

Original Article / Araştırma Makalesi

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE NAVİKÜLER DÜŞME, HALLUKS VALGUS
AÇISI VE SUBTALAR AÇI İLE DENGE, DİZ KAS KUVVETİ VE TEK BACAK
SİÇRAMA ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ

Investigation of Relationships between Navicular Drop, Hallux Valgus Angle, and
Subtalar Angle with Balance, Knee Muscle Strength, and Single-Leg Hop in University
Students

Sefa ELDEMİR¹  Ayşenur Canan BENLİ²  Merve BAZENCİR³ 
Hatice Eda SEKRETER⁴  İlayda ÖCAL⁵  Mustafa Oğuz KETHÜDAOĞLU⁶ 
^{1,2,3,4,5,6}Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sivas

Geliş Tarihi / Received: 12.12.2024

Kabul Tarihi / Accepted: 10.01.2025

ÖZ

Bu çalışmada üniversite öğrencilerinde naviküler düşme testi (NDT), halluks valgus açısı (HVA) ve subtalar açısı ile denge, diz kas kuvveti ve tek bacak sıçrama arasındaki ilişkileri incelemek amaçlanmıştır. Çalışma tasarımı kesitsel bir ilişkisel araştırma olup çalışmaya 18 ile 36 yaşları arasında 215 gönüllü dahil edilmiştir. Her iki ayakta NDT, HVA ve SA ölçümleri ile test edilmiştir. Denge, Y denge testi ile, diz kas kuvveti el dinamometresi ile, sıçrama tek bacak sıçrama testi ile değerlendirildi. Sol taraf NDT yalnızca sağ taraf fleksör diz kas kuvveti ile pozitif yönlü zayıf ilişki göstermiştir ($r:0.136$, $p:0.046$). Sağ taraf HVA tüm diz kas kuvveti sonuçları ile negatif yönlü zayıf ilişki göstermiştir ($r:0.179$ - (-0.132) , $p:0.07$ - 0.022). Sol taraf HVA her iki taraf ekstansör diz kas kuvveti ile negatif yönlü zayıf ilişki göstermiştir (sağ; $r:-0.141$, $p:0.039$, sol; $r:-0.179$, $p:0.009$). SA, diz kas kuvveti ve tek bacak sıçrama ile anlamlı ilişki göstermemiştir ($p>0.05$). Üniversite öğrencilerinde NDT ve SA ile denge, diz kas kuvveti ve tek bacak sıçrama arasında anlamlı ilişki yoktur. HVA ile denge ve tek bacak sıçrama arasında anlamlı ilişki yoktur ancak diz kas kuvveti ile büyük oranda negatif ilişki göstermiştir. Bu çalışma genç yetişkinlerde artmış halluks valgus açısının azalmış diz kas kuvveti ile ilişkili olabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Denge, Diz kas kuvveti, Halluks valgus açısı, Naviküler düşme, Tek bacak sıçrama.

ABSTRACT

This study investigated the relationships between the navicular drop test (NDT), hallux valgus angle (HVA), and subtalar angle with balance, knee muscle strength, and single-leg hop in university students. The study design was a cross-sectional correlational study and 215 volunteers between the ages of 18-36 were included in the study. Both feet were tested using the NDT, HVA, and SA measurements. Balance was assessed with Y balance test, knee muscle strength with hand dynamometer, and jumping with single-leg hop. Left-side NDT only showed a positive weak correlation with right-side flexor knee muscle strength ($r:0.136$, $p:0.046$). Right-side HVA showed a negative weak correlation with all knee muscle strength results ($r:0.179$ - (-0.132) , $p:0.07$ - 0.022). Left-side HVA showed a weak negative correlation with both sides' extensor knee muscle strength (right; $r:-0.141$, $p:0.039$, left; $r:-0.179$, $p:0.009$). SA did not significantly correlate with balance, knee muscle strength, and single-leg hop ($p>0.05$). There was no significant correlation between NDT and SA with balance, knee muscle strength, and single-leg hop in university students. There was no significant correlation between HVA and balance and single-leg hop, but it significantly negatively correlated with knee muscle strength. This study showed increased hallux valgus angle may be associated with decreased knee muscle strength in young adults.

Keywords: Balance, Hallux valgus angle, Knee muscle strength, Navicular drop test, Single-leg hop.

