

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

86712

“AYAK DEFORMİTELERİNDEKİ EMG DEĞİŞİKLİKLERİNİN
NORMAL POPULASYONLA KARŞILAŞTIRILMASI”

Arş. Gör. Belgin BAMAÇ

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Yüksek Lisans Programı İçin Öngördüğü
BİLİM UZMANLIĞI (YÜKSEK LİSANS) TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

T 86712

Danışman : Doç. Dr. Aydın ÖZBEK

(Kocaeli Üniversitesi araştırma fonu tarafından desteklenmiştir. Proje No: 1998/38)

KOCAELİ

1999

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

İşbu çalışma, jürimiz tarafındanANATOMİ..... Anabilim Dalında
BİLİM UZMANLIĞI (YÜKSEK LİSANS) TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan Ünvanı Adı SOYADI

Doc. Dr. Aydın ÖZBEK

İMZA



Üye Ünvanı Adı SOYADI

Doc. Dr. Hakkı DALÇIK


İMZA



Üye Ünvanı Adı SOYADI

Doc. Dr. Sefa MÜEZZİNOĞLU

İMZA



ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 199..



Prof. Dr. **M. Nejat GACAR**

Enstitü Müdürü

Mühür

ÖZET

Ayak Deformitelerindeki EMG Değişikliklerinin Normal Populasyonla Karşılaştırması

Pes planus arcus longitudinal medialis'in çökmesi durumudur. Rijid ya da flexibl, statik veya paralitik, konjenital ya da sonradan kazanılmış şekillerde görülebilir. Bu çalışma kemik, kas ve ligamentlerdeki yapısal değişikliklerin ayak sinirleri üzerindeki etkisinin araştırılması için planlandı. Pes planus'lu 11 erkek, 9 kadın olmak üzere 20 hasta çalışmaya alındı. Medial arkları belirgin ve ayak fonksiyonları normal olan 8 erkek, 9 kadın 17 normal ayaklı denek kontrol grubunu oluşturdu.

Klinik değerlendirme için podoskop ve ayak izi için mürekkepli basma yüzeyi kullanıldı. Görsel değerlendirme de yapılarak radyografileri alındı. Her olgunun ayak eklem hareketleri ölçüldü ve fizik muayeneleri yapıldı. Ayağın ön kısmının yayılımı ve pronasyonu ile pes calcaneo valgus açısından değerlendirildi. N. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. peroneus longus, m. gastrocnemius ile m. flexor digitorum longus ve brevis ile m. extensor digitorum longus'a kas testi uygulandı. Lateral radyografilerinde calcaneal eğim, talus'un plantar fleksiyonu ve talonavicular ve naviculocuneiform çökmeler belirlendi. Antero posterior radyografide dorso plantar talonavicular açı ölçüldü.

Nörofizyolojik çalışma n. tibialis ve n. peroneus profundus'un motor ileti ile n. suralis, n. peroneus superficialis, n. plantaris lateralis ve n. plantaris medialis duyu iletimini kapsıyordu ve her denekte sağ ayak değerlendirildi.

Pes planus'lu olgularda n. plantaris medialis ve n. peroneus superficialis'de ileti hızı yavaşlaması saptandı ($P = 0,007$, $P=0,01$). N. peroneus profundus değerlerinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktu ($P>0,05$).

N. plantaris lateralis ve n. suralis'in duyu iletilerinde de iki olgu grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (P=0,94, P=0,17). N. tibialis'in amplitüd değeri pes planus'lu olgularda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştı (P=0,02).

Sonuç olarak ayak kemik, kas ve ligamentlerindeki fonksiyonel ve yapısal değişikliklerin sinirler üzerinde etkili olabileceği ve bu nedenle sinirlerin nöropraksiye olan eğilimlerinin artabileceği ya da tarsal tünel sendromu yaratabilecek bir zemin hazırlanabileceği saptandı.

Anahtar Kelimeler : Pes planus, Tuzak nöropati, Tarsal tünel sendromu, Ayak innervasyonu, Ayak deformiteleri

ABSTRACT

Comparative Study Of The EMG Findings In The Patients That Have Foot Deformities.

Pes planus is a condition in which the medial longitudinal arch is depressed. Pes planus is often modified by adjectives such as rigid or flexible, static or paralytic, congenital or acquired. The present study was planned to assess the influence of the structural changes of the bones, muscles and ligaments on the nerves of the foot. This study involved 20 patients (11 men, 9 women), who had clinical evidence of pes planus. The control group consisted of 17 normal subjects (8 men, 9 women) who had an evident medial arch, no obvious deformities and normal function of the foot.

Pedoscop, eyeball visualization, ink mat and roentgenography were used in the clinical evaluation. Each subject was examined to measure the range of movement of the foot, also routine general history and examination were performed. In the examination careful attention was given to the presence of pes calcaneo valgus, pronated and splayed forefoot. The muscles examined were m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. gastrocnemius, m. peroneus longus, m. flexor digitorum longus and brevis, m. extensor digitorum longus. Calcaneal pitch, plantar flexion of the talus and sag at the talonavicular and naviculocuneiform joints were noticed on the standing lateral weight bearing roentgenogram. Dorso plantar talonavicular angle was decreased on the standing antero posterior weight bearing roentgenogram.

The neurophysiologic study consisted of, motor conduction of the tibial and deep peroneal nerves and sensory conduction of the sural, superficial peroneal, medial plantar and lateral plantar nerves. Right foot was studied in each individual. The conduction velocity of the medial plantar nerve and superficial peroneal nerve decreased in the subjects with pes planus ($P=0,007$, $P= 0,01$).

There were no statistically significant difference between patients and normal subjects regarding deep peroneal nerve values ($P>0,05$). In addition, no statistically significant difference was found between patients and normal subjects regarding lateral plantar nerve and sural nerve sensory conduction ($P=0,94$, $P=0,17$). However, the action potential amplitude of the tibial nerve was found to be statistically significant in the subjects with pes planus ($P=0,02$).

In conclusion, the structural and functional changes in the bones, muscles and ligaments of the foot and ankle may have crucial effect on the nerves and therefore this condition may increase the vulnerability of the nerves to neuropraxia or to produce tarsal tunnel syndrome.

Key Words: Pes planus, Entrapment neuropathy, , Tarsal tunnel syndrome, Foot - innervation, Foot - deformities.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince desteğini gördüğüm hocam Doç. Dr. Aydın ÖZBEK'e, tez çalışmalarında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Doç. Dr. Faik BUDAK ve Doç. Dr. Sefa MÜEZZİNOĞLU'na, değerli katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Besim ŞEREF'e; tezin yazımında ve bu süre içerisinde gösterdiği destek ve yardımlarından dolayı eşim Dt. Sadık BAMAÇ'a teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Bu tez Kocaeli Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (Proje no: 1998-38).

Fzt. Belgin BAMAÇ



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ayak ve Ayak Bileği Anatomisi	4
2.1.1. Ayak Eklemleri	5
2.1.2. Kaslar	6
2.1.3. Sinirler	9
2.2. Pes Planus'un Gelişimsel Anatomisi ve Biomekaniği	14
2.2.1.Şubtalar Yapı	20
2.2.2.Pes Planus'da Açısal Değerler	22
2.3. Sinir İletim Hızları ve Basıları	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1. Radyografik ve Gonimetrik Ölçümler	29
3.2. Fizik Muayene	32
3.3. Motor İletim İncelemeleri	34
3.3.1. Ölçümler	34
3.4. Duyu İletim İncelemeleri	35
3.5. N. Peroneus Motor İletimi	35
3.6. N. Tibialis Profundus Motor İletimi	36
3.7. Peroneus Superficialis Duyu İletimi	36
3.8. N. Plantaris Medialis ve N. Plantaris Lateralis Duyu İletimi	37
3.9. N. Suralis Duyu İletimi	38
3.10. F. Yanıtı	38

4. BULGULAR	39
5. TARTIŞMA	70
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	78
KAYNAKLAR DİZİNİ	80
ÖZGEÇMİŞ	85



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

T.T.S.	: Tarsal Tünel Sendromu
T.T.E.	: Transvers Tarsal Eklem
m.	: Musculus
n.	: Nervous
Art.	: Articulatio
Artt.	: Articulationes
Lig.	: Ligamentum
T.H.A.	: Talus ile Horizontal Düzlem Arasındaki Açık
C.E.	: Calcaneal Eğim
EMG	: Elektromyografi
U	: Uyarım

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ayak plantar yüzeyinin motor innervasyonu	11
Şekil 2.2. Ayak plantar yüzeyinin duyu innervasyonu	12
Şekil 2.3. Sağ ayak medial görünümde n. tibialis ve terminal dalları.....	12
Şekil 2.4. Subtalar eklemin eversiyon ve inversiyon hareketleri	21
Şekil 2.5. Normal ayakta talus uzun eksini ile horizontal düzlem arasındaki ortalama 26,5 ⁰ 'lik açılma	22
Şekil 2.6. Pes planus'da 26,5 ⁰ 'lik açılmanın artışı	22
Şekil 2.7. Dorsoplantar talonavicular açının pes planus ile birlikte azalması ..	23
Şekil 2.8. Çökme yerlerini gösteren lateral görünüm.....	24
Şekil 2.9. Ayak lateral görünümünde cakaneal calcaneal eğim açıları	24
Şekil 3.1. Normal ayak izinin podoskopdaki görüntüsü	30
Şekil 3.2. Pes planus deformiteli ayak izinin podoskopdaki görüntüsü	30
Şekil 3.3. Stamp ile alınan normal ayak izi	31
Şekil 3.4. Stamp ile alınan pes planus deformiteli ayak izi	31
Şekil 3.5. Pes planus deformiteli ayağın letaral radyografisi	32
Şekil 3.6. Yayılım	33
Şekil 3.7. Ayakta goniometrik ölçümler	33
Şekil 3.8. Ayakta valgus ve varus pozisyonları	33
Şekil 3.9. Topuk hareketleri	33
Şekil 3.10. N. peroneus profundus motor ileti tekniği	35
Şekil 3.11. N. tibialis motor ileti tekniği	36
Şekil 3.12. N. peroneus superficialis duyu ileti tekniği	37
Şekil 3.13. N. plantaris medialis ve n. plantaris lateralis duyu ileti tekniği	37
Şekil 3.14. N. suralis duyu ileti tekniği	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Adım sırasında alt extremitenin konumu, eklemlerin yönleri ve kasların durumu	19
Çizelge 4.1. Olguların demografik özellikleri	39
Çizelge 4.2. Pes planus deformitesi olan hastalar ile normal ayaklı olguların gonimetrik ölçüm değerleri	39
Çizelge 4.3. Pes planus deformitesi olan hastaların radyografik ölçümleri	40
Çizelge 4.4. Pes planus deformitesi olan hastaların radyografik çökme yerleri	40
Çizelge 4.5. Pes planus'lu hastaların yürüme paternleri, medial arkları, yayılım, pes calcaneo varus ve valgus değerlendirmeleri	41
Çizelge 4.6. Pes planus'lu hastalarda baş parmak adduksiyonu, genu valgum, ayacağın invert ve everte pozisyonu ile egzostoz değerlendirmesi.....	42
Çizelge 4.7. Pes planus'lu hastaların kallus, hassasiyet ve volonter düzelmeler açısından değerlendirilmesi	43
Çizelge 4.8. Pes planus'lu hastalarda kas testi sonuçları	44
Çizelge 4.9. Pes planus'lu hastaların goniometrik ölçüm sonuçları	45
Çizelge 4.10. Pes planus'lu hastaların radyografik değerlendirilmesi	46
Çizelge 4.11. Pes planus'lu hastaların n. peroneus profundus'a ait sinir ileti bulguları.....	47
Çizelge 4.12. Pes planus'lu hastaların n. tibialis'e ait sinir ileti bulguları	48
Çizelge 4.13. Pes planus'lu hastaların duyu sinirlerine ait sinir ileti bulguları...	49
Çizelge 4.14. Pes planus'lu hastaların n. suralis, n. peroneus superficialis, n. plantaris medialis ve n. plantaris lateralis sinir ileti hızı bulguları	50
Çizelge 4.15. Pes planus'lu hastaların n. tibialis ve n. peroneus profundus F yanıtı latans bulguları.....	51
Çizelge 4.16. Pes planus'lu hastaların yaş, ayak numaraları, cins ve meslekleri...	52

Çizelge 4.17. Normal ayaklı olguların yürüme paternleri, medial arkları, yayılım, pes calcaneo - varus ve valgus değerlendirmeleri	53
Çizelge 4.18. Normal ayaklı olguların baş parmak adduksiyonu, genu valgum, ayağın inverte veya evertte pozisyonu ile egzostoz değerlendirmesi.....	54
Çizelge 4.19. Normal ayaklı olguların kallus ve hassasiyet yönünden değerlendirilmeleri	55
Çizelge 4.20. Normal ayaklı olguların kas testi sonuçları	56
Çizelge 4.21. Normal ayaklı olgularda goniometrik ölçüm sonuçları	57
Çizelge 4.22. Normal ayaklı olgularda n. peroneus profundus'a ait sinir ileti bulguları.....	58
Çizelge 4.23. Normal ayaklı olgularda n. tibialis'e ait sinir ileti bulguları	59
Çizelge 4.24. Normal ayaklı olgularda duyu sinirlerine ait sinir ileti bulguları...	60
Çizelge 4.25. Normal ayaklı olgularda n. suralis, n. peroneus superficialis, n. plantaris medialis ve n. plantaris lateralis sinir ileti hızı bulguları	61
Çizelge 4.26. Normal ayaklı olgularda n. tibialis ve n. peroneus profundus F yanıtı latans bulguları.....	62
Çizelge 4.27. Normal ayaklı olgularda yaş, ayak numaraları, cins ve meslekleri.....	63
Çizelge 4.28. N. peroneus profundus'a ait sinir ileti bulguları	64
Çizelge 4.29. N. tibialis'e ait sinir ileti bulguları	65
Çizelge 4.30. N. suralis'e ait sinir ileti bulguları.....	66
Çizelge 4.31. N. peroneus superficialis'e ait sinir ileti bulguları.....	67
Çizelge 4.32. N. plantaris lateralis'e ait sinir ileti bulguları	68
Çizelge 4.33. N. plantaris medialis'e ait sinir ileti bulguları	69

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ayak ve ayak bileği alan ve ağırlık yönünden vücudun az bir yerini oluşturduğu halde fonksiyon bakımından çok önemlidir. Adım atma, yürüme ve koşma gibi hareket etme gücümüzü sembolleştiren ayaklarımız mekanik işlev yaparken, aynı zamanda ayakta durmamızı, başka bir anlamda vücudumuzu taşıyarak dinamik ve statik bir görev yapmaktadır (Ege, 1980).

Küçük kemiklerden yapılmış olması, bunları birbirine bağlayan eklem dokularının ve bağların elastikiyeti sayesinde ayak iskeleti, durum ve şeklini değiştirmek suretiyle, çeşitli durumlara göre değişen ağırlık etkisine ve bastığımız çeşitli yüzeylere uymak olanağını elde etmiştir. Ayak iskeletini yapan kemiklerin ince yapısı da kendilerine düşen ağır mekanik görevlere göre ayarlanmıştır (Odar, 1980).

—Kemik, kas ve bağlar arasında fonksiyon bakımından mevcut olan sıkı ilgi başka hiç bir organda ayakta olduğu kadar önemli rol oynamaz. Burada, kemik, kas veya kirişlerde, şekil, durum ve yapı bakımından meydana gelen en ufak bir değişiklik bütün sistem üzerine etki yapar. Çok ağır ve önemli mekanik görevler yapan ayağın normal durumunun değişmesi insana büyük rahatsızlıklar verebilir ve çalışma yetenekliliğini azaltır.

Ayakta meydana gelen çeşitli deformitelerin vücudun diğer bölümlerinde oluşturduğu patolojik değişiklikler göz önüne alındığında onu sağlıklı tutabilmek için daha çok çaba harcamamız gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu deformitelerden biri de pes planus'dur. Çeşitli nedenlerle arcus longitudinalis medialis'in normal yüksekliğini kaybederek çökmesi pes planus veya flat foot olarak isimlendirilir (Gould, 1983). Fleksibl ve rijid olarak iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Fleksibl pes planusda arcus longitudinalis medialis üzerine ağırlık verildiğinde çökme meydana gelirken, ağırlık ortadan kalktıktan sonra normal şeklini alır (Pfeffinger, 1985).

Mesleklerini ayakta yapanlarda pes planus görülme sıklığının yüksek oranda bulunması , özellikle yürürken enerji tüketiminin arttığı belirlenmesi (Otman et al, 1988), neden olduğu bel ve ayak ağrısının kişinin günlük yaşam aktivitelerini kısıtlaması pes planus'un tedavisi konusunda her türlü bulgunun değerlendirilmesi zorunluluğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle patomekaniğinin iyi bilinmesi, uygun tedavi yaklaşımlarının belirlenmesi bakımından son derece önemlidir.

Pes planus sonucu oluşan biomekanik değişiklikler kemik ve ligamentlerde yapısal farklılaşmalar meydana getirmekte, kasların aktivasyonlarında da elektromyografik değişimler gözlenmektedir. Meydana gelen değişimlerin ayakta bulunan motor ve duyuşal sinirler üzerinde komşuluk yaptıkları oluşumların normal lokalizasyonlarının değişmesi sonucu baskı unsuru olabilecekleri düşünülmektedir.

Bu araştırmada amaç; pes planusda kemik kas ve ligamentlerde meydana gelen anatomik ve fonksiyonel değişikliklerin ayağı innerve eden motor ve duyuşal sinirlere bası yaparak tuzak nöropati geliştirme sıklığını artırma veya subklinik etkilenmeye yol açarak sinir ileti hızları üzerindeki rolünü araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Filogeneizde iki ayak üzerine doğrulmaya yol açan değişiklikler gerçekleşirken ayaklar bütünüyle yeniden yapılanırlar. Bir buçuk milyonla dört yüz bin yıl öncesi arasında değişen bir eski zamanda var olan homo erectus ilk kez ayakları üzerinde belirgin dikilen insan olarak biliniyor. Yüzelli ile kırkbin yıl arası öncelere giden zamanda ortaya çıkan neandertal insanında iki ayaklı yaşam ilerledi. Otuzbin yıl öncesinden bu yana varlığı bilinen sapiens insanının ayakları, dik yürütmesini destekleyecek biçimde bugünkü şekillenmesine bin yıllar süresinde erişti. Enine ve boyuna ayak tabanı eğrilikleri son biçimlerini aldılar, sıkı bağ dokusundan oluşan ligamentler güçlendirici olarak sağlamlaşıp kalınlaştılar; ayakların kavrama ve yakalamayla ilgili işlevleri silinip kayboldular (Tekelioğlu, 1997).

Ayağın embriyolojik gelişmesine baktığımızda, 4. haftanın sonlarında, ekstremiteleri meydana getirecek olan tomurcukların, vücut duvarının ventrolateralinde birer küçük çıkıntı şeklinde belirlemeye başladığını ve 6. haftada en uç bölümlerinin yassılaşıp el ve ayak plaklarını oluşturduğunu görmekteyiz. Bu plaklar daha proksimaldeki segmentlerden birer sirküler darlık bölgesi ile ayrılmışlardır. Daha sonra ortaya çıkan ikinci bir darlık da proksimal bölümü ikiye ayırır ve böylelikle ekstremitelerin iki ana bölümü belirgin hale gelmiş olur. Apikal ektodermal kabarıklık bölgesinde hücre ölümüyle bu bölge beş parçaya ayrılır, el ve ayak parmakları oluşur (Sadler, 1995).

Ayak kemiklerinin açısız eğimleri, hacim ve şekilleri fertilizasyon sırasında genler tarafından belirlenir. Ayak konusunda yapılan biomekaniksel değerlendirmeler “ideal ayak” kavramına uygun olan pozisyonların (bacağın vertikal duruş pozisyonu ve articulatio subtalaris’in nötral olması) belirlenmesini sağlamıştır.

Ancak Astrom ve Arvidson’un 121 denekten aldığı goniometrik veriler hiçbirinin “ideal ayak” kavramına uymadığını göstermiştir (Astrom and Arvidson, 1995).

