	0,009	0,035	0,026	0,103
		p	0,467	0,570	0,532	0,526	0,928	0,719	0,792	0,298
	Sağ	r	-0,033	-0,089	-0,126	-0,123	0,092	0,084	0,051	0,102
		p	0,736	0,364	0,198	0,210	0,350	0,392	0,608	0,301
Çift adım zamanı (sn)	r	-0,049	-0,024	-0,048	-0,051	0,067	0,077	0,055	0,100	
	p	0,620	0,805	0,524	0,605	0,498	0,434	0,578	0,308	
Basma fazı (%)	Sol	r	0,104	0,086	0,157	0,130	-0,055	-0,047	-0,033	-0,014
		p	0,288	0,382	0,109	0,182	0,579	0,636	0,741	0,887
	Sağ	r	-0,047	0,011	-0,032	-0,007	0,006	0,015	0,002	0,082
		p	0,630	0,909	0,741	0,945	0,951	0,876	0,983	0,407

Tablo 3. Devamı

Yürüme analizi parametreleri			Kadın (n=106) ort ± SS				Erkek (n=105) ort ± SS			
			Q supin sağ (°)	Q supin sol (°)	Q ayakta sağ (°)	Q ayakta sol (°)	Q supin sağ (°)	Q supin sol (°)	Q ayakta sağ (°)	Q ayakta sol (°)
Yüklenme (%)	Sol	r	-0,033	-0,005	0,015	0,021	0,051	0,044	0,043	0,101
		p	0,735	0,962	0,877	0,835	0,607	0,659	0,664	0,307
	Sağ	r	0,094	0,110	0,137	0,154	-0,092	-0,088	-0,085	-0,027
		p	0,336	0,261	0,162	0,116	0,350	0,373	0,387	0,82
Tek destek (%)	Sol	r	0,015	-0,037	-0,018	-0,052	-0,068	-0,060	-0,046	-0,124
		p	0,877	0,703	0,852	0,596	0,492	0,544	0,643	0,207
	Sağ	r	-0,054	-0,041	-0,085	-0,093	0,065	0,071	0,028	0,005
		p	0,583	0,675	0,389	0,341	0,510	0,470	0,778	0,957
Salınım öncesi (%)	Sol	r	-0,104	-0,086	-0,157	-0,130	0,055	0,047	0,033	0,014
		p	0,288	0,382	0,109	0,182	0,579	0,636	0,741	0,887
	Sağ	r	0,043	-0,017	0,025	0,001	-0,007	-0,014	-0,004	-0,080
		p	0,662	0,866	0,799	0,994	0,947	0,889	0,964	0,415
Toplam çift destek (%)	r	0,063	0,101	0,108	0,120	-0,014	-0,030	-0,014	0,038	
	p	0,522	0,301	0,272	0,221	0,887	0,764	0,884	0,699	
Kadans (adım/dakika)	r	0,046	0,026	0,048	0,056	-0,075	-0,088	-0,054	-0,102	
	p	0,639	0,792	0,624	0,566	0,447	0,374	0,582	0,300	
Hız (km/saat)	r	0,089	0,008	0,066	0,050	-0,059	-0,057	-0,089	-0,129	
	p	0,365	0,938	0,502	0,614	0,551	0,565	0,368	0,190	

Spearman korelasyon, ort: ortalama, SS: Standart sapma, r: Spearman Korelasyon katsayısı; 0-0,24 zayıf, 0,25-0,49 orta, 0,50-0,74 iyi, 0,75-1,00 güçlü korelasyon, Q: Quadriceps