GİRİŞ

Alt ekstremitenin en distal uzvu olan ayak, yürüme veya koşma gibi aktiviteler sırasında vücut ağırlığını zemine aktaran ve yer değiştirmeyi sağlayan dinamik bir organdır (Chan ve Rudins, 1994). Günlük yaşam aktiviteleri sırasında değişen zemini algılamada, değişen zemine uyum sağlamada ve stabilitenin korunmasında görev alır (Sarı, Otman ve Akman, 1995). Ayak problemleri, toplumda sık karşılaşılan ve günlük yaşam aktivitelerinde de etkisini gösteren problemler arasındadır (Budiman-Mak, Conrad, Mazza ve Stuck, 2013). Ayak problemlerinin ve ayak ağrılarının kimi ülkelerde %80'lere kadar görülebileceği belirtilmektedir (Menz, Jordan, Roddy ve Croft, 2010). Aynı zamanda ayak problemleri özellikle genç bireylerde iş gücü kaybına, yaşam kalitesinin azalmasına ve bilişsel sağlığın bozulmasına neden olabilmektedir (Yalman, Şen, Eskiuyurt ve Budiman-Mak, 2014).

Vücut biyomekaniği bir bütün olarak değerlendirilmekte iken bu bütünlükte oluşan herhangi bir bozulma, ilişkili tüm segmentleri negatif yönde etkileyebilmektedir. Ayak ise vücut biyomekaniğinin önemli bir organ olup, burada meydana gelen herhangi bir yaralanma veya deformite daha üst segmentlerde yer alan diz, kalça, omurga gibi ilişkili yapılarda da problemlerin açığa çıkmasına neden olabilmektedir (Sarı vd., 1995). Bu nedenle ayak problemleri araştırılırken yalnızca ayakla sınırlı kalınmamalı, etkilediği dizilim bir bütün halde değerlendirilmelidir.

Ayağın şok absorban özelliğini sağlayan Medial Longitudinal Ark (MLA)'ın etkilendiği pes kavus ve pes planus gibi ayak sorunları oldukça sık karşımıza çıkmaktadır (Yalçın, Esen, Kanatlı ve Yetkin, 2010). Bazı araştırmacılar, MLA'nın kinetik zincir boyunca etkileri olduğunu ve tibialis posterior tendiniti, patellofemoral sendrom, ligamentöz stres, alt ekstremitte ağrıları ve plantar fasit gibi problemlere yol açabileceğini belirtmişlerdir (Bennett, Reinking ve Rauh, 2012; Magee, 2014). MLA deformitesinin genç bireylerde denge ve fiziksel performansı azalttığı (Kızılcı ve Erbahçeci, 2016; Şahin vd., 2022) çocuklarda yürüme parametrelerini ve yaşam kalitesini olumsuz etkilediği gösterilmiştir (Kothari, Dixon, Stebbins, Zavatsky ve Theologis, 2015). Naviküler düşme testi, oturma ve ayakta durma sırasında MLA'daki yükseklik değişimlerini ölçen bir testtir (Cote, Brunet, Gansneder ve Shultz, 2005). Naviküler düşme testi ile yaşam kalitesi ve statik denge arasında ilişki olduğu gösterilmiştir (Aktan ve Kutlay, 2022). Literatürdeki bu bilgilere rağmen naviküler düşme testi ile denge (Demirdel ve Aksu, 2022) ve sıçrama (David, Joseph, Mohammad, Joseph ve Elina, 2020; Karartı, Bilgin, Büyükturan ve Büyükturan, 2018; Sarılioğlu, 2022) performansını inceleyen çalışmalar oldukça azdır. Üstelik bu çalışmalarda çelişkili sonuçlar belirtilmiştir. Sarılioğlu'na (2022)

göre naviküler düşme ile sıçrama performansı arasında ilişki olduğunu belirtirken diğer çalışmalarda ilişki bulunmamıştır (David vd., 2020; Demirdel ve Aksu, 2022; Karartı vd., 2018).

Baş parmağın laterale deviasyonu olarak bilinen halluks valgus yetişkinlerin yaklaşık %23'ünü etkilemektedir (Coughlin ve Jones, 2007). Halluks valgus deformitesinin ayak ağrısına, bozuk yürümeye, düşme riskinde artmaya, diz eklem hareketinde azalmaya ve diz eklemi deformitelerine neden olduğu belirtilmektedir (N. Cho, S. Kim, Kwon ve H. Kim, 2009; Menz ve Lord, 2005; Sun vd., 2015). Bu bilgilere rağmen halluks valgus açısı ile denge arasındaki ilişkiyi araştıran yalnızca iki çalışma tesbit edilmiş olup bu çalışmalarda ilişki olmadığı bulunmuştur (Demirdel ve Aksu, 2022; Kavlak, 2015). Diğer taraftan halluks valgus açısı ile diz kas kuvveti ve sıçrama performansı arasında ilişki bakılmamıştır.

Ayağın inversiyon ve eversiyon hareketlerine olanak tanıyan subtalar eklem ise ayak biyomekaniğinde bir diğer önemli değişkendir ve yürüme ve koşma gibi aktivitelerinde önemli roller üstlenir (Jastifer ve Gustafson, 2014; Smith-Oricchio ve Harris, 1990). Subtalar açısı ile denge arasında ilişkiyi inceleyen yalnızca iki çalışma olup bu çalışmalarda subtalar eklem açısı ile denge arasında ilişki olmadığını belirtilmiştir (Demirdel ve Aksu, 2022; Topal, Kınıklı, Bozgeyik ve Deniz, 2023).

