

## Pes Planus Düzeyinin Dorsi ve Plantar Fleksör Kas Kuvveti ile Gastroknemius ve Hamstring Kas Esnekliğine Etkileri\*

Onur AYDOĞDU\*\*, Yağmur ÖZÇELİK\*\*\*, Gizem GÜNEŞ\*\*\*\*, Melda ÇETİN\*\*\*\*\*,  
Javad Hassanzadeh BAKHSHKANDI\*\*\*\*\*, Zübeyir SARI\*\*\*\*\*

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmada pes planus düzeyinin dorsi ve plantar fleksör kas kuvveti ile gastroknemius ve hamstring kas esnekliğine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Çalışmaya alınan her bireyin yaş, boy, ağırlık, beden kütle indeksi gibi demografik özellikleri kaydedildi. Katılımcıların Pes Planus derecelerinin değerlendirilmesinde "Feiss Çizgisi" yöntemi, rijit veya esnek pes planus sınıflandırması için de "Jack'in Parmak Kaldırma Testi" kullanıldı. Hamstring kas kısalığı "Aktif Diz Ekstansiyon Testi" ile, Gastroknemius kas kısalığı "ayak bileği dorsi fleksiyonunun gonyometrik ölçümü" ile değerlendirildi. Dorsi ve plantar fleksiyon kas kuvveti "El Dinamometresi" kullanılarak ölçüldü.

**Bulgular:** Araştırmaya katılan 37 pes planuslu katılımcının (20 kadın, 17 erkek) yaş ortalaması 31,03±9,62 yıldır. Katılımcıların 35'i sağ dominant ekstremiteye sahipken, 2'si sol dominant ekstremiteye sahiptir. Feiss Çizgisi yöntemine göre sol ayak için katılımcıların %48,6'sı 1. Derece (18 kişi), %32,4'ü 2. Derece (12 kişi) ve %13,5'i ise 3. Derece (5 kişi) pes planusa sahipken, %5,4'ünde pes planus (2 kişi) bulunmuyordu. Sol alt ekstremitede için yapılan analizlere göre, ayak pes planus derecelerine ve esnek/rijit pes planus durumlarına göre; hamstring ve gastroknemius kas kısalığı ile dorsi ve plantar fleksör kas kuvveti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Sol alt ekstremitede Jack'in Parmak Kaldırma testine göre katılımcıların %73,0'ü esnek (27 kişi), %21,6'sı rijit (8 kişi) pes planusa sahipken, %5,4'ünde ise (2 kişi) pes planus deformitesi bulunmuyordu. Sağ ayak için yapılan analizde sol ayaktan farklı olarak

### Özgün Araştırma Makalesi (Original Research Article)

**Geliş / Received:** 14.08.2023 & **Kabul / Accepted:** 29.02.2024

**DOI:** <https://doi.org/10.38079/igusabder.1336778>

\* Bu araştırma, "1st International Rumeli Congress on Food and Health Sciences (2023)" Kongresi'nde sözel bildiri olarak sunulmuştur.

\*\* (Sorumlu Yazar) Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-posta: [onur.aydogdu@marmara.edu.tr](mailto:onur.aydogdu@marmara.edu.tr) [ORCID https://orcid.org/0000-0001-6438-6713](https://orcid.org/0000-0001-6438-6713)

\*\*\* YL Öğrencisi, Armada Praxis Yalıkavakspor Kadın Hentbol Takımı, Muğla, Türkiye.

E-posta: [yagmurozceliki@outlook.com](mailto:yagmurozceliki@outlook.com) [ORCID https://orcid.org/0000-0003-0480-6039](https://orcid.org/0000-0003-0480-6039)

\*\*\*\* YL Öğrencisi, Dr. Çağatay Uluçay Ortopedi ve Travmatoloji Muayenehanesi, İstanbul, Türkiye.

E-posta: [gizem.nazli.98@gmail.com](mailto:gizem.nazli.98@gmail.com) [ORCID https://orcid.org/0009-0006-6122-9847](https://orcid.org/0009-0006-6122-9847)

\*\*\*\*\* YL Öğrencisi, LifeOn Concept, İstanbul, Türkiye. E-posta: [cetinn.meldaa@gmail.com](mailto:cetinn.meldaa@gmail.com)

[ORCID https://orcid.org/0009-0002-8736-0879](https://orcid.org/0009-0002-8736-0879)

\*\*\*\*\* YL Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

E-posta: [javadhassanzadeh.az@gmail.com](mailto:javadhassanzadeh.az@gmail.com) [ORCID https://orcid.org/0000-0001-5244-1631](https://orcid.org/0000-0001-5244-1631)

\*\*\*\*\* Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul,

Türkiye. E-posta: [zsari@marmara.edu.tr](mailto:zsari@marmara.edu.tr) [ORCID https://orcid.org/0000-0003-1643-5415](https://orcid.org/0000-0003-1643-5415)

**ETİK BİLDİRİM:** Çalışmanın etik onayı, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır (Tarih: 29.12.2022/ Protokol No-Sayı: 170).

esnek/rijit pes planus durumuna göre hamstring kas kısalığı değerlerinde anlamlı bir farklılık saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Bu sonuç, esnek pes planus durumuna göre, hamstring kas kısalığının rijit pes planus durumunda daha fazla olduğunu göstermektedir.

