

T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**DİZ OSTEOARTRİT HASTALARINDA AYAK
BİYOMEKANİĞİNİN KLİNİK VE PEDOBAROGRAFİK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ
DR. NECATİ BALCI**

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. LALE CERRAHOĞLU**

MANİSA, 2013

T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**DİZ OSTEOARTRİT HASTALARINDA AYAK
BİYOMEKANİĞİNİN KLİNİK VE PEDOBAROGRAFİK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ
DR. NECATİ BALCI**

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. LALE CERRAHOĞLU**

MANİSA, 2013

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bana her türlü desteği sunan, bilgisi ve tecrübeleri ile her zaman yanımda olan ve bundan sonra da yanımda olacağını bildiğim, örnek almaktan hiçbir zaman çekinmeyeceğim Ana Bilim Dalı Başkanlığımızı yapan ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Lale Cerrahoğlu'na,

Bilgi ve tecrübelerini her ortamda bizimle paylaşmaktan çekinmeyen sayın hocalarım Prof. Dr. Zeliha Ünlü'ye ve Prof. Dr. Canan Tıkız'a,

Eğitimim süresince iyi-kötü tüm anılarımı paylaştığım, desteklerini her zaman hissettiğim, sevdiğim ve saydığım değerli araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve klinik personelimize,

İlkokuldan beri eğitimime yardımcı olan, bana desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme,

Hayatıma bir anda giren, ama hiç hayatımdan çıkmasını istemediğim, bana varlığıyla dahi destek olan eşim Özgül'e teşekkür ederim.

Dr. Necati Balcı

İÇİNDEKİLER	SAYFA
I. GİRİŞ	1
II. GENEL BİLGİLER	5
1.1. Dizin Anatomisi	5
1.2. Diz Eklemi Biyomekaniği	9
1.3. Diz Osteoartriti	11
1.4. Ayağın Anatomisi	17
1.5. Fonksiyonel Bir Yapı Olarak Ayak	29
III. GEREÇ ve YÖNTEMLER	32
IV. BULGULAR	42
V. TARTIŞMA	58
VI. SONUÇ ve ÖNERİLER	69
VII. ÖZET	73
VIII. İNGİLİZCE ÖZET (SUMMARY)	75
IX. EKLER	77
X. KAYNAKLAR	83

KISALTMALAR ve SİMGELER

a	Arteria
ACR	Amerikan Romatoloji Birliği
AI	Ark İndeksi
ANA	Antinükleer Antikor
art.	Articulatio
BT	Bilgisayarlı Tomografi
cm ²	Santimetrekare
DF	Dorsifleksiyon
DM	Diabetes Mellitus
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
FPI	Ayak Postür İndeksi-Foot Posture Index
IL	İpsilateral
KL	Kontralateral
K-L	Kellgren Lawrence Radyolojik Evrelemesi
lig., ligg	Ligamentum, ligamenta
m., mm.	Musculus, musculi
m., mm	Metre, milimetre
MAAB	Maksimum arka ayak basıncı
MÖAB	Maksimum ön ayak basıncı
MR	Manyetik rezonans
MTF	Metatarsofalengeal
n	hasta sayısı
N	Nervus
NDS	Nöropati özürölülük skoru
OA	Osteoartrit
proc	Processus
PF	Patellofemoral
PF	Plantarfleksiyon
r	Spearman korelasyon katsayısı
RA	Romatoid artrit
RF	Romatoid Faktör
ROM	Eklem hareket açıklığı
SD	Standart sapma
SOAEİ	Steroid Olmayan Antienflamatuar İlaçlar
STE	Subtalar eklem
TF	Tibiofemoral
TNE	Talonavikuler Eklem
v	vena
VKI	Vücut Kitle İndeksi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
WOMAC	Western Ontario and McMaster Üniversitesi Osteoartrit indeksi
°	Derece
%	Yüzde

DİZ OSTEOARTRİT HASTALARINDA AYAK BİYOMEKANİĞİNİN KLİNİK VE PEDOBAROGRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ

I.GİRİŞ

Diz osteoartriti (OA) özellikle yaşlı populasyonu etkileyen sık görülen, ağrılı ve kronik bir durumdur (1,2). Diz OA olan bireylerde ağrı, tutukluluk ve eklem hareket kısıtlılığı mevcuttur. Yüksek prevalansına rağmen etyolojisi henüz tam olarak aydınlatılmamıştır (3).

Literatürdeki yapılmış olan çalışmalardaki bulgular bize diz OA nin mekanik yüklenme ve artmış biyomekanikal stres ile ilişkili olduğunu göstermektedir (4). Yürüyüş sırasında dize dağılan yük özellikle medial kompartman üzerinde laterale oranla daha fazladır (5) ve diz OA hastalarında medial kompartmana binen yük daha fazladır (6–9). Yürüyüşün mekaniğinde özellikle artmış diz adduksiyon momentinin diz osteoartritinde medial kompartmanın etkilenmesine zemin hazırladığı gösterilmiştir (6–8,10). Bu bağlamda teoride diz adduksiyon momentini azalttığı savunulan ayak tabanına lateral (valgus) kama uygulaması klinik pratikte kullanılmaktadır. Fakat son dönemde yapılmış çalışmalar lateral tabanlı kullanımının artmış pronasyon postürü gibi ayak fonksiyonundaki bir çok bireysel değişiklikten etkilenebileceğini göstermektedir (10).

Bu konuda yapılmış bir çok çalışma lokal olarak diz etrafındaki dizilim ve biyomekanik kusura odaklanmıştır ama zemin teması sırasında ortaya çıkan ve dize yansıyan mekanik yükün absorbe edilmesinde ayak düşünüldenden çok daha fazla role sahiptir (3). Ayrıca ayak bu fonksiyonu ile diz eklemi de dâhil olmak üzere bütün alt ekstremitenin postural dizilim ve eklem hareket açıklığını etkilemektedir (3). Ayak postürünün uzun zamandır alt ekstremitenin özellikle mekanik uyumunu ve dinamik fonksiyonunu etkileyerek kas iskelet sorunlarının gelişimine yol açtığı düşünülmektedir (11,12). Çünkü birçok yük verme işlemi sırasında ayak ve dizin postür ve hareketi kapalı kinetik zincir aktivitesi içinde birlikte görev yapmaktadır (3). Bu birliktelik ve senkron hareket bize diz OA hastalarında tibia ve femurda ortaya çıkan anormal rotasyonun subtalar eklemden oluşacak morfolojik

değişim ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (13,14). Tibial rotasyon ile subtalar eklem hareketi direk etkileşim içindedir ve birbirlerinin hareket ve pozisyonunu etkilemektedir. Bu etkileşim “mitred hinge” adı verilen prensip ile açıklanmaktadır (15). Buna göre Tibia’da oluşan bir rotasyon ayakta subtalar eklemi ve onunla ayrılmaz bir ilişki içinde bulunan transvers tarsal eklemleri etkileyerek ayakta supinasyon veya pronasyon ile sonuçlanmaktadır. Eksternal tibial rotasyon ayak postürünü supinasyona gelecek şekilde etkilerken, internal tibial rotasyon subtalar eklemlerde pronasyon yaparak ayak postürünü pronasyon lehinde etkilemektedir. Böylelikle diz OA hastalarında tibiofemoral eklemin medial kompartmanında oluşan daralma sonucunda ortaya çıkan artmış bir tibial internal rotasyon subtalar eklemlerde artmış bir pronasyon postürü ile sonuçlanır (16). Subtalar eklemlerde oluşan artmış pronasyon ise ayak arkının çökmesi ve pes planus ile sonuçlanır. Bu etkileşim prensibine göre her 1 derecelik internal rotasyona karşılık normal ayak arkına sahip bireylerde 1 derece subtalar eklem pronasyonu oluşurken, ayak arki çökmüş ve pes planusu olan kişilerde daha fazla aşırı pronasyon ile sonuçlanmaktadır (15). Daha önce yapılmış çalışmalarda diz OA hastalarında subtalar eklemlerde belirgin pronasyon ve dolayısıyla artmış prone ayak postürünü işaret eden belirgin olarak yüksek skorlar saptanmıştır (17,18).