Sonuç olarak, ayakta naviküler düşme, halluks valgus açısı ve subtalar açısı ile denge ve sıçrama performansı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Diğer taraftan ayak biyomekaniği ile yakın ilişki halinde olan ve kinetik zincirin bir parçası olan diz (N. Cho vd., 2009; Menz ve Lord, 2005; Sun vd., 2015) ve bunun dinamik elemanı olan diz kas kuvveti ile naviküler düşme, halluks valgus açısı ve subtalar açısı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaya ise rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı üniversite öğrencilerinde naviküler düşme, halluks valgus açısı ve subtalar açısı ile denge, diz kas kuvveti ve tek bacak sıçrama performansı arasındaki ilişkiyi belirlemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmanın Amacı ve Türü

Bu kesitsel ilişkiyel çalışma Aralık 2023–Mart 2024 tarihleri arasında üniversite öğrencilerinde naviküler düşme, halluks valgus açısı ve subtalar açısı ile denge, diz kas kuvveti ve tek bacak sıçrama performansı arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla gerçekleştirildi.

Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde öğrenim gören öğrenciler oluşturmuştur. Çalışmaya üniversitenin sağlıklı öğrencilerinden oluşan 18 ila 36 yaşları arasında, alt ekstremitede herhangi bir cerrahi operasyon geçirmemiş olan 215 gönüllü dahil edildi. Dışlama kriterleri, çalışmaya katılmayı reddetmek, ölçümleri etkileyebilecek kardiovasküler, nörolojik veya muskuloskeletal problem olması ve görme ya da işitmeye yönelik problem olmasıdır.

Örneklem büyüklüğü hesaplaması, Karartı ve ark. çalışmasındaki naviküler düşme ve fiziksel performans sonuçları arasındaki anlamlı ilişki skorları dikkate alınarak hesaplandı (Karartı vd., 2018). Buna göre örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla yapılan güç analizinde Cohen's d etki büyüklüğü 0,26 bulunurken, %5 tip 1 hata ve %95 güç ile çalışmaya dahil edilecek birey sayısı 182 olarak belirlendi. Çalışma için %15'lik terk etme oranı varsayılarak çalışmaya en az 210 kişi alınmaya karar verilmiştir. Bu amaçla G*power paket programı (versiyon 3.1.9.7; Heinrich Heine Universitaet, Dusseldorf, Germany) kullanıldı (Faul, Erdfelder, Lang ve Buchner, 2007).

Verilerin Toplanması ve Analizi

Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov testi) kullanılarak incelendi. Kategorik değişkenler yüzde olarak verildi. Normallik dağılımına uygunluk gösteren sayısal değişkenlerde veriler ortalama ve standart sapma olarak, normal dağılıma uygunluk göstermeyen değişkenlerde ise veriler ortanca, çeyrekler arası değer ve min.-maks. olarak verildi. Sonuç değişkenleri normal dağılmadığından ilişkiler Spearman korelasyon katsayısı kullanılarak değerlendirildi. Verilerin analizi için SPSS 23.0 programı kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık için tip-1 hata düzeyi %5 olarak belirlendi.

Katılımcılar

Bireylerin demografik bilgileri ve fiziksel özellikleri; yaş (yıl), cinsiyet, boy (cm), kilo (kg), vücut kitle Beden Kütle İndeksi (BKİ) (kg/m^2), dominant ekstremita, yaralanma öyküsü ve cerrahi operasyonlar kaydedildi.

Naviküler Düşme Testi

Bu test oturma ve ayakta durma sırasında MLA yüksekliğindeki değişimi belirlemek için uygulandı. Ölçümde ilk olarak oturma pozisyonunda palpasyonla belirlenen naviküler tüberkül işaretlendi ve zeminle arasındaki mesafe milimetre cinsinden kaydedildi. Sonrasında kişiden

ayağa kalkması istendi ve ayak yük taşırken naviküler tüberkül yeniden işaretlendi. İşaretli tüberkülün yüksekliği ayakta tekrar ölçüldü. Her iki ölçüm arasındaki fark alınarak naviküler düşme miktarı belirlendi. Naviküler düşme testine göre 5-9 mm arası normal, 10 mm ve üzeri pronasyon, 4 mm ve altı supinasyon pozisyonu olarak değerlendirilmektedir (Cote vd., 2005).