**Sonuç:** Çalışma sonuçlarına göre, sağ alt ekstremitede rijit pes planusa sahip bireylerin, esnek pes planusa sahip bireylere göre, hamstring kas kısalık düzeyleri anlamlı şekilde daha fazlaydı, fakat her iki alt ekstremitede de pes planus derecelerine göre kas kısalıkları ile kas kuvveti değerleri açısından anlamlı fark bulunmamıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Pes planus, hamstring, feiss çizgisi, esneklik, Jack's test.

### **Effects of Pes Planus Level on Dorsi and Plantar Flexor Muscle Strength and Gastrocnemius and Hamstring Muscle Flexibility**

#### **Abstract:**

**Aim:** This study aimed to investigate the impact of pes planus level on dorsiflexor and plantar flexor muscle strength, as well as gastrocnemius and hamstring muscle flexibility.

**Method:** Demographic data, including age, height, weight, and body mass index (BMI) were recorded for each participant. While the degree of pes planus was evaluated using "Feiss Line Method", "Jack's Finger Lifting Test" was used for the classification of rigid or flexible pes planus. Hamstring muscle tightness was assessed through the "Active Knee Extension Test", while gastrocnemius muscle tightness was measured using goniometric ankle dorsiflexion. Dorsi- and plantar flexor muscle strengths were assessed using a hand dynamometer.

**Results:** The mean age of 37 participants with pes planus (20 females, 17 males) participating in the study was  $31.03\pm 9.62$ . Among them, 35 participants had a dominant right extremity, while 2 had a dominant left extremity. According to the Feiss Line Method for the left foot, while 48.6% (18 subjects), 32.4% (12 subjects), and 13.5 (5 subjects) of participants had 1st-grade, 2nd-grade, and 3rd-grade pes planus respectively, there were 2 subjects (5.4%) without pes planus deformity in the left foot. No significant differences were found in the values of hamstring & gastrocnemius muscle flexibility and dorsi- & plantar-flexor muscle strength according to the grades of pes planus and the presence of flexible or rigid pes planus for the left foot ( $p>0.05$ ). According to Jack's Finger Lifting Test, while 73% (27 subjects) and %21.6 (8 subjects) of the participants had flexible and rigid pes planus respectively, %5.4 (2 subjects) of the participants did not have pes planus deformity in the left foot. Conversely, there was a significant difference in terms of hamstring muscle flexibility according to the flexible/rigid pes planus in the right foot ( $p<0.05$ ). This finding demonstrates that hamstring muscle shortness/tightness is greater in the rigid pes planus than flexible pes planus for the right foot.

**Conclusion:** The study findings revealed that individuals with rigid pes planus had more shortness/tightness in hamstring muscles compared to those with flexible pes planus for the right lower extremity. However, there were no significant differences in terms of muscle tightness and muscle strength according to the grades of pes planus for both lower extremities.

**Keywords:** Pes planus, hamstring, feiss line, flexibility, Jack's test.

## Giriş

Ayak, kişilerde hem sabit duruşta hem de günlük yaşamdaki dinamik aktiviteler sırasında bireyin vücut ağırlığını taşıyan en önemli yapılardan biridir. Ayak tabanı, vücuttaki yüzeyin %5'ini oluşturmaktadır ve vücudun %95'ini desteklemektedir. En önemli görevlerinden biri, insan vücuduna etki eden yer reaksiyon kuvvetine karşı şok absorpsiyondur<sup>1</sup>. Ayak problemleri, birçok toplumda yaygın olarak görülmektedir. On sekiz yaş üstü bireylerde görülme sıklığı %24 iken, 18-45 yaş aralığındaki bireylerde bu oran, %10 civarındadır. Toplumda %2 ila %23 oranında görülen ayak problemlerinden biri de, pes planustur<sup>2</sup>. Pes Planus, medial longitudinal arkın (MLA) düzleşmesi veya çökmesi olarak tanımlanır<sup>3-5</sup>. Ayak arklarının yapısı ve dinamiği; ayağın şok absorpsiyonu, hareket sırasındaki vücudun öne ilerletilmesi ve ayakta durma sırasında dengeyi sağlamak için önemlidir. MLA; birinci metatarsal, medial küneiform, navikula, talus ve kalkaneusu içerir<sup>6</sup> ve spring, deltooid ligament, posterior tibial tendon, plantar aponevroz ve fleksör hallucis longus ve brevis kaslarıyla desteklenir<sup>7</sup>. Bu yapılarda görülen problemler, ayağın biyomekaniğini etkilemektedir<sup>8</sup>.

Pes planus, ayak arkının ağırlık taşıma sırasında değişmesi ve değişmemesine göre esnek veya rijit olarak iki tipe ayrılabilir. Esnek pes planus durumunda; ağırlık taşıma ve taşımama sırasında arkta yükseklik farkı görülürken; rijit pes planus durumunda herhangi bir fark görülmez ve ark sabit kalır<sup>9</sup>. Pes planusun bir başka sınıflandırılma yöntemi ise, navikulanın normalde bulunduğu hattın uzaklaşma miktarına göre derecelendirilmesidir<sup>6</sup>. Navikulanın üzerinde bulunması gereken hat; medial malleol merkezi ve 1.metatarsofalangeal eklem merkezinin birleştiği Feiss Çizgisi'dir<sup>10</sup> ve bu çizgiden uzaklaşmasına göre 1. , 2. ve 3. derece pes planus olarak adlandırılır<sup>6</sup>.