Tablo 4. Quadriceps açısı ve kelebek diyagramı verilerinin korelasyonu

YTK parametreleri			Kadın (n=106) ort ± SS				Erkek (n=105) ort ± SS			
			Q supin sağ (°)	Q supin sol (°)	Q ayakta sağ (°)	Q ayakta sol (°)	Q supin sağ (°)	Q supin sol (°)	Q ayakta sağ (°)	Q ayakta sol (°)
F1 maks (N)	Sağ	r	0,139	0,138	0,128	0,122	-0,174	-0,254	-0,139	-0,222
		p	0,155	0,159	0,190	0,212	0,076	0,009*	0,159	0,023*
	Sol	r	0,065	0,044	0,031	0,033	-0,182	-0,271	-0,228	-0,268
		p	0,507	0,651	0,752	0,737	0,062	0,005*	0,019	0,006*
F2 maks (N)	Sağ	r	0,127	0,121	0,111	0,127	-0,061	-0,157	-0,62	-0,136
		p	0,196	0,215	0,257	0,193	0,539	0,110	0,528	0,166
	Sol	r	0,027	0,017	0,003	0,034	-0,106	-0,212	-0,145	-0,211
		p	0,785	0,862	0,979	0,733	0,280	0,030*	0,141	0,031*
T1 maks (sn)	Sağ	r	-0,057	-0,032	-0,054	-0,063	0,030	0,057	0,018	0,052
		p	0,560	0,747	0,581	0,520	0,760	0,566	0,858	0,601
	Sol	r	0,001	-0,024	-0,036	-0,050	0,031	0,035	0,045	0,092
		p	0,991	0,809	0,714	0,612	0,752	0,719	0,649	0,352
T2 maks (sn)	Sağ	r	0,045	0,056	0,067	0,038	0,065	0,074	0,039	0,087
		p	0,647	0,569	0,496	0,696	0,507	0,452	0,691	0,380
	Sol	r	-0,021	0,015	-0,002	0,011	0,151	0,152	0,150	0,180
		p	0,834	0,878	0,986	0,913	0,124	0,121	0,127	0,066

Spearman korelasyon, YTK: Yer tepkime kuvvetleri, ort: ortalama, SS: standart sapma, r: Spearman korelasyon katsayısı, 0-0,24 zayıf, 0,25-0,49 orta, 0,50-0,74 iyi, 0,75-1,00 güçlü korelasyon, *= p<0,05

Kadınlarda sağ dizde Q açısı ortalama değeri ile sağ taraf yürüme çizgisi uzunluğu ve sol tataraf tek destek çizgisi arasında zayıf korelasyon olduğu görüldü ($r=0-0,24$, $p<0,05$). Kadınların sol dizinde ayakta ölçülen Q açısı ortalama değeri ile sol yürüme çizgisi uzunluğu sağ yürüme çizgisi uzunluğu ve sol destek çizgisi arasında zayıf korelasyon olduğu görüldü ($r=0-0,24$, $p<0,05$). Erkeklerde supin pozisyonda ölçülen Q açısı ortalama değerleri her iki dizde de ön-arka pozisyonla zayıf ilişkili ($r=0-0,24$; $p<0,05$); ayakta yapılan ölçümle elde edilen Q açısı ortalama değerleri orta düzeyde ilişkili bulundu ($r=0,25-0,49$; $p<0,05$). Veriler Tablo 5'de gösterilmiştir.

TARTIŞMA

Alt ekstremitenin tüm parçaları yürüme esnasında bir seri işlevi birlikte ve sırayla gerçekleştirerek hareketin sağlanması ve dengenin korunmasında görev alır. Diz eklemi biyomekanik ve kinematik açıdan alt ekstremitenin diğer lokomotor sistem yapılarının yerleşim ve diziliminden etkilenmektedir^{3,23}. Q açısının literatürde belirtilen normal değer aralığından yüksek olması, m. quadriceps femoris'in ekstansiyon mekanizmasındaki disfonksiyonu ve patella'nın lateral yanlı yerleşimi ile ilişkili olup patellofemoral ağrı için zemin oluşturmaktadır¹⁶. Femur'un anteversiyon açısının artmış olması veya tibia'nın internal rotasyonunun, Q açısının yükselmesine yol açtığı ve tibia'nın iç rotasyonunun da art. subtalaris'in eversiyon yapması ile kompanse ediliyor olabileceğini belirtmiştir²⁴. Daha geniş Q açısına sahip bireyler, art. subtalaris seviyesinde daha geniş eversiyon açısına sahip olabilir ve ilerleyen dönemde bu durum patella'nın dış yana doğru yer değiştirmesine neden olabilir²⁵.