Halluks Valgus Açısı

Bu test başparmağın proksimal falanksının longitudinal eksenini ile birinci metatarsın longitudinal eksenini arasındaki açı olarak ifade edilmektedir. Ölçüm sırasında ayakta duran bireyin ayaklarına eşit ağırlık vermesi istendi ve iki eksen arasındaki açı derece cinsinden kaydedildi. Gonyometrenin pivot noktası birinci metatarsofalangeal ekleme yerleştirilirken bir kolu birinci metatarsal kemiğe, diğer kolu ise proksimal falanksa paralel olacak şekilde yerleştirilerek ölçüm alındı (Nix, Russell, Vicenzino ve Smith, 2012). Halluks valgus açısının normal değerinin 5-15 derece arasında olduğu belirtilmektedir (Gentili, Masih, Yao ve Seeger, 1996).

Subtalar Açısı Ölçümü

Arka ayak longitudinal eksenini (kalkaneus) ile alt bacağın distal üçte birinin vertikal orta hattının oluşturduğu eksen arasındaki açıdır. Birey yüzüstü pozisyonda yatarken ve ayak nötral pozisyonda iken kalkaneusun orta hat çizgisi ve alt bacağın orta hattı kalemle işaretlenerek belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerde 3-6° valgus normal, 7- 20° valgus fizyolojik pes planus ve 20° üzerinde valgus patolojik pes planus göstergesi olarak kabul edilmektedir (Bailey, Perillo ve Forman, 1984; Smith-Oricchio ve Harris, 1990). Bu iki çizgi arasındaki açı birey ayakta iken gonyometre ile ölçülerek derece cinsinden kaydedildi (Y. Cho, Park ve Nam, 2019).

Y Denge Testi

Bireylerin dinamik dengesini değerlendirmek kullanıldı. Test için düz bir zeminde Y şeklinde üç mezura sabitlendi. Öne uzanan mezura ön, arkada kalan iki mezura ise arka-medial ve arka-lateral uzanma yönleri olarak belirlenir. Anterior uzanma yönü ile, posteromedial veya posterolateral uzanma yönleri arasındaki açı 135 derece olarak belirlendi. Posteromedial uzanma yönü ve posterolateral uzanma yönü arasındaki açı ise 90 derece olarak belirlendi. Tüm ölçümler birey ayakkabısız iken, çıplak ayakla ve elleri belinde iken gerçekleştirildi. Teste başlamadan önce bireye test öğretildi ve deneme testi yapıldı. Birey bu üç çizginin kesiştiği noktada çıplak ayakla tek ayak üzerinde durup dengesini koruyarak uzanabileceği en uzak noktaya diğer ayağıyla dokunmaya çalışır. Test her iki taraf ekstremité için 3 defa tekrarlanmış

olup, ulaşılan mesafelerin ortalaması santimetre cinsinden kaydedildi (Coughlan, Fullam, Delahunt, Gissane ve Caulfield, 2012).

Tek Bacak Sıçrama Testi

Sıçrama mesafesini değerlendirmek için tek bacak sıçrama testi kullanıldı. Test katılımcılardan tek bacak üzerinde elleri belde olacak şekilde aynı bacak üzerinde ulaşabilecekleri maksimum mesafeye tek bacakla sıçramaları istenerek gerçekleştirildi. Sıçrama mesafesi başlangıç pozisyonundaki ayak parmağından bitiş pozisyonundaki topuk kenarına kadar olan mesafe santimetre cinsinden ölçülerek kaydedildi (Orishimo, Kremenich, Mullaney, McHugh ve Nicholas, 2010). Veri analizi için her bir bacak için üç denemenin ortalaması alındı.

Diz Kas Kuvveti

İzometrik diz kası kuvveti, Baseline® el dinamometresi (Fabrication Enterprises Inc., NY, ABD) kullanılarak ölçüldü. Testten önce tüm katılımcılara yavaş yürüyüş aktiviteleriyle ısınmaları için birkaç dakika süre verildi. Ardından bireyler yüksekçe bir sedyenin kenarına ayakları sarkık olacak şekilde oturmaları istendi. Diz kas kuvvetini ölçmek için dinamometre tibianın ön veya arka kısmında bacağın lateral malleolünün yaklaşık dört parmak proksimaline gelecek şekilde yerleştirildi. Daha sonra diz 90° fleksiyonunda iken bireyden cihazı maksimum güçle itmesi veya çekmesi ve bunu 5 saniye sürdürmesi istendi (Andrews, Thomas ve Bohannon, 1996). Bu şekilde testler üç kez tekrarlanarak analiz için ortalamaları kaydedildi.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmamız yeterli sayıda katılımcı içermesine rağmen yalnızca bir üniversitedeki öğrencilerin ölçüm sonuçlarına dayanmaktadır. Dolayısı ile bu durum genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Bu çalışmaya dahil edilen bireylerin büyük çoğunluğu kadın bireylerden oluşuyordu. Bu nedenle cinsiyet dağılımındaki bu dengesizlik çalışmanın sonuçlarını etkilemiş olabilir. İleri çalışmalarda daha farklı üniversitelerin dahil edildiği çok merkezli ve benzer cinsiyet dağılımına sahip çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Araştırmanın Etik Yönü