Diğer taraftan subtalar eklemlerde oluşan artmış pronasyon sonucunda alt ekstremitenin normal uyumu bozulur. Artmış pronasyon “mitred hinge” prensibi sonucunda özellikle dize yansıyan mekanik yükü etkileyerek artmış tibial rotasyon stresine yol açar (15). Bu stres sonucunda özellikle tibiofemoral eklemin yük taşıyan kompartmanları etkilenir ve bu durum kıkırdak hasarını artırır (15). Özet olarak, diz OA hastalarında biyomekanik patoloji sonucunda ortaya çıkan rotasyonel stres sonucunda subtalar eklem etkilenir, ayak postürü pronasyon lehinde bozulur, bu bozulma bu hastalarda kıkırdak hasarını artıracak şekilde rotasyonel stresi etkiler ve ortaya kısır bir döngü çıkar. Bu yüzden ayak ortezleri ve ayakkabı modifikasyonlarına diz osteoartritinin non-operatif tedavisinde özel önem verilmektedir (19–23). Buna rağmen bu uygulamaların diz ve diğer alt ekstremitte eklemleri üzerine etkisini anlamak ve buna uygun hastaları belirlemek için bu hasta grubunda ayağın yapısının çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

Diz OA hastalarında ayak yapısı karakteristiğinin bilinmesinin potansiyel önemine rağmen bu konu üzerine çok az çalışma yapılmıştır (3). Ayrıca yapılan bu çalışmalarda bu hasta grubunda zemin teması sırasında ortaya çıkan yükün dağılımını, hem klinik iyileşme hem de tedavi maliyetlerinde azalma sağlayabilecek olan ortez, tabanlık veya ayakkabı modifikasyonlarının en uygun olarak belirlenmesini, anormal ark ve en önemlisi ayak plantar basıncının gösterilmesini sağlayacak plantar basınç ölçümü (pedobarografi) analizine yer verilmemiştir (16,17,24). Plantar basınç ölçümü (pedobarografi), yürüme esnasında yer tepki kuvvetinin (ground reaction force) oldukça hassas bir şekilde ve noktasal olarak ölçülmesine olanak sağlar. Yere temas eden ayağın dinamik olarak ve objektif kriterler dâhilinde oluşturduğu basıncın karşılaştırılmasını ve değerlendirilmesini sağlar. Klinikte sıklıkla, ayak mekaniğinin bozulduğu ve buna bağlı ayak tabanında ortaya çıkan patolojilerin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır (25).

Bu konuda önemli noktalardan bir diğeri ise ayak postürünün doğru ölçülebilmesidir. Subtalar eklemine pronasyon veya supinasyon yönündeki değişimlerini kesin olarak tespit edebilmek ancak ayak postürünün doğru ölçümü ile mümkün olabilir. Subtalar ekleminde oluşan pronasyon ve supinasyonu kesin ve net olarak değerlendirebilecek bir ölçüm yöntemi mevcut değildir (24). Bu konuda ark indeksi (AI) ayağın pes planus postürünü tespit etmekte uzun yıllardır kullanılan bir yöntemdir. Diğer taraftan son yıllarda Ayak Postür İndeksi (foot postür index-FPI) ayak postürünün doğru bir şekilde gösterilmesinde sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Önceki çalışmalarda FPI güvenilirliğinin çok iyi olduğu gösterilmiştir (24,26). Ayak postür ve yapısının değerlendirmesinde özellikle ayak bileği ve 1. MTF eklem hareket açıklığı ölçümleri klinik değerlendirmede mutlaka yapılmalıdır. Bu ölçümlerde inklinometre kullanımı ortaya çıkan sonuçların daha objektif olmasını sağlamaktadır. Diz osteoartrit hastalarının hastalığa spesifik sağlık durum ölçütü olan Western Ontario and McMaster Üniversitesi Osteoartrit indeksi (WOMAC) diz yada kalça osteoartritli hastalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (27). Lequesne indeksi ise osteoartritli hastalarda ağrı, maksimum yürüme mesafesi ve günlük

yaşam aktivitelerini değerlendiren hastalığa spesifik bir değerlendirme ölçütüdür (27).

Biz çalışmamızda diz osteoartritinin çeşitli evrelerindeki hastalarda ayak postürü ve yapısını klinik muayene ölçümleri, inklinometri ve pedobarografi ile değerlendirmeyi ve bulguların klinik ve radyolojik parametrelerle ilişkisini araştırmayı amaçladık. Bu bulgular bize diz OA hastalarının klinik değerlendirmesinde ayak postürünün ve yapısının incelenmesinin bu hastalığın patofizyolojisindeki rolü ve tedavisindeki potansiyel önemi hakkında ışık tutabilecektir.

II. GENEL BİLGİLER

1.1 DİZİN ANATOMİSİ

Diz eklemi, menteşe (ginglimus) tipinde eklem olup femur ve tibia arasında medial ve lateralde iki adet tibiofemoral eklem ile patella ve femur arasında yer alan patellofemoral eklem oluşturduğu 3 eklemden meydana gelen kombine bir eklemdir (28). Diğer menteşe tipli eklemlerden farklı olarak tek bir eksen etrafında fleksiyon ve ekstansiyona ek olarak bacak fleksiyon durumuna getirilirse bacağa bir miktar rotasyon ve sirkumdiksiyon hareketleri de yaptırabilir. Kemik yapı, menisküsler ve bağlar statik bir stabilite sağlarken, çevre kaslar dinamik bir stabilite sağlar (29).

Diz eklemine meydana getiren oluşumlar eklem dışı yapılar, Eklem içi yapılar, kemik ve kırık yapılar olarak üç bölümde incelenebilir.

EKLEM DIŞI YAPILAR

Dizin eklem dışı yapıları kapsül, bursalar, bağlar, kaslar, damarlar ve sinirlerdir. Eklem kapsülü tüm eklemi çevreleyen, kırıkdağın kemiğe yapıştığı yerde kemiğe tutunarak periost olarak devam eden fibröz bir yapıdır. Ön tarafta patellanın bulunduğu yer ile yukarı kısmında fibröz kapsül bulunmaz. Yanlarda iç ve dış epikondiller eklem kapsülü dışında kalır. Patellar ligaman, Kuadriseps femoris tendonunun patelladan tuberositas tibiaya kadar olan devamıdır. Eklem stabilitesindeki çok önemli rol oynar. Medial kollateral ligaman düz bir bant şeklindedir. Yüzeyel ve derin olmak üzere iki bölümden oluşur. Yüzeyel lifler medial stabilitenin sağlanmasında görev yapar ve 0–40 derece fleksiyonda valgus zorlamasına karşı birincil engeli oluşturur. Lateral kollateral ligaman, femur lateral epikondilinden başlar ve fibula başına yapışır. Büyük kısmı M. Biseps femoris'in tendonu ile örtülmüştür. Bu ligamanlar fleksiyonun tüm derecelerinde varusta zorlamaya karşı stabilizeyi sağlayan en önemli yapılardır (30,31).

Ekstansör Kaslar

M.kuadriseps femoris: M. vastus medialis, M. vastus lateralis, M.vastus intermedius ve M. rektus femoris tarafından oluşturulan uyluğun dört başlı

kasıdır. Vastus kasları femur şaftından başlarlar. Diz eklemine ana ekstansörüdür (29). İnervasyonu N.femoralis tarafından sağlanır. Diz tam ekstansiyonda iken tüm ligamanlar gerilir. Buna dizin kilitlenmesi denir. Bu durumda tibia ve femur birbirine yaklaşır ve menisküsleri sıkıştırırlar. Diz ekstansiyonda iken patellar yüze binen yük en azdır. Fleksiyonun artması ile bu yük artar, 60–90 derecelik fleksiyonda ise en fazladır (32).