Aglietti ve ark.²⁶ geleneksel yöntemle yaptıkları ölçüm sonucunda Q açısının ortalama değerini 15° bulmuşlar ve 20° üzerindeki değerlerin normalin dışında olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kernozek ve Greer²³ deneklerin tercih etikleri şekilde ayakta durdukları sırada Q açısını ortalama $16,63\pm 6,07^\circ$; topuklar 4 cm aralık, ayaklar 7° abduksiyonda iken ise $14,57\pm 8,06^\circ$ olarak ölçmüştür. Q açısının literatür verilerine göre $8-17^\circ$ aralığında olduğunu ve kadınlarda açının daha geniş olduğunu belirten Woodland ve Francis¹², çalışmalarında ayakta ölçülen Q açısının supin pozisyona göre $0,9-1,2^\circ$ daha yüksek olduğunu ve bu durumun ayakta durulduğu sırada taşınan yük ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Guerra ve ark.¹¹, Q açısının supin ve ayakta ölçülmesi arasında anlamlı fark olmadığını, ancak m. quadriceps femoris'in kasıldığında Q açısının anlamlı olarak daraldığını, bu durumun patella'nın dış yana ve yukarı doğru yer değiştirmesine bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Horton ve Hall'in⁷, ortalama Q açısı değerini $13,5\pm 4,5^\circ$ olarak bulduğu çalışmalarında kadınların ortalama Q açısı değeri erkeklerden ortalama $4,6^\circ$ daha yüksektir. Cinsiyet faktöründen bağımsız olarak kalça genişliği ve femur uzunluğu ile Q açısı arasında ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Ancak ölçüm sırasındaki m. quadriceps femoris'in'in kasılı olup olmadığı ve ayak pozisyonu hakkında bilgi verilmemiştir.

Literatürde kadınların daha geniş Q açısına sahip olduğunu ileri süren çalışmalar mevcuttur^{11,12,16,26}. Ancak Grelsamer ve ark.⁸, Q açısının cinsiyete değil boy uzunluğuna bağlı olarak değiştiğini ve pelvis genişliği için iki SIAS arası mesafe ölçüldüğünde cinsiyetler arasında fark olmadığını ileri sürmüştür. Bu çalışmada Q açıları supin pozisyonda, dizler 10° fleksiyonda iken sadece sağ dizde ölçülmüş ve deneklerin klinik durumları ile ilgili bilgi verilmemiştir.

Aktif bir hayat süren bireylerin daha dar Q açısına sahip olduğunu destekleyen çalışmalar mevcuttur. Artan sportif aktivitenin m. quadriceps femoris'in kasılma gücünü etkileyerek, Q açısının daralmasına yol açtığını ileri sürülmüştür^{27,28}.

Tablo 5. Quadriceps açısı ve kelebek diyagramı verilerinin korelasyonu

Kelebek diyagramı parametreleri			Kadın (n=106) ort ± SS				Erkek (n=105) ort ± SS			
			Q supin sağ (°)	Q supin sol (°)	Q ayakta sağ (°)	Q ayakta sol (°)	Q supin sağ (°)	Q supin sol (°)	Q ayakta sağ (°)	Q ayakta sol (°)
Yürüme çizgisi uzunluğu (mm)	Sol	r	0,135	0,108	0,178	0,198	-0,007	-0,065	-0,025	-0,094
		p	0,166	0,268	0,068	0,041*	0,945	0,512	0,801	0,339
	Sağ	r	0,201	0,161	0,233	0,238	0,022	-0,046	0,002	-0,035
		p	0,039*	0,099	0,016*	0,014*	0,822	0,643	0,986	0,724
Tek destek çizgisi (mm)	Sol	r	0,223	0,158	0,228	0,192	-0,008	-0,026	0,044	-0,062
		p	0,022*	0,106	0,019*	0,048*	0,933	0,796	0,659	0,531
	Sağ	r	0,162	0,099	0,158	0,122	0,083	0,054	0,099	0,026
		p	0,096	0,315	0,106	0,213	0,402	0,581	0,315	0,793
Ön-arka pozisyon (mm)	r	0,077	0,077	0,188	0,080	0,140	0,230	0,213	0,256	
	p	0,433	0,433	0,053	0,414	0,153	0,018*	0,029*	0,008*	

Spearman korelasyon, ort: ortalama, SS: Standart sapma, r: Spearman korelasyon katsayısı; 0-0,24 zayıf, 0,25-0,49 orta, 0,50-0,74 iyi, 0,75-1,00 güçlü korelasyon, * = $p<0,05$