2.1. Ayak ve Ayak Bileği Anatomisi

Ayak iskeletini yapan kemikler ossa tarsi, ossa metatarsi ve ossa phalangea olmak üzere üç gruba ayrılırlar. Ossa tarsi, talus, calcaneus, birinci, ikinci, üçüncü ossa cuneiformia, oş cuboideum ve os naviculare pedis'den oluşur. Calcaneus ayaktaki en büyük kemiktir; yukarıda talus, önde os cuboideum'la eklem yapar. Medial yüzünde talus'u desteklemeye yardımcı olan sustentaculum tali adı verilen bir çıkıntı görülür. Talus üst tarafta tibia ve fibula ile, aşağıda calcaneus'la, önde os naviculare ile eklem yapar. Talus'a bir çok önemli ligament yapışır fakat bu kemiğe hiçbir kas yapışmaz. Os naviculare, arkada talus, önde ossa cuneiformia ile dışta os cuboideum ile eklem yapar.

Tüberositas ossis navicularis malleolus medialis'in 2,5 cm önünde ve altında görüldüğü, hissedilebilir. Burası musculus (m) tibialis posterior'un tendonunun yapışma yeridir. Os cuboideum ayağın dış tarafında calcaneus ile os metatarsale IV ve V arasında bulunur. Alt yüzünde m. peroneus longus tendonunun yerleştiği derin bir oluk bulunur. Ossa cuneiformia üç tane olup proksimalde os naviculare ile, distalde ilk üç ossa metatarsi ile eklem yaparlar. Birinci, ikinci ve üçüncü olmak üzere içten dışa sıralanmışlardır. Ossa metatarsi beş tane olup medialden laterale doğru numaralanmışlardır. Proksimal uçlarına bazis, distal uçlarına caput denir. Os metatarsi I en kalın ve sağlam olanıdır ve vücut ağırlığını desteklemede önemli bir role sahiptir.

Os metatarsale V'in bazisinde kolayca palpe edilebilen, m. peroneus brevis tendonunun yapıştığı dışa doğru uzanan bir kabartı vardır (tüberositas ossis metatarsalis V). Ossa digitorum (phalanges) baş parmak hariç her parmakta üç tanedir ve görevleri insanlarda çok azalmış olduğu için el parmaklarına oranla çok küçülmüşlerdir (Odar, 1980; Snell, 1995).

2.1.1. Ayak Eklemleri (Articulatio pedis)

Articulatio (art.) talocruralis: Tibia distal ucu, malleolus medialis ve malleolus lateralis ile corpus tali arasındaki eklemdir. Bütün ginglymuslarda olduğu gibi bu eklemin de kuvvetli yan bağları vardır. Medialde bulunan ligamentum (lig.) deltoideum çok kuvvetli bir bağıdır. Lateralde lig. talofibulare anterius ve posterius ile lig. calcaneofibulare vardır. Art. talocruralis aracılığıyla malleolus medialis ve lateralsiden geçen transvers eksen etrafında dorsifleksiyon ve plantarfleksiyon hareketleri yapılır.

Art. subtalaris: Talus ile calcaneus arasında eklemlerden arka tarafta bulunanıdır. Lig. talocalcaneum lateralde ve medialde eklem kapsülünü kuvvetlendirir. Lig. talocalcaneum interosseum çok sağlam bir bağ olup talus ve calcaneusu birbirine bağlar. Bu eklemdede kayma ve rotasyonel hareketler mümkündür.

Art. talocalcaneonavicularis: Talus ve calcaneus arasındaki önde yer alan eklemdir. Os naviculare de bu yapıya katılır. Lig calcaneonaviculare plantare (spring ligament) caput tali'yi destekleyen çok sağlam bir bağıdır. Bu bağın fibröz kıkırdakla kaplı olan üst yüzüne caput tali oturur. Bu eklemdede kayma ve rotasyonel hareketler mümkündür.

Art. calcaneocuboidea Calcaneus'un ön yüzü ile os cuboideum'un arka yüzü arasındadır. Bağları lig bifurcatum, lig. plantare longum ve lig calcaneocuboideum plantare'dir. Art. talocalcaneonavicularis ve art. calcaneocuboidea birlikte hareket ederler. Her ikisine birden art. tarsi transversa veya transvers tarsal eklem (T.T.E.) adı verilir. Ayağın inversiyon (supinasyon) ve eversiyon (pronasyon) hareketleri art. subtalaris ve T.T.E.'de yapılır.

Art. cuneonavicularis os navicula ile ossa cuneiformia arasında oluşur. Bu eklemdede hareketler çok azdır ve ayağın dönme hareketlerinin genişlemesine yardımcı eder.

Bu eklemlerin yanı sıra ayakta art. cuboideonavicularis, articulationes (artt.) intercuneiformes, art. cuneocuboidea, artt. tarsometatarsae, artt. metatarsophalangeae ve artt. interphalangeales pedis bulunur.

Ayak kemiklerini birbirine bağlayan bağların en uzununu lig. plantare longum'dur. Calcaneusun alt yüzünden başlar, yüzeysel huzmeler ile II.-V. ossa metatarsi'nin proksimal uçlarına, derin huzmeleri ile tüberositas ossis cuboidei'ye yapışır. Aponeurosis plantaris arkada calcaneus'a yapışır, öne doğru gittikçe genişler ve en sonunda beş parçaya ayrılarak eklem kapsüllerine yapışır. Tabanın kas ve diğer yumuşak dokularını yerinde tutan ve ayak arkını koruyan bir bağıdır. (Odar, 1980; Snell, 1995).

2.1.2. Kaslar

Bacağın ön fascial kompartmanında dört kas bulunur:

M. tibialis anterior, art. talocruralis'e ekstansiyon yaptırırken subtalar ve T.T.E.'e inversiyon hareketini yaptırır. Arcus longitudinalis medialis'in kaldırılmasına yardım eder.

M. extensor hallucis longus, baş parmağa ekstansiyon, art. talocruralis'e ekstansiyon, art. subtalaris'e ve T.T.E.'e inversiyon yaptırır.

M. extensor digitorum longus, parmaklara ve ayağa bilek eklemine ekstansiyon yaptırır.

M. peroneus tertius, art. talocruralis'e ekstansiyon, art. subtalaris'e ve T.T.E.'e eversiyon yaptırır.

Bacağın lateral fascial kompartmanında yer alan kaslar şunlardır:

M. peroneus longus, art. talocruralis'e plantar fleksiyon, art.subtalaris'e ve T.T.E.'e eversiyon yaptırır.

M.peroneus brevis, art. talocruralis'e plantar fleksiyon, art. subtalaris'e ve T.T.E.'e eversiyon yaptırır. Ayak longitudinal arkının desteklenmesine yardım eder.

Bacak posterior fascial kompartmanının yüzeyel grup kasları m. gastrocnemius, m. plantaris ve m. soleus'dur.

M. soleus, m gastrocnemius ve m plantaris ayak bileğinin kuvvetli plantar fleksörleri olarak görev yaparlar. Yürüme ve koşma esnasında ayağı bir manivela gibi kullanarak gövdenin öne doğru ilerlemesini sağlayan bir güç sağlarlar.

Bacak posterior fascial kompartmanının derin grup kasları:

M. popliteus

M. tibialis posterior, art. talocruralis'e plantar fleksiyon,art. subtalaris ve T.T.E.'e inversiyon yaptırır. Ayak medial uzun arkının desteklenmesinde önemli bir rol oynar. Kas kirişi talus başının altından geçtiği için talus'un aşağı kaymasına ve calcaneus'un fazla pronasyonuna engel olur. Diğer taraftan kirişin transvers parçası karşı taraftan gelen m. peroneus longus'un kirişi ile beraber ayağı bir üzengi gibi saran aktif bir destek meydana getirir. M. tibialis anterior'un kirişi de bu üzenginin yapısına katılır.

M. flexor digitorum longus, ossa phalangeales II, III, IV, V'in distal phalankslarına fleksiyon yaptırır ve ayak bileğinin plantar fleksiyonuna yardım eder. Ayak medial ve lateral uzun arklarının korunmasında önemli role sahiptir.

M. flexor hallucis longus, baş parmak distal phalanksını fleksiyona getirir ve ayak bileği ekleminin plantar fleksiyonuna yardım eder. Bu kas yürüyüş esnasında ayak kaldırılırken baş parmağı aşağı çeker ve bu surette m. gastrocnemius ile birlikte gövdenin öne doğru itilmesinde önemli rol oynar.

Kasın statik rolü de çok önemlidir. Kirişi arcus longitudinalis medialis'in desteklenmesi için çok kuvvetli bir destek yapar.

Ayak tabanında bulunan kaslar dört tabakada incelenebilir. Birinci tabakada üç kas vardır.

M. abductor hallucis, tuber calcanei'nin medialinden başlar ve baş parmağın proksimal phalanks'ının bazisinde sonlanır. Ayağa yük binmediği zaman başparmağa fleksiyon ve abduksiyon yaptırır. Ayak yük taşıdığı zaman arcus longitudinalis medialis'i destekler.

M. flexor digitorum brevis, ossa phalanges II-V'e uzanan dört tendon verir. Her tendon ikiye ayrılır ve aralarından m. flexor digitorum longus tendonları geçer. Kas kirişleri phalanks media'lara yapışarak sonlanır. Ayağa yük binmediği zaman ossa phalanges II-V'e fleksiyon yaptırır. Ayak yük taşıdığı zaman arcus longitudinalis medialis ve lateralis'i destekler.

M. abductor digiti minimi, tuber calcanei'nin medial ve lateral kısmından başlar ve beşinci parmağın proksimal phalanks'ının bazisinde sonlanır. Ayağa yük binmediği zaman beşinci parmağa fleksiyon ve abduksiyon yaptırır. Ayak yük taşıdığı zaman arcus longitudinalis lateralis'i destekler.

Ayak taban kaslarının ikinci sırasını oluşturan yapılardan biri olan m. quadratus plantae, calcaneus'tan iki başlı olarak başlar. M. flexor digitorum longus tendonunun posterolateral kenarında sonlanır, bu kasın fonksiyonuna yardım eder.

Musculi lumbricales, m. flexor digitorum longus'un tendonlarından başlar, lateral dört parmağın proksimal phalanks'larının bazislerine yapışır. Artt. interphalangeales'e ekstansiyon yaptırır. Bu kaslardan başka ayak tabanının ikinci lojunda m. flexor digitorum longus'un ve m. flexor hallucis longus'un tendonları yer alır.

Ayak taban kaslarının üçüncü tabakasında üç kas vardır.

M. flexor hallucis brevis, os cuboideum ve os cuneiforme III'den başlar. Kas ikiye ayrılır. Medial ve lateral tendonları başparmağın proksimal phalankslarının bazisine yapışırlar. Baş parmağa art. metatarsophalangea'dan fleksiyon yaptırır ve arcus longitudinalis medialis'in desteklenmesine yardım eder.

M. adduktor hallucis, caput obliquum'u ossa metatarsi II, III ve IV'ün bazisinden, caput transversum'u lig. plantare'den başlar ve her ikisi başparmak proksimal phalanksının bazisinde sonlanır. Başparmağın birinci phalanksına fleksiyon yaptırır.

Ayrıca transvers başı ayağın ön kısmının stabilizasyonuna yardım eder ve ayak transvers arkını destekler.

M. flexor digiti minimi brevis, beşinci metatarsal kemiğin bazisinden başlar ve proksimal phalanksında sonlanır. Küçük parmağın birinci phalanksına fleksiyon yaptırır.

Ayak taban kasların dördüncü lojunda musculi interossei ile m. peroneus longus ve m. tibialis posterior'un tendonları yer alır.

Ossa metatarsi'lerin aralarında musculi interossei plantares ve dorsales olmak üzere iki gruba ayrılan kaslar bulunur. M. interossei dorsales dört tanedir ve parmaklara abduksiyon, artt. metatarsophalangeales'e fleksiyon, artt. interphalangeales'e ekstansiyon yaptırır. M. interossei plantares üç tanedir ve parmaklara adduksiyon , artt.metatarsophalangeales'e ekstansiyon yaptırır.(Odar, 1980; Snell, 1995).

2.1.3 Sinirler

Plexus lumbalis'in en büyük dalı n. femoralis'in en uzun duyu dalı olan n. saphenus diz ekleminin altında, bacağın iç tarafında ve aşağı doğru uzanarak malleolus medialis'in önünden geçer ve ayağın medial kenarında uzanır.

Bacağın anteromedial ve posteromedial yüzeyinin, ayak medial kenarının ve I. metatars başının duyusunu alır.

Plexus sacralis'in bir dalı olarak foramen ischiadicum majus'tan çıkan insan gövdesinin en kalın sınırı olan n. ischiadicus diz çukurunun üst köşesinde n. tibialis ve n. peroneus communis olmak üzere iki dala ayrılır. N. tibialis fossa poplitea'dan aşağı doğru uzanarak m. gastrocnemius ve m. soleus'un arasında ilerler ve m. tibialis posterior'un arka yüzeyinde yer alır. M. flexor digitorum longus ve m. flexor hallucis longus tendonlarının arasından geçerek malleolus medialis'in arka kısmına gelir. Burada retinaculum musculorum flexorum tarafından sarılır ve iki uç dalına ayrılır.

N. plantaris medialis ve n. plantaris lateralis adı verilen bu dallar m. abduktor hallucis'in altından geçerek ayak tabanına gelirler. N. tibialis, m. gastrocnemius, m. plantaris, m. soleus, m. popliteus. m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus ve m. tibialis posterior'a somatomotor dallar verir.

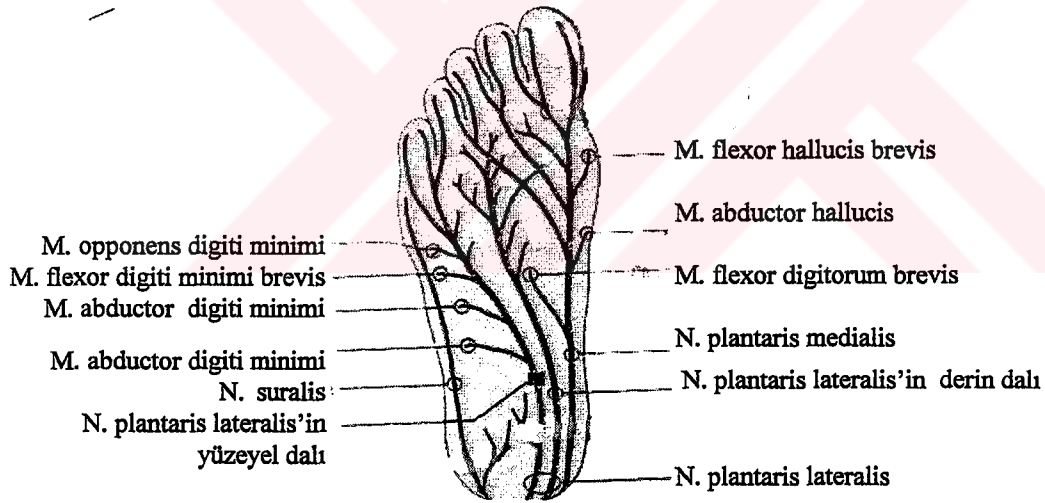
N. plantaris medialis, retinaculum musculorum flexorum'un altından geçerek, m. abduktor hallucis kasını derinlemesine kateder ve bu kasla m. flexor digitorum brevis arasında uzanır. M. abduktor hallucis, m. flexor digitorum brevis m. flexor hallucis brevis ve birinci m. lumbricalis'i innerve eder. Kuten dalı olan nn. digitales plantares, medial ilk üç ve dördüncü parmağın yarısında uzanır. Sinirler dorsalde yer alır; tırnakların ve parmak uçlarının duyusunu alır.

N. plantaris lateralis, retinaculum musculorum flexorum'un altından geçerek m. abduktor hallucis ve m. flexor digitorum brevis derininde yol alır ve beşinci metatarsal kemiğin bazisine ulaşır. Burada yüzeysel ve derin dallara ayrılır. M. abduktor digiti minimi, m. quadratus plantae ve lateralde kalan son üç m. lumbricales'i innerve eder. Yüzeysel dalı m. flexor digiti minimi ve dördüncü intermetatarsal alandaki m. interosseus'u innerve eder. Derin dalı, m. adduktor hallucis'i, iki, üç ve dördüncü m. lumbricalesler'i, bütün m. interosseus'ları (dördüncü intermetatarsal alan hariç) innerve eder.

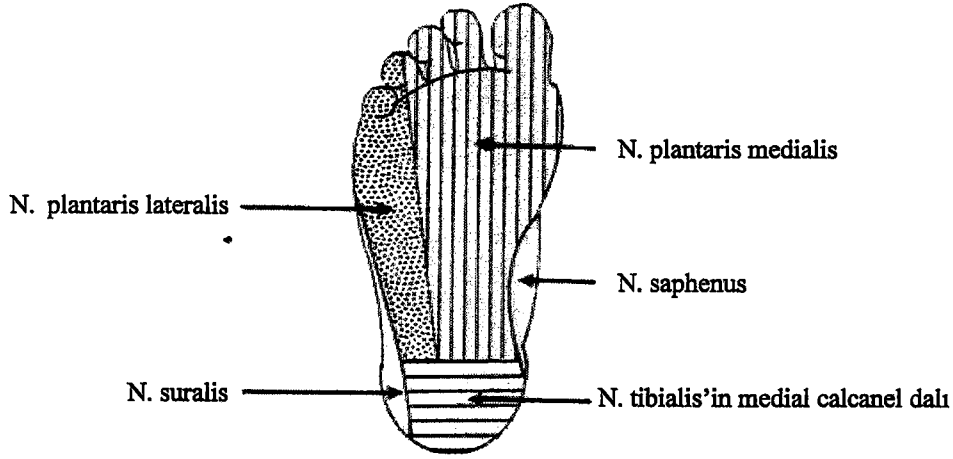
Nn. digitales plantares'ler lateralde kalan parmak ve dördüncü parmağın lateral yarısında uzanır. Sinirler dorsalde yer alır, tırnakların ve parmak uçlarının duyusunu taşır.

Fossa poplitea'da n. tibialis'ten n. suralis adı verilen bir duyu dalı ayrılır. Bu sinir önce m. gastrocnemius'un iki başı arasında fascia altında aşağıya doğru uzanır ve Achilles kirişinin başlangıç parçası yüksekliğinde deri altına çıkar. N. suralis, Achilles kirişinin dış kenarını izleyerek aşağı doğru devam eder ve malleolus lateralis'in arkasından geçtikten sonra ayağın dış kenarına gelir. Ayak dış kenarına ve küçük parmağın lateral kısmına dağılır. Bu bölgelerin ve bacak alt kısmının posterolateralinin duyusunu alır.

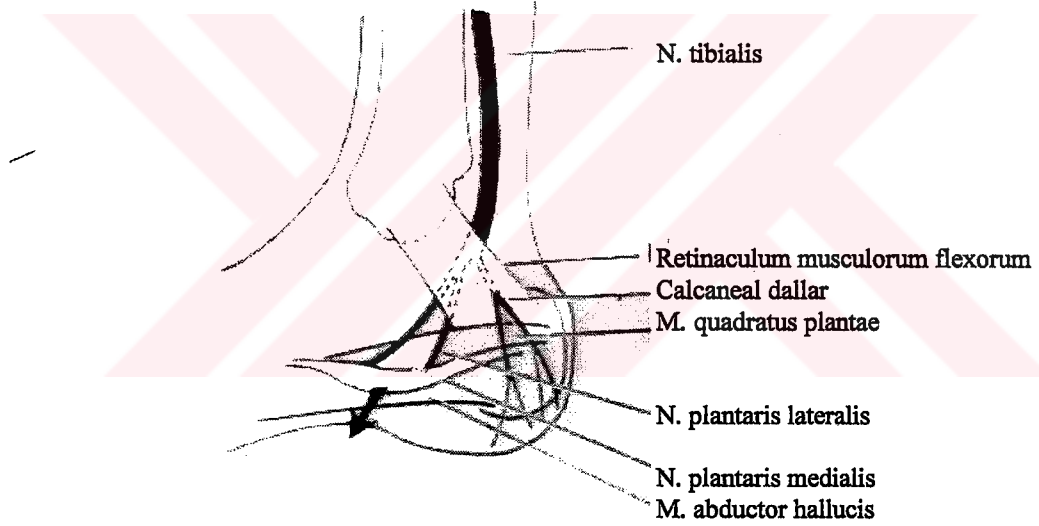
N. tibialis'in articulatio talocrualis'in kapsülünde ve calcaneus üzerinde deride dağılan sensitif dalları da vardır.