Pes planus, aynı zamanda yürüyüş esnasında bozulan yük dağılımına, ayak ve ayak bileğinde artmış strese ve dizde parçalayıcı kuvvetlere sebep olmaktadır<sup>2</sup>. Yapılan çalışmalarda pes planuslu bireylerde, normal MLA sahip olan kişilerle karşılaştırıldığında, daha düşük tibialis posterior, tibialis anterior ve plantar fleksör kas kuvveti görüldüğü ve daha kısa aşil tendonu ve hamstring kası görüldüğü bildirilmiştir<sup>11-13</sup>. Bu bireylerde görülen gastroknemius kasının kısalığı, artmış ayak pronasyonu ile ilişkilidir. Subtalar eklemdaki artmış pronasyon ise dizde valgus stresine, gastroknemius-soleus kaslarında kısalığa, hamstring ve tensor fascia latae kaslarında gerginliğe sebep olabilmektedir<sup>2,6</sup>.

Yapılan çalışmalar, pes planusa sahip kişilerin ayak yük dağılımındaki değişiklikler ve kas kısalıkları sebebiyle, yürüyüş sırasında daha fazla enerji harcadığını ve ayaktaki biyomekanik değişikliklerin kişide anormal duysal girdiye sebep olduğunu göstermiştir<sup>6</sup>. Bu durum da, kişide yürüyüş veya koşma sırasında yaralanma riskini artırabilmekte ve tendinit, plantar fasiit, halluks valgus, diz ağrısı ve bel ağrısına sebep olabilmektedir<sup>4</sup>.

Pes planusa sahip plantar fasiit hastalarıyla, normal ayak tabanına sahip bireyler arasında yapılan bir çalışmada, iki grup arasında kalça, hamstring ve quadriceps kasları arasında bir fark bulunmazken, plantar kas kuvvetinin pes planusa sahip bireylerde daha düşük olduğu görülmüştür<sup>14</sup>. Esnek pes planusa sahip bireyler ile normal ayak arkına sahip bireyler arasında yapılan bir çalışmada ise, esnek pes planusa sahip bireylerin gastrocnemius ve tibialis anterior kas tonuslarının daha yüksek ve esnekliklerinin daha az olduğu bildirilmiştir<sup>15</sup>. Angın ve ark. yaptığı bir çalışmada, peroneus longus kas tonus ve kuvvet değerlerinin pes planuslu bireylerde azaldığını ve bu nedenle, MLA üzerindeki destek etkisinin de azaldığını belirtmişlerdir. Sporcular üzerinde yapılan bir çalışma, pes planusun dengeyi ve performansı etkilediğini, pes planus derecesiyle statik denge performansı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bildirmiştir<sup>6</sup>.

Yukarıda sözü edilen çalışmalarda, pes planusa sahip bireylerde hamstring ve gastrocnemius kas kısalıkları ve kas kuvvet dengesizliklerinin var olduğu bildirilirken, bu parametrelerin pes planus düzeyinden etkilenip etkilenmediğiyle ilgili olarak, literatürdeki mevcut çalışmaların yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu nedenle, bu çalışma pes planus düzeyinin dorsi ve plantar fleksör kas kuvveti ile gastrocnemius ve hamstring kas esnekliğine etkisinin incelenmesi amacıyla planlanmıştır.

## **Gereç ve Yöntem**

Bu araştırmaya 21-51 yaş aralığında, pes planusa sahip olan, sistemik ve ayak ile ilişkili herhangi bir hastalığı olmayan, çalışmaya katılmaya gönüllü 37 kişi dahil edilmiştir. Ortopedik, nörolojik, kardiyovasküler vb. sistemleri etkileyen kronik hastalığa sahip olan, ayak-ayak bileğinde travma ve/veya cerrahi öyküsü olan, alt ekstremiteye ait geçirilmiş kırık öyküsü varlığı, duyu kaybı ve kognitif disfonksiyona sahip olan kişiler araştırmaya dahil edilmemiştir.

## **Etik Onay**

Araştırma "Dr. Çağatay Uluçay Ortopedi ve Travmatoloji Muayenehanesi", "LifeOn Concept Tedavi Merkezi" ve "Galatasaray Kadın Futbol Takımı" kurumlarında yapıldı. Kurum izinleri ve çalışmanın etik onayı, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi

Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır (Tarih: 29.12.2022 / Protokol No-Sayı: 170). Çalışmaya alınan bireylerden onam formu alınarak haklarının korunduğu belirtilmiştir.

### **Veri Toplama Araçları**

Çalışmada kullanılan fiziksel uygunluk parametreleri, klinik ortamlarda rutinde uygulanan geçerlilik ve güvenilirlikleri yapılmış testler arasından seçildi.