Çalışma 16/11/2023 tarih ve 2023-11/25 karar numarası ile üniversitenin Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır. Tüm katılımcılardan yazılı onam formu alındı ve çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütüldü.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaşı 21 (20-22) yıl olan 215 bireyin her iki alt ekstremitesi de değerlendirilmiştir. Katılımcıların demografik bilgileri ve fiziksel özellikleri Tablo 1’de sunulmuştur. Bireylerin hiçbir alt ekstremitte ameliyatı geçirmemiş olup ayak ve/veya ayak bileğine yönelik yaralanma öyküsüne sahip değildi.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Bilgileri ve Fiziksel Özellikleri

	Ortanca (IQR) (n:215)	Min.- Maks. (n:215)
Yaş (yıl)	21 (20-22)	18-36
Kilo (kg)	61 (54-71)	40-120
Boy (cm)	165 (159-170)	150-189
Beden Kütle İndeksi (kg/m ²)	22.40 (20.24-24.91)	15.94-41.52
	Yüzde (%) (n:215)	
Cinsiyet, Kadın/Erkek (%Kadın)	170/45 (%79.1)	-
Dominant taraf, sağ/sol (%sağ)	192/23 (%89.3)	-

IQR: Çeyrekler arası aralık, p<0.05.

Naviküler düşme, halluks valgus açısı ve subtalar açısı ile denge, diz kas kuvveti ve tek bacak sıçrama arasındaki ilişkiler Tablo 2’de sunulmuştur. Sol taraf naviküler düşme yalnızca sağ taraf fleksör diz kas kuvveti ile pozitif yönlü zayıf ilişki göstermiştir (r:0.136, p:0.046). Sağ taraf halluks valgus açısı tüm diz kas kuvveti sonuçları ile negatif yönlü zayıf ilişki göstermiştir (r:0.179-(-0.132), p:0.07-0.022). Sol taraf halluks valgus açısı her iki taraf ekstansör diz kas kuvveti ile negatif yönlü zayıf ilişki göstermiştir (sağ/sol, r:-0.141, p:0.039/ r:-0.179, p:0.009). Son olarak subtalar açısı denge, diz kas kuvveti ve tek bacak sıçrama ile anlamlı ilişki göstermemiştir (p>0.05).

Tablo 2. Naviküler Düşme, Halluks Valgus Açısı ve Subtalar Açısı ile Denge, Diz Kas Kuvveti ve Tek Bacak Sıçrama Arasındaki İlişkiler

		Y denge testi- sağ taraf	Y denge testi- sol taraf	Fleksör diz kas kuvveti- sağ taraf	Fleksör diz kas kuvveti- sol taraf	Ekstansör diz kas kuvveti- sağ taraf	Ekstansör diz kas kuvveti- sol taraf	Sıçrama- sağ taraf	Sıçrama- sol taraf
Naviküler düşme- sağ taraf	r	-0.027	0.012	0.025	0.042	0.071	0.080	0.070	0.044
	p	0.690	0.856	0.717	0.544	0.303	0.246	0.310	0.523
Naviküler düşme- sol taraf	r	-0.017	-0.035	0.136*	0.121	0.121	0.036	0.034	0.033
	p	0.801	0.606	0.046	0.077	0.077	0.603	0.616	0.634
Halluks valgus açısı- sağ taraf	r	-0.026	-0.043	-0.153*	-0.178*	-0.132*	-0.179*	-0.023	-0.076
	p	0.707	0.530	0.022	0.008	0.049	0.007	0.736	0.268
	r	-0.012	-0.033	-0.077	-0.105	-0.141*	-0.179*	-0.076	-0.101

Halluks valgus açısı- sol taraf	p	0.862	0.628	0.263	0.124	0.039	0.009	0.266	0.140
Subtalar açısı- sağ taraf	r	-0.005	-0.026	0.026	0.073	-0.016	0.034	0.048	0.106
	p	0.939	0.708	0.705	0.286	0.814	0.623	0.483	0.121
Subtalar açısı- sol taraf	r	0.004	0.069	-0.030	0.024	-0.013	0.065	0.023	-0.037
	p	0.953	0.317	0.662	0.721	0.846	0.346	0.734	0.592

r*: Spearman korelasyon katsayısı, $p < 0.05$.

Üniversite öğrencilerinde naviküler düşme, halluks valgus açısı ve subtalar açısı ile denge, diz kas kuvveti ve tek bacak sıçrama performansı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla planladığımız çalışmamızın sonuçlarına göre halluks valgus açısı ile diz kas kuvveti arasında negatif ilişki bulunurken denge ve sıçrama performansı ile ilişki bulunmamıştır. Diğer taraftan naviküler düşme ve subtalar açısı denge, diz kas kuvveti ve tek bacak sıçrama performansı ile ilişki göstermemiştir.