Şekil 2.1. Ayak plantar yüzeyinin motor innervasyonu



Şekil 2.2. Ayak plantar yüzeyinin duyu innervasyonu



Şekil 2.3. Sağ ayak medial görünümde n. tibialis ve terminal dalları görülmektedir.

N. peroneus communis, fossa popliteada m. biceps femoris'in iç kenarını izleyerek aşağı doğru uzanır ve m. gastrocnemius'un lateral başını yüzeysel olarak çaprazlayarak capitulum fibula'nın arkasına gelir. Collum fibula'yı dolanarak m. peroneus longus'u deler. Bacağın ön yüzüne çıktıktan sonra n. peroneus profundus ve n. peroneus superficialis olmak üzere iki kola ayrılır.

N. peroneus superficialis önce m. peroneus longus'un içinde, daha sonra, m. peroneus brevis'in üzerinde aşağı doğru uzanır ve derin fasciayı delerek deri altına çıkar. M. peroneus longus ve bervis'e somatomotor dallar verir. Sinirin devamı deri altına çıktıktan sonra, n. cutaneus dorsalis medialis ve n. cutaneus dorsalis intermedius adı verilen iki dala ayrılır. Bu sinirler bacağın ön yüzünün alt parçasına ve ayak dorsaline dallar verdikten sonra I-V phalanges'lar üzerinde dağılırlar.

N. peroneus profundus daha derinde, membrana interossea'nın ön yüzünde m. tibialis anterior ile m. extensor digitorum longus arasında aşağı doğru ilerler. Art. talocalcanealis yüksekliğinde lig. cruciforme'nin altından geçerek ayak dorsaline gelir ve deri altına çıkar. Burada sinir iki uç dalına ayrılır. Nn. digitales dorsales adı verilen bu dallar birinci ve ikinci parmağın birbirine bakan yüzlerinde dağılırlar. N. peroneus profundus, m. tibialis anterior, m. extensor digitorum longus, m. extensor hallucis longus, m. peroneus tertius ve m. extensor digitorum brevis'e somatomotor dallar verir (Odar, 1980; Snell, 1985).

N tibialis ve terminal dalları, oval osteofibroz bir yapı olan, tarsal tünel içinden geçerler. Tarsal tünelin ön sınırını tibia'nın posterior yüzü ve malleolus medialis, tabanını calcaneus'un medial duvarı oluşturur. Ön kenarı ve tabanı birbirine retinaculum musculorum flexorum ile bağlanırlar, ve bu şekilde tavanı oluşur. Yaklaşık olarak bir üçgene benzeyen bu alandan m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus tendonları ile nörovasküler paket geçer (Heimkes et al. 1987; Jackson and Haglund, 1991; Mc Cluskey and Webb, 1999).

2.2. Pes Planus'un Gelişimsel Anatomisi ve Biomekaniği

Doğumdan itibaren ayakta üç ark bulunur. En önemlisi arcus longitudinalis medialis'dir; calcaneus, talus, os navicula, ossa cuneiformia ve ilk üç ossa metatarsi'den oluşur.

Arcus longitudinalis lateralis, calcaneus, os cuboideum ossae metatarsi IV ve V'i içerir. Arcus transversalis, ossa metatarsilerin bazisleri, os cuboideum, ossa cuneiformia'dan oluşur.

Arcus longitudinalis medialis'in korunması ve desteklenmesinde önemli rol oynayan yapılar vardır:

- 1- Kemiklerin yapısı. Sustentaculum tali talus'u yukarı doğru kaldırır; naviculanın konkav olan proksimal yüzeyi caput tali'yi kavrar. Medialdeki os cuneiformia'nın hafif konkav olan proksimal yüzeyi'nde navicula'yı içine alır. Burada ark merkezi için temel yada kilittaşı caput tali'dir.
- 2- Lig. calcaneonaviculareplantare (spring ligament)
- 3- Aponeurosis plantaris, m. flexor digitorum brevis, m. fleksör digitorum longus'un medial kısımları, m. abduktor hallusis, m. flexor hallucis longus ve m. flexor hallucis brevis arkın her iki ucunu birleştirir.
- 4- M. tibialis anterior arkı yükseltir. (M. peroneus longus ile birlikte bir üzenge gibi destek görevi görür.)
- 5- M. tibialis posterior T.T.E.'i adduksiyona getirir ve spring ligamenti takviye eder.
- 6- M.flexor hallucis longus uzun bir bağ gibi görev yapar ve caput tali'yi destekler (Snell, 1995).

Bir çalışmada 12 insan kadavrası ayağı üzerinde çalışılmış, tibial eksen boyunca ayağa 230, 460 ve 690 newtonluk birimlerle yük uygulanmış ve fascia plantaris, plantar ligamentlerin ve spring ligamentin ardışık kesitleri alınmıştır. Sonuç olarak ark stabilitesinin sağlanmasında en büyük desteğin fascia plantaris tarafından verildiği, daha sonra plantar ligamentler ve spring ligamentin geldiği açıklanmıştır (Huang et al. 1993).

Kitaoka ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 30 kadavra üzerinde ayak örnekleri ile çalışılmış ve Achillis , m. tibialis. posterior , flexor digitorum longus, peroneus longus ve peroneus brevis tendonlarına art. talocruralis ve artt. tarsometarsae'den yük bindirildiğinde tarsal kemik yerleşimlerinde anlamlı farklılıklar görülmüştür. Tendonların bu şekilde yüklenmeleri arkın düzleşmesine veya hafif bir pes planus deformitesine yol açarak pozisyon değişmelerine neden olmuştur. Özellikle m. tibialis posterior'un tendonu ayak arkını restore etme yönünde pozisyon değişikliklerini sağlar. Bu da bize m. tibialis posterior tendonu'nun ayak arki için önemli bir stabilizatör olduğunu göstermektedir (Kitaoka et al. 1997).

Çeşitli nedenlerle arcus longitudinalis medialis'in normal yüksekliğini kaybederek çökmesi pes planus veya flat foot olarak isimlendirilir (Gould, 1983). İki şekilde görülür:

- 1- Fleksibl pes planus: Arcus longitudinalis medialis üzerine ağırlık verildiğinde çökme meydana gelirken, ağırlık ortadan kalktıktan sonra normal şeklini alır.
- 2- Rijid pes planus: Gerek ağırlık taşıdığı sırada, gerekse ağırlık ortadan kalktıktan sonra arkın şekli değişmez, yüksekliği normalin altındadır (Pfeffinger, 1985).

Pes planus'u oluşturan nedenler dört grupta toplanmaktadır (Tachdjian, 1990):

- 1- Konjenital
 - a) Rijid
 - Konjenital konveks pes valgus
 - Tarsal koalisyon

- b) Fleksibl
- Talipes calcaneovalgus
 - Talipes valgus (Gastro-soleus kaslarının kontraktürüne bağlı)
 - Sustentaculum hipoplazisi
- 2- Edinsel
- a) Fleksibl
- Ehlers-Danlos sendromu
 - Down sendromu
 - Marfan sendromu
 - Osteogenezis imperfecta
- b) Kas zayıflığına ve dengesizliğine bağlı
- M. tibialis posterior'un zayıflığı
- Muskular distrofiler
 - Periferik sinir yaralanmaları
 - Medulla spinalis tutulmaları
 - Serebral palsy (spastik-hipotonik)
- 3- Artritik nedenler
- a) Art. subtalaris ve T.T.E.'in inflamatuvar durumları
- b) Travmatik artrit
- 4- Kontraktüre bağlı nedenler
- a) M. peroneus longus ve brevis
- b) M. gastrocnemius ve m. soleus'un sonradan olan kontraktürü

Rosenberg (1994)'e göre m. tibialis posterior tendonunun kronik rüptürü ilerleyici pes planus deformitesinin en yaygın nedenidir.

Rao ve Joseph (1992)'in yaptığı bir araştırmada 4-13 yaş arası 2300 çocukta ayakkabının pes planus prevalansı üzerindeki etkisini saptamak için statik ayak izleri analiz edilmiş ve pes planus'a en fazla kapalı ayakkabı giyen , daha az olarak sandal ya da terlik giyen en az ise ayakkabı giymeyen çocuklarda rastlanmıştır.

Özellikle koşu sporcularında aşırı kullanmaya bağlı olarak gelişen yorgunlukta ve yaralanmalarda m. tibialis posterior'un arkı destekleme yeteneği ortadan kalkmaktadır. Kullanılan spor ayakkabısının da uygun olmaması durumunda art. subtalaris'de pronasyon artmakta ve zamanla arkın çökmesine neden olmaktadır (Subotnick, 1989).

Mc Carthy (1989)'ye göre pes planus sadece semptomlar ilerlediği zaman tıbbi bir problem olmaya başlar. Arcus longitudinalis medialis'in önemsiz kayıpları bir patoloji olduğunu ifade etmeyebilir. Bir çok pes planus'da eklem yapıları uygun ve ekstremitelerin fonksiyonu normaldir.

Fleksibl pes planus'da ayak arkında kollapse olan tek bir alan olabileceği gibi çeşitli değişikliklerin bir kombinasyonu'da oluşabilir. Temel deformite uzunluğuna kavsin çökmesidir. Çökme, kavsi oluşturan talus ile os calcaneus ve talus ile os navicula ile os cuneiformia arasında oluşan eklemlerden bir veya tümünün plantar deviasyonu ile gerçekleşir. Talus'un aşırı plantar fleksiyonu, calcaneal eğimin azalması, ayağın ön kısmının abduksiyonu ile birlikte navicula'nın talus üzerindeki abduksiyonu ve horizontal planda talus ve calcaneus'un birbirinden uzaklaşması gerçekleşir. Birçok pes planus'luda calcaneus pronasyondadır ki bu durum yük taşıma ekseninde değişikliğe neden olur. Calcaneus'un ön kısmının laterale olan rotasyonu talusun plantar fleksiyonuna ve talonaviküler eklemde kollapse olmasına yol açar. Lig. calcaneonaviculare plantare hiperlaksite nedeniyle uzar ve caput tali'yi destekleyemez. Lig. talocalcaneum interosseum gevşekliği de topuk eversiyonuna neden olur (Griffin and Rand, 1996; Yetkin 1997).

Yapısal olarak normal bir ayakta nötral pozisyonda, ağırlık taşıma hattı, ikinci metatarstan geçer. Ayağın ön kısmı bacağı dik, topuk tibia ile aynı hat üzerindedir. Pes planus'da ise ayak ağırlık taşıma hattına göre abduksiyonda topuk eversiyonda, ayağın ön kısmı ise inversiyondadır. Ağırlık taşıma pozisyonunda ligamentlerdeki aşırı laksite nedeniyle valgustaki ayak üzerinde vücut ağırlığının statik yükünün mediale yer değiştirmesi ile aşırı zorlanma olur. Pronasyondaki ayağı mekanik yönden güçsüz kılan etken, medial arkdaki çökme olmayıp, ağırlık taşımadaki mediale kaymadır (Yetkin, 1997).

Kitaoka et al. (1996) yaptıkları bir çalışmada yedi kadavra ayağında talonavicular eklemdaki temas alanı incelenmiş, ayaklar yumuşak doku yapıları bozulmadan fizyolojik olarak yüklenmiş ve bir çok bölgede temasın arttığı görülmüştür. Stabil olmayan ayakta naviculanın daha çok dorsal ve sentral bölgelerinde temas dağılımında değişiklik görülmüştür. Klinikte naviculanın akut ve yorgunluk kırıkları yine aynı bölgelerde görülür. Temas dağılımındaki bu değişiklik pes planus deformitesi olan ayaklarda da gözlenmektedir.

Son zamanlarda pes planus ve pes cavus deformitelerinin aynı zamanda bir kombinasyon olarak da oluşabildiği kabul edilmektedir. Bu multiplanar deformite cavo-valgus ayak olarak bilinmektedir (Pascarella and Estrada, 1991).

Fleksibl pes planus fleksibilitesi ve kas güçsüzlüğü olmaması ile ayırt edilebilir. Sabit deformite yoktur. Ayak ağırlık taşımadığı zaman medial ark normal kontürünü alır, ayakta dururken tamamen veya kısmen kaybolur. Hasta parmaklarının ucunda yükselip topuklarını kaldırdığı zaman ark yeniden oluşur. Ayak valgusa gitmeden nötral pozisyondan dorsifleksiyona gelmez (Griffin and Rand, 1996).

Fleksibl pes planus'lu hastalarda ayak kasları laksiteyi kompanse etmek için fazla aktivite gösterirler. Bu kaslar yürüme siklusu boyunca uzun süre aktive olurlar ve ayak arkını desteklemeye katkıda bulunmak için çok çalışmak zorunda kalırlar. Böylelikle fleksibl pes planus'lu hasta çabuk yorulur ve ayağında ağrı hisseder. Artmış laksite bacakta daha fazla rotasyona yol açar çünkü art.subtalaris fazla hareketlidir ve topuk daha büyük derecelerde varus ve valgusa gidecektir. Bu extra rotasyon diz, kalça ve lumbosacral bölge tarafından kullanılacaktır. Bu zincirde zayıf bölge lumbosacral spinalardır. Sonuç olarak bir çok pes planus'lu insan ağırlı bir bel ve sırta sahiptir (Waller, 1978).

Pes planus'un biomekaniğinden bahsederken yürüme üzerinde de durmak gereklidir. Yürüme, ayağın yere değmesi ile başlayan ve aynı ayağın yeniden yere değmesiyle sonlanan bir hareketler zinciridir.

Alt ekstremitenin kinetik zincirini oluşturan eklemlerin tümü simetrik, ritmik ve uyumlu bir yürüme paterni oluşturmak için birlikte çalışırlar. Yürüme , basma ve salınma dönemi olarak iki bölüme ayrılır (Giannini et al. 1992; Eskiuyurt ve Öncel, 1995; Günel ve Korkusuz, 1997):

- Basma dönemi:**
- 1- Topuk vurma (heel strike)
 - 2- Tam basma (full-foot)
 - 3- Basma dönemi orta noktası (midstance)
 - 4- İtme fazı (push-off)

- Salınma dönemi:**
- 1- Hızlanma (acceleration)
 - 2- Salınma dönemi orta noktası (midswing)
 - 3- Yavaşlama (deceleration)

Çizelge 2.1. Adım sırasında alt ekstremitenin konumu, eklemlerin yönleri ve kasların durumu.

	Yer Teması %0	%15	%30	%45	Kalkış %60	%80	Yer Teması %100
Pelvis							
Femur	İç Rotasyon		Dış Rotasyon				İç Rotasyon
Tibia							
Ayak B. Ekl.	Plantar F.	Dorsal Fleksiyon		Plantar F.	Dorsal Fleksiyon		
Subtalar Ekl.	Eversiyon	İnversiyon			Eversiyon		
Transver Torval E.	İnstabil	Stabilite Artması			İnstabil		
Tale-naviküller E.							
İntrensik K.	İnaktif	Aktivite Artması			İnaktif		
Pratibial K.	Aktif	İnaktif			Aktif		
Uyruk K.	İnaktif	Aktif			İnaktif		
	Yer Teması Reaksiyonu	Orta Duruş	Terminal Duruş	Salınım Öncesi	Salınım Başlangıcı	Salınım Sonu	
	← Duruş →				← Salınım →		

Ayak, yürüme fonksiyonunu gerçekleştirmek için üç önemli role sahiptir.

Bunlar :

- 1) Topuk vuruşundan basma dönemi orta noktasına geçerken vücut için şok absorber olarak görev yapar.
- 2) Eğimli alanlarda esnekliği sayesinde zemine uyum sağlar.
- 3) İtme fazında rigid bir destek görevi yapar ve gövdenin ileri doğru olan hareketi etkin bir şekilde sağlar (Waller, 1978).

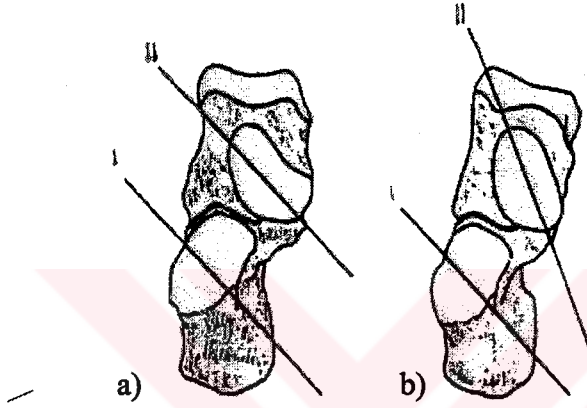
2.2.1. Subtalar Yapı

Subtalar yapı, art. tibiotalar, art. talocalcaneus, art. talonaviculare ve art. calcaneocuboidea'yı kapsar. Subtalar yapının asıl fonksiyonu ayağın bir bütün olarak uyumlu çalışmasını, flexibilitelerini ve stabilitelerini sağlamaktır. Aynı zamanda pelvis, kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin düzgün olmayan hareketlerini de düzenler. Subtalar yapı yürümenin itme fazında parmak uçları üzerinde dururken ayağı inversiyonda kilitleyerek stabilizeyi sağlar. Pes planus'da instabil gevşek yapı bulunur. Bu olgularda ayağın sabitleştirilmesi ve uzun kavsinin yükseltilmesi için itme fazında uzun süreli bir inversiyon vardır. Bu yüzden normal ayağa göre çok büyük bir intrinsek aktivite harcanır (Ünalı, 1997).

Subtalar eklem hareket eksenini navicular kemiğin dorsal ve medialinden başlar ve calcaneus'un lateral plantar yüzünde sonlanır. Subtalar ekleminde gerçekleşen hareket calcaneus'un mediale (inversiyon) veya laterale (eversiyon) yönelmesidir (Koebke, 1993).

Subtalar ekleminde hareket normal kişilerde yaklaşık 6 derece iken pes planusda 9 dereceye kadar artar. Pes planus'u olan kişilerde subtalar eklem eksenini normal kişilere oranla daha horizontaldedir ve normale oranla ayakta daha fazla supinasyon veya pronasyon gerçekleşir (Günel ve Korkusuz, 1997).

T.T.E.'in hareketleri subtalar eklemin kontrolü altındır. Subtalar eklem eversiyonda iken talonavicular ve calcaneocuboid eklem eksenleri birbirine paralel duruma gelir (şekil 2.4.a). Bu iki eklemin hareket eksenleri birbirine paralel duruma geldiğinde eklem en hareketli pozisyonudur. Bu paralellik bozulduğunda (subtalar eklem inversiyonda iken) bu eklemin hareketleri azalır; ancak ayağın stabilitesi artar (şekil 2.4.b). Pes planus'da eklem bağlarının gevşek olması hareket eksenlerinin paralelliğinde artmaya dolayısı ile hareketlerde artma ile birlikte stabilitenin azalmasına neden olur.



Şekil 2.4. Subtalar eklemin eversiyon ve inversiyon hareketleri

- a) Ayak eversiyon pozisyonunda
- b) Ayak inversiyon pozisyonunda
- (I = calcaneocuboid rotasyon eksenini
- II = talonavicular rotasyon eksenini)

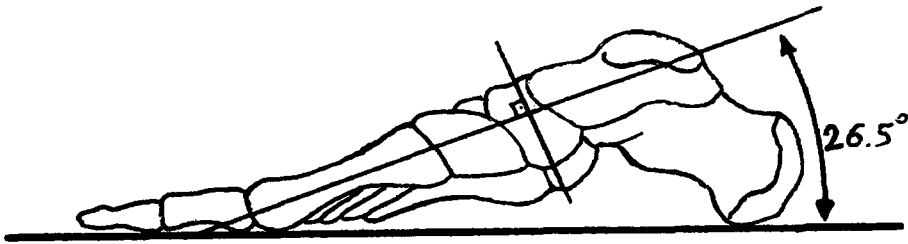
M. tibialis anterior ayak ileri derecede pronasyona getirildiğinde (bu pozisyonda çekme kuvvetleri düzlemi subtalar eklemin lateralinde kaldığından) evertör etkisi gösterir. Normal ve pes planus'lu ayaklar inversiyon, eversiyon ve sıçrama dengesi yönünden karşılaştırıldığında; normal ayağın inversiyon, pes planus olan ayağın ise eversiyon kuvvetlerinin daha güçlü olduğu görülür. Bu durum m. tibialis anterior'un kasılma kuvvetlerinin yer değiştirmesi ile ortaya çıkar ve subtalar eklem ekseninde değişmeye yol açar. Yapılan anatomik araştırmalarda tibialis anterior kas tendonunun yapışma yeri ile ilgili önemli varyasyonlar tesbit edilmiştir. Bu varyasyonlar nedeni ile tibialis anterior kasının ayakta pes planus gelişimini etkileyen faktörlerden biri olabileceği düşünülmektedir. Achilles tendonu fonksiyonları da pes planus ile ilgilidir.