Çalışmaya alınan her bireyin yaş, boy, ağırlık, vücut kütle indeksi gibi demografik özellikleri değerlendirme formu kullanılarak kaydedildi. Boy uzunlukları, çıplak ayak ile metal metre kullanılarak ölçüldü ve cm cinsinden kaydedildi. Katılımcıların pes planus derecelerinin değerlendirilmesinde "Feiss Çizgisi" yöntemi kullanıldı. Ölçümler, kişi sert bir zeminde her iki ayağa eşit ağırlık aktarırken yapıldı. Medial malleolün merkezi ile 1.metatarsofalangeal eklem merkezini birleştirerek "Feiss çizgisi" oluşturuldu<sup>10</sup>. Sağlıklı bir ayakta, navicula kemiğinin tüberkülü Feiss çizgisi üzerine düşmesi gerektiğini bilerek, Naviküler tüberkülün Feiss çizgisi altına düşme seviyesine göre pes planus dereceleri belirlendi. Naviküler tüberkül, Feiss çizgisi ile yer arasındaki mesafenin 1/3'ü kadar düşmüşse "1.derece", 2/3'ü kadar düşmüşse "2.derece", tamamen yere geliyor ise "3.derece pes planus" olarak kaydedildi. Katılımcıların pes planus derecelerinin değerlendirilmesi, sağ ve sol ayak ayrı olacak şekilde yapıldı ve kaydedildi<sup>6</sup>.

Pes planus tanımlı katılımcıların, rijit veya esnek pes planus sınıflandırması için "Jack'in Parmak Kaldırma Testi" uygulandı<sup>16</sup>. Kişi oturur pozisyonda iken ayak baş parmağı, pasif olarak dorsifleksiyona getirildi. Medial ark oluştuysa "esnek pes planus", oluşmadıysa "rijit pes planus" olarak kaydedildi<sup>17</sup>.

Aktif Diz Ekstansiyon Testi kullanılarak katılımcıların hamstring kas kısalığı değerlendirildi ve gonyometre ile ölçülerek derece cinsinden kaydedildi<sup>18</sup>. Kişi sırt üstü pozisyonda kalça eklemi 90° fleksiyon pozisyonundayken pelvis ve karşı uyluk sabitlendi. Kişiden bu pozisyonda iken dizini getirebileceği kadar ekstansiyona getirmesi istendi. Kişi dizini tam ekstansiyona getirdiyse, kişide hamstring kas kısalığı yok olarak kaydedildi. Eğer, diz tam ekstansiyona gelmediyse, gonyometre ile pivot noktası olarak diz laterali olacak şekilde, sabit kol femur shaftına ve hareketli kol fibula shaftına paralel olacak şekilde, fleksiyon açısının ölçümü yapıldı ve derece (°) cinsinden kaydedildi<sup>19</sup>.

Katılımcıların gastroknemius kas kısalığını değerlendirmek için; ayak bileği, 90° dorsifleksiyon pozisyonuna getirildi ve kişi bu pozisyondayken, gonyometre pivot

noktaya (lateral malleol) yerleştirildi. Kişiden ayağını m¼mk¼n olabildiği kadar dorsi fleksiyona getirmesi istendi. Gonyometre ile her iki ayak i¼in ayrı ayrı test yapıldı ve ¼l¼¼len değer a¼ısal olarak değerlendirme formuna kaydedildi<sup>8</sup>.

Dorsi fleks¼r kas kuvveti değerlendirmek i¼in; katılımcıdan ¼ncelikle ayakkabı ve ¼orabını ¼ıkarması istendi. Katılımcı, kal¼a 90° fleksiyonda ve diz tam ekstansiyonda oturur Şekilde pozisyonlandı. Ayak bileği n¼tr pozisyonda iken dinamometre, ayağın dorsal kısmında metatarslara yerleştirildi ve terapist tarafından sabitlendi. Katılımcılardan 6 saniye s¼recek Şekilde maksimum kuvvetle izometrik kasılma yapması istendi. Değerlendirme 30 sn aralıklarla 3 kez tekrarlandı ve en y¼ksek değer kaydedildi. Değerlendirme, sağ ve sol ayak i¼in ayrı ayrı uygulandı ve kaydedildi<sup>20</sup>.

Plantar fleks¼r kas kuvvetini değerlendirmek i¼in; ¼ncelikle katılımcının ayakkabı ve ¼orabını ¼ıkarması istendi. Katılımcı, y¼z¼st¼, diz tam ekstansiyonda ve ayak bileği masa kenarında olacak Şekilde pozisyonlandı. Ayak bileği n¼tr pozisyonda iken, dinamometre 1. metatarsa yerleştirildi ve dinamometre duvar ile sabitlendi<sup>21</sup>. Katılımcıdan 6 saniyeyi ge¼meyecek Şekilde maksimum kuvvetle izometrik kasılma istendi. Değerlendirme 3 kez tekrarlandı ve en y¼ksek değer kaydedildi. Değerlendirme, sağ ve sol ayak i¼in ayrı ayrı uygulandı ve kaydedildi.

### **İstatistiksel Analiz**

Araştırmada elde edilen verilerin sınıflandırılmasında, niteliksel ve niceliksel istatistiksel y¼ntemler SPSS 11.5 istatistik programı ile %95'lik g¼ven aralığında, anlamlılık  $p < 0,05$  d¼zeyinde değerlendirildi. Değerkenlerin değerlendirilmesinde, değerkenlerin normal dağılıma uygunluğu "Kolmogorow Smirnow Test" ve normal dağılım grafikleriyle sorgulandı.

Değerkenlerin incelenmesinde normal dağılım sağlanmadığı i¼in gruplar arasındaki farkın incelenmesinde "Mann Whitney U Testi" ile "Kruskal Wallis Testi" kullanıldı.