Fleksör Kaslar

Hamstring grubu kaslar: Semitendinosus, Semimembranosus ve Biceps femoris kaslarına “hamstring grubu kaslar” adı verilir ve uyluğun arka tarafında bulunurlar. Aşağıda bu üç kas pes anserinus oluşturarak, tibianın iç kondiline yapışırlar. Bu kaslardan Biceps femorisin kısa başı dışında tümünün innervasyonu N. Tibialis tarafından sağlanır. M.Biceps femorisin kısa başı ise N.Peroneus communis tarafından innerve edilir. Hamstring grubu kaslar iki eklem üzerinden geçtiklerinden kalça eklemi aracılığı ile uyluğa ekstansiyon ve diz eklemi aracılığı ile bacağına fleksiyon hareketi yaptırırlar (29).

M.sartorius: Kalçanın fleksör, abduktor ve dış rotatoru, dizin fleksörüdür.

M.popliteus: Femur üzerinde tibiaya rotasyon gücü sağlar ve tibianın femur altında arkaya doğru hareket etmesine direnç gösterir.

M.gastrocnemius: Medial ve lateral başları femural kondillerin arka yüzünden çıkar soleus kasını da içine alarak, aşağıda aşil tendonunu oluşturup kalkaneusa yapışır ve diz eklemine fleksiyon yaptırır. En kuvvetli bacak kasıdır. Kapsül ile sıkı ilişkisi vardır.

M.plantar: Femur kondilinin üst dış kısmından başlayıp, ince bir tendon halinde gastrocnemius kasının içteki başı altında ilerler.

Rotasyon yaptıran kaslar

Diz eklemine rotasyon hareketi, fleksiyon ve ekstansiyona göre çok daha küçük bir eklem hareket açıklığında gerçekleşir (32). M. Popliteus, M. Semitendinosus, M. Semimembranosus, M. Sartorius ve M.Gracilis iç rotasyon yaptıran kaslardır. Çapraz bağlar ile iç rotasyon hareketi sadece 5 – 10 dereceye kadar yapılabilir. M. Biceps femoris ve tensor fascia lata ise dış rotasyon yaptıran kaslardır. Dış rotasyon sırasında çapraz bağlar gevşediği için diz eklemine dış rotasyon iç rotasyona göre daha fazladır ve 40–50 dereceye kadar yapılabilir (28).

KEMİK VE KIKIRDAK YAPILAR

Diz ekleminin konveks yüzü femurun kondillerine, konkav yüzü de tibianın üst ucuna aittir. Üçüncü kemik olarak önde patella da eklem katılır.

Femur: Femur kondilleri sagittal ve transvers yönde konvektirler ve eklem yüzünü oluştururlar. Kondillerin yüzleri önde oval arkada ise daireseldir. Bu şekil fleksiyonda ise hareket açıklığının artmasını ve rotasyon hareketlerinin yapılabilmesini sağlarken ekstansiyonda stabiliteyi sağlar. Medial kondil daha büyüktür. Lateral kondilin ise uzun aksı medial kondile göre daha uzundur ve vertikal planda yerleşmiştir. Bu yapı diz biomekaniği açısından çok önemlidir (30,33). İki kondil arasında patellanın yuvalandığı oluğa patellofemoral oluk ya da troklea denir. Kondiller ön tarafta birleşerek yukarıdan aşağıya doğru uzanan bir oluk olup eklem yüzeyini ikiye ayıran 'fasies patellaris'i oluştururlar. Dış taraftaki eklem yüzeyi daha geniş olup patella ile daha geniş eklem yüzeyi ilişkisi sağlar.

Tibia: Dış ve iç tibial platolar görsel farklılıklar taşırlar. Dış plato ise hafif dışbükeydir. İç plato, esas yük taşıyan kısım olup, dışa göre daha büyük, içbükey veya düze yakındır. Bu yapı "vida-yuva" mekanizmasını oluşturur. Bu iki plato eminentia interkondilare ile birbirinden ayrılır. Tam ekstansiyonda tibial eminentialar femoral interkondiller çentiğe yerleşerek eklemi kilitler. Böylece rotasyon hareketi yapamazlar (33,34).

Patella, ekstansör mekanizmada yer alan vücuttaki en büyük sesamoid kemiktir. Ekstansör mekanizmanın kaldıraç kolunu uzatıcı görevi vardır. Patella eklem yüzeyi vertikal bir krista ile medial ve lateral fasetlere ayrılmıştır. Patella ve femur arasındaki temas yüzeyi hiçbir zaman patella eklem yüzeyinin 1/3 ünden fazla olmaz. En fazla temas diz 45 derece fleksiyonda iken olur (33,34).

EKLEM İÇİ YAPILAR

Menisküsler, femur kondillerinin, tibia eklem yüzeyine oturmasını sağlayan ve eklem yüzeyini derinleştiren fibrokartilajdan oluşmuş C harfi şeklinde ve kesiti üçgene benzeyen yarımay şeklinde yapılardır. Tibia platosunun üçte iki eklem yüzünü örtecek şekilde ve merkeze doğru incelererek seyredirler. Medial ve lateral olmak üzere iki adet menisküs

bulunur. Kompresyona direnç gösterecek şekilde yoğun, sıkı örgü şeklinde kollajen lifleri bulunan elastiki yapılardır. Bağlarla çevre kapsüle ve interkondiller mesafeye sıkı bir şekilde yapışmıştır. Ön tarafta her iki menisküsü birbirine bağlayan 'lig. transversum genus' bulunur. Menisküsler ekstra-sinovyal yapılardır. Meniskosinovyal bileşkedeki giren damarlar, perimeniskal kapiller pleksusu oluşturur. Bu pleksus menisküsün %25–33'lük periferik kısmını besler, merkezi kısım ise doğrudan eklem sıvısından beslenir. Ayrıca diz eklemi aşırı zorlanmalardan koruyan bir propriyoseptif duyu organı olarak görev yaparlar. Menisküsler temas yüzleri arasındaki eşitsizliği kompanse ederken eklem arasındaki boşluğu doldurarak, hareket genişliğini artırır ve basıncın eşit dağılmasını sağlarlar (32).

Ön çapraz bağ femurdan tibiaya, öne ve mediale doğru eklemi çaprazlayarak uzanır. Ön çapraz bağ diz ekstansiyonda iken rotasyon hareketini kısıtlar. Primer fonksiyonu tibianın öne deplasmanını engellemektir (35,36). Arka çapraz bağın primer fonksiyonu tibianın posterior translasyonuna engel olmaktır. Dizin fleksiyonu sırasında "femoral yuvarlanma" arka çapraz bağ sayesinde gelişmektedir (36).

Sinovyal zar, kapsülün arka iç yüzeyi boyunca yayılan, kemiğin eklem içi kısmında bulunan ancak eklem kıkırdağını örtmeyen bağ dokusudur. Damardan zengindir. Vasküler beslenmesi iyi olduğu için rejenerasyon kapasitesi yüksektir (33).

Sinovyal sıvı, plazmanın sinovyal dokuyu geçerek sinovyal aralığa gelen, parlak saman sarısı renkte, berrak yumurta akı kıvamında ve viskozitesi yüksek bir sıvıdır. Plazma sinovyal dokudan geçerken içine sinoviositler tarafından salgılanan yüksek molekül ağırlıklı glikozaminoglikan olan hyaluronik asit eklenir (37).