Achilles tendonunun calcaneus'un arka orta yüzüne posteromedial bir bağlantısı vardır. Topuk valgusta ise tendonun inversiyon kuvveti negatiftir. Çünkü subtalar ekleminin göre tendonun çekme hattı lateralde kalır (Ünaldı, 1997).

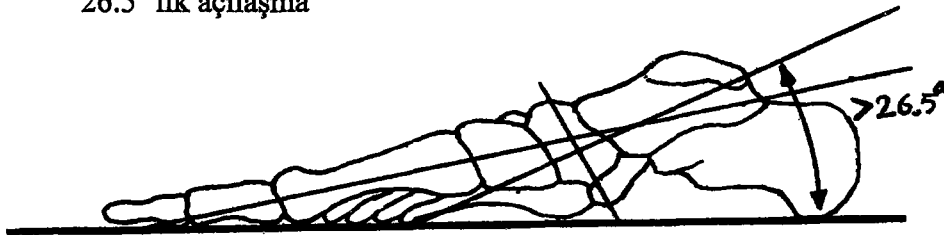
Ligamentöz mekanizma ayak arkının korunması için çok önemlidir. Ligamentler ayak ve ayak bileğinin uygun olmayan yüklenmelerine karşı ilk etapta görev alan savunma mekanizmasıdır. Bu bağların en önemlilerinden biri spring ligamenttir. Spring ligament arcus longitudinalis medialis'i stabilize eden en önemli bağlantıdır; caput tali'yi destekler. Spring ligamentin rüptürü veya laksitesi talus'un plantar fleksiyonuna neden olur. Bu hareket calcaneus'un valgusuna ve pes planus deformitesine yol açar. Kadavralar üzerinde yapılan bir çalışma spring ligamentin histolojik özelliklerinin yük taşımada anlamlı bir yeri olduğunu ortaya koymuştur. Lig. deltoideum'un ve m. tibialis posterior tendonunda spring ligament ile doğrudan bağlantılı olduğu görülmüştür (Brunnstrom, 1967; Kotwick, 1982; Rule et al. 1993; Davis, 1996).

2.2.2. Pes Planus'da Açısal Değerler

Normal şartlarda talus uzun eksenini ile horizontal düzlem arasındaki ortalama 26.5 derecelik açılma (T.H.A.) pes planus ile birlikte artmıştır. (Gould, 1983; Tachdjian, 1990). (Şekil 2.5, 2.6)

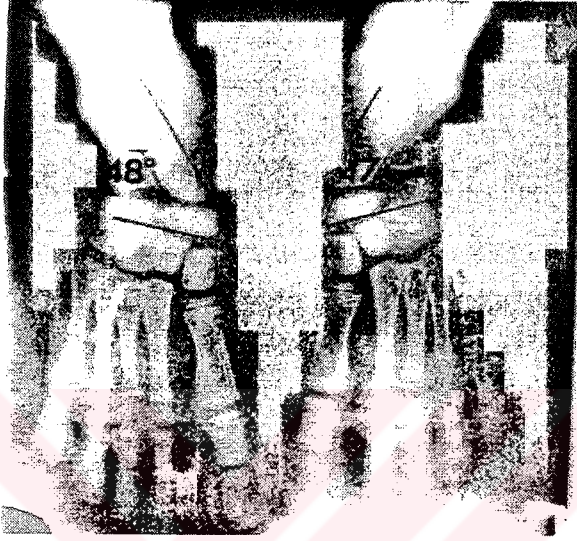


Şekil 2.5. Normal ayakta talus uzun eksenini ile horizontal düzlem arasındaki ortalama 26.5° lik açılma



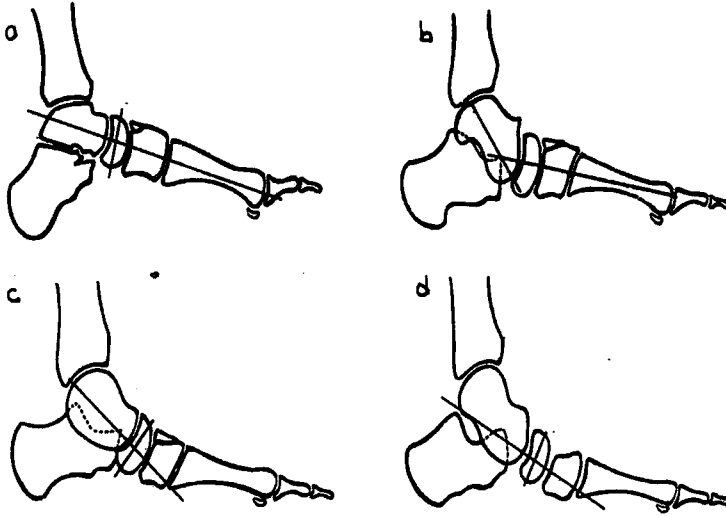
Şekil 2.6. Pes planus'da 26.5°lik açılmanın artışı

Giannestras caput tali'nin medial rotasyon derecesini dorsoplantar talonavicular açı ile tayin etmiştir. Naviculanın distal articular yüzeyine paralel bir çizgi ile talus uzun eksenine doğru çizilen çizgi arasındaki açı 60-80 derece arasındadır. Açının 60 derecenin altında olması talus'un medial rotasyonunu gösterir (Tachdjian,1990) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Dorsoplantar talonavicular açının pes planus ile birlikte azalması görülmektedir.

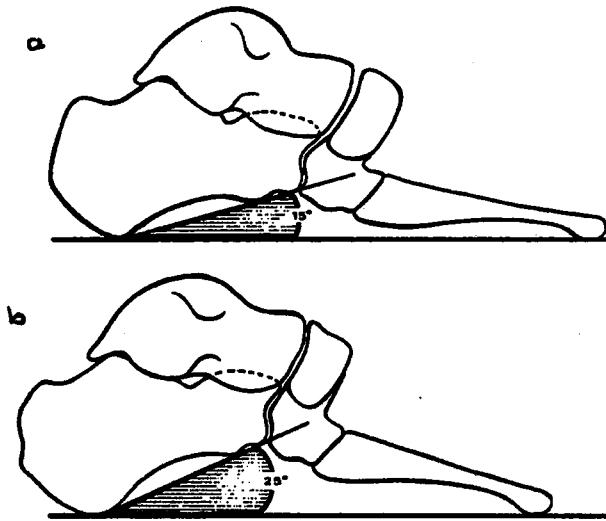
Normal ayakta talus, navicula , medial cuneiform ve birinci metatarsal kemiklerin uzun eksenleri düz bir hat oluşturur.Bu hat aynı zamanda naviculanın vertikal ekseni ile dik bir açı oluşturur (Şekil 2.8.a). Şekil 2.8.b'de talonavicular çökmeye bağlı, şekil 2.8.c'de naviculocuneiform çökmeye bağlı, şekil 2.8.d'de hem talonavicular ve hem de naviculocuneiform çökmeye bağlı fleksibl pes planus görülüyor (Tachdjian, 1990).



Şekil 2.8. Çökme yerlerini gösteren lateral görünüm.

- a. Normal ayak
- b. Talonavicular çökme
- c. Naviculocuneiform çökme
- d. Talonavicular ve naviculocuneiform form çökme bir arada

Ağırlık taşıyan ayağın, lateral radiogramındaki, calcaneus'un anterior ve posterior tüberositasları arasında uzanan plantar kenarı ile horizontal düzlem arasındaki açı calcaneal eğim (C.E.) olarak adlandırılır ve normal sınırları 20 –25 derecedir. Pes planus'da calcaneal eğim 15 dereceden azdır (Tachdjian, 1990). (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Ayak lateral görünümünde calcaneal eğim açıları görülmektedir.

- a) Pes planus
- b) Normal ayak

Ayak ve bacak kaslarının statik duruş anında veya yürürken gösterdikleri elektromyografik aktiviteyi normal ve pes planus'lu deneklerle karşılaştıran bir çok çalışma yapılmış ve aralarında bazı farklılıklar bulunmuştur. Edwin Gray'in yaptığı çalışmada ayakta duruş pozisyonunda m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. peroneus longus, m. soleus incelenmiş ve normal deneklerde sadece m. soleus aktivite göstermiştir. Pes planus'lu deneklerin yarısından fazlasında test edilen kaslarda belirgin aktivite gösterilmiştir. Bu kişilerde kaslar, arkın daha fazla düşmesine ve ayağın pronasyonuna karşı koymak için art. subtalaris'i ve T.T.E.'i kontrol edebilmek amacıyla aktif durumda kalırlar (Gray, 1969).

Hiperpronasyon (talusun aşırı medial rotasyonu) pes planus olmadan da görülebilir fakat pes planus'un birkaç derecelik hiperpronasyon olmadan görülmesi çok nadirdir. Bazı kaynaklarda hiperpronasyon ile pes planus terimleri birbirlerinin karşılığı olarak kullanılmasına rağmen ikisi birbirinden farklıdır. Pes planus'da sorun talus ve ilişkili olduğu naviculanın vertikal deklinasyonudur. Hiperpronasyon talus başının ağırlık bindiği anda aşırı medial deviasyonu (> 6-7 mm) ile karakterizedir (Gould, 1983).

Normal ayak bileğinde inversiyon 35°, eversiyon 20°, topuk inversiyonu 20°, eversiyonu 10° olarak kabul edilmektedir (Mc Rae, 1989).

N. Suzuki (1972)'nin yaptığı araştırmada m. tibialis anterior, m. peroneus longus, m. gastrocnemius, m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus ve m. flexor digitorum longus ile ayağın üç intrinsik kası m. abduktor hallucis, m. flexor digitorum brevis ve m. abduktor digiti minimi ile çalışılmış ve normal deneklerde ayakta duruş pozisyonunda belirgin bir muskuler aktivite görülmemiştir. Pes planus'lu deneklerin ise bir kısmında m. peroneus longus'da aktivasyon görülmüştür. Longitudinal arka 51-70 kg arasında yapılan kademeli bir baskı sonucu normal deneklerde m. tibialis anterior, m. peroneus longus, m. tibialis posterior ve intrinsik kaslarda aktivasyon görülürken, pes planus'lu deneklerde tüm kaslar hafif bir yüklenmeyle aktif olmuştur. Özellikle m. peroneus longus, m. abduktor hallucis ve m. flexor digitorum brevis'de 11-30 kg yüklenme ile aktivasyon görülmüştür.

Sonuç olarak normal ayakta longitudinal arkın statik desteğinde kasların önemli rolü olmadığı, pes planus'da ise m. peroneus longus, m. abduktor hallucis ve m. flexor digitorum brevis'in ark desteğinde rol oynadıkları bulunmuştur.

Yürüme esnasında elde edilen elektromyografik bulgularda m. tibialis anterior'un topuk vurma ve itme fazı sırasında belirgin aktivite gösterdiği saptanmıştır. Pes planus'lu kişilerde ise tam basma esnasında da aktiftir. Tam basma boyunca pes planus'lu hastaların tibialis anterior kasları ayağı inversiyonda tutarak vücut ağırlığını lateral kenar boyunca dağıtır. M. tibialis posterior topuk vurma da normal ve pes planus'lu kişilerde aynı aktiviteyi gösterirken tam basma da pes planus'lu deneklerde daha fazla aktive olmuştur. M. flexor hallucis longus basma dönemi orta noktasında tüm vücut ağırlığının tek ayak üzerinde olduğu zaman maksimum düzeyde çalışır. Pes planus'lu kişilerde başparmağın oluşturduğu aşırı ekstansiyonun neden olduğu instabiliteyi önler. M. peroneus longus basma dönemi orta noktasında bacak ve ayağı stabilize eder ve pes planus'lu hastalarda normallere göre daha aktiftir. M. abduktor hallucis ve m. flexor digitorum brevis basma dönemi orta noktası ve itme fazı boyunca çalışır ve pes planus'lu deneklerde büyük kassal aktivite gösterirler. Kasların yürüme esnasında normal deneklerde eklem hareketi oluşturma, gövdeyi öne doğru alma ve eklem stabilitesini sağladıkları, pes planus'lu deneklerde bunların yanında ayrıca hareket sırasında arkları desteklemeye yardım ettikleri görülmüştür (Gray, 1968).

Kayano (1986) tarafından yapılan bir çalışmada ayak medial arkının topuk vurmada hemen sonra uzadığı ve gerildiği, tam basma fazının erken döneminde en uzun duruma geldiği ve itme fazında dereceli olarak kısaldığı saptanmıştır.

2.3. Sinir İleti Hızları ve Basıları

Motor sinir liflerinde iletim hızının ölçülmesi, anatomik olarak uygun periferik sinirin iki ya da üç farklı noktasından kısa elektrik şoklarla uyarılması ve o sinirin distal kısmına yerleştirilmiş elektrottan aksiyon potansiyellerinin kaydedilmesi yoluyla sağlanır. Periferik sinirin bir noktadan uyarılması ile osiloskopta o anda elektrik şokunun yaptığı işaret ya da artefakt belirir. Bu ayırım işaretinden sonra, belirli zaman aralığını izleyen bir aksiyon potansiyeli belirir. Stimulusun başlangıcından, kas aksiyon potansiyelinin başladığı noktaya kadar olan sessiz süre iletim zamanı ya da latans olarak adlandırılır ve milisaniye birimi ile söylenir. Sinir gövdesinin uyarılması ile motor sinir liflerinden elektriksel impulslar başlar ve lifler boyunca , incelenen kasa kadar belirli bir hızla iner . İmpuls kasa vardığında motor son plaklarda belirli bir gecikmeden sonra kas liflerini uyarır. Bu nöromusküler snaptik gecikme de çok daha kısa fakat belirli bir zaman olarak iletim zamanına eklenir. Görülüyor ki sinir uyarımı ile kasta aksiyon potansiyelinin başlaması arasındaki zaman saf olarak motor sinir iletim zamanını göstermemektedir. İletim zamanı, mesafeye bağlı olarak değişir ve tek bir uyarım noktası ile iletim zamanını mesafe fonksiyonu içinde birleştirmek mümkün değildir. Motor sinirde iletim hızını ölçebilmek için şu halde ikinci bir noktadan daha uyarılması gerekir. Periferik sinirin uyarılan proksimal ve distal noktaları arasındaki mesafe, bu noktaların uyarımı ile elde edilen motor iletim zamanları farkına bölünürse, belirli mesafe içinde motor iletim hızı saptanmış olur ve bu metre/saniye olarak ifade edilir .Pratikte iletim zamanları , uyarım işaretinden kas aksiyon potansiyelinin başlangıç noktasına kadar ölçüldüğü için elde edilen iletim hızı genel olarak o sinirin maksimal hızda ileten motor liflerinin ölçümünü verir. Motor sinirlerdekine göre , duysal sinirde iletim ölçümü teknik yönden daha güçtür ve daha titiz bir çalışmayı ve çoğu kez bazı ek apareyleri gerektirir. Bununla beraber, periferik sinirlerdeki bozuklukların gösterilmesinde motor tekniğine göre çok daha duyarlı bir testtir.

Bir çok vakada EMG ve motor sinir iletim bulgularının normal olduğu bir devrede duysal sinir iletimi patolojik özellikleri verebilir. Yöntem, sinir gövdesinin uyartılarak, yine sinirin daha proksimal noktalarından aktive olan duysal sinir lifi demetlerinin eksitasyonunun toplamını kaydetmek esasına dayanır. Sinir gövdesinden kaydedilen potansiyel, birleşik sinir aksiyon potansiyelidir. Periferik nöropati veya lokalize abnormalitelerin teşhisinde sinir ileti hızındaki yavaşlama veya kayıp aydınlatıcı rol oynar (Erteğün, 1977).

Tuzak nöropatiler, sinirlerin dar anatomik geçitlerde sıkışması sonucu oluşan kompresyon nöropatileridir. Ana semptomları duyu bozukluğu, ağrı ve güçsüzlüktür. Lezyonun lokalizasyonunun ve şiddetinin belirlenebilmesi için sinir ileti çalışmaları yapılmaktadır (Stewart, 1993).

N.peroneus communis, caput fibula etrafında oluşabilen bası sonucu zedelenebilir. N. peroneus profundus, aşırı egzersiz, travma gibi nedenlerle oluşan anterior tibial sendrom sonucu sıkışabilmektedir. N. peroneus superficialis'in terminal dallarının tuzak nöropatisi bilek üzerinde oluşan minör travmalar sonucunda ortaya çıkmaktadır (Stewart, 1993).

N.tibialis ve terminal dallarının tarsal tünel içinde basıya uğraması sonucu ortaya çıkan tabloya tarsal tünel sendromu (T.T.S.) denir. Tenosinovit, vasküler yetersizlik, tümör, romatoid artrit, post travmatik ödem, direk mekanik bası, lokal travma, konnektif doku değişikliği T.T.S.'na neden olabilir (Jackson and Haglund, 1991). Ayak ve ayak bileğinde ağrı, ayak tabanında parestezi ile belirti vermektedir. N.suralis, fossa poplitea'da Baker kisti veya bacağın alt kısmında sert objelerle sıkıştırılması sonucu; ayakta ise os metatarsale V'in bazisinde oluşan fraktür sonucu sıkışabilmektedir. Tarsal tünel'in distal kısmında oluşan n. plantaris medialis nöropatisi, m. abductor hallucis'in hipertrofisi ya da arka ayak valgusu; n.plantaris lateralis basısı ise injuri nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Stewart, 1993).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya yaşları 17-41 ($27,20 \pm 1,91$) arasında değişen 9 kadın, 11 erkek toplam 20 pes planus'lu (17'si flexibl, 3'ü rigid olmak üzere) ve yaşları 18-43 ($25,65 \pm 1,96$) arasında değişen 8 erkek, 9 kadın toplam 17 normal ayaklı kontrol olgusu alındı. Sistemik bir hastalık ve başka kas - iskelet sistemi bozukluğu olanlar çalışma dışı bırakıldı.

Çalışma protokolü Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylandı.

Araştırma Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde Şubat 1998-Haziran 1999 yılları içinde gerçekleştirildi.

Bütün olguların yaşı, boyu ve ayak numaraları kayıt edildi.

3.1 Radyografik ve Goniometrik Ölçümler

Çalışmaya alınan her iki grup podoskop cihazı (40 x 40 x 40 ebatlarında üzerinde 18mm cam ile içinde 45^0 eğimli ayna bulunan cihaz) ile izlendikten sonra (şekil 3.1 ve 3.2) stamp (mürekkepli basma yüzeyi) ile ayak izleri alındı (şekil 3.3. ve 3.4). Pes planus'lu hastaların lateral ve ön-arka radyografileri ayakta, vücut ağırlığı yüklenerek çekildi. Lateral grafilerde calcaneal eğim, talus ile horizontal düzlem arasındaki açı, çökme yerleri ön-arka grafide dorsoplantar talonavicular açı, açı ölçer ile belirlendi.