¼alıřmanın genel evreni İstanbul'da yaşayan ve ayağında pes planus olan 18-65 yaş aralığındaki t¼m bireylerdi. Bu doğrultuda, araştırmanın ¼rneklemi, dahil edilme kriterlerine uyan, ¼alıřmaya katılmaya g¼n¼ll¼ olan ve ilgili merkezlerde yapılan değerlendirmelere ilgili tarihler arasında katılan t¼m bireylerdi. ¼alıřmanın ¼rneklem b¼y¼kl¼đ¼, bu ¼alıřmaya g¼n¼ll¼ olarak katılmayı d¼ř¼nen katılımcıların ulaşılabilirliği a¼ısından kolayda ¼rneklem y¼ntemiyle belirlenmiştir<sup>22</sup>.

## BULGULAR

Araştırmaya, toplamda 37 katılımcı dahil edilmiştir. Araştırmaya 20 kadın ve 17 erkek katılım sağlamıştır. Katılımcıların yaş ortalaması  $31,03 \pm 9,62$  yıl, boy ortalaması  $171,51 \pm 9,41$  cm, ağırlık ortalaması  $70,73 \pm 14,92$  kg ve Beden Kütle İndeksi (BKİ) ortalaması  $24,05 \pm 4,34$  kg/m<sup>2</sup>'tir (Tablo 1). Katılımcıların 35'i sağ dominant ekstremiteye sahipken, 2'si sol dominant ekstremiteye sahipti.

**Tablo 1.** Bireylere ait fiziksel özellikler

	n	Minimum	Maximum	Ort.	SS.
Yaş (yıl)	37	21	51	31,03	9,62
Ağırlık (kg)	37	49	115	70,73	14,92
Boy (cm)	37	158	196	171,51	9,41
BKİ (kg/m <sup>2</sup> )	37	17	32,40	24,05	4,34

*Ort: Ortalama, SS.: Standart Sapma, BKİ: Beden Kütle İndeksi\**

Çalışmaya katılan 37 katılımcının 35'inin sol ayağında çeşitli derecelerde pes planus bulunurken, tamamının sağ ayağında farklı derecelerde pes planus mevcuttu. Sol ayak pes planus durumları incelendiğinde, katılımcıların %48,6'sında 1. derece (18 kişi), %32,4'ünde 2. derece (12 kişi) ve %13,5'inde 3. derece (5 kişi) pes planus tespit edilmiştir. 2 katılımcının (%5,4) sol ayağında pes planus bulunmuyordu. Katılımcıların %21,6'sı rijit pes planus, %73'ü ise esnek pes planus olarak rapor edilmiştir. Sağ ayak pes planus düzeyleri için ise, katılımcıların %43,24'ü 1. derece (16 kişi), %45,94'ü 2. derece (17 kişi) ve %10,82'si 3. derece (4 kişi) pes planus özellikleri göstermektedir. Sağ ayak pes planus esneklikleri açısından ise, katılımcıların %21,62'si rijit pes planus (8 kişi), %78,37'si ise esnek pes planus (29 kişi) olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Araştırmada sağ-sol ayak pes planus derecelerine göre, sırasıyla sağ-sol hamstring ve gastroknemius kas kısalığı ile yine sırasıyla sağ-sol dorsi fleksiyon (DF) ve plantar fleksiyon (PF) kas kuvveti değerleri incelenmiştir. Tablolarda sunulan verilere göre, her bir pes planus derecesi ve esnekliği için katılımcı sayısı (n), ortalama, standart sapma, ortalama sıralama (Mean Rank) ve p değeri (p) belirtilmiştir.

**Tablo 2.** Sağ Ayak pes planus derecesi ve veriler arasındaki karşılaştırma

	<b>Pes planus derecesi</b>	<b>n</b>	<b>Ort±SS</b>	<b>Mean Rank</b>	<b>P</b>
Hamstring kas kısalığı	1. derece	16	150,56±13,13	23,13	0,125
	2. derece	17	141,41±18,35	16,12	
	3. derece	4	139,25±20,93	14,75	
Gastroknemius kas kısalığı	1. derece	16	18,81±8,54	15,25	0,125
	2. derece	17	23,00±7,18	22,85	
	3. derece	4	18,50±8,54	17,63	
Dorsi fleksiyon kas kuvveti	1. derece	16	15,74±3,82	20,88	0,611
	2. derece	17	14,60±3,12	18,00	
	3. derece	4	17,95±14,21	15,75	
Plantar fleksiyon kas kuvveti	1. derece	16	25,01±8,68	18,84	0,527
	2. derece	17	26,42±7,96	20,41	
	3. derece	4	21,87±16,95	13,63	

*Kruskal Wallis Test, \*p<0,005; Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma*

Sağ alt ekstremitte için yapılan analizlere göre, ayak pes planus derecelerine göre; hamstring ve gastroknemius kas kısalığı ile dorsi ve plantar fleksör kas kuvveti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 2).

**Tablo 3.** Sol Ayak pes planus derecesi ve veriler arasındaki karşılaştırma

	<b>Pes planus derecesi</b>	<b>n</b>	<b>Ort±SS</b>	<b>Mean Rank</b>	<b>P</b>
Hamstring kas kısalığı	1.derece	18	149,06±17,11	20,61	0,243
	2.derece	12	140,70±17,41	14,21	
	3.derece	5	140,50±26,76	17,70	
Gastroknemius kas kısalığı	1.derece	18	17,00±7,76	15,22	0,251
	2.derece	12	22,11±6,80	20,83	
	3.derece	5	17,00±8,04	21,20	



Dorsi fleksiyon kas kuvveti	1.derece	18	15,47±3,20	21,31	0,123
	2.derece	12	14,10±2,81	13,58	
	3.derece	5	17,57±11,58	16,70	
Plantar fleksiyon kas kuvveti	1.derece	18	23,77±8,59	18,56	0,752
	2.derece	12	25,70±8,09	18,50	
	3.derece	5	21,72±18,51	14,80	

*Kruskal Wallis Test, \*p<0,005; Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma*

Sol alt ekstremite için yapılan analizlere göre, ayak pes planus derecelerine göre; hamstring ve gastroknemius kas kısalığı ile dorsi ve plantar fleksör kas kuvveti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 3).