1.2. DİZ EKLEMİ BİYOMEKANIĞI

Diz eklemi menteşe tipi bir eklem olsa da 3 ayrı planda ve çeşitli akslarda hareket eder. Diz; sagittal planda transvers eksen etrafında fleksiyon ve ekstansiyon yaparken, frontal planda abdüksiyon ve addüksiyon, medial-

lateral planda ise iç ve dış rotasyon yapar (32).

Normal dizde aktif 140° , pasif 160° fleksiyon hareket açıklığı vardır. Kalça ekstansiyonda iken; diz fleksiyonu 120° , kalça fleksiyonda iken 140° dir. Ayak sabit iken; kalça fleksiyona getirilirse, diz fleksiyonu 160° kadardır. Diz ekleminde ekstansiyon $5-10^\circ$ hiperekstansiyon şeklindedir (32).

Normal yürüme için $0-75^\circ$ ve koşma hareketi için $0-90^\circ$ hareket açıklığı yeterlidir. Kettlekamp bu değerleri normal yürüme için 63° , merdiven çıkmak için 83° , merdiven inmek için 90° ve sandalyeden doğrulabilmek için 93° olarak tariflemiştir (32).

Dizin sagittal planda yaptığı fleksiyon-ekstansiyon hareketi sabit bir rotasyon aksı üzerinde gerçekleşmez. Diz ekleminde hareketler polisentriktir ve her fleksiyon açısında dönme merkezi femur kondillerinden geçen farklı bir eksen üzerindedir. Dizin fleksiyon ekstansiyon kinematiği bağlaşıklık dört bar sistemi ile açıklanmıştır. Bu sistemde dört bar, ön ve arka çarpaz bağların nötral lifleri ile bağların femoral ve tibial insersiyolarını birleştiren çizgilerdir. Femur ve tibia eklem yüzlerinin geometrik yapısı ve bağlaşıklık dört bar sistemiyle diz ekstansiyondan fleksiyona gelirken tibianın femur üzerindeki hareketine rotasyonla birlikte kayma hareketi de eşlik eder. Böylelikle femur üzerindeki dönme merkezi de sürekli değişir. Bu kayma ve yuvarlanma hareketlerinin kombinasyonuna 'femoral rollback' adı verilir. Femoral rollback'tan birinci derecede arka çarpaz bağ sorumludur. 90° fleksiyona gelene dek femoro-tibial temas noktası geriye doğru kayar. Dört bağ sistemi ile geriye kayma esnasında femurun tibianın posterioruna düşmesi engellenir (32). Femur kondillerde sabit bir noktanın tibia platosu üzerindeki hareketi yuvarlanma olarak tanımlanırken, femur kondillerinin tibia platosunda sabit bir nokta üzerindeki hareketi kayma olarak tanımlanır. Eğer femur tibia üzerinde sadece yuvarlanırsa 45° fleksiyonda tibia platosunun dışına çıkar. Eğer femur tibia üzerinde sadece kayarsa, 130° fleksiyonda femur medullası tibia platosu arka kenarına çarpacağından fleksiyon 130° ile sınırlı kalır. Yuvarlanma ve kayma hareketlerinin dizin değişik derecelerindeki kombinasyonu ile eklem dar bir hacim içinde geniş açısal sınırlara ulaşır (32).

Dizin fleksiyonu ile birlikte önce kayma olmaksızın sadece yuvarlanma hareketi gözlenirken, 20° fleksiyondan sonra yuvarlanma hareketine kayma

hareketi de katılır. Fleksiyon ilerledikçe yuvarlama hareketi azalır, kayma hareketi daha ön plana çıkar ve fleksiyon sadece kayma hareketi ile tamamlanır. Femur kondillerinin asimetrik yapısı nedeniyle medial ve lateral kondillerin hareketleri birbirlerinden farklıdır. Medial kondil fleksiyonun ilk 10-15 derecesinde sadece yuvarlanırken, lateral kondilde bu hareket 20° fleksiyona kadar devam eder. Böylece lateral kondil medial kondilden daha fazla yuvarlanır. Ekstansiyon ilerledikçe femur lateral kondilinin artiküler yüzeyi biter ve hareket ön çarpaz bağ ile sınırlanır. Bu sırada daha büyük ve daha az eğri olan medial kondil hareketine devam eder. Bu asimetri nedeniyle dizin lateral kompartmanı önce ekstansiyona gelir (32). Ekstansiyonun sonunda femur mediale döner, tibia dış rotasyon yapar ve lateraldeki bağların gerilmesine yol açar. Buna 'screw-home' (vida-yuva) hareketi denir. Çarpaz bağların yokluğunda vida-yuva hareketi gözlenmez. Dizin ikinci önemli hareketi rotasyondur (32). Rotasyon, ancak diz fleksiyonda iken mümkün olabilmekte ve fleksiyon derecesine paralel olarak rotasyon kabiliyeti de artmaktadır. 90° fleksiyonda rotasyon kabiliyeti maksimuma çıkmakta, 90° dereceden sonra yumuşak doku gerginliği nedeniyle tekrar azalmaktadır. Tam ekstansiyonda tibia tüberkülleri femur interkondiller oluğa oturduğundan rotasyon gözlenmez. Dizin diğer bir hareketi olan abdüksiyon ve addüksiyon 30° fleksiyonda maksimuma ulaşmakta, 30° fleksiyondan sonra yumuşak doku gerginliği nedeniyle azalmaktadır. Tam ekstansiyonda abdüksiyon ve addüksiyon gözlenmez. Normal yürüme esnasında maksimum abdüksiyon ve addüksiyon miktarı ortalama 11° kadardır (32).

Çeşitli pozisyon ve aktiviteler sırasında diz eklemine etki eden kuvvetler farklıdır. Diz eklemine tibiofemoral eklem özellikle kompresif yükleri taşıırken, patellofemoral eklem kuadriceps kuvvetinin tibiaya aktırılmasında ekstansör mekanizma içinde rol alır. Her iki ayak üzerinde duran birinde her iki diz eklemi vücut ağırlığının %43'ünü taşır. Tek ayak üzerinde durulduğunda ise dengeyi sağlamak için lateral bağ gerilmesi ile oluşan kuvvetler vücut ağırlığının iki katına ulaşır (32).

Yürüme esnasında tibiofemoral ekleme iki yük biner. Bunlar yürümenin basma fazında yer reaksiyon kuvveti ve salınım fazında bacağın kendi yüküdür. Yürümenin fazına göre değişmekle birlikte, normal yürüme

sırasında dize vücut ağırlığının iki ile beş katı yük biner. Bunlar koşma esnasında vücut ağırlığının 24 katına çıkabilir (32). Yürüme esnasında dize gelen yükler 1300-3500 Newton arasındadır. Dize binen fonksiyonel yükün yön ve büyüklüğü, o anda dize etki eden kas kuvvetinin büyüklüğü ile beraber belirli bir yön ve büyüklükte eklem reaktif kuvveti oluşturur. Bu oluşan eklem reaktif kuvveti eklem temas noktalarının eklem yüzeylerine dik olduğu durumda, çarpaz ve kollateral bağlarda bir gerilme yaratmadan dengeyi sağlar (32). Dizin anlık merkezi dik olduğu durumdan dışarı düşerse eklemde mekanik desteği sağlayan bağlara gereğinden çok yük biner. Patellofemoral eklem etki eden kuvvetler tibiofemoral eklem etki eden kuvvetlerden farklıdır. Patellanın ana mekanik fonksiyonu kuvvetin yönünü değiştirmektir. Patella, kuadriçeps kasının kuvvet kolunu artırır ve ekstansör mekanizma içinde kuadriçeps kasının kuvvetini tibiaya aktarır. Patellaya; kuadriçepsin çekme kuvveti, patellar tendonun çekme kuvveti ve patellofemoral yüzeydeki baskılayıcı kuvvetler etki etmektedir. Yürüme esnasında vücut ağırlığının 1/3'ü, merdiven çıkarken vücut ağırlığının 2,5 katı ve merdiven inerken vücut ağırlığının 3,5 katı kuvvet etki eder. Fleksiyonun artması ile bu baskılayıcı kuvvetler de artar. 60°-90° arasında baskılayıcı kuvvetler maksimum iken, ekstansiyonda patella eklem yüzüne gelen kuvvet en azdır (32).