Şekil 3.1. Normal ayak izinin
podoskop'taki görüntüsü

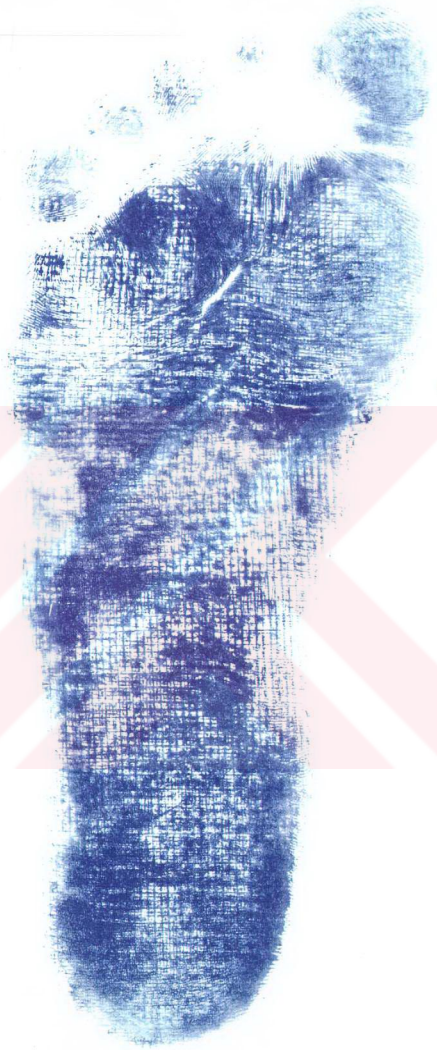


Şekil 3.2. Pes planus deformiteli ayak
izinin podoskop'taki görüntüsü

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ



Şekil 3.3. Stamp ile alınan
Normal ayak izi.



Şekil 3.4. Stamp ile alınan pes planus
deformiteli ayak izi.

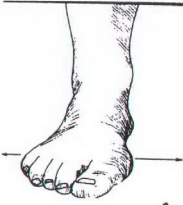


Şekil 3.5 Pes planus deformiteli ayağın lateral radyografisi.

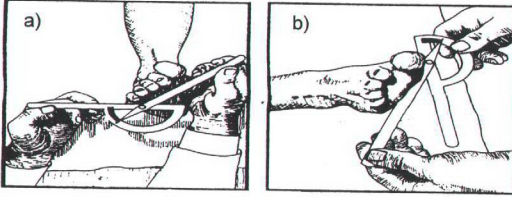
Tüm olguların ayak eversiyon ve inversiyon; topuk eversiyon ve inversiyon dereceleri goniometri aletiyle ölçüldü. Art. subtalaris'in ve artt. metatarso phalangeaes'in hareketleri değerlendirildi.

3.2. Fizik Muayene

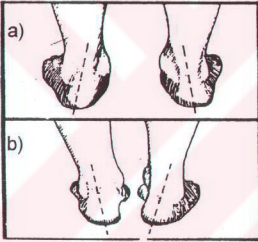
M. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. peroneus longus ve brevis, m. gastrocnemius ile parmakların extensor ve flexor kas kuvvetlerinin belirlenmesi amacıyla manual kas testi yapıldı. Ayrıca deneklerin yürüme paternleri ve ayak medial arkının düşük olup olmadığı gözlemlendi. Yayılım (splay), pes calcaneo varus, pes calcaneovalgus, baş parmak adduksiyonu, genu valgum, genu varum, ayağın invert ve everte pozisyonu, egzostoz, kallus ve hassasiyet bulguları ile pes planus'lularda önden ve arkadan parmak uçlarında duruşta volonter düzelme olup olmadığı pozitif veya negatif olarak değerlendirildi.



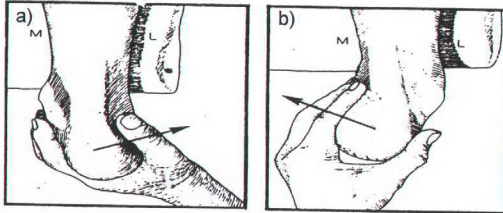
Şekil 3.6. Yayılm



Şekil 3.7. Ayakta goniometrik ölçümler
a) Goniometri ile ayak inversiyonu ölçümü
b) Goniometri ile ayak eversiyonu ölçümü



Şekil 3.8. Ayakta valgus ve varus pozisyonları
a) Pes calcaneovalgus
b) Pes calcaneovarus



Şekil 3.9. Topuk hareketleri
a) Topuk eversiyonu
b) Topuk inversiyonu

3.3. Motor İletim İncelemeleri

Rutin yöntemlerle incelenen sinirin büyük çaplı motor liflerinin iletim hızı saptandı. Bileşik motor aksiyon potansiyeli denilen kas motor yanıtının (M dalgası) kayıtlanması için yüzeysel elektrot kullanılarak aktif elektrot kasın en şişkin kısmının üstüne, pasif elektrot ise çoğunlukla tendona yerleştirildi. Periferik sinirler, trasesine uygun iki ayrı noktada uyarıldı. Extremité gerek kayıt, gerek ölçüm esnasında aynı standart pozisyonda tutuldu. Proksimal ve distal stimülasyon noktalarının arası (katodların arası) mezura ile ölçüldü. Kullanılan stimulus süresi 0,1 veya 0,2ms olarak seçildi. Stimulus şiddeti sinirdeki bütün aksonları uyarmaya yetecek kadar yükseltildi. Ölçümler Medelec Sapphire "1L EMG cihazı ile yapıldı.

3.3.1 Ölçümler

Distal latans : Stimulusun başlangıcından M dalgasının başlangıcına kadar geçen zaman olarak alındı.

İletim zamanı : Proksimal stimülasyonla elde edilen latansdan, distal stimülasyonla elde edilen latansın çıkarılması ile iletim zamanı saptandı.

İletim hızı : Sinir segmentinin uzunluğunun (mm olarak), iletim zamanına (ms olarak) bölümü ile metre /saniye olarak iletim hızı hesaplandı.

$$\text{İletim hızı} = \frac{\text{İki stimülasyon arası mesafe (mm)}}{\text{İki stimülasyon arası iletim zamanı (msn)}}$$

Amplitüd (genlik) : Aksiyon potansiyeli tepeden tepeye ölçüldü.

Süre : M dalgasının, izoelektrik çizgiyi çaprazlayan ilk negatif noktasından pozitif noktaya kadar geçen zaman olarak alındı.

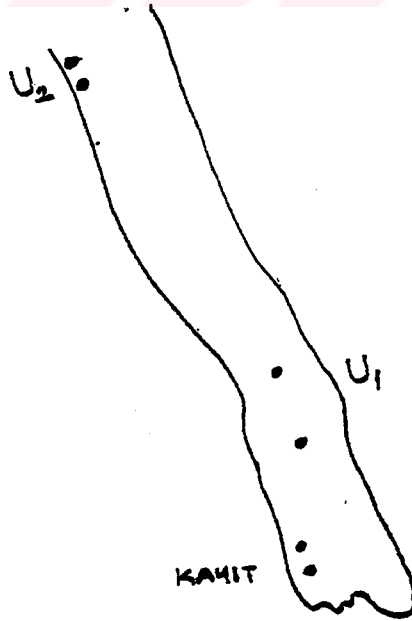
3.4. Duyu İletim İncelemeleri

Duyu iletim incelemelerinde iki temel yöntem vardır: ortodromik ve antidromik. N. plantaris medialis ve N. plantaris lateralis ortodromik yöntemle; n. suralis ve n. peroneus superficialis ise antidromik yöntemle değerlendirildi.

Ortodromik yöntemde duyu potansiyeli proksimalden kayıtlar ve sinir distalden stimüle edilir. Antidromik yöntemde stimulus proksimalden verilir, duyu potansiyeli distalden kayıtlar.

3.5 N. Peroneus Profundus Motor İletimi

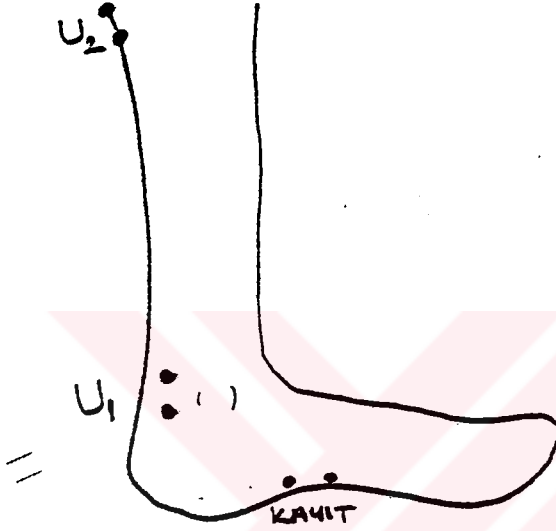
Aktif elektrot m. extensor digitorum brevis'in şişkin kısmı üzerine, referans elektrot 5. parmağın metatarsophalangeal eklemi üzerine yerleştirildi. Uyarım 1) ayak bileğinde malleolus medialis ve malleolus lateralis arasında orta noktadan ve aktif elektroda 8cm uzaklıktan (U_1) 2) fibula başının üstünden (U_2) verildi (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. N. peroneus profundus motor ileti tekniği

3.6. N. Tibialis Motor İletimi

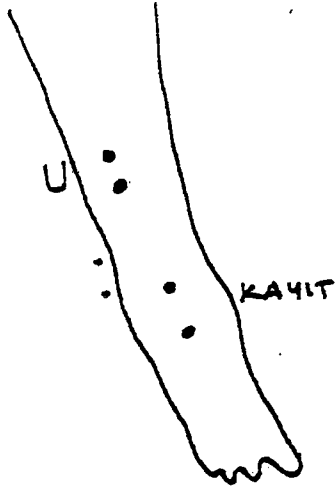
Aktif yüzeyel elektrot m. abductor hallucis ve referans elektrot bu kasın tendonu üzerine yerleştirildi. Uyarım yüzeyel elektrotlar ile 1) ayak bileğinde malleolus medialis'in hemen arkasından (U_1), 2) fossa poplitea'da orta noktanın dış lateralinden (U_2) verildi (şekil 3.11).



Şekil 3.11. N. tibialis motor ileti tekniği

3.7. Peroneus Superficialis Duyu İletimi

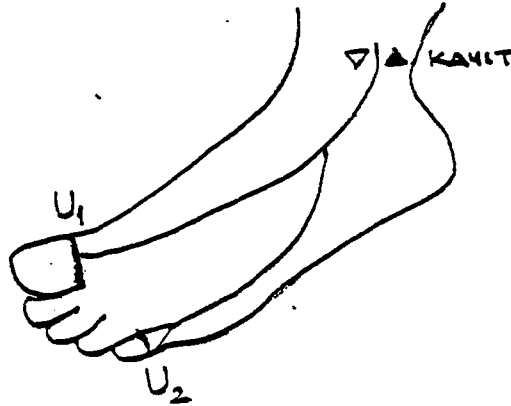
Yüzeyel elektrotlar ile ayak bileği seviyesinde malleolus medialis ve malleolus lateralis'i birleştiren bir çizgi referans alınarak elektrotlar yerleştirildi. Bu çizginin tam orta noktasına aktif elektrot koyuldu. Uyarım (U) kayıtlama noktasının 14cm proksimalinden, bacağın ön lateral kısmında tibia kenarı ile baldır kaslarının arasından verildi. Latans negatif tepeden ölçüldü (şekil 3.12).



Şekil 3.12. N. peroneus superficialis duyu ileti tekniği

3.8. N. Plantaris Medialis ve N. Plantaris Lateralis Duyu İletimi

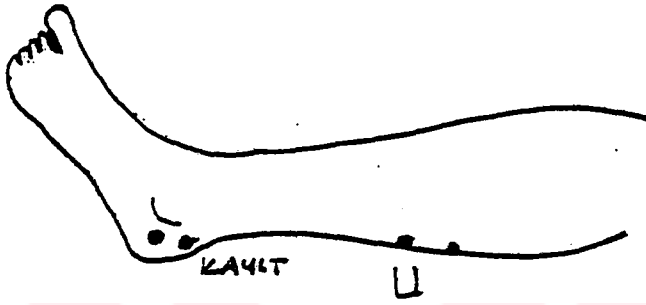
Aktif yüzeyel elektrot malleolus medialis'in arkasına retinaculum musculorum flexorum'un yukarısına yerleştirildi ve 16 yanıtın ortalaması alınarak kayıtlama yapıldı. Uyarım (U_1), n. plantaris medialis için 1. parmağa; n. plantaris lateralis için (U_2) 5. parmağa yerleştirilen yüzük elektrotları ile yapıldı. Latans negatif tepeden ölçüldü (şekil 3.13).



Şekil 3.13. N. plantaris medialis ve n. plantaris lateralis duyu iletimi tekniği

3.9. N. Suralis Duyu İletimi

Malleolus lateralis'in hemen arka ve aşağı kısmına aktif yüzeyel elektrod, bunun 2-3cm distaline referans elektrot yerleştirildi. Uyarım baldırın alt üçte bir kısmında, orta hat çizgisinin biraz lateralinden ve kayıtlama noktasının 14cm kadar yukarısında yüzeyel elektrotlar ile yapıldı (şekil 3.14).



Şekil 3.14. N. suralis duyu iletimi tekniği

3.10. F Yanıtı

Periferik sinirlerin supramaksimal uyarımıyla, distal kaslardan M yanıtına göre daha geç olarak ortaya çıkan, kısa süreli ve küçük genlikli bir potansiyeldir. Uyarılar motor sinirde, uyarıların antidromik yayılımıla ön boynuz motor nöron hücrelerinin eksite edilmesiyle ortaya çıktığı kabul edilir. N. peroneus profundus ve n. tibialis'de F yanıtları distal noktalarından 20 supramaksimal uyarı sonucu elde edildi. F yanıt minimal latansı, superimpoze edilen F yanıtlarının en erken izoelektrik hattan ayrıldığı nokta alındı. F yanıt amplitüdü negatif ve pozitif tepe nokta arası ölçüldü. F yanıtı süresi izoelektrik hattan ayrılıp tekrar izoelektrik hatta geliş noktaları alınarak ölçüldü.

Tüm olguların ölçüm değerleri sağ ayaktan alınmıştır.

Verilerin istatistik analizi SPSS 4.0 Windows programında Mann-Whitney U testi kullanılarak yapıldı.

4. BULGULAR

Değerlendirmeye 20 pes planus deformitesi olan hasta ile 17 normal ayaklı olgu alındı. Tüm olguların demografik özellikleri çizelge 1’de gösterilmiştir. Yaş, boy ve ayak numaraları bakımından her iki grup arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($P>0.05$).

Çizelge 4.1. Olguların demografik özellikleri

	Pes planus		Normal		P
	Ortalama	± SH	Ortalama	± SH	
YAŞ	27,20	± 1,91	25,65	± 1,96	0,624
BOY	164,80	± 1,91	168,24	± 2,04	0,204
AYAK NO	38,60	± 0,61	38,32	± 0,52	0,678

Çizelge 4.2’de pes planus deformitesi olan hastalar ile normal ayaklı olguların gonimetrik ölçüm değerleri verilmiştir. Sağ ayak eversiyon derecesinde normal olgulara göre pes planus’u olan deneklerde anlamlı bir artış bulunmuştur ($P=0,002$).

Çizelge 4.2. Pes planus deformitesi olan hastalar ile normal ayaklı olguların gonimetrik ölçüm değerleri

	Pes planus		Normal		Mann Whitney-U	P
	Ort	± SH	Ort	± SH		
Sağ ayak inversiyon	39,25	± 1,67	35,00	± 1,13	116,0	0,10
Sol ayak inversiyon	36,50	± 2,21	34,71	± 1,25	142,5	0,38
Sağ ayak eversiyon	25,50	± 1,02	20,59	± 1,20	71,5	0,002
Sol ayak eversiyon	24,25	± 2,12	19,12	± 1,07	112,0	0,08
Sağ topuk inversiyon	20,25	± 1,68	20,12	± 1,46	164,5	0,86
Sol topuk inversiyon	19,75	± 1,33	19,88	± 1,49	166,55	0,91
Sağ topuk eversiyon	8,60	± 1,06	7,65	± 0,76	158,0	0,72
Sol topuk eversiyon	8,25	± 1,16	7,65	± 0,76	169,5	0,98

Sağ ve sol ayak inversiyon, sol ayak eversiyon ile sağ ve sol topuğun inversiyon ve eversiyon ölçüm derecelerinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($P>0,05$).

Pes planus deformitesi olan hastaların radyografik ölçümleri derece olarak çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Pes planus deformitesi olan hastaların radyografik ölçümleri

	Calcaneal eğim			Dorsoplantar talonavicular açı			Talus ile horizontal düzlem arasındaki açı		
	Min.	Max.	Ort ± SH	Min.	Max.	Ort ± SH	Min.	Max.	Ort ± SH
Sol	2,00	15,00	10,05±0,79	30,00	90,00	55,60±2,78	15,00	35,00	26,60 ± 1,06
Sağ	4,00	20,00	11,30±0,82	30,00	60,00	48,65±2,01	20,00	30,00	27,00 ± 0,76

Çizelge 4.4'te de pes planus deformiteli hastaların radyografilerindeki çökme yerleri verilmiştir.

Çizelge 4.4. Pes planus deformitesi olan hastaların radyografilerindeki çökme yerleri

	Naviculocuneiform	Talonavicular	Talonaviculocuneiform	Çökme yok
Sol	15 %75	3 %15	1 %5	1 %5
Sağ	14 %70	5 %25	1 %5	0

Çizelge 4.5 : Pes planus'lu hastaların yürütme paternleri, medial arkları (Med Ark), ön ayak kısmındaki yayılım ve pes calcaneovarus ve valgus sağ (D) ve sol (S) ayakta değerlendirilmiştir. 1= Normal, 2= Düşük, 3= Hafif Düşük. Splay ve topuk pozisyonları için: 1 = + 2 = - (D = Dextra, S= Sinistra)

	Yürütme		Med Ark		Med Ark		Yayılım		Yayılım		Pes var D		Pes var S		Pes val D		Pes val S	
	D.	S.	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	1	1	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Çizelge 4.6 : Pes planus'lu hastalarda baş parmak adduksiyonu, dizlerde genu valgum, ayakta invertte veya everte pozisyonu, egzostoz, (Egz) Sağ (D) ve sol (S) ayakta değerlendirilmiştir. (1 = +, 2 = -)

	Par add		Genu Val D		Genu Val S		Everte		İnverte		Egz.D		Egz. S	
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
5	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
10	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Çizelge 4.7 : Pes planus'lu hastaların sağ (D) ve sol (S) ayakları kallus, hassasiyet (Has) ve parmak uçları üzerinde durdukları esnada önden medial arklarında (Vol Düz O) ve arkadan (Vol Düz A) topuk valgusunda volonter düzelme olup olmaması yönünden değerlendirildi (1 = +, 2 = -).

	Kallus		Has. D		Has. S		Vol Düz O D		Vol Düz O S		Vol Düz AD		Vol Düz AS	
	D	S	S	D	S	D	O	D	O	S	A	D	A	S
1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
5	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
9	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
10	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
11	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
12	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
13	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
14	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
16	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
17	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
19	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
20	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1

Çizelge 4.8. Pes planus'lu hastalarda m. tibialis anterior (Tib Ant), m. tibialis posterior (Tib Post), m. peroneus longus ve m. peroneus brevis (Fib), m. gastrocnemius (Aşıl), parmak flexor (parflex) ve extensor (parext) kaslarına sağ (D) ve sol (S) bacakta yapılmış kas testi sonuçları görülmektedir. 5 = Yerçekimine karşı fonksiyonunu tam olarak gerçekleştiren kasa uygulanan ters yöndeki direnç sonucu saptanan maksimum değer.

	Tib Ant D		Tib Ant S		Tib Post D		Tib Post S		Fib D		Fib S		Aşıl D		Aşıl S		Parflex D		Parflex S		Parext D		Parext S	
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
19	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	

Çizelge 4.9. Pes planus'lu hastaların goniometrik ölçümleri sonucunda inversiyon (Inv), eversiyon (Ev), topuk inversiyon (Topinv) ve topuk eversiyon (Topev) değerleri sağ (D) ve sol (S) ayakta derecelendirilmiştir. Art. subtaris'in (Subhar) ve artt. metatarsophalangeales'in (1-5 Met) hareketleri de sağ ve sol ayakta değerlendirilmiştir (1=normal 3 = kısıtlı).