**Tablo 4.** Sol Ayak Esnek/Rijit Pes Planus ve Verilerin karşılaştırması

n=35	Jack test	n	Ort±SS	Mean Rank	p
Hamstring kas kısalığı	Rijit	8	134,37±13,82	12,38	0,077
	Esnek	27	146,25±18,02	20,25	
Gastroknemius kas kısalığı	Rijit	8	20,12±7,09	21,94	0,333
	Esnek	27	19,62±7,89	17,52	
Dorsi fleksiyon kas kuvveti	Rijit	8	15,06±3,17	19,44	0,724
	Esnek	27	14,97±4,99	18,23	
Plantar fleksiyon kas kuvveti	Rijit	8	22,62±9,46	16,25	0,504
	Esnek	27	25,27±9,40	19,14	

*Mann Whitney U Test, \*p<0.005, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma*

Sol alt ekstremite için yapılan analizlere göre, ayak esnek/rijit pes planus durumlarına göre; hamstring ve gastroknemius kas kısalığı ile dorsi ve plantar fleksör kas kuvveti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 4).

**Tablo 5.** Sağ Ayak Esnek/Rijit Pes Planus ve Verilerin karşılaştırması

n=37	Jack test	n	Ort±SS	Mean Rank	p
Hamstring kas kısalığı	Rijit	8	134,37±12,16	11,75	<b>0,032*</b>
	Esnek	29	148,10±16,82	21,00	
Gastroknemius kas kısalığı	Rijit	8	18,75±5,54	17,69	0,698
	Esnek	29	21,24±8,56	19,36	
Dorsi fleksiyon kas kuvveti	Rijit	8	14,51±4,38	17,75	0,712
	Esnek	29	15,72±5,59	19,34	
Plantar fleksiyon kas kuvveti	Rijit	8	22,95±9,35	17,19	0,592
	Esnek	29	25,97±9,27	19,50	

*Mann Whitney U Test, \*p<0.005, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma*

Sağ ayak için yapılan analizde sol ayaktan farklı olarak esnek/rijit pes planus durumuna göre, diğer parametrelerde anlamlı bir farklılık bulunmazken ( $p>0,05$ ), hamstring kas kısalığı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır ( $p<0,05$ ) (Tablo 5).

### Tartışma

Pes planus, nispeten yaygın bir ayak deformitesi olarak olan, ayağın medial longitudinal arkının kaybıyla veya yerle temas etmesi ile sonuçlanan bir durumdur<sup>7</sup>. Plantar fasyanın tabanının zayıflaması, darbe şokunu dağıtma yeteneğini azaltır ve diğer kasların bunu dengelemeye çalışması aşırı kullanım sendromuna yol açabilecek yorgunluğa neden olur. Bu da dolaylı olarak diz eklemi, kalça eklemi, omurga gibi proksimal vücut bölgesinde çeşitli sorunlara yol açabilmektedir<sup>2</sup>. Literatürdeki pes planus ile kas kısalık ve kuvvet düzeyi ilişkilerinin araştırıldığı mevcut çalışmalara rağmen, pes planus derecesi ile esneklik durumunun bu parametreler üzerine etkilerinin incelendiği çalışmaların limitli olması ve bu durumun ortaya yeterince konulmaması sebebiyle, bu araştırmayı planladık. Bu bilgiler ışığında çalışmadaki temel hipotez, pes planus düzeyi arttıkça ve pes planus rijit oldukça, dorsi ve plantar fleksör kas kuvvetinin azalacağı, gastroknemius ve hamstring kas kısalıklarının ise artacağı varsayımına dayandırılmıştır. Önceki çalışmalar pes planusun dorsifleksiyon kas kuvvetini ve eklem hareket açıklığını etkilediğini belirtmiştir<sup>2,6,11,12,14,15,23</sup>. Bir çalışmada pes planus olan bireylerde gastroknemius kas grubunda kısalık saptanmıştır ve pes planus derecesi arttıkça