1.3 DİZ OSTEOARTRİTİ

OA'in en sık görüldüğü periferik eklem diz eklemidir. Diz OA dizdeki üç komponenti de tutabilir. En sık tutulan komponent medial tibiofemoral (%75), ikinci sıklıkta tutulan patellafemoral (%50) komponenttir. Tek başına lateral tibiofemoral komponent tutulumu ise oldukça nadirdir (38). Lokalizasyondaki bu farklılığın sebebi, her komponentin farklı risk faktörlerine maruz kalmasıdır. Tibiofemoral komponent için şişmanlık, diz yaralanması ve menisektomi; patellafemoral komponent için post travmatik olaylar, patella subluksasyonu ve genu valgus gibi risk faktörleri sayılabilir (35). Diz OA'nin klinik tanısı için ACR (American College of Rheumatology) tarafından tanımlanan kriterler kabul görmektedir (39) (Tablo 1).

Tablo 1. ACR (American College of Rheumatology) Diz OA tanı kriterleri

<p>I.Klinik Tanı Kriterleri</p> <ol style="list-style-type: none">1. Geçirilen ayın günlerinin çoğunda diz ağrısı olması2. Aktif eklem hareketi sırasında krepitasyon varlığı3. Dizde sabah sertliğinin 30 dakika ya da altında olması4. Yaşın 38 ya da üzerinde olması5. Muayenede dizde kemiksel genişlemenin saptanması <p>Diz OA tanısı için; 1, 2, 3, 4 veya 1, 2, 5 veya 1, 4, 5 numaralı kriterlerin sağlanması gerekir.</p> <p>Klinik, laboratuvar ve radyolojik tanı kriterleri</p> <ol style="list-style-type: none">1. Geçirilen ayın günlerinin çoğunda diz ağrısı olması2. Eklem köşelerinde osteofitler (radyolojik)3. OA'in tipik sinovyal sıvı bulguları (berrak, visköz, veya beyaz küre < 2000/mm³'den en az ikisi)4. Sinovyal sıvı elde edilemiyorsa yaşın 40 veya üzerinde olması5. Dizde sabah sertliğinin 30 dakika ya da altında olması6. Dizin aktif hareketlerinde krepitasyon varlığı <p>Diz OA tanısı için: 1, 2 veya 1, 3, 5, 6 veya 1, 4, 5, 6 numaralı kriterlerin sağlanması gereklidir</p>
--

KLİNİK BELİRTİ VE BULGULAR

Ağrı: OA'in ana semptomudur. Kartilaj dokusunun sinirsel innervasyonu olmadığından ağrı intraartiküler ve periartiküler dokulardan kaynaklanır. Osteofitlerin periostu irrite etmesi, trabeküler mikrofraktürler, kapsülde distansiyon, eklem çevresindeki kaslarda spazm, sinovit atakları, subkondral kemikteki vasküler basınç artışı, kapsüler fibrozis, eklem kontraktürleri ve kas yorgunluğu ağrıya neden olabilir. Hastalığın ilk dönemlerinde, ekleme aşırı yük bindiren ve zorlayan aktiviteler sonrasında artar, istirahat ile azalır. Hastalık ilerledikçe minimal hareketle ve istirahat sırasında ağrı olmaya başlar.

Eklem sertliği: Süresi 15–30 dakikayı geçmez. Genellikle sabahları ilk kalkıldığında ve gün içinde uzun süren hareketsizlik dönemlerinden sonra görülür (40-43).

Eklem hareket açıklığının (EHA) azalması: Kıkırdaktaki harabiyete bağlı gelişen eklem yüzlerinin uygunsuzluğu, ağrıya bağlı kas spazmı ve kontraktürler, osteofit ya da serbest cisimciklerin mekanik engellenmesinden eklem hareketlerinde kısıtlılık gelişir. Fleksiyon kısıtlılığını ileri dönemde ekstansiyon kısıtlılığı izler (32).

Krepitasyon ve krakman: Eklem kıkırdağı kaybı ve eklem yüzeyi

düzensizliğinden olan krepitasyon, önemli bulgulardan biridir (32, 40-43).

Eklem kilitlemesi: Eklem içindeki hareketli cisimler (osteofit, kıkırdak vs.), kıkırdak ya da sinovyumun tibia ile femur arasında sıkışmasından olur (42,44).

Eklem genişlemesi: OA'te kıkırdak ve kemikte görülen proliferatif değişiklikler olan osteofitler, eklem genişliğini artırır. Ayrıca sekonder sinovite bağlı sıvı artışı da eklem genişlemesine neden olur (41-44).

Eklem deformitesi: İleri dönemlerde instabilite, subluksasyon ve çeşitli deformiteler görülebilir. Medial kompartman tutulumuna bağlı varus deformitesi sık görülür. Kollateral ligamanlarda gevşeklik varsa instabilite olur ve hastalığın ileri dönemlerinde subluksasyon gelişir (41-44).

Kuadriseps atrofi: OA'te ağrıdan dolayı eklem daha az kullanılır. Ağrı refleksi olarak kas spazmına, eklem hareket açıklığında azalmaya ve kontraktüre neden olur. Bu durum kuadriseps kası inaktivasyonuna sebep olur. Bu kısır döngü halinde devam ederek kuadriseps femoris kasında ilerleyici bir fonksiyon kaybı ve atrofiye yol açar (40-44).

Fonksiyon kaybı: Yürüme mesafesinde azalma, topallama ve çabuk yorulma görülebilir. Merdiven inip çıkma aktiviteleri zorlaşır (45).

LABORATUVAR BULGULARI

Diz OA'nin spesifik bir laboratuvar bulgusu yoktur. Sedimentasyon, kan biyokimyası, tam kan sayımı ve tam idrar tetkiki normaldir. RF ve ANA negatiftir. Eğer mevcutsa sinovyal sıvıda spesifik olmayan inflamatuvar bulgular görülebilir (36).

RADYOLOJİK BULGULAR

Radyolojik değerlendirmeler hem hastalığın tanısı hem de şiddetinin saptanması için oldukça faydalıdır. Diz OA'de radyografik olarak eklem aralığında daralma, osteofitler, subkondral kemik sklerozu, subkondral kemik kistleri, kemik kollapsı, eklem içi kemiksi cisimler, deformite ve subluksasyon izlenebilir (46).

Değişikliklerin saptanmasında standart olarak kullanılan posteroanterior ya da anteroposterior grafiler sadece tibiofemoral eklemi görüntüleyebilirler. Patellofemoral (PF) eklem ve tibiofemoral (TF) eklem arka yüzünün en iyi

değerlendirmesi lateral ve tünel grafiyle mümkün olmaktadır (32). Bir diğer teknik olan tanjansiyel grafi PF kompartmanı değerlendirmede önemlidir.

Diz OA'de radyolojik evrelemesi için sıklıkla, klinik olarak OA ile uyumu gösterilmiş olan Kellgren-Lawrance Skalası (K-L) kullanılır (32) (tablo 2).

Tablo 2. Kellgren-Lawrence radyolojik evreleme skoru

Evre 0: Normal
Evre 1: Şüpheli osteofitler, normal eklem aralığı
Evre 2: Kesin osteofit, eklem aralığında şüpheli daralma
Evre 3: Orta derecede çok sayıda osteofit, eklem aralığında kesin daralma, hafif skleroz
Evre 4: Büyük osteofitler, belirgin skleroz ve kistler, eklem aralığında ileri derecede daralma, kemik uçlarında kesin deformite

Diz OA'ine tanısal yaklaşımda direkt grafiyle çoğunlukla yeterli olmakla birlikte, kemik yapıları daha iyi görüntülemek için bilgisayarlı tomografi, yumuşak dokuları net izlemek için manyetik rezonans görüntüleme ve eklem içi ve çevresi yapıları hakkında daha fazla bilgi için ultrasonografi tetkikleri gerekli olabilir.