Bizim çalışmamızda gönüllülerin cinsiyetlere göre boy uzunlukları arasında anlamlı fark olmasına ve kadınların ortalama Q açısı değerleri erkeklerden yüksek olmasına karşın cinsiyetler arasında Q açısı ortalama değerleri arasında anlamlı fark görülmedi. Bu yönüyle çalışmamızın sonuçları kadınların ortalama Q açısı değerlerinin erkeklerden anlamlı ölçüde yüksek olduğunu belirten literatür çalışmalarından ayrılmaktadır. Bu fark Q açısı ölçüm yöntemindeki farklılıktan kaynaklanıyor olabilir. Pelvis genişliği, SIAS-tuberositas tibiae arası mesafe gibi alt ekstremiteye ait diğer anatomik ve antropometrik ölçümlerin de incelemesinin değerlendirmeye olumlu katkı sağlayabileceğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda Q açısının ortalama değeri supin pozisyonunda ayakta pozisyona geçildiğinde 0,32-0,48 arasında artmıştır. Bu yönüyle bulgularımız supin pozisyonda Q açısının daha geniş olduğunu belirten literatür bilgileri ile uyumludur. Açık değerindeki artışın Woodland ve Francis'in¹² çalışmasındaki kadar yüksek olmaması, bizim ölçümlerimizde ayak pozisyonuna da önem verilmesi ile ilişkili olabilir. Ayrıca bu çalışmadaki örneklem grubunu düzenli fiziksel eğitim alan öğrenciler arasından seçilmiştir. Bizim çalışmamıza katılan gönüllülerin spor alışkanlıkları sorgulanmamıştır.

Yürümenin duruş fazındaki arka ayak hareketi ile Q açısı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada, statik ve dinamik olarak ölçülen Q açısı ile arka ayak hareketi arasında zayıf bir ilişki olduğu; daha geniş Q açısı değerleri ile yürümenin duruş fazında daha geniş eversiyon açısı veya arka ayak hareketi ile bağlantılı olmadığı söylenmiştir²³.

Bizim çalışmamızda ise Q açısı ölçümleri ile yürüyüş analizi verileri arasında her iki cinsiyette de anlamlı ilişki olmadığı görüldü. Yer tepkime kuvveti parametreleri ile Q açısı verileri karşılaştırıldığında kadınlara ait F1 maks ve F2 maks değerleri arasında ilişki olmaması, erkeklere göre bu değerlerin anlamlı olarak düşük olması ile ilişkili olabilir. T1 maks ve T2 maks değerleri ise iki cinsiyette de Q açısı ile ilişkili bulunmadı.

Çalışma Kısıtlılıkları

Araştırmamız sonucunda elde ettiğimiz verilere göre Q açısı ortalama değerlerinin benzer ölçüm yöntemi kullanarak elde edilen değerlerle uyumlu olduğu ancak cinsiyetler arasında anlamlı farklılık göstermediği izlendi^{11,12,16,26}. Sağlıklı genç bireylerde Q açısı ile yürüyüş analizi parametreleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken; yer tepki kuvveti parametrelerinin ve kelebek diyagramı parametrelerinin bir kısmı ile zayıf veya orta derecede anlamlı bir ilişkinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu noktada örneklem grubumuzun sağlıklı genç yetişkinlerden oluşması ve Q açısı ortalama değerlerinin normal aralıkta olması, sonuçların farklı yaş gruplarına ve klinik durumlara genellenebilirliği açısından sınırlayıcı bir faktör olarak ortaya çıktı. Çalışmamızı sınırlayan diğer bir faktör de Q

açısı ölçüm yöntemidir çünkü manuel gonyometre kullanılması verilerin objektifliğini olumsuz yönde etkileyebilir.

SONUÇ

Bu çalışma, Q açısının yürüme mekaniği üzerindeki etkilerini değerlendirerek literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamıştır. Sağlıklı genç bireylerden oluşan örneklemde Q açısı ile yürüyüş analizi parametreleri arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmaması, Q açısının yürüyüş döngüsü üzerindeki etkilerinin sınırlı olabileceğini göstermektedir. Ancak cinsiyet farklılıklarının, fiziksel aktivite düzeyinin ve dinamik süreçlerin daha geniş bir örneklemde ve daha duyarlı yöntemlerle incelenmesi gerektiği açıktır. Bu çalışmanın bulguları, Q açısının erken tanı ve tedavi planlamasında kullanılabilirliğine yeni bir bakış açısı kazandırmakta ve gelecekteki araştırmalar için önemli bir referans oluşturmaktadır.

Etik

Etik Kurul Onayı: Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik onayı alındı (karar no: 04/03, tarih: 01.03.2017).

Hasta Onayı: Gönüllüler bilgilendirildi ve onamları alındıktan sonra imzaladıkları bilgilendirilmiş gönüllü onam formunun bir örneği de kendilerine verildi.