	Inv D	Inv S	Ev D	Ev S	Topinv		Topev	Tope vS	SubHar		1-5 Met	
					D	S			D	S	D	S
1	35	40	25	20	15	15	15	10	1	1	1	1
2	30	45	20	30	15	20	10	5	1	1	1	1
3	40	35	25	15	20	30	10	5	1	1	1	1
4	40	40	25	25	10	10	2	0	3	3	3	3
5	40	30	25	15	30	20	5	5	1	1	1	1
6	30	20	25	15	35	30	15	20	1	1	1	1
7	40	35	35	20	20	20	5	5	1	1	1	1
8	40	30	30	30	30	30	20	20	1	1	3	3
9	35	35	20	20	10	10	5	5	3	3	3	3
10	30	35	20	25	15	15	5	5	1	1	1	1
11	30	20	20	10	30	25	10	15	1	1	1	1
12	45	45	30	20	30	25	5	5	1	1	1	1
13	40	40	25	25	20	15	5	5	1	1	1	1
14	40	20	30	40	10	20	5	10	1	1	1	1
15	35	40	25	20	20	20	15	10	1	1	1	1
16	40	30	20	30	25	20	10	10	1	1	1	1
17	55	55	30	30	15	15	10	10	1	1	1	1
18	35	40	30	30	20	15	10	10	1	1	1	1
19	50	40	20	15	15	20	5	5	1	1	1	1
20	55	55	30	50	20	20	5	5	1	1	1	1

Çizelge 4.10. Pes planus'lu hastaların radyografilerindeki C.E., Dorsoplantar talonavicular açısı (D.P.T.A) ve T.H.A. sağ (D) ve sol (S) ayakta derecelendirilmesi görülmektedir. Tabloda çökme yeri sağ ve sol ayakta numaralandırılmıştır.
 1 = Naviculocuneiform çökme, 2 = Talonavicular çökme, 3 = Talonaviculocuneiform çökme 4 = Çökme yok.

	C.E.D.	C.E.S.	D.P.T.A.		Çökme		T.H.A.	
			D	S	D	S	D	S
1	11	11	60	55	1	1	28	27
2	20	10	60	70	1	1	20	15
3	10	10	55	58	1	4	30	20
4	15	15	45	70	2	1	30	20
5	10	10	60	90	2	1	20	20
6	12	13	50	50	1	1	28	28
7	10	9	30	50	1	3	27	28
8	12	13	45	49	1	1	30	32
9	12	10	35	55	1	1	25	25
10	12	5	48	58	2	2	30	30
11	10	7	55	50	2	1	30	30
12	10	10	50	60	1	1	20	25
13	12	12	50	65	3	1	30	26
14	4	2	30	30	1	1	26	35
15	13	15	50	52	2	2	27	26
16	5	7	55	60	1	1	27	28
17	12	12	50	55	1	1	28	28
18	8	5	40	45	1	1	27	29
19	18	15	55	40	1	2	27	30
20	10	10	50	50	1	1	30	30

Çizelge 4.11. Pes planus'lu hastalarda sağ ayağa ait n. peroneus profundus'un bilek - kas latans (Nper Bilek a), amplitüd (Nper Bilek b), area (Nper Bilek c), duration (Nper Bilek d), ileti hızı (Nper Bilek e); caput - fibula - kas latans (Nper cf a), amplitüd (N Per cf b), area (N Per cf c), duration (Nper cf d); F yanıt süresi (Nper F a) ve amplitüd (Nper F b) ölçüm değerleri görülmektedir.

	Nper Bilek a	Nper Bilek b	Nper Bilek c	Nper Bilek d	Nper Bilek e	Nper cf a	Nper cf b	Nper cf c	Nper cf d	Nper F a	Nper F b
1	Oca.00	5,32	15,6	4,86	48,2	9,6	4,18	18	5,4	13,4	400
2	4,25	4,66	18,8	5,9	53,8	10,5	5,2	20	5,8	16,5	500
3	3,21	3,94	13	6,02	56,4	8,8	4,01	11,7	6,01	10,5	100
4	3,74	2,37	4,92	3,32	50,8	10,2	2,05	4,43	3,82	8,8	200
5	3,96	1,08	4,4	5,24	54,1	9,32	1,14	4,66	5,4	6,8	500
6	3,58	2,56	9,61	6,32	50,2	9,16	2,34	11,6	3,7	13,4	200
7	3,93	2,46	8,4	5,3	41,7	11,9	2	10,2	4,34	11,7	100
8	4,2	3,98	16,7	6,8	45,5	10,6	3,32	13,9	7,22	14,3	200
9	4,64	2,7	6,31	4,46	45,7	11,6	1,8	4,75	5,04	8,8	100
10	4,62	1	1,85	6,5	43,7	8,32	3,9	11,7	5,84	10,8	100
11	3,7	2,81	5,29	3,4	51,1	9,96	2,1	5,19	4,29	8,6	200
12	4,08	3,76	11,2	4,72	50,1	11,3	5,74	10,2	5,02	9,3	200
13	4,06	4,44	14,9	5,44	53	9,72	3,17	10,9	5,4	11,2	300
14	4	4,22	11,9	5,22	48,8	10,5	3,22	10,2	5,8	16,6	400
15	3,98	3,39	10,7	5,42	52,2	9,92	4,69	16,8	6,24	9,5	250
16	3,2	3,93	12,5	6,02	56,4	8,7	3,71	11,7	6,1	5,3	100
17	4,48	1,32	7,88	7,88	49,9	11,7	1,03	4,1	4,1	13,6	150
18	3,6	2,08	8,1	5,7	56	8,24	1,9	7,78	5,8	7,9	100
19	3,32	2,71	7,27	4,84	57,9	9,73	2,87	8,88	6,74	14,8	100
20	4,54	1,81	6,51	5,66	53,9	10,9	2,29	7,58	5,66	13,2	200

Çizelge 4.12. Pes planus'lu hastalarda sağ ayağa ait n. tibialis'in bilek - kas latans (Ntib Bilek a), amlitüd (Ntib Bilek b), area (N tib Bilek c), duration (N tib Bilek d), ileti hızı (N tib Bilek e), fossa poplitea kas latans (N tib Fos a), amplitüd (N tib fos b), area (N tib Fos c), duration (N tib fos d) F yanıt süresi (N tib F a), amplitüd (N tib F b) ölçüm değerleri gösterilmiştir.

	Ntib Bilek a	Ntib Bilek b	Ntib Bilek c	Ntib Bilek d	Ntib Bilek e	Ntib Fos a	Ntib Fos b	Ntib Fos c	Ntib Fos d	Ntib F a	Ntib F b
1	3,54	3,76	9,4	4,02	44,1	10,2	3,87	7,17	2,12	11,2	300
2	5,33	4,37	7,48	2,94	55,3	12,3	4,57	8,4	3,14	8,1	250
3	3,5	1,45	1,82	2	53,3	10,9	2,28	2,85	2,26	7,4	200
4	4,36	6,57	11,1	3,12	52,6	10,8	5,96	10,8	3,5	9	300
5	3,5	2,6	4,44	3,3	52,1	9,98	2,73	4,52	3,32	6,6	250
6	3,7	5,13	5,04	3,72	51,2	9,82	5,82	5,04	3,72	14,8	500
7	5,4	1,01	1,22	2,2	43,4	14,7	3,61	4,05	2,85	17,3	200
8	4,72	1	1,61	4,14	49,4	11,7	1	2,12	4,98	11,6	100
9	4,16	2,92	5,35	5,1	45,3	13,1	2,92	5,35	5,1	5,4	100
10	6,9	2,98	14,1	6	46	8,96	3,82	9,42	6,08	9,8	300
11	4,58	4,52	8,22	3,9	48,7	11,6	3,91	10,4	5,7	9,1	500
12	3,54	0,66	3,42	4,76	42,6	13,4	1,17	3,15	3,76	13,7	300
13	3,48	2,1	3,61	2,96	51,1	10,7	2,08	3,71	3,22	11,2	300
14	4,58	1	1,16	2,52	41,4	13,4	1	1	2,26	15,5	400
15	5,04	1,98	3,04	3,48	53,9	11,9	1,54	2,77	3,46	12,1	100
16	3,26	1,28	3,14	4,76	48,5	10,6	1,08	2,46	3,98	7,3	100
17	4,22	3,37	9,13	11,4	47,3	17,2	3,1	3,45	2,92	11,6	200
18	3,96	6,1	13,1	4,14	50,8	9,18	6,35	12,3	3,54	11	100
19	3,04	6,47	14,1	4,18	51,9	10,5	1,02	3,82	4,48	6,9	250
20	3,5	1,46	1,82	2	53,3	10,4	2,27	2,86	2,26	6,5	200

Çizelge 4.13. Pes planus'lu hastaların sağ ayakta ait n. suralis latans (Nsur a), amplitüd (Nsur b); n. peronealis superficialis latans (Nper sup a), amplitüd (Nper sup b); n. plantaris, lateralis latans (Nplat a), amplitüd (Nplat b); n. plantaris, medialis latans (Npl med a) ve amplitüd (Npl med b) ölçüm değerleri gösterilmektedir.

	Nsur a	Nsur b	Npersup a	Nper sup b	Nplat a	Nplat b	Npl med a	Npl med b
1	3,88	9,49	422	546	540	3	692	3
2	5,4	17,6	384	249	412	25	514	952
3	3,38	20,3	493	115	460	2	539	5
4	3,56	16,3	356	10	484	5	4	5
5	3,46	7,13	398	5	542	5	524	5
6	3	209	422	20	474	3	486	359
7	4	182	348	126	396	2	530	4
8	2,9	840	464	806	472	35	528	25
9	3,7	7	396	888	546	10	448	293
10	4	6	540	5	436	31	846	43
11	3,56	65	398	65	462	2	426	3
12	3,74	10	482	365	522	2	510	3
13	2,86	840	424	5	6	2	504	2
14	4,56	106	586	916	536	1	852	408
15	3,34	115	456	104	376	2	530	382
16	2,84	636	368	5	440	2	538	5
17	3,38	202	492	114	496	13	548	10
18	2,82	259	418	488	490	3	478	5
19	3,1	163	322	640	388	2	430	676
20	3,14	245	348	408	492	3	412	3

Çizelge 4.14. Pes planus'lu hastalarda sağ ayağa ait n. suralis (Nsur) n. peroneus superficialis (Nper sup) n. plantaris medialis (Npl med) ve n. plantaris lateralis (Npl lat) sinir ileti hızı bulguları gösterilmiştir.

	Nsur	Nper sup	Npl med	Npl lat
1	46,9	34,4	32,5	36,9
2	40,1	38,1	35,8	337,8
3	45,5	41,3	33,8	37,8
4	42,1	39,3	34,5	35,9
5	44,2	39,7	34,7	38,1
6	38,2	34,2	31,6	36,8
7	39,6	35,5	32,5	35,7
8	40,1	38,8	33,4	37,2
9	47	40,2	40,7	42,4
10	40	37,3	35,2	37,8
11	39,3	37,6	32	36,2
12	35,5	36,8	32,7	36,9
13	38,4	28,3	35,7	38,7
14	42,7	40	38,2	40,1
15	40,2	35,7	32,5	37,8
16	36,1	35,8	40,2	37,8
17	39,2	37,7	38,6	37,9
18	49,6	43	32,8	40,3
19	30,8	33,7	35,8	33,8
20	41,4	45,9	39,3	38,2

Çizelge 4.15. Pes planus deformiteli hastalarda n.tibialis F yanıtı latansı (N tib F) ve n. peroneus profundus F yanıtı latansı (N per F) bulguları gösterilmiştir.

	N tib F	N per F
1	48,8	43,6
2	38,3	44,5
3	42,5	58,5
4	42,5	42,2
5	43,2	41,6
6	42,7	42,9
7	42,8	41,7
8	43,6	42,8
9	49,2	47,6
10	55,4	40,9
11	48,6	44
12	42,6	47,9
13	42,4	41,1
14	51,2	48,5
15	39	45,6
16	41,7	49,5
17	47,3	49,9
18	37,7	38,3
19	40,1	50,8
20	42,5	43

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Çizelge 4.16. Pes planus'lu hastaların yaş, ayak numaraları, meslek ve cinsleri gösterilmiştir. Meslekler, 1 = Doktor, 2 = Öğrenci, 3 = Ev hanımı, 4 = İşçi, 5 = Mühendis, 6 = Memur, 7 Hemşire, 8 = Eczacı Cins, 1 = Erkek, 2 = Kadın.

	Yaş	Ayak no	Boy	Meslek	Cins
1	18	39	169	2	1
2	35	40	170	1	1
3	27	40	168	1	1
4	38	35	150	3	2
5	35	36	155	3	2
6	17	36	162	2	2
7	35	42	176	4	1
8	24	37	160	2	2
9	20	41	162	4	1
10	39	43	177	4	1
11	41	37	159	3	2
12	20	41	171	2	1
13	17	36	162	2	2
14	40	42	178	4	1
15	28	40	170	1	1
16	28	36	159	5	2
17	22	42	177	2	1
18	21	35	153	2	2
19	18	35	155	2	2
20	21	39	163	2	1

Çizelge 4.17. Normal ayaklı olgularda yürüme paternleri, medial arkları (Med Ark), ön ayak kısmındaki yayılım ve pes calcaneovarus ve valgus sağ (D) ve sol (S) ayakta değerlendirilmiştir. 1= Normal, 2= Düşük, 3= Hafif Düşük Splay ve topuk pozisyonları için: 1 = + 2 = - (D = Dexter, S= Sinistra)

	Yürüme		Med		Med		Yayılım		Pes		Pes val	
	D.	S.	Ark	Ark	D	S	D	S	var	D	D	S
1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
4	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
5	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
6	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
7	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
8	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
9	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
10	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
11	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
12	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
13	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
14	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
15	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
16	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
17	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2

Çizelge 4.18. Normal ayaklı olgularda baş parmak adduksiyonu, dizlerde genu valgum, ayağın invertte veya evertte pozisyonu, egzostoz, (Egz) Sağ (D) ve sol (S) ayakta değerlendirilmiştir. (1 = +, 2 = -)

	Par add		Genu Val		Evertte		İnvertte		Egz.D		Egz. S	
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Çizelge 4.19 : Normal ayaklı olgularda sağ (D) ve sol (S) ayakları kallus, hassasiyet (Has) değerlendirildi (1 = +, 2 = -).

	Kallus		Has. D	Has S	Vol Düz O D	Vol Düz O S	Vol Düz AD	Vol Düz AS
	D	S						
1	2	2	2	2				
2	2	2	2	2				
3	2	2	2	2				
4	2	2	2	2				
5	2	2	2	2				
6	2	2	2	2				
7	2	2	2	2				
8	2	2	2	2				
9	2	2	2	2				
10	2	2	2	2				
11	2	2	2	2				
12	2	2	2	2				
13	2	2	2	2				
14	2	2	2	2				
15	2	2	2	2				
16	2	2	2	2				
17	2	2	2	2				

Çizelge 4.20. Normal ayaklı olgularda m. tibialis anterior (Tib Ant), m. tibialis posterior (Tib Post), m. peroneus longus ve m. peroneus brevis (Fib), m. gastrocnemius (Aşil), parmak flexor (parflex) ve extensor (parext) kaslarına sağ (D) ve sol (S) bacakta yapılmış kas testi sonuçları görülmektedir. 5 = Yerçekimine karşı fonksiyonunu tam olarak gerçekleştiren kasa uygulanan ters yöndeki direnç sonucu saptanan maksimum değer.

	Tib Ant		Tib		Fib D	Fib S	Asil		Parflex		Parext	
	D	S	Post D	Post S			D	S	D	S	D	S
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Çizelge 4. 21. Normal ayaklı olguların goniometrik ölçümleri sonucunda inversiyon (Inv), eversiyon (Ev), topuk inversiyon (Topinv) ve topuk eversiyon (Topev) değerleri sağ (D) ve sol (S) ayakta derecelendirilmiştir. Art. subtaralis'in (Subhar) ve artt. metatarsophalangeales'in (1-5 Met) hareketleri de sağ ve sol ayakta değerlendirilmiştir (1=normal 3 = kısıtlı).

	Inv D	Inv S	Ev D	Ev S	Topinv		Topev		SubHar		1-5 Met	
					D	S	D	S	D	S	D	S
1	25	25	20	20	20	15	10	10	1	1	1	1
2	40	40	30	25	30	30	15	10	1	1	1	1
3	40	40	35	30	15	15	10	10	1	1	1	1
4	40	45	20	15	20	25	5	5	1	1	1	1
5	25	35	20	20	20	25	10	15	1	1	1	1
6	40	35	15	20	20	15	10	10	1	1	1	1
7	35	30	15	15	17	18	5	5	1	1	1	1
8	35	35	20	20	20	20	10	10	1	1	1	1
9	40	35	20	15	10	15	5	5	1	1	1	1
10	35	40	15	15	15	15	5	5	1	1	1	1
11	35	40	20	15	25	30	5	5	1	1	1	1
12	30	35	20	15	10	10	5	5	1	1	1	1
13	35	35	20	20	30	30	10	10	1	1	1	1
14	35	30	20	25	30	20	10	10	1	1	1	1
15	35	30	20	20	20	15	5	5	1	1	1	1
16	35	30	20	20	20	20	5	5	1	1	1	1
17	35	30	20	15	20	20	5	5	1	1	1	1

Çizelge 4.22. Normal ayaklı olgularda sağ ayağa ait n. peroneus profundus'ın bilek - kas latans (Nper Bilek a), amplitüd (Nper Bilek b), area (Nper Bilek c), duration (Nper Bilek d), ileti hızı (Nper Bilek e); caput - fibula - kas latans (Nper cf a), amplitüd (N Per cf b), area (N Per cf c), duration (Nper cf d); F yanıtı süresi (Nper F a) ve amplitüd (Nper F b) ölçüm değerleri görülmektedir.

	Nper Bilek a	Nper Bilek b	Nper Bilek c	Nper Bilek d	Nper Bilek e	Nper cf a	Nper cf b	Nper cf c	Nper cf d	Nper F a	Nper F b
1	4,08	2,52	10,2	6,42	54,2	9,8	2,64	10,1	6,36	15,7	100
2	4,48	2,32	5,16	3,54	52,4	10,2	1,59	3,32	3,34	10,9	300
3	5,6	2,48	8,79	5,1	55,2	11,8	4,83	9,13	5,86	8,4	200
4	4,44	5,52	18,8	6,2	47,8	11,8	5,27	19,2	6,66	13,8	300
5	2,88	3,88	9,1	5,14	53,7	9,3	3,81	9,07	5,24	11	250
6	3,56	7,42	20,8	4,78	40,7	10,8	3,64	7,89	5,74	7,4	250
7	3,6	3	9,58	5,7	51,7	9,6	3	8,55	5,7	6,4	200
8	4,12	5,76	15,6	4,9	53,6	9,62	5,44	15,3	5,7	5,9	100
9	6	2	10,2	6,42	62,2	13,3	2,32	8,4	5,8	4,7	250
10	5	4,17	13,1	4,96	45,7	12,9	4,08	11,8	5,18	13,6	200
11	4,96	2,45	6,8	5,9	50,3	12,3	2,56	9,5	6,42	10,3	300
12	4,98	7,4	9,97	2,64	44,7	14,2	4,17	6,58	2,9	16,1	500
13	3,34	3	3,3	6,78	48,2	11,1	3,01	2,06	6,08	11,5	300
14	4,1	1	1,7	4,12	54,9	10,2	1	1,74	4,3	13,6	250
15	4,86	1,98	8,04	6,7	51,9	11,2	1,93	7,69	6,58	11	200
16	4,96	1,95	5,14	5,36	50	11,1	1,57	4,38	5,08	8,2	200
17	3,72	1,88	5,44	4,74	53	8,66	2,39	6,99	4,9	7,1	200

Çizelge 4.23. Normal ayaklı olgularda sağ ayağa ait n. tibialis'in bilek - kas latans (Ntib Bilek a), amlitüd (Ntib Bilek b), area (N tib Bilek c), duration (N tib Bilek d), ileti hızı (N tib Bilek e), fossa poplitea kas latans (N tib Fos a), amplitüd (N tib fos b), area (N tib Fos c), duration (N tib fos d) F yanıtı süresi (N tib F a), amplitüd (N tib F b) ölçüm değerleri gösterilmiştir.