TEDAVİ

OA'teki kıkırdak kaybı, yeni kemik oluşumu gibi değişiklikleri yok ederek hastalığı tamamen geri döndüren veya önleyen bir tedavi yöntemi yoktur (32). Buna karşılık OA'i tamamıyla tedavisi olmayan bir hastalık olarak görmek doğru değildir. Uygun tedavi ile ağrı gibi temel şikayet giderilerek hasta rahatlatılır ve eklem fonksiyonları düzeltilir. Buna paralel olarak fonksiyonel kapasiteleri ve yaşam kaliteleri artırılabilir (32).

Diz OA tedavisinde amaç ağrı ve tutukluğun giderilerek yaşam kalitesinin artırılması, eklem fonksiyonlarının korunması ve iyileştirilmesi, kas gücünün korunması ve geliştirilmesi, sakatlıkların önlenmesi veya düzeltilmesi ve tedavi komplikasyonlarının önlenmesidir (32).

Çoğunlukla önerilen tedavi algoritması şu şekildedir:

- 1- Hazırlayıcı faktörlerin düzeltilmesi
- 2- Hasta eğitimi
- 3- İstirahat

- 4- Eklem koruma teknikleri
- 5- Aşırı kilolu hastaların zayıflatılması
- 6- Çevresel önlemler
- 7- Medikal tedavi
- 8- Fizik tedavi
- 9- İntraartiküler tedavi
- 10-Cerrahi tedavi

1- Hazırlayıcı faktörlerin düzeltilmesi: Tutulan eklem aşırı yük bindiren aktiviteler ve bunlardan kaçınma yolları hakkında hastanın bilgilendirilmesi sadece ağrıyı azaltmakla kalmaz ileride oluşabilecek hasarı da önler. Bu amaçla hastaların uzun süre ayakta durmamaları, çömelmemeleri ve diz üstüne çökmemeleri istenir. Sandalye boyunun arttırılması, tuvaletin yükseltilmesi, merdiven kullanımının azaltılması gibi ev içinde düzenlemeler yapılması önerilir (39).

2- Hasta eğitimi: Hastalar hastalıkları hakkında bilgilendirilmeli, alması gereken önlemler konusunda eğitilmelidir. Hastaların tedaviye aktif katılımları ile global fonksiyonlarda düzelme, ağrıda azalma ve uyku kalitesinde artma sağlanabilir (47).

3- İstirahat: Hasarlı eklem aşırı kullanımı hem semptomları hem de başlamış olan dejeneratif süreci olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle istirahat ve mekanik travmatik etkilerden korunma tedavinin önemli bir parçasıdır. Özellikle akut alevlenmelerde istirahat mutlaka önerilmelidir.

4- Eklem koruma teknikleri: OA gelişmiş bir ekstremitede gerek ağrıya bağlı duruş bozukluğu gerekse gelişen deformiteye bağlı yük dağılımında dengesizlik sonucu eklem statığı olumsuz etkilenir (32). Diz eklemının mediolateral instabilitesine yol açan durumlarda kollateral destekli dizlikler, varus ve valgus stresini azaltarak faydalı olabilirler. Diz eklemının medial ya da lateral kompartmanını etkileyen durumlarda ayakkabı tabanına yerleştirilecek medial veya lateral topuk kamaları alt ekstremitte açılarını ve eklem binen yüklerin dağılımını değiştirerek belirgin semptomatik düzelme sağlayabilirler. Ayrıca diz breysleri ile dize lateral destek sağlanarak varus ve valgus deformiteleri önlenir (48). Klinikte uzun zamandır kullanılan metotlardan birisi ayak tabanına lateral (valgus) kama kullanmaktır. Teoride

lateral kama zemin reaksiyon vektörünü diz rotasyonel merkezine yakınlaştırmaktadır. Yapılmış birçok çalışmada valgus kamalı tabanlığın pik diz adduksiyon momentini ve dolayısıyla semptomları azalttığı savunulmaktadır. Buna rağmen beklenenden az bir hasta grubunun bu tabalıklardan fayda gördüğü saptanmıştır (49–51). Çoğu hastada bu tabanlıkların etkisiz olduğu ve hatta savunulanın aksine diz adduksiyon momentini artırabileceği söylenmektedir. Ayrıca bu bağlamda değerlendirildiğinde lateral kamalı tabanlıklar özellikle arka ayak pronasyonunu artırarak ayak fonksiyonunu etkilerler ve bu durumun zaten daha önceden pronasyon postürü gelişmiş olan ayakta olması alt ekstremitenin kinematiğinde olumsuz değişikliklere neden olur(24). Son dönemde yapılan bazı çalışmalarda lateral kamalı tabanlıklara medial ark desteği eklenmesi ile oluşan arka ayak pronasyonunun engellenebileceği ve ayrıca diz adduksiyon momentinde azalma sağlanabileceği gösterilmiştir(10). Bu bulgular bize lateral tabanlık kullanımının ayak fonksiyonundaki birçok bireysel değişiklikten etkilenebileceğini göstermektedir.

Patellafemoral eklem OA'inde patellanın medial bantlanması kısa dönemde ağrının %25 azalmasını sağlar (32). Baston, yürüteç gibi basit yürüme cihazları aşırı eklem yükünü azaltarak ağrıyı azaltırlar.

5- Diyet: Obesite en sık görülen değiştirilebilir risk faktörü olduğu için, yük taşıyan eklemlerin OA'inde kilo verdirilerek eklem binen mekanik stres azaltılıp süreç yavaşlatılabilir. Kilo vermenin ağrıda azalma, fonksiyonel kapasitede artmayla ilişkili olduğu çeşitli yayınlarda gösterilmiştir (32).

6- Çevresel önlemler: Yaşanılan ve çalışılan ortamın hasta koşullarına göre düzenlenmesi tedavinin önemli bir parçasıdır. Bu amaçla sandalye boyunun yükseltilmesi, klozetin boyunun yükseltilmesi, merdiven kullanma zorunluluğunun azaltılması gibi önlemler alınabilir.

7- Medikal tedavi: OA'in en önemli semptomu olan ağrıyı azaltmak ve enflamasyonu gidermek için çeşitli farmakolojik tedavi seçenekleri mevcuttur. Bu bağlamda opioid ve opioid olmayan analjezik ilaçlar, steroid olmayan antiinflamatuar ilaçlar(SOAEİ), topikal analjezikler, kortikosteroidler ve kondroprotektif ilaçlar kullanılmaktadır.

8- Fizik tedavi: Ağrının azaltılması, eklem hareket açıklığının korunması ya da düzeltilmesi, etkilenmiş kaslardaki spazmın çözülmesi veya kasların

güçlendirilmesi amaçlarıyla uygulanan tedavinin önemli bir parçasıdır. Fizik tedavi ile hastanın egzersizleri daha iyi tolere etmesi de sağlanmaktadır (32).

9- İntraartiküler tedavi: Eklem içi hyaluronik asit uygulaması ile homeostazın geçici restorasyonu, hyaluronan sentezleyen hücreler için normal mikroçevre oluşumu sağlanır. Bunların sonucu olarak eklem normal hyaluronan içeriğinin uzun süreli olarak restore edilmesi sağlanır (32).

10-Cerrahi tedavi: OA'de cerrahi için primer neden şiddetli, dayanılmaz ağrıdır. İkincil bir neden de bozuk olan fonksiyonun düzeltilmesidir. Bu amaçla yapılan işlemler arasında artroskopik eklem lavajı ve/veya debridmanı, subkondral kemik penetrasyonu (drilleme), osteotomi, artrodez ve total diz protezi yer alır.