Naviküler düşme ile denge ve sıçrama arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar literatürde oldukça sınırlıdır (David vd., 2020; Demirdel ve Aksu, 2022; Harrison ve Littlewood, 2010; Karartı vd., 2018; Sarılioğlu, 2022). Harrison ve Littlewood (2010), pes planus deformitesi olan bireylerde yaptıkları çalışmalarda pes planus derecesinin artmasının postüral stabiliteyi bozabileceğini belirtmişlerdir. Karartı vd., (2018) ile Davit vd., (2020) sağlıklı genç yetişkinleri değerlendirdikleri çalışmalarında naviküler düşme ile sıçrama performansı arasında anlamlı ilişki bulmamışlardır. Elit erkek voleybolcuları değerlendiren Sarılioğlu (2022) ise naviküler düşme ile sıçrama performansı arasında ilişki olduğunu bulmuşlardır. Demirdel ve Aksu (2022) çalışmalarında adölesan voleybol oyuncularında naviküler düşme ile statik denge arasında ilişki bulmamıştır. Çalışmamızda elit sporcu olmayıp sağlıklı genç yetişkinler değerlendirilmiştir. Çalışmamız özellikle benzer popülasyona sahip Karartı vd., (2018) ile Davit vd., (2020) çalışmalarıyla ve Demirdel ve Aksu (2022) çalışmasıyla uyumlu olarak naviküler düşme ile denge ve sıçrama arasında ilişki bulunmamıştır.

Halluks valgus açısı ile denge arasındaki ilişkiyi araştıran yalnızca iki çalışma tespit edilmiş olup (Demirdel ve Aksu, 2022; Kavlak, 2015) sıçrama performansı ile ilişkisine bakılmamıştır. Demirdel ve Aksu (2022) çalışmalarında voleybol oyuncularında halluks valgus açısı ile statik denge arasında ilişki bulmamıştır. Benzer şekilde Kavlak (2015) çalışmasında yaşlı erkek bireyleri değerlendirmiş ve halluks valgus açısı ile dinamik denge arasında ilişki bulmamıştır. Çalışmamızda önceki çalışmalarla benzer şekilde halluks valgus açısı ile dinamik denge arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Ayrıca literatürden farklı olarak çalışmamızda

sıçrama performansı ile halluks valgus açısı arasındaki ilişki araştırılmış olup anlamlı ilişki bulunmamıştır.

Literatürde subtalar açısı ile denge arasında ilişkiyi inceleyen yalnızca iki çalışma bulunmaktadır (Demirdel ve Aksu, 2022; Topal vd., 2023). Demirdel ve Aksu (2022) çalışmalarında voleybol oyuncularında subtalar açısı ile statik denge arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Diğer çalışma ise Topal vd., (2023) tarafından yapılmış olup dinamik denge Y denge testi ile değerlendirilmiş ve subtalar açısı ile ilişki bulunmamıştır. Çalışmamız önceki çalışmalarla uyumlu olarak subtalar açısı ile denge arasında anlamlı ilişki olmadığını bir kez daha göstermiştir. Ek olarak çalışmamızda halluks valgus açısı ile sıçrama performansı arasındaki ilişkiye ilk kez bakılmış olup anlamlı ilişki olmadığı gösterilmiştir.