Dipnot

Yazarlık Katkıları

Konsept: O.T., E.U., Dizayn: A.Z.Y.K., O.T., E.U., Veri Toplama veya İşleme: A.Z.Y.K., Analiz veya Yorumlama: A.Z.Y.K., O.T., E.U., Literatür Arama: A.Z.Y.K., E.U., Yazan: A.Z.Y.K., O.T., E.U.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Bu çalışma için herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

- Schulthies SS, Francis RS, Fisher AG, Van de Graaff KM. Does the Q angle reflect the force on the patella in the frontal plane? *Phys Ther.* 1995;75:24-30.
- Livingston LA. The quadriceps angle: a review of the literature. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28:105-9.
- Kuru İ, Haberal B, Avcı Ç. Patellofemoral biyomekanik. *TOTBİD Dergisi.* 2012;11:274-80.
- Brattstroem H. Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. a clinical and X-ray-anatomical investigation. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1964;68:1-148.
- Hungerford DS, Barry M. Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1979:9-15.
- Wilson T, Kitsell F. Is the Q-angle an absolute or a variable measure? Measurement of the Q-angle over one minute in healthy subjects. *Physiotherapy.* 2022;88:296-302.

7. Horton MG, Hall TL. Quadriceps femoris muscle angle: normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. *Phys Ther*. 1989;69:897-901.
8. Grelsamer RP, Dubey A, Weinstein CH. Men and women have similar Q angles: a clinical and trigonometric evaluation. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:1498-501.
9. Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2011;19:82-92.
10. Yucel BD. Quadriceps femoris açısının normal değerleri ve bu değerleri etkileyen faktörler: bir ön çalışma. *Spor Bilimleri Dergisi*. 1995;6:28-37.
11. Guerra JP, Arnold MJ, Gajdosik RL. Q angle: effects of isometric quadriceps contraction and body position. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;19:200-4.
12. Woodland LH, Francis RS. Parameters and comparisons of the quadriceps angle of college-aged men and women in the supine and standing positions. *Am J Sports Med*. 1992;20:208-11.
13. Olcay E, Cetinus E, Mert M, Kara A. Evaluation and comparison of quadriceps angle of young men and women in supine and standing positions. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 2006;28:25-7.
14. Sendur OF, Gurer G, Yildirim T, Ozturk E, Aydeniz A. Relationship of Q angle and joint hypermobility and Q angle values in different positions. *Clin Rheumatol*. 2006;25:304-8.
15. Smith TO, Hunt NJ, Donell ST. The reliability and validity of the Q-angle: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16:1068-79.
16. Herrington L, Nester C. Q-angle undervalued? The relationship between Q-angle and medio-lateral position of the patella. *Clin Biomech (Bristol)*. 2004;19:1070-3.
17. Tsujimoto K, Kurosaka M, Yoshiya S, Mizuno K. Radiographic and computed tomographic analysis of the position of the tibial tubercle in recurrent dislocation and subluxation of the patella. *Am J Knee Surg*. 2000;13:83-8.
18. Mizuno Y, Kumagai M, Mattessich SM, Elias JJ, Ramrattan N, Cosgarea AJ, et al. Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. *J Orthop Res*. 2001;19:834-40.
19. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33:639-46.
20. Özarar N, Yalçın S, Yavuzer G, Gök H: Yürüme analizi (1st ed). Avrupa Kitapçılık, 2001.
21. Levine D, Richards J, Whittle MW. Whittle's gait analysis e-book. 2012: Elsevier Health Sciences.
22. Karahan M, Özcan M, Cıgali BS. Balance evaluation and gait analysis after arthroscopic partial meniscectomy. *Indian J Orthop*. 2022;56:1199-1205.
23. Kernozek TW, Greer NL. Quadriceps angle and rearfoot motion: relationships in walking. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74:407-10.
24. Özcan Ö. Clinical examination of patellofemoral joint. *TOTBİD Dergisi*. 2012;11:290-3.
25. Subotnick SI. Orthotic foot control and the overuse syndrome. *Phys Sportsmed*, 1975;3:75-9.
26. Aglietti P, Insall JN, Cerulli G. Patellar pain and incongruence I: measurements of incongruence. *Clin Orthop Relat Res*. 1983:217-24.
27. Eliöz M, Atan T, Saç A, Yamak B. The investigation of the relationship between some physical features with q angle in athletes and sedanteries. *Journal of Sports and Performance Researches*. 2015;6:58-65.
28. Bayraktar B, Yucesir I, Ozturk A, Cakmak AK, Taskara N, Kale A, et al. Change of quadriceps angle values with age and activity. *Saudi Med J*. 2004;25:756-60.