gastroknemius kas kısalığının arttığı görülmüştür<sup>8</sup>. Park ve ark. normal ve pes planuslu bireylerde gerçekleştirdiği ayak fonksiyonunu ve plantar fasya kalınlığını inceleyen çalışmalarında pes planuslu bireylerin daha düşük dorsifleksiyon kas kuvvetine ve eklem hareket açıklığına sahip olduğunu göstermiştir. Plantar fleksiyon kuvveti ve eklem hareket açıklığında ise pes planuslu bireylerde plantar fleksiyon kas kuvveti çok az bir miktarda daha yüksek bulunurken eklem hareket açıklığı çok az miktarda daha düşük bulunmuştur<sup>24</sup>. Lee ve ark. yaptığı çalışma ise bunun aksine düz tabanlı bireylerde normal tabanlı bireylere göre plantar fleksiyon kas kuvveti daha düşük bulunmuştur<sup>14</sup>. Sporcularda pes planus derecelerinin denge ve performans üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışma da öncekileri destekler şekilde pes planuslu bireylerde gastroknemius kas kısalığının daha fazla olduğunu bildirmiştir<sup>6</sup>. Çalışmanın bulguları, bu bilgileri desteklemektedir. Değerlendirilen bireylerin büyük bir çoğunluğunda gastroknemius kas kısalığı görülmüştür. Hamstring kas kısalığı da benzer şekilde katılımcıların çoğunluğunda görülmüştür. Bu çalışmada literatürdeki aksine, kas kuvvet düzeyi ve kas kısalıkları pes planuslu ve sağlıklı bireyler arasında karşılaştırmalı değil, pes planusa sahip bireylerin derecelerine ve esnek-rijit olmalarına göre değerlendirilmiştir. Buna göre, çalışmada elde edilen temel bulgu, sağ alt ekstremitesinde rijit pes planusa sahip bireylerin, esnek pes planusa sahip bireylere göre, hamstring kas kısalık düzeylerinin anlamlı şekilde daha fazla olduğuydu. Ek olarak, çalışmada, pes planus derecelerine göre kas kısalıkları ile kas kuvveti değerlerinin anlamlı düzeyde farklı olmadığı görülmüştür. Buna göre, pes planus esnekliği azaldıkça ya da bir diğer deyişle rijitlik arttıkça, hamstring kas kısalıkları daha fazla görülüyor sonucu çıkarılabilir. Bu durumun temel nedeni de, temel biyomekanik prensiplere bağlanmaktadır. Um ve ark. yaptıkları çalışmada, esnek pes planus ile normal tabana sahip bireylerdeki kas tonusları ve sertliklerini karşılaştırmışlardır. Her iki ayağı normal taban ve her iki ayağı esnek pes planus olan bireyler arasında, esnek pes planusa sahip olanların özellikle gastroknemius ve tibialis anterior kas tonuslarında anlamlı artış gözlemlemişlerdir. Bir ayağı normal taban diğer ayağı esnek pes planus olan bireylerde de esnek pes planus olan ayağın gastroknemius kas tonusları daha fazla bulunmuş ancak iki ayak arasında anlamlı fark bulunamamıştır<sup>15</sup>. Yapılan çalışmada rijit ve esnek tabanlı bireylerin kas kuvveti ve kısalık düzeyleri karşılaştırılmış; ancak normal tabana sahip bireylerin değerleri incelenmemiştir. Öte yandan çalışmada, plantar fleksiyon kas kuvveti düzeyi, her iki ayakta da rijit pes planusa sahip kişilerde daha düşük bulunurken, dorsifleksiyon kas kuvvetinin ise, sadece sağ ayakta rijit bireylerde daha düşük çıktığı görülmüştür. Ancak, her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna göre, çalışmada elde edilen

sonuçlar neticesinde, pes planusun esnek veya rijit olmasının kas kuvvetleri üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmüstür. Bireylerin esnek veya rijit olmalarına göre hamstring ve gastroknemius kas kısıalıkları değerlendirildiğinde ise, sadece hamstring kas kısıalığının değiştiği sonucu bulunmuştur. Bu anlamlı farklılık ise, sadece sağ ayakta gözlemlenmiştir ve buna göre rijit pes planuslu bireyler daha daha kısa hamstring değerlerine sahiptir.

### **Limitasyonlar**

Mevcut çalışmada bazı sınırlılıklar vardır. Bu sınırlılıklardan biri, feiss çizgisini kullanarak pes planus derecesini belirlemektir. Bu yöntem, gözlemsel bir değerlendirme ve kullanım kolaylığı sağlamış olsa da ileride yapılacak çalışmalarda pedobarografik analizler, ayak izi yöntemi ya da ayak postür indeksi gibi daha objektif yöntemlerin kullanılması tercih edilebilir. Çalışmadaki diğer sınırlılık ise, esneklik glmlerini yaparken gonyometre kullanarak değerlendirmek olmuştur. Bu yöntem, bizlere nicel bir sonuç verse de, bu glmlerin test ediciler arası güvenilirliği test edilmelidir. Bir diğer sınırlılık ise, katılımcı sayısıdır. Biyomekaniksel farklılıkların, sonuçları etkileyebilme durumundan dolayı, katılımcı sayısının fazla olması, daha doğru sonuçlara ulaşmak açısından önem arz etmektedir.

### **Sonuç**

Daha nceki çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, pes planus deformitesi olan kişilerde, olmayanlara göre gastroknemius kas kısıalığının daha fazla olduğu sonucu bulunmuştur. Bu çalışmada, pes planus derecelerine göre kas kuvvetindeki değişikliklere bakıldığında ise, plantar fleksiyon kas kuvveti değerinin rijit pes planuslu kişilerde, esnek pes planuslu kişilere göre daha düşük bulunduğu ancak bu sonucun anlamlı olmadığı görülmüstür. Çalışmanın sonucuna göre, rijit pes planusa sahip bireylerde, hamstring kasları için germe egzersizleri ile birlikte plantar fleksiyon kasları için kuvvetlendirme egzersizlerini de rehabilitasyon çalışmalarına eklemek, bu bireylerin değerlendirme ıktıları açısından fayda sağlayabilir.