1.4 AYAĞIN ANATOMİSİ

AYAK (PES):

Ayak, ayak bileği eklemının (articulatio talocruralis) distalinde kalan alt ekstremite bölgesidir. Ayak, vücudun yer ile temas noktasıdır ve dik duruş için stabil bir platform sağlar. Ayrıca yürüyüş sırasında vücudu ileriye doğru kaldırır (52).

Ayağın bir üst yüzü (dorsum pedis) ve bir alt yüzü (planta pedis) vardır.

AYAK KEMİKLERİ:

Ayak iskeleti 26 kemikten oluşur ve tarsal kemikler (ossa tarsi), metatarsal kemikler (ossa metatarsi) ve parmak kemikleri (ossa digitorum, phalanges) olmak üzere üç bölüme ayrılır (52).

Ossa Tarsi (Tarsalia):

Calcaneus, talus, os naviculare ve üç os cuneiforme'den oluşur. Bunlardan sadece talus ayak bileği eklemine katılarak tibia ve fibula ile eklem yapar (53).

Calcaneus: Ayak iskeletinin en büyük kemiği olan calcaneus, topuğu oluşturur. Yukarıda talus, önde de os cuboideum ile eklem yapar. Altı yüzü vardır. Ön yüzü (facies articularis cuboidea) küçük olup os cuboideum ile eklem yapar. Arka yüzü topuğu oluşturur ve buraya tendo calcaneus

(Achilles) tutunur. Üst yüzünde, sulcus calcanei denilen bir olukla birbirinden ayrılmış iki eklem yüzü bulunur. Bu yüzler talus ile eklem yapar. Medial yüzünde talus'un oturduğu çıkıntıya sustentaculum tali denilir (54).

Talus: Yukarıda tibia ve fibula, aşağıda calcaneus ve önde de os naviculare ile eklem yapar. Caput, collum ve corpus tali olmak üzere üç bölümü vardır. Caput tali öne ve aşağıya doğru yönelmiş olup os naviculare ile eklem yapar. Alttaki yüzün ön bölümü ile sustentaculum tali, arka bölüm ise lig. calcaneonaviculare plantare ile eklem yapar. Makara şeklindeki üst yüzü tibia'nın alt ucu ile eklem yapar. Dış yüzündeki üçgen şeklindeki eklem yüzüne facies malleolaris lateralis denilir. Burası fibulanın malleolus lateralis'i ile eklem yapar. İç yüzündeki virgül şeklindeki eklem yüzüne, facies malleolaris medialis denilir. Burası da tibia'nın malleolus medialis'i ile eklem yapar. Talus'a birçok bağ tutunmasına karşılık, hiç kas tutunmaz (54).

Os Naviculare: Proksimal ve distal tarsal kemikler arasında bulunan os naviculare, tarsal bölgenin medial tarafında yer alır. Önde üç cuneiform kemik, arkada ise caput tali ile eklem yapar. Tuberositas ossis navicularis, malleolus medialis'in 2,5 cm aşağı ve ön kısmında deri altında palpe edilebilir. Burada m. tibialis posterior'un kirişinin büyük kısmı sonlanır (54).

Os Cuboideum: Tarsal bölgenin dış tarafında bulunur ve önde 4.-5. metatarsal kemiklerle, arkada da calcaneus ile eklem yapar (52).

Ossa Cuneiformes: Kama şeklinde üç adet kemiktir. Medialdeki en büyükleri, ortadaki ise en küçükleridir. Bunlar proksimalde os naviculare ile, distalde ise ilk üç metatarsal kemik ile eklem yaparlar. Kama şeklinde olmaları, ayağın transvers yöndeki kubbesinin korunmasında önemli rol oynar (52).

Ossa Metatarsi ve Ossa Digitorum (Phalanges): Metatarsal ve falangeal kemikler eldeki metakarpal ve falangeal kemiklere benzemektedirler. Bunların basis, corpus ve caput olmak üzere üç bölümleri bulunur. Beş adet olan metatarsal kemiklere, medialden laterale doğru büyüyen numaralar (I-V) verilir. Başparmakla ilişkisi olan I. metatarsal kemik, en kısa ve en kalın olanıdır. İkincisi en uzun olanıdır. Birinci metatarsal kemikte baş kısmının palmar yüzünde, m. flexor hallucis brevis'in kirişi içerisinde bulunan sesamoid kemiklerin oluşturduğu bir oluk bulunur. Beşinci metatarsal kemiğin bazisinde tuberositas ossis metatarsalis quinti (V)

bulunur. Bu çıkıntı ayağın dış kısmında kolayca palpe edilebilir. Buraya m. peroneus brevis'in kirişi tutunur. Başparmakta iki, diğer parmaklarda üçer falanks bulunur. Her falanksın bir basis'i, bir corpus'u ve distal bir caput'u vardır. Her proksimal falanksın basis'i ilgili metatarsal kemiğin caput'u ile eklem yapar (53).

AYAK EKLEMLERİ:

Art. Talocruralis:

Tibia ile fibula'nın distal uçlarının oluşturduğu kemik çatala, talus'un makara şeklindeki yüzünün girmesiyle oluşur. Talus, transvers eksen etrafında bir menteşe gibi hareket eder. Eklem sağlam ve stabil olmasını, eklem yüzlerinin şekli, kuvvetli bağlar ve kaslar sağlamaktadır. Eklem tibia'nın distal yüzü, her iki malleol ve talus'un gövdesi arasında oluşur. Malleolus lateralis'den, tibia'nın alt ucunun arka kenarına uzanan lig. talofibulare posterius, konkav eklem yüzünü daha da çukurlaştırır. Bu konkav eklem yüzüne trochlea tali oturur. Her iki eklem yüzü de hyalin kıkırdakla kaplıdır. Eklem tipi tam hareketli (art. synovialis) bir eklem olup, ginglymus grubundandır (52).

Ayak bileği eklemi bağları içinde medial tarafında bulunan lig. mediale (deltoideum), üçgen şeklinde çok kuvvetli bir bağıdır. Yukarıda olan tepesi malleolus medialis'in ucuna tutunur. Aşağıda olan tabanının derin lifleri talus gövdesinin medial yüzüne tutunur. Eklem lateral tarafında bulunan bağlar daha zayıf olup üç band şeklindedirler. Lig. talofibulare anterius, malleolus lateralis'ten talus'un dış yüzüne uzanır. Lig. calcaneofibulare, malleolus lateralis'in alt ucundan aşağı ve arkaya doğru uzanarak calcaneus'un lateral yüzüne tutunur. Lig. talofibulare posterius, malleolus lateralis'ten talus'un tuberculum laterale'sine uzanır (52).

Ayak bileği eklemi N. fibularis (peroneus) profundus ve n. tibialis tarafından inerve edilir.

Ayak bileği eklemde sadece ekstansiyon (dorsal fleksiyon) ve fleksiyon hareketleri yapılabilir. Ayağın inversiyon ve eversiyon hareketleri ise art. subtalaris ve art. tarsi transversa'da yapılır. Ekstansiyon; m. tibialis anterior, m. extensor digitorum longus ve m. peroneus tertius tarafından yaptırılır. Bu

hareket m. triceps surae, lig. deltoideum'un arka kısmı ve lig. calcaneofibulare'nin gerilmesiyle sınırlanır. Fleksiyon; m. gastrocnemius, m. soleus, m. plantaris, m. peroneus longus, m. peroneus brevis, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus ve m. flexor hallucis longus tarafından yaptırılır. Fleksiyon hareketi ekstansör kaslar, lig. mediale (deltoideum)'nin ön bölümü ve lig. talofibulare anterius'un gerilmesiyle sınırlanır. Ayağın ekstansiyonu esnasında trochlea tali'nin daha geniş olan ön bölümü, çatalın dar olan arka kısmını genişletmek için, her iki malleolu yan taraflara iterek zorlar. Bu esnada syndesmosis (articulatio) talofibularis'in bağları gerilir. Bu mekanizma yürüme, koşma ve zıplama esnasında ayak bileğinin daha stabil olmasını sağlar. Ayağın aşırı fleksiyon pozisyonunda syndesmosis (articulatio) tibiofibularis'in bağları biraz gevşer. Bu da, ayak bileği ekleminde çok sınırlı da olsa bir rotasyon, abduksiyon ve adduksiyon hareketlerinin yapılabilmesine yol açar (54).