Ayak antropometrik ölçümleri ile alt ekstremité kas kuvveti arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara bakıldığında çalışmaların abductor hallucis, subtalar pronatörler ve supinatörler gibi ayak çevresi kaslara yoğunlaştığı görülmektedir (Hagen, Sanchez-Bergmann, Seidel ve Lahner, 2015; Nam, J. W. Kwon ve O. Y. Kwon, 2012; Sarcevic ve Tepavcevic, 2021; Snook, 2001; Zhao, Tsujimoto, Kim ve Tanaka, 2017). Ancak ayak biyomekaniği ile yakın ilişkisi gösterilen diz (N. Cho vd., 2009; Menz ve Lord, 2005; Sun vd., 2015) ve bunun dinamik elemanı olan diz çevresi kasları ile ayak biyomekaniği arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaya ise rastlanmamıştır. İlginç bir şekilde çalışmamızda diz kas kuvveti denge ve sıçrama performansına göre özellikle halluks valgus açısı ile negatif yönlü anlamlı ilişkiler göstermiştir. Bu bize ayak ve ayak bileği problemlerinde diz kas kuvvetinin göz ardı edilmemesi gerektiği hakkında ipucu vermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, naviküler düşme ve subtalar açısı ile denge, diz kas kuvveti ve sıçrama arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Halluks valgus açısı denge ve sıçrama ile anlamlı ilişki göstermezken diz kas kuvveti ile birçok parametre de anlamlı ilişki göstermiştir. Çalışmamız üniversite öğrencilerinde halluks valgus açısı ile diz kas kuvveti ile arasındaki ilişkiyi göstermesi açısından eşsizdir ancak yine de klinik çıkarımlarımızın doğrulanması ve açıklığa kavuşturulması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Çalışmamıza katılım gösteren tüm katılımcılara teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aktan, A. K. ve Kutlay, Ö. (2022). Sedanter kadın ve erkeklerde beden kitle indeksi ile pes planus, denge, yaşam kalitesi ve ağrı düzeyleri arasındaki ilişki. *Sağlık Bilimlerinde Değer*, 12(1), 58-64 <https://doi.org/10.33631/sabd.1055295>
- Andrews, A. W., Thomas, M. W. ve Bohannon, R. W. (1996). Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. *Physical Therapy*, 76(3), 248-259 <https://doi.org/10.1093/ptj/76.3.248>
- Bailey, D., Perillo, J. ve Forman, M. (1984). Subtalar joint neutral. A study using tomography. *Journal of the American Podiatry Association*, 74(2), 59-64 <https://doi.org/10.7547/87507315-74-2-59>
- Bennett, J. E., Reinking, M. F. ve Rauh, M. J. (2012). The relationship between isotonic plantar flexor endurance, navicular drop, and exercise-related leg pain in a cohort of collegiate cross-country runners. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(3), 267
- Budiman-Mak, E., Conrad, K. J., Mazza, J. ve Stuck, R. M. (2013). A review of the foot function index and the foot function index-revised. *Journal of Foot and Ankle Research*, 6(1), 1-37 <https://doi.org/10.1186/1757-1146-6-5>
- Chan, C. W. ve Rudins, A. (1994). Foot biomechanics during walking and running. *Paper Presented at The Mayo Clinic Proceedings*, 69(8), 448-461 [https://doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)61642-5](https://doi.org/10.1016/S0025-6196(12)61642-5)
- Cho, N., Kim, S., Kwon, D.-J. ve Kim, H. (2009). The prevalence of hallux valgus and its association with foot pain and function in a rural Korean community. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 91(4), 494-498 <http://www.jbjs.org.uk/cgi/content/abstract/91-B/4/494>
- Cho, Y., Park, J.-W. ve Nam, K. (2019). The relationship between foot posture index and resting calcaneal stance position in elementary school students. *Gait & Posture*, 74, 142-147 <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.09.003>
- Cote, K. P., Brunet, M. E., Gansneder, B. M. ve Shultz, S. J. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of Athletic Training*, 40(1), 41
- Coughlan, G. F., Fullam, K., Delahunt, E., Gissane, C. ve Caulfield, B. M. (2012). A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. *Journal of Athletic Training*, 47(4), 366-371 <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.03>
- Coughlin, M. J. ve Jones, C. P. (2007). Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot & Ankle International*, 28(7), 759-777 <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0759>
- David, E., Joseph, B., Mohammad, H., Joseph, M. ve Elina, S. (2020). Correlation of navicular drop to vertical and broad jump measurements in young adults. *Journal of Rehabilitation Therapy*, 2, 1-5
- Demirdel, E. ve Aksu, A. (2022). Examination of the correlation between foot biomechanics, plantar pressure and balance in adolescent volleyball players. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(1), 60-69 <https://doi.org/10.22312/sdusbed.943929>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G. ve Buchner, A. (2007). G* Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191 [doi:10.3758/BF03193146](https://doi.org/10.3758/BF03193146)
- Gentili, A., Masih, S., Yao, L. ve Seeger, L. (1996). Foot axes and angles. *British Journal of Radiology*, 69(826), 968-974 <https://doi.org/10.1259/0007-1285-69-826-968>
- Hagen, M., Sanchez-Bergmann, D., Seidel, S. ve Lahner, M. (2015). Angle-torque relationship of the subtalar pronators and supinators in younger and elderly males and females. *Journal of Foot and Ankle Research*, 8, 1-9 [doi:10.1186/s13047-015-0125-2](https://doi.org/10.1186/s13047-015-0125-2)