	Ntib Bilek a	Ntib Bilek b	Ntib Bilek c	Ntib Bilek d	Ntib Bilek e	Ntib Fos a	Ntib Fos b	Ntib Fos c	Ntib Fos d	Ntib F a	Ntib F b
1	3,14	1,71	8,96	2,72	50	10,1	1,3	8,85	4,48	17,7	200
2	3,92	6,18	13,2	3,94	47,6	11,3	2,76	5,66	5,64	6,4	300
3	4,48	2,93	3,92	4,96	50,1	12,1	2,05	2,05	4,9	14,4	300
4	4,34	2,95	9,29	5	45	13,5	2,54	6,02	4,34	9,5	300
5	3,4	6,08	14,4	3,82	55,7	10,4	6,49	12,3	3,7	12,2	300
6	4,5	5,64	9,16	4,7	46,4	8,8	2,52	5,74	3,9	12	300
7	3,3	9,57	10,2	5,62	52,7	10,6	8,79	10,2	5,12	9,1	500
8	3,26	3,49	8,14	3,44	55,6	9,74	3,49	7,56	3,52	9	500
9	4,2	5	10,6	5,46	53,5	11	3,44	11,5	5,37	8,4	200
10	6,42	3,15	5	2,58	46,9	14,5	2,71	4,72	2,82	12,6	200
11	4,58	5,47	9,24	3,8	54,7	12,2	3,22	5,33	3,9	10,4	300
12	4,22	6,15	17	4,46	49,9	12	5,98	17,4	5,12	8,7	300
13	3,54	6,32	14,6	3,76	48,1	12,2	7,37	17,3	4,1	16,8	500
14	3,7	6,09	19,5	5,46	49,1	11,2	3,44	11,5	5,38	11,6	500
15	4,84	5,44	12,6	4,24	48,7	12,4	5,22	11,9	4,36	10,1	300
16	4,34	2,83	4,63	3,58	46,6	11,6	2,37	2,88	3,24	8	100
17	3,46	1,93	2,78	2,32	53,8	9,04	1,83	2,73	2,42	7,9	300

Çizelge 4.24. Normal ayaklı oğulların sağ ayağa ait n. suralis latans (Nsur a), amplitüd (Nsur b); n. peronealis superficialis latans (Nper sup a), amplitüd (Nper sup b); n. plantaris, lateralis latans (Nplat a), amplitüd (Nplat b); n. plantaris, medialis latans (Npl med a) ve amplitüd (Npl med b) ölçüm değerleri gösterilmektedir.

	Nsur a	Nsur b	Npersup a	Npersup b	Nplat a	Nplat b	Nplmed a	Nplmed b
1	2,38	197	430	245	430	537	426	612
2	2,54	156	418	859	466	3	508	669
3	3,6	22	470	35	538	526	5	351
4	3,36	129	528	8	586	2	51	2
5	2,96	20	350	12	456	2	412	5
6	3,52	25	434	10	476	3	470	3
7	3,54	20	362	15	448	2	448	3
8	3,42	162	394	840	480	2	494	338
9	2,66	114	412	12	412	2	406	12
10	3,54	118	482	322	605	2	610	3
11	3,42	197	424	3	468	3	512	3
12	3,94	669	434	327	502	5	42	5
13	2,86	222	524	479	554	2	508	2
14	2,9	215	446	309	474	2	442	3
15	3,02	203	498	436	520	2	522	2
16	4,82	14	456	10	501	5	498	10
17	2,76	40	348	166	398	4	472	4

Çizelge 4.25. Normal ayaklı olgularda sağ ayağa ait n. suralis (Nsur) n. peroneus superficialis (Nper sup) n. plantaris medialis (Npl med) ve n. plantaris lateralis (Npl lat) sini ileti hızı bulguları gösterilmiştir.

	Nsur	Nper sup	Npl med	Npl lat
1	42	39,7	42,2	44,1
2	43	47,8	41,5	43,8
3	34,5	41,7	45,2	30,6
4	47,3	41,8	37,2	34,9
5	41,9	43,7	40,7	41,6
6	47,2	40,8	38,9	36,4
7	50,5	45	40	41,7
8	45,3	41,8	40,8	44,3
9	48,8	40,2	35	42,7
10	43,8	36,3	31,1	32,5
11	40,9	39,3	35,1	36,3
12	43,1	42,6	35,4	43,8
13	40,2	38,1	40,2	34,2
14	40	39,8	35,5	33,7
15	33,1	34,1	33,5	30,7
16	37,3	41,3	37,9	39,5
17	42,5	35,3	42,2	39,8

Çizelge 4.26. Normal ayaklı olgularda n. tibialis F yanıtı latansı (N tib F) ve n. peroneus profundus F yanıtı latansı (N per F) bulguları gösterilmiştir.

	N tib F	N per F
1	40,8	29,8
2	41,3	42,1
3	49,7	48,4
4	50,7	50,3
5	44,3	43,2
6	45,5	45,5
7	42,4	41,6
8	41,1	43,4
9	43,3	56,8
10	53	52,2
11	48,9	50,7
12	53,4	54,5
13	46,9	46,1
14	46,7	56,7
15	46,6	46,6
16	45,3	47,4
17	52,2	45,7

Çizelge 4.27. Normal ayaklı olguların yaş, ayak numaraları, meslek ve cinsleri gösterilmiştir. Meslekler, 1 = Doktor, 2 = Öğrenci, 3 = Ev hanımı, 4 = İşçi, 5 = Mühendis, 6 = Memur, 7 Hemşire, 8 = Eczacı Cins, 1 = Erkek, 2 = Kadın.

	Yaş	Ayak no	Boy	Meslek	Cins
1	20	38	170	2	2
2	19	36	160	2	2
3	19	39	162	4	1
4	26	43	180	1	1
5	32	39	164	6	1
6	26	41	179	1	1
7	18	36	155	3	2
8	18	37	162	2	2
9	40	37	161	3	2
10	43	41	173	4	1
11	26	42	176	6	1
12	38	40	172	4	1
13	26	41	180	1	1
14	21	37	162	7	2
15	25	38	177	8	2
16	21	38	170	4	2
17	18	37	157	3	2

N. peroneus profundus'un distal latans, motor ileti hızı, amplitüd, F yanıtı latansı, süresi ve amplitüd ölçüm değerlerinde pes planus deformitesi bulunan vakalarda normal ayaklı deneklere göre azalma kaydedildi. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($P>0,05$).

Çizelge 4. 28. N. peroneus profundus'a ait sinir ileti bulguları

	Pes planus Ort \pm SH	Normal Ort \pm SH	Mann - Whitney U	P
Distal latans (msn)	3,95 \pm 0,10	4,39 \pm 0,20	109,5	0,06
Motor ileti hızı (m/sn)	50,97 \pm 0,99	51,19 \pm 1,19	169,5	0,98
Amplitüd (μ v)	3,03 \pm 0,28	3,45 \pm 0,47	167,5	0,93
F yanıtı latans (msn)	45,25 \pm 1,04	47,12 \pm 1,58	122,5	0,15
F yanıtı süresi (msn)	11,25 \pm 0,71	10,33 \pm 0,84	144	0,42
F yanıtı amplitüd (μ)	220,00 \pm 29,78	241,18 \pm 21,96	128,0	0,2

Pes planus deformitesi bulunan hastalarda normal ayaklı deneklere göre n. tibialis'in motor ileti hızı, F yanıtı latansı ve süresi ölçüm değerlerinde azalma görüldü. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildi. ($P>0,05$). N. tibialis distal latans değerinde pes planus'lu grupta artış saptandı. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($P>0,05$). Amplitüd ve F yanıtı amplitüd değerlerinde ise pes planus'lu olgularda azalma kaydedildi. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P=0,02$, $P = 0,05$).

Çizelge 4.29. N. tibialis'e ait sinir ileti bulguları

	Pes planus Ort \pm SH	Normal Ort \pm SH	Mann - Whitney U	P
Distal latans (msn)	4,22 \pm 0,21	4,10 \pm 0,19	154,5	0,63
Motor ileti hızı (m/sn)	49,11 \pm 0,92	50,26 \pm 0,84	145,5	0,45
Amplitüd (μ v)	3,04 \pm 0,43	4,76 \pm 0,50	94	0,02
F yanıtı latans (msn)	44,11 \pm 1,02	46,59 \pm 0,01	115,5	0,09
F yanıtı süresi (msn)	10,31 \pm 0,74	10,87 \pm 0,76	151,0	0,56
F yanıtı amplitüd (μ u)	247,50 \pm 27,26	317,65 \pm 28,74	110,0	0,05

N. suralis ileti hızı ve amplitüd ölçüm değerlerinde pes planus'lu olgularda normal ayaklı denekler'e oranla azalma görüldü. Amplitüd'deki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($P=0,03$), ileti hızındaki azalma yönünden gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($P>0,05$). Pes planus'lu olguların distal latanslarında normallere göre artış saptandı. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. ($P>0,05$).

Çizelge 4.30. N. suralis'e ait sinir ileti bulguları

	Pes planus Ort \pm SH	Normal Ort \pm SH	Mann - Whitney U	P
Distal latans (msn)	3,53 \pm 0,14	3,25 \pm 0,14	124,0	0,16
İleti hızı (m/sn)	40,85 \pm 0,98	42,44 \pm 1,14	125,0	0,17
Amplitüd (μ v)	13,58 \pm 1,46	18,76 \pm 1,77	102,5	0,03

N. peronealis superficialis'in ileti hızının ve distal latansının pes planus'lu hastalarda, normal ayaklı olgulara göre azaldığı saptandı. İleti hızındaki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu (P=0,01). Distal latansdaki azalma yönünden ise her iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı (P= 0,42). Amplitüd ölçüm değerlerinde de her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (P>0,05).

Çizelge 4.31. N. peroneus superficialis'e ait sinir ileti bulguları

	Pes planus Ort ± SH	Normal Ort ± SH	Mann - Whitney U	P
Distal latans (msn)	4,26 ± 0,15	4,36 ± 0,13	144,0	0,42
İleti hızı (m/sn)	37,67 ± 0,84	40,55 ± 0,83	91,5	0,01
Amplitüd (µv)	8,89 ± 1,22	8,84 ± 1,44	152,0	0,59

N. plantaris lateralis'e ait distal latans ve ileti hızı değerlerinde pes planus'lu olgularda, normal ayaklı olgulara oranla azalma görüldü. Ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$). Amplitüd ölçüm değerinde de her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.

Çizelge 4.32. N. plantaris lateralis'e ait sinir ileti bulguları

	Pes planus Ort \pm SH	Normal Ort \pm SH	Mann - Whitney U	P
Distal latans (msn)	4,78 \pm 0,14	4,89 \pm 0,14	156	0,66
İleti hızı (m/sn)	37,70 \pm 0,72	38,27 \pm 1,19	167,0	0,94
Amplitüd (μ v)	3,56 \pm 0,66	3,04 \pm 0,32	167,0	0,92

N. plantaris medialis'in ileti hızı değerinde pes planus'lu olgularda, normal ayaklı olgulara oranla azalma olduğu görüldü. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P=0,007$). Pes planus'lu olguların distal latans değerleri normallere göre anlamlı derecede yüksek bulundu ($P=0,05$). Amplitüd ölçüm değeri açısından ise her iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı ($P>0,05$).

Çizelge 4.33. N. plantaris medialis'e ait sinir ileti bulguları

	Pes planus Ort \pm SH	Normal Ort \pm SH	Mann - Whitney U	P
Distal latans (msn)	5,37 \pm 0,28	4,78 \pm 0,12	105,0	0,05
İleti hızı (m/sn)	35,13 \pm 0,64	38,38 \pm 0,90	83,0	0,007
Amplitüd (μ v)	4,52 \pm 0,47	4,51 \pm 0,68	152,5	0,59

5. TARTIŞMA

İstatistikler gelişmiş ülke insanların yaklaşık %60-70'inin ayaklarının sağlıklı olmadığını ve ayak ağrılarından yakındıklarını göstermektedir. Ayak ağrılarının %90'dan fazlasının nedenleri statik bozukluklardır. Statik bozukluklara kasların zayıflığı, bağ gevşeklikleri ve biçim bozuklukları yol açar (Tuna, 1982).

Ayağın en sık görülen ağrılı statik sorunlarından bir tanesi de pes planus'dur. Pes planus sonucu oluşan fonksiyon bozukluğunun kas - iskelet sisteminde kalıcı deformiteler (valgus deformitesi, calcaneus ve talus açılarının bozulması gibi) yarattığı gibi, nörolojik defisitlere de (tarsal tünel sendromu) yol açabileceği bilinmektedir.

Çalışmamızda ilk etapta 513 spor akademisi, tıp ve hemşirelik okulu öğrencilerini taramadan geçirdik. Öğrencilerden 9 tanesinde (%1.7) pes planus'a rastladık. Geri kalan 11 hastamız da Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi F.T.R. veya Ortopedi polikliniklerine bel veya ayak ağrısı ile başvurup pes planus teşhisi koyulan kişilerdi. Çoğunluğu asemptomatik olmak üzere normal popülasyonda %15-%20 oranında flexibl pes planus'a rastlandığı bildirilmektedir (Richardson, 1987). Tarama yaptığımız grubun ağırlıklı olarak spor bölümü öğrencisi olması, bu öğrencilerin yetenek sınavı sonucu alınmaları nedeniyle pes planus sıklığı normal gruptan daha düşük bulunmuştur.

Pes planus'lu olgularımızın kas - iskelet deformitelerinden pes calcaneo valgus sıklığı bizim çalışmamızda sağ ayakta %80, sol ayakta %75 oranında bulunmuştur. Normal ayaklı olgularda ise böyle bir bulguya rastlanmamıştır. Daha önceki çalışmalarda calcaneus'un horizontal bir pozisyon alması ve plantar fascia'nın gerilimi sonucunda pes calcaneo valgus'un ortaya çıktığı bildirilmiştir (Tuna, 1987; Griffin and Rand, 1996; Yetkin, 1997).

Diğer bir çalışmada pes planus deformitesi bulunan kişiler parmak uçları üzerinde yükseldiklerinde önden bakıldığı zaman medial arkın konkavitesini tekrar kazandığı görülmüştür (McRae, 1989; Griffin and Rand, 1996). Çalışmamızda her iki ayakta önden volonter düzelme oranı %95 pozitif olarak bulundu. Parmak uçları üzerinde yükselme esnasında arkadan gözlenildiğinde pes calcaneo valgusun flexibl pes planus'da düzeldiği yani topuğun nötrale geldiği görülmüştür (Mc Rae, 1989). Bizim çalışmamızda her iki ayakta arkadan volonter düzelme %70 oranında pozitif bulundu.

Bazı araştırmacılar calcaneal eğim yani, calcaneus ile horizontal düzlem arasındaki açının normal değerinin 20-25 derece olduğunu bildirmişlerdir (Tachdjian, 1990). Bu açının azalması calcaneus'un horizontal düzleme yaklaştığını gösterir. Bizim çalışmamızda pes planus deformiteli kişilerin calcaneal eğim açısı ortalaması sol ayakta 10.05 ± 0.79 , sağ ayakta 11.30 ± 0.82 olarak bulundu.

Dorsoplantar talonavicular açının 60^0 'nin altında olması talus'un medial rotasyonunu göstermektedir (Tachdjian, 1990). Çalışmamızdaki pes planus deformiteli olguların ortalaması sol ayakta 55.60 ± 2.78 , sağ ayakta $48, 65 \pm 2.01$ olarak bulundu. Bu durum pes planus'lu olgularımızda talus'un mediale olan rotasyonunu göstermektedir.

Talus ile horizontal düzlem arasındaki açının 26.5^0 'nin üzerinde bulunmasının pes planus deformitesinin varlığını işaret ettiği bildirilmektedir (Tachdjian, 1990). Çalışmamızda sol ayakta T.H.A. 26.60 ± 1.06 , sağ ayakta 27.00 ± 0.76 derece bulunmuştur. Bu sonuç talus'un plantar fleksiyon derecesinde ılımlı bir artım olduğunu göstermiştir.

Çalışmamızda n. peroneus profundus'un bilek - extensor brevis arasındaki distal motor latansı ile sinirin ileti hızı (capitulum fibula ile bilek arasında) yönünden pes planuslu olgularla normal olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı.

Gray (1969)'e göre ayakta durma esnasında m. peroneus longus elektromyografik aktivite göstermemesine karşın pes planus'da bu kas aktive olmuştur. Gray (1969), pes planus'da bacak kaslarının art. subtalaris ve transers tarsal eklemi kontrol edip, ayak stabilitesini sağlamak için indirekt olarak destek verdiklerini ve m. peroneus longus'un m. tibialis posterior ile birlikte ark desteğini sağladığını belirtmiştir.

Gray ve Basmajian (1968)'a göre m. peroneus longus, basma dönemi orta noktası boyunca bacak ve ayağı stabilize eder. Ayrıca m. peroneus longus'un ayak bileği ve ayağın rotator hareketlerini kontrol ettiğini bildirmişlerdir. Pes planus'da duruş fazı boyunca m. peroneus longus normal kişilere göre çok aktif bulunmuştur. Pes planus'lu kişiler yürürken aktif musküler desteğe ihtiyaç duyarlar. Kaslar pes planus'da eklem hareketlerinin gerçekleşmesi ve gövdenin öne alınmasının dışında yürüme sırasında arkları desteklerler.

✓ Ayak arklarına uygulanan kademeli bir baskı sonucu normal kişilerde m. tibialis anterior, m. peroneus longus, m. tibialis posterior, m. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis 51-70kg ile aktive olmuşlardır. Pes planus'lu kişilerde ise bütün kaslar fakat özellikle m. peroneus longus, m. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis 11-30kg yükü aktive olmuşlardır (Suzuki, 1972). Duyusal sinir olan n. peroneus superficialis'de pes planus'lu olgularda normal kontrol grubuna göre ileti hızı istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde uzamıştı ($P = 0,01$). N. peroneus superficialis önce m. peroneus longus'un içinde daha sonra bu kasla m. peroneus brevis arasında aşağı doğru uzanır ve deri altına çıkar. Bacağın ön yüzünün alt kısmının ve ayak dorsalinin duyusunu taşır.

N. peroneus superficialis'in m. peroneus longus'un içinden ve bu kasla m. peroneus brevis arasından geçtiğini bildiğimiz için, m. peroneus longus'un pes planus'lu kişilerde fazla aktif olması sonucu sinirin seyri nedeniyle tekrarlayıcı zedelenmeye uğraması ile sinirin ileti hızında ılımlı bir yitime yol açıldığı düşünülmüştür.

N. suralis fossa poplitea'da n. tibialis'den ayrılarak m. gastrocnemius'un iki başı arasında fascia altında aşağıya uzanır ve malleolus letaralis'in arkasından geçerek ayağın dış kenarına gelir (Snell, 1995). Pes planus'lu olgularda sinirin seyri sırasında baskı unsuru olabilecek bir yapılaşma değişikliği olmamaktadır. Çalışmamızdaki n. suralis ileti hızı pes planus ve normal olgularda farklı bulunmamıştır.

Pes planus'da ön ayak abduksiyonunun artması sonucu, calcaneus'un plantar yüzeyini çevreleyen n. tibialis gerilime uğrar. Arka ayak valgus pozisyonu ise tarsal tünelin içinden geçen oluşumlar üzerinde baskı oluşturur. Stabil olmayan ayaktaki eversiyon ve dorsifleksiyon stabil ayak ile karşılaştırıldığında n. tibialis'in gerilimini belirgin bir şekilde arttırdığı bulunmuştur (Daniels et al. 1998). N. tibialis kronik, tekrarlayıcı stres sonucu zedelenmeye eğilim gösterir (Lau et al. 1998).

Çalışmamızda n. tibialis bilek - m. abductor hallucis distal motor latansı pes planus ve normal kontrollerde farklı bulunmadı. Fossa poplitea - bilek arasındaki tibial sinir ileti hızında her iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı. N. tibialis'in distal motor uyarımı sonucu toplam kas aksiyon potansiyel amplitüdü pes planus'lularda normal olgulara göre daha düşük saptandı (P=0.02).

Çalışmamızda n. plantaris lateralis'e ait distal latans, ileti hızı ve amplitüd değerlerinde pes planus'lu olgularla, normal ayaklı grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Ancak her iki grup karşılaştırıldığında pes planus'lu kişilerde ileti hızında istatistiki olarak anlamlı olmayan ılımlı yavaşlama bulundu.