### **Açıklama**

Bu araştırma, 28-29 Ağustos 2023 tarihlerinde evrimii (online) olarak düzenlenen "1st International Rumeli Congress on Food and Health Sciences" kongresinde sözel bildiri olarak sunulmuştur.

**KAYNAKLAR**

1. Turan C, Bayram GA. Karbon tabanlık kullanımının pes planus ve pes kavusu olan bireylerde ayak plantar basınç dağılımına etkisi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2022;33(2):81-88.
2. Ünver B, Keklik SS, Yıldırım T, Bek N. Pes planusun distal ve proksimal alt ekstremite biyomekanik parametreleri ve bel ağrısı üzerine etkilerinin incelenmesi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2019;30(2):119-125.
3. Choi JH, Cynn HS, Yi CH, Yoon TL, Baik SM. Effect of isometric hip abduction on foot and ankle muscle activity and medial longitudinal arch during short-foot exercise in individuals with pes planus. *J Sport Rehabil*. 2020;30(3):368-374.
4. Huang YP, Peng HT, Wang X, Chen ZR, Song CY. The arch support insoles show benefits to people with flatfoot on stance time, cadence, plantar pressure and contact area. *PLoS One*. 2020;15(8):e0237382.
5. Cheng KW, Peng Y, Chen TL, et al. A Three-dimensional printed foot orthosis for flexible flatfoot: An exploratory biomechanical study on arch support reinforcement and undercut. *Materials (Basel)*. 2021;14(18):5297.
6. Şahin FN, Ceylan L, Küçük H, et al. Examining the relationship between pes planus degree, balance and jump performances in athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;15;19(18):11602.
7. Raj MA, Tafti D, Kiel J. *Pes Planus*. 2023 May 23. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 28613553.
8. Kızılcı H, Erbahçeci F. Pes planus olan ve olmayan erkeklerde fiziksel uygunluğun değerlendirilmesi. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*. 2016;8;27(2):25-33.
9. Dars S, Uden H, Banwell HA, Kumar S. The effectiveness of non-surgical intervention (Foot Orthoses) for paediatric flexible pes planus: A systematic review: Update. *PLoS One*. 2018;13(2):e0193060.
10. Büyükturan Ö, Büyükturan B, Karartı C. Sağlıklı genç yetişkinlerde pes planus ile ağrı, hipermobilité ve denge arasındaki ilişkinin incelenmesi. *FÜ Sağ Bil Tıp Derg*. 2017;31(1):33-7.
11. Aenumulapalli A, Kulkarni MM, Gandotra AR. Prevalence of flexible flat foot in adults: A cross-sectional study. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(6):AC17-AC20.

12. Jafarnezhadgero AA, Fatollahi A, Granacher U. Eight weeks of exercising on sand has positive effects on biomechanics of walking and muscle activities in individuals with pronated feet: A randomized double-blinded controlled trial. *Sports (Basel)*. 2022;10(5):70.
13. Reimers J. Henvisningsmønster, diagnoser samt forekomst af korte muskler hos børn og unge i en ortopaedisk speciallaegepraksis [Referral pattern, diagnoses and occurrence of short muscles in children and adolescents in an orthopedic specialist practice]. *Ugeskr Laeger*. 1990;152(35):2494-2497.
14. Lee JH, Shin KH, Jung TS, Jang WY. Lower extremity muscle performance and foot pressure in patients who have plantar fasciitis with and without flat foot posture. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;20(1):87.
15. Um GM, Wang JS, Park SE. An analysis on muscle tone of lower limb muscles on flexible flat foot. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(10):3089-3092.
16. Kanatlı U, Aktas E, Yetkin H. Do corrective shoes improve the development of the medial longitudinal arch in children with flexible flat feet? *J Orthop Sci*. 2016;21(5):662-666.
17. Yıldırım Şahan T, Aydoğan Arslan S, Demirci C, Oktaş B, Sertel M. Comparison of short-term effects of virtual reality and short foot exercises in pes planus. *Foot (Edinb)*. 2021;47:101778.
18. Corkery M, Briscoe H, Ciccone N, et al. Establishing normal values for lower extremity muscle length in college-age students. *Physical Therapy in Sport*. 2007;8(2):66-74.
19. Neto T, Jacobsohn L, Carita AI, Oliveira R. Reliability of the active-knee-extension and straight-leg-raise tests in subjects with flexibility deficits. *J Sport Rehabil*. 2015;24(4):2014-0220.
20. Buckinx F, Croisier JL, Reginster JY, et al. Reliability of muscle strength measures obtained with a hand-held dynamometer in an elderly population. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2017;37(3):332-340.
21. Albin SR, Koppenhaver SL, MacDonald CW, et al. The effect of dry needling on gastrocnemius muscle stiffness and strength in participants with latent trigger points. *J Electromyogr Kinesiol*. 2020;55:102479.

- 22.** Stratton SJ. Population research: convenience sampling strategies. *Prehosp Disaster Med.* 2021;36(4):373-4.
- 23.** Kim JS, Lee MY. The effect of short foot exercise using visual feedback on the balance and accuracy of knee joint movement in subjects with flexible flatfoot. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(13):e19260.
- 24.** Park SY, Bang HS, Park DJ. Potential for foot dysfunction and plantar fasciitis according to the shape of the foot arch in young adults. *J Exerc Rehabil.* 2018;14(3):497-502.