- Harrison, P. L. ve Littlewood, C. (2010). Relationship between pes planus foot type and postural stability. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, 4(3), 21-24
- Jastifer, J. R. ve Gustafson, P. A. (2014). The subtalar joint: biomechanics and functional representations in the literature. *The Foot*, 24(4), 203-209 <https://doi.org/10.1016/j.foot.2014.06.003>
- Karartı, C., Bilgin, S., Büyükturan, Ö. ve Büyükturan, B. (2018). Arka ayaktaki pronasyon artışının fiziksel performans üzerine etkisi. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, 5(1), 1-10 <https://doi.org/10.21020/husbfd.359902>
- Kavlak, Y. (2015). The Relation of Hallux Valgus Severity With Foot Function and Balance in Older Men. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 26(2), 93-99 doi:10.7603/s40680-015-0014-4
- Kızılcı, H. ve Erbahçeci, F. (2016). Pes planus olan ve olmayan erkeklerde fiziksel uygunluğun değerlendirilmesi. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 27(2), 25-33 <https://doi.org/10.21653/tfrd.272249>
- Kothari, A., Dixon, P., Stebbins, J., Zavatsky, A. ve Theologis, T. (2015). The relationship between quality of life and foot function in children with flexible flatfeet. *Gait & Posture*, 41(3), 786-790 <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.02.012>
- Magee, D. (2014). Head and face. Orthopedic Physical Assessment, Canada:Elsevier.
- Menz, H. B., Jordan, K. P., Roddy, E. ve Croft, P. R. (2010). Characteristics of primary care consultations for musculoskeletal foot and ankle problems in the UK. *Rheumatology*, 49(7), 1391-1398 <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keq092>
- Menz, H. B. ve Lord, S. R. (2005). Gait instability in older people with hallux valgus. *Foot & Ankle International*, 26(6), 483-489 <https://doi.org/10.1177/107110070502600610>
- Nam, K. S., Kwon, J. W. ve Kwon, O.-Y. (2012). The relationship between activity of abductor hallucis and navicular drop in the one-leg standing position. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(11), 1103-1106 <https://doi.org/10.1589/jpts.24.1103>
- Nix, S., Russell, T., Vicenzino, B. ve Smith, M. (2012). Validity and reliability of hallux valgus angle measured on digital photographs. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(7), 642-648 <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2012.3841>
- Orishimo, K. F., Kremenich, I. J., Mullaney, M. J., McHugh, M. P. ve Nicholas, S. J. (2010). Adaptations in single-leg hop biomechanics following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(11), 1587-1593 <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1185-2>
- Sarcevic, Z. Z. ve Tepavcevic, A. P. (2021). Association between abductor hallucis abductory force and navicular drop index, a predictive correlational study. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 30(5), 484-487 doi: 10.1097/BPB.0000000000000840
- Sarı, Z., Otman, A. S. ve Akman, M. N. (2010). Çocuklarda görülen ayak deformitelerinin heredite ile ilişkisi. *Journal of Inonu University Medical Faculty*, 2(2), 160-165
- Sarılioğlu, N. (2022). Elit erkek voleybolcularda dikey sıçrama ve çeviklik özellikleri ile talokrural eklem ve medial longitudinal ark hareketliliği arasındaki ilişkinin incelenmesi üzerine bir araştırma. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 16(3), 234-242
- Smith-Oricchio, K. ve Harris, B. A. (1990). Interrater reliability of subtalar neutral, calcaneal inversion and eversion. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 12(1), 10-15 <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.1990.12.1.10>
- Snook, A. G. (2001). The relationship between excessive pronation as measured by navicular drop and isokinetic strength of the ankle musculature. *Foot & Ankle International*, 22(3), 234-240 <https://doi.org/10.1177/107110070102200311>

- Sun, D., Li, F. L., Zhang, Y., Li, C. F., Lian, W. L. ve Gu, Y. D. (2015). Lower extremity jogging mechanics in young female with mild hallux valgus. *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering*, 22, 37-47 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JBBBE.22.37>
- Şahin, F. N., Ceylan, L., Küçük, H., Ceylan, T., Arıkan, G., Yiğit, S., . . . Güler, Ö. (2022). Examining the Relationship between Pes Planus Degree, Balance and Jump Performances in Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11602 <https://doi.org/10.3390/ijerph191811602>
- Topal, Y., Kınıklı, G. İ., Bozgeyik, S. ve Deniz, H. G. (2023). Alt ekstremitte kas kuvveti, kalça eklem hareket açıklığı ve subtalar açının dinamik denge ile ilişkisi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 34(1), 55-63 <https://doi.org/10.21653/tjpr.1016732>
- Yalçın, N., Esen, E., Kanatlı, U. ve Yetkin, H. (2010). Medial longitudinal arkın değerlendirilmesi: dinamik plantar basınç ölçüm sistemi ile radyografik yöntemlerin karşılaştırılması. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 44(3), 241-245 doi:10.3944/AOTT.2010.2233
- Yalıman, A., Şen, E. İ., Eskiuyurt, N. ve Budıman-Mak, E. (2014). Ayak Fonksiyon İndeksi'nin Plantar Fasiitli Hastalarda Türkçe'ye Çeviri ve Adaptasyonu. *Turkish Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 60(3), 212-222 doi:10.5152/tftrd.2014.26086
- Zhao, X., Tsujimoto, T., Kim, B. ve Tanaka, K. (2017). Association of arch height with ankle muscle strength and physical performance in adult men. *Biology of Sport*, 34(2), 119-126 doi:10.5114/biolsport.2017.64585