Çalışmamızda n. plantaris medialis'in ileti hızı ve distal latans değerlerinde pes planus'lu olgularla normal ayaklı denekler arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Pes planuslu olgularda distal latans uzamış, ileti hızı yavaşlamıştır (P=0.05, P = 0.007). Duyusal aksiyon potansiyel amplitüdü ise her iki grup arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir (P>0.05).

Guiloff ve Sherratt (1977) normal ayaklarda n. plantaris medialis'in duyu potansiyellerini ortodromik yöntemle çalışmışlar. Yaş gruplarına bölerek yaptıkları çalışmada 20-29 yaş arası 11 denekten elde ettikleri sonuçlarda latans 5,5 ms, amplitüd 3,0y, ileti hızı 34,9 m/s olarak bulunmuştur. Biz de çalışmamızda Guiloff ve Sherratt'ın kullandığı tekniği kullandık. Elde ettiğimiz sonuçlarda pes planus'da n. plantaris medialis distal latansı $5,37 \pm 0,28$ ms, normal ayaklı deneklerde 4.78 ± 0.12 ms idi ve istatistiksel olarak pes planus'lularda anlamlı bir uzama vardı ($P=0,05$).

Çalışmamızdaki n. plantaris medialis ileti hızı pes planus'lu olgularda 35.13 ± 0.64 m/s iken normallerde 38.38 ± 0.90 olarak saptandı. Pes planuslu kişilerde ileti hızı yavaşlaması belirlendi ($P=0,007$). Duyusal aksiyon potansiyel amplitüdlerinde ise anlamlı bir farklılık yoktu.

Tarsal tünelin distal kısmında n. tibialis medial ve lateral plantar dallarını verir. Sinirler m. abductor hallucis'i derinlemesine katederler (Mc Cluskey et al. 1999). M. abductor hallucis'in bulunduğu alanda tünel iki konnektif doku tübüne ayrılır ve buradan plantar sinirler ayrı ayrı ayak tabanında ilerler. Tünelin proksimalinde n. tibialis basısı sonucu proksimal sendrom oluşurken, distalde m. abductor hallucis'in altında n. plantaris medialis veya n. plantaris lateralis basısı sonucu distal sendrom meydana gelir (Heimkes et al. 1987).

Ayağın anterior kısmında n. plantaris medialis ön medial yarısı ile medial ilk üç ve dördüncü parmağın yarısının duyusunu, n. plantaris lateralis ayak ön lateral yarısı ile dördüncü parmağın lateral yarısı ve beşinci parmağın duyusunu taşır.

Suzuki (1972)'nin yaptığı çalışmada ayakta gevşek durma pozisyonunda normal ayaklı kişilerde belirgin bir kassal aktivite olmamasına karşın pes planus deformiteli kişilerde m. peroneus longus, m. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis kaslarında belirgin bir aktivite gözlenmiştir. Vücut ağırlığının öne doğru alınması esnasında normal ve pes planus deformiteli kişilerde plantar flexorler, m. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis kasları aktive olmuşlardır.

Vücut ağırlığının arkaya doğru yer değiştirmesi esnasında normal ayaklı kişilerde dorsiflexorlar aktifken pes planus'lu olgularda dorsiflexorler, m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis çalışmaktadır. Yana doğru olan yer değişimlerinde normal kişilerde m. tibialis anterior, m. peroneus longus ve m. tibialis posterior aktifken, pes planus'lularda m. tibialis anterior, m. peroneus longus, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus ve tüm intrinsik kaslar aktiftir.

M. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis, yürüme esnasında normal ayaklı kişilerde basma dönemi orta noktasında aktif olmaya başlar ve itme fazında aktiviteleri sürer. Pes planus'da ise bu kaslar topuk vuruşundan, parmaklar yerden kalkıncaya kadar aktiftir ve normal ayaklardan daha yüksek derecede kassal aktivite göstermişlerdir (Gray and Basmajian, 1968).

Kerr ve Frey (1991)'e göre T.T.S'nu oluşturan nedenler arasında m. abductor hallucis'in hipertrofisi de bulunmaktadır. Edwards et al (1969), T.T.S.'li hastalarının üçünde medial arkda aşırı dolgunluk olduğunu, opere edildiklerinde ise m. abductor hallucis'in n. tibialis üzerinde bası oluşturduğunu görmüşlerdir (Radin, 1983).

N.plantaris medialis bulguları m. abductor hallucis'in ayağın zemine vuruşuyla kronik, tekrarlayıcı mikro injurisi ile ortaya çıkabilir. Bu bulgular daha proksimalden gelen bulguları da yansıtabilir ve tarsal tünel içindeki sublinik kompresyonu gösterebilir (Schon et al. 1993).

Pes planus'da m. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis kaslarının aşırı aktivasyon sonucu hipertrofiye oldukları saptandıktan sonra bizim çalışmamızdaki n. plantaris medialis distal latans uzaması ve ileti hızı yavaşlamasının sinirin bu kasların altından geçerken bası altında kalması sonucu gelişen tekrarlayıcı zedelenmeye bağlı olduğu düşünülmüştür.

Pes planus'daki anormal ayak mekaniği ve postürünün tarsal tünelde sinir basılarına neden olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Arcus longitudinalis medialis'in düzleşmesi T.T.S.'na neden olur. Bu durum direk travma sonucu değil de devamlı pronasyon postürü sonucudur. Francis et al. (1987) yaptıkları çalışmada T.T.S'lu pes planus'lu hastalarda n. plantaris medialis ve n. plantaris lateralis distal latanslarında uzama saptamışlardır. Sonuçta pes planus özellikle flexibl olduğu zaman ve topuk valgusu da varsa, her adımda sinirlerin gerileceğini belirtmişlerdir. Bu durum sinirde nöropraksi oluşumu için bir risk faktörü olabilmektedir. Daniels et al. (1998) yaptıkları çalışmada her adım atışta ayağa binen yük sonucunda medial ve lateral dalların gerilerek nöropraksiye duyarlı hale geldiklerini göstermişlerdir.

Yates (1979) ise ayağın arka kısmındaki valgus deformitesinin T.T.S'na neden olabileceğini, bu deformitenin yalnızca pes planus'da olduğundan bahsetmeden ve aralarında bir ilişki kurmadan belirtmiştir (Francis et al. 1987).

Jackson ve Haglund (1991)'un bildirdiklerine göre artmış valgus deformitesi T.T.S'nun hazırlayıcı nedenlerinden biridir. Ayrıca lokal vasküler yetersizlik de sinirin beslenmesini etkilediği için sendromun hazırlayıcı nedenlerinden biri olabilir.

Kerr ve Frey (1991) manyetik rezonans ile tarsal tünelin normal anatomisini incelemiş ve tarsal tünelin, calcaneus'tan retinaculum musculorum flexorum'un alt yüzeyine uzanan bir çok derin fibröz septalara ayrıldığını görmüşlerdir. Bu septalar tendonlarla nörovasküler paket arasında uzanır ve bunları tünellere ayırır. Bu septalardan bazıları nörovasküler pakete tutunmuştur ve bu durumda immobil hale gelirler ve lezyonlara, çekme kuvvetlerine daha fazla maruz kalabilirler. Sonuç olarak en hafif bir kompresyonda bile T.T.S. semptomları ortaya çıkar.

Rask (1978), koşucu ayağı olarak tanımladığı durumda ayağın aşırı valgus ve external rotasyonunun koşma esnasında n. plantaris medialis'de aşırı gerilime neden olarak T.T.S.'na yol açtığını bildirmiştir (Jackson and Haglund, 1991).

T.T.S.'da duyu ileti çalışmaları çok duyarlı teknikleri gerektirir (Galardi et al. 1994). T.T.S. teşhisinde plantar sinirlerin sinir ileti hızı çalışmalarında bir çok elektrofizyolojik teknik kullanılmaktadır ve bu teknikler farklı sonuçlar vermektedir. Henüz uluslararası bir standardizasyon yapılmamıştır (Mondelli et al. 1998).

Sonuç olarak pes planus deformiteli olgularda yapılan elektrofizyolojik çalışma sonucunda ölçüm yaptığımız sinirler içerisinde özellikle n. plantaris medialis'de distal latans'da uzama ve ileti hızında yavaşlama saptadığ. M. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis hipertrofisi, pes calcaneo valgus, ayağın aşırı pronasyonu gibi deformitelerin bir kombinasyon halinde n. plantaris medialis'te bası yaparak ve sinirin gerilmesine yol açarak ileti hızını yavaşlattığı ve subklinik bir etkilenme yarattığı saptanmıştır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Pes planus deformiteli 20 olgu ile normal ayaklı 17 olgu sinir iletisi yönünden değerlendirilmiş ve şu sonuçlar elde edilmiştir.

- 1) Pes planus deformitesi olan kişilerin gonimetrik ölçümlerinde sağ ayak eversiyonunda normallere göre anlamlı derecede artış olmuştur. Radyografilerde ise calcaneal eğim ve dorsoplantar talonavicular açının azaldığı, talus ile horizontal düzlem arasındaki açının ise arttığı bulundu. Ayrıca lateral grafilinde talus, navicula ve cuneiform kemikler arasındaki eklemlerde çökmeler saptandı. Bu ölçüm değerleri sonucunda pes planus'lu olgularımızda ayak anatomisinin normallere göre farklılaştığı belirlendi.
- 2) Pes planus'lu hastalarda normal ayaklı olgulara göre arcus longitudinalis medialis düşük ayağın ön kısmındaki yayılım ve pes calcaneovalgus ile ayaktaki volonter düzelmeler yüksek orada pozitif bulundu.
- 3) Sinir ileti değerleri karşılaştırıldığında pes planus deformiteli grupta n. plantaris medialis'te distal latans uzaması ve ileti hızı yavaşlaması, n. peroneus superficialis'deki ileti hızı yavaşlaması, istatistiksel olarak anlamlı bulundu. N. tibialis'de amplitüd değerindeki azalma istatistiksel olarak anlamlı idi. N. peroneus profundus'da her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı. N. plantaris lateralis ileti hızında normallere göre azalma olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.
- 4) Bulunan değerler literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında n. plantaris medialis'in ileti hızındaki anlamlı azalmanın bu sinirin pes planus'lu kişilerde pes calcaneovalgus, ayağın aşırı pronasyonu, stabilitenin azalması ve m. abductor hallucis hipertrofisi nedeniyle bası altında kalması sonucu oluştuğu saptandı. Bu durumun T.T.S'nun subklinik bir formunu oluşturduğu düşünüldü.

N. peroneus superficialis'deki ileti hızı yavaşlamasının nedeninin bu sinirin içinde seyrettiği m. peroneus longus kasının pes planus'da hiperaktif olması sonucu sinirin tekrarlayıcı zedelenmeye uğraması ile ilgili olduğu düşünüldü.

- 5) Pes planus'lu kişilerin yürüme ve özellikle koşma aktivitelerini, ayağı ve ayak bileğini stabilize eden, uygun olmayan ve aşırı hareketleri önleyen ve kişisel olarak ayak yapılarına uygun orteze desteklenmiş bir ayakkabı ile yapmaları uygundur. Bu durumda ayak yapıları fazla zorlanmayacak ve sinir basıları oluşturacak yapısal farklılaşmalardan uzak durulacaktır.



KAYNAKLAR

- ASTROM, M., ARVIDSON, T. (1995). Alignment and joint motion in the normal foot. *J. Orthop - Sports - Phys - Ther.* 22(5): 216-22.
- BRUNNSTROM, S. (1967). *Clinical Kinesiology.* F.A. Davis Com. P.:219.
- DANIELS, T.R., LAU, J., HEARN, T.C.; HONS, B. (1998). The effect of foot position and load on tibial nerve tension. *Foot and Ankle International.* 19(2):73-77.
- DAVIS, W.H. (1996). Gross, histological and microvascular anatomy and biomechanical testing of the spring ligament complex. *Foot - Ankle - Int.* 17(2): 95-102.
- EGE, R. (1980). *Ayak ve Ayak Bileği Sorunları.* s.:ix.
- ERTEGÜN. (1977). *Klinik EMG.* İzmir. s.: 29,100,101.
- ESKİYURT, N., ÖNCEL, A.(1995). Normal ve patolojik yürüme. *Tıbbi Rehabilitasyon,* Ed.: Hasan Oğuz s.:137-147.
- FRANCIS, H., MARCH, L., TARENTY, T., WEBB, J (1987). Benign joint hipermobility with neuropathy: documentation and mechanism of tarsal tunnel syndrome. *Journal of Rheumatology.* 14:3. p.: 577-581.
- GIANNINI, S., CATANI, F., CECCARELLI, F., GIROLAMI, M., BENEDETTI, MG. (1992). Kinematic and isokinetic evaluation of the patients with flatfoot. *Ital - J - Orthop traumatol.* 18(2): 241-51.
- GOULD, N (1983). Evaluation of hiperpronation and pes planus in adults. *Clinical Orthopaedics and related Research.* 181: 37-45.

- GRAY, E (1969). The role of leg muscles in variations of the arches in normal and flatfeet. *Phys. Ther.* 49(10): 1084-1088.
- GRAY E., BASMAJIAN, J. (1968). Electromyography and cinematography of leg and foot (normal and flat) during walking. *Anat Rec.* 161: 1-16.
- GRIFFIN, P., RAND, F (1996). Static deformities. In: *The Foot*, Ed: Basil Helal. p.: 385.
- GUILLOFF, R. J., SHERRATT, R. M (1997). Sensory conduction in medial plantar nerve. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry.* 40, 1168-1181.
- GÜNEL, U., KORKUSUZ, F (1997). Ayak ve ayak bileğinin biyomekaniği. *Ayak ve Ayak Bileği Sorunları*, Ed: Rıdvan Ege. Ankara. s.:47-68.
- HAVEL, P. E., EBRAHEİM, N. A., CLARK, S.E., JACKSON, W. T., DIDIÓ, L (1988). Tibial nerve branching in the tarsal tunnel. *Foot and Ankle.* 9 (3): 118-119.
- HEIMKES, B., POSEL, P; STOTZ, S...; WOLF, K (1987). The proximal and distal tarsal tunnel syndromes. *Int. Orth.* 11:193-196.
- HUANG, C. K., KITAOKA, H. B.: KN, An., CHAO, E. Y. (1993). Biomechanical evaluation of longitudinal arch stability. *Foot Ankle.* 14 (6): 353-7.
- JACKSON, D, L., HAGLUND, B. (1991). Tarsal tunnel syndrome in athletes. *The American Journal of Sports Medicine.* 19 (1):61-65.
- KAMEYAMA, O (1990). Electric discharge patterns of ankle muscles during the normal gait cycle. *Arch-Phys-Med- Rehabil.* 71 (11):969-974.
- KAYANO, J (1986). Dynamic function of medial foot arch. *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi.* 60 (11):1147-1156.

- KERR, R., FREY, C (1991). MR imaging in tarsal tunnel syndrome. *J. Comput Assist Tomogr.* 15 (2):280-286.
- KITAOKA, H.B., LUO, Z.P., KN-An (1996). Contract features of the talonavicular joint of the foot. *Clin. Orthop.* 325: 290-5
- KITAOKA, H.B., LUO, Z.P., KN. An (1997). Effect of the posterior tibial tendon on the arch of the foot during stimulated weight bearing: biomechanical analysis. *Foot Ankle Int.* 18(1): 43-6.
- KOEBKE, J (1993). The functional anatomy of the lower extremity, especially the foot. *Sportverletz - Sportschaden.* 7: 163 - 166.
- KOTWICK, J.E (1982). Biomechanics of the foot and ankle. *Clinics in Sports Medicine.* 1(1): 19-34.
- LAU, J.T.C., DANIELS, T.R (1998), Effects of tarsal tunnel release and stabilization procedures on tibial nerve tension in a surgically created pes planus foot. *Foot and Ankle International.* 19(1): 770-776.
- MC. CARTHY, D.J (1989). The developmental anatomy of pes valgo planus. *Clin - Podiatr - Med - Surg.* 6(3): 491-509.
- Mc CLUSKEY, L.F.; WEBB, L.B. (1999). Compression and entrapment neuropathies of the lower extremity. *Clinic in Podiatric Medicine and Surgery.* 16(1): 97-125.
- Mc RAE (1989). The foot. In: *Clinical Orthopaedic Examination.* 3th Ed. p.: 232-264.
- MONDELLI, M., GIANNINI, F., REALE, F (1998). Clinical and electrophysiological findings and follow-up in tarsal tunnel syndrome. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology.* 109: 418-425.
- ODAR, İ.V (1980). Anatomî Ders Kitabı. Cilt: 1-12. Baskı.

- OTMAN, S..., BAŞGÖZE, O..., GÖKÇE, KUTSAL, Y (1988). Energy cost of walking with flat feet. *Prosthet - Orthot - Int.* 12(2): 73-6.
- PASCARELLA, E.M...,ESTRADA, R.J (1991). Pes cavo - valgus foot. *J- Foot - Surg.* 30(6): 553-7.
- PFEFFINGER, L.L (1985). Foot orthoses. In: *Atlas of Orthotics. American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2nd Ed. CV. V. Mosby Company. p.: 348-350.
- RADIN, E.L (1983). Tarsal tunnel syndrome. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 181: 167-170.
- RAO, U.B., JOSEPH, B (1992). The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2300 children. *J - Bone - Joint - Surg - Br.* 74(4): 525-7.
- RICHARDSON, E.G (1987). The foot in adolescents and adults. In: *Campbell's Operative Orthopaedics*, Ed.: A.H. Crenshaw. Mosby Company. Volume two. 7th Ed. p.: 891.
- ROSENBERG, Z.S (1994). Chronic rupture of the posterior tibial tendon. *Magn - Reson-Imaging- Clin-N-Am.* 2 (1): 79-87
- RULE, J..., YAO, L..., SEEGER, L.L (1993). Spring ligament of the ankle: normal MR anatomy. *AJR-Am-J-Roentgenol.* 161 (6): 1241-4.
- SADLER, T. W (1995). Özel embriyoloji. In: *Langmanns Medical Embryology*, Ed.: A.C. Başaklar. 7th Ed. Williams and Wilkins. S.: 147-148.
- SCHON, L.C..., GLENNON, T. P..., BAXTER, D.E (1993). Heel pain syndrome: electrodiagnostic support for nerve entrapment. *Foot and Ankle* 14 (3): 129-135.
- SCHUCHMANN, J. A (1997). Sural nerve conduction: A standardized technique. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 58: 166-168.

- SNELL, R.S (1995). *Clinical Anatomy for Medical Students*. 5th Ed. Boston.
- STEWART, J.D (1993). Compression and entrapment neuropathies. In: *Peripheral Neuropathies*, Ed: Dyck P.I., Thomas P.K. Volume 2. 3th Ed. W.B. Saunders Company. p.: 970-973.
- SUBOTNICK, S.I (1989). Forces acting on the lower extremity. In: *Sports Medicine of Lower Extremity*, Ed.: S. Subotnick. Churchill Livingstone, Newyork, London. p.:197.
- SUZUKI, N (1972). An electromyographic study of the role of muscles in arch support of the normal and flat foot. *Nagoya Med. J.* 17(3): 57-79.
- TACHDJIAN, M.O (1990). The foot and leg. In: *Pediatric Orthopaedics* 2nd Ed. W.B. Saunders Company. p.: 2717-2728.
- TEKELİOĞLU, M (1997). Ayakta embriyolojik gelişme. *Ayak ve Ayak Bileği Sorunları*, Ed.: Rıdvan Ege. Ankara. s.11-16.
- ÜNALDI, T (1997). Subtar yapı, ayak ve ayak bileği ilişkileri. *Ayak ve Ayak Bileği Sorunları*, Ed.: Rıdvan Ege. Ankara. s.: 459, 480.
- WALLER, J.F (1978). Physiology of the foot and biomechanics of the flexible flat foot. *ONA J.* 5(4): 101-103.
- YETKİN, H (1997). Pes planus. *Ayak ve Ayak Bileği Sorunları*, Ed: Rıdvan Ege. Ankara. s.: 207-226.

ÖZGEÇMİŞ

1964 yılı İzmit doğumluyum. 1981 yılında İzmit Lisesi'nden, 1986 yılında da 5 senelik bir eğitimden sonra Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu'ndan mezun oldum. 1992 yılına kadar S.S.K. İzmit Hastanesinde çalıştıktan sonra bir süre ara verdim. 1996 yılından beri Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde çalışmaktayım.



**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**