Tarsal Eklemler:

Art. Subtalaris: Talus ile calcaneus arasındaki eklemlerden arka tarafta bulunandır. Calcaneus'daki facies articularis talaris posterior ile talus'taki facies articularis calcanea posterior arasında oluşur. Eklem yüzleri hyalin kıkırdakla kaplıdır. Tam hareketli (art. synovialis) bir eklem olup, art. plana varietesidir (54).

Bağları içinde Lig. talocalcaneum laterale ve mediale, eklem kapsülünü yapışarak kuvvetlendirir. Lig. talocalcaneum interosseum çok sağlam bir bağ olup, talus ve calcaneus'u birbirine bağlayan yan bağdır, sinüs tarsi içerisinde uzanır (54).

Art. Talocalcaneonavicularis: Talus, calcaneus ve os naviculare arasında oluşur. Fakat bu ekleme talus ile calcaneus'un sadece ön bölümleri arasındaki eklem katılır. Bu ekleme talus başının ön ve alt kısmındaki eklem yüzleri, sustentaculum tali'nin üst yüzündeki eklem yüzü ve os naviculare'nin arka yüzündeki konkav eklem yüzü katılır. Bu eklem yüzleri hyalin kıkırdak ile kaplıdır. Tam hareketli (art. synovialis) bir eklem olup, art. plana grubundandır (52).

Bağları içinde Lig. calcaneonaviculare plantare, sustentaculum tali'nin ön kenarından tuberositas ossis navicularis'in alt yüzüne uzanan çok sağlam bir

bağdır. Bu bağın fibröz kıkırdak ile kaplı olan üst yüzüne talus başı oturur. Bu bağ koaptığında talus başı desteksiz kalacağından ayak kubbesi çöker. Bu eklemdede kayma ve rotasyon hareketleri yapılabilir (52).

Art. Calcaneocuboidea: Calcaneus'un ön yüzü ile os cuboideum'un arka yüzü arasında oluşur. Eklem yüzleri hyalin kıkırdak ile kaplıdır. Tam hareketli (art. synovialis) bir eklem olup, art. plana grubundandır (53).

Bağları içinde Lig. bifurcatum, eklemde üst yüzünde, Lig. plantare longum ise eklemde alt yüzünde bulunur. Lig. calcaneocuboideum plantare (lig. plantare brevis), geniş ve sağlam bir bağ olup, calcaneus ile os cuboideum'un alt yüzlerine tutunur (53).

Art. talocalcaneonavicularis ile art. calcaneocuboidea aynı hizada olmaları nedeniyle birlikte hareket ederler. Bu nedenle ikisine birden art. tarsi transversa adı verilir. Ayağın önemli olan inversiyon ve eversiyon hareketleri art. subtalaris ve art. tarsi transversa'da yapılır. İversiyonda ayağın tabanı mediale doğru bakar. Eversiyonda ise bu hareketin tersi olup ayak tabanı laterale doğru bakar. İversiyon, eversiyondan daha fazla oranda yapılabilir. İversiyon; m. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus ve m. extensor digitorum longus'un medial bölümü tarafından yaptırılır. M. tibialis posterior da yardım eder. Eversiyon; m. peroneus longus, m. peroneus brevis ve m. peroneus tertius tarafından yaptırılır. M. extensor digitorum longus'un lateral bölümü de yardım eder (52).

Art. Cuneonavicularis: Os naviculare ile üç os cuneiforme arasında oluşur. Tam hareketli bir eklem olup, art. plana grubundandır.

Art. Cuboideonavicularis: Genellikle eklem boşluğu bulunmayan fibröz bir eklemdir.

Articulationes Intercuneiformes ve Articulatio Cuneocuboidea: Tam hareketli eklemler olup, art. plana grubundandırlar.

Articulationes Tarsometatarsales ve Intermetatarsales: Tam hareketli (art. synovialis) bir eklem olup, art. plana grubundandır.

Articulationes Metatarsophalangeales ve Interphalangeales: Eldeki aynı eklemlere çok benzerler. Lig. metatarsale transversum profundum, beş parmağın art. metatarsophalangea'sını birbirine bağlar. Parmakların çok sınırlı olan abduksiyon ve adduksiyon hareketlerini m. interosseus'lar

yaptırır. Bu hareketler ayakta ikinci parmağın ortasından geçen hatta göre değerlendirilirler.

AYAK TABANI (PLANTA PEDİS, REGİO PLANTARİS PEDİS):

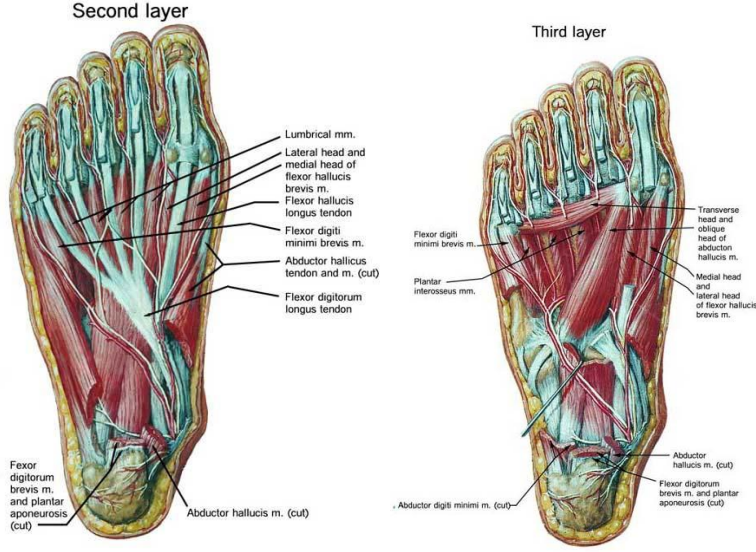
Bacak arka bölgesi ile fonksiyonel bütünlük içinde olan ayak tabanı bölgesi, üst ekstremitenin palma manus'una benzer, fakat bazı ayrıcalıklar da taşır. Şöyle ki; el başparmağına ait m. opponens pollicis, ayakta yoktur. Ayak tabanında, avuç içinde bulunmayan ilave bir kas olan m. quadratus plantae yer alır. Ayakta mm. lumbricales'in innervasyonu farklılık arz eder. M. lumbricalis I, n. plantaris medialis, diğer üçü ise n. plantaris lateralis tarafından innerve edilir. Elde ise iki ulnar lumbrical kas n. ulnaris, iki radial lumbrical kas n. medianus tarafından innerve edilir. Ayakta interosseo kasların hareket eksenini 2. parmak olduğu halde, elde 3. parmağıdır (52).

Deri: Ayak tabanı derisi kalın ve kılsızdır. Derin fasyaya çok sayıda fibröz bandlarla sıkıca bağlanmıştır. Ayak tabanı derisinden birkaç sinir duyu alır. N. tibialis'in dalı olan rr. calcanei mediales, topuğun medial tarafını innerve eder. Ayak tabanının medial 2/3'ünü n. plantaris medialis'in dalları, lateral 1/3'ünü ise n. plantaris lateralis'in dalları innerve eder (52).

Derin Fasya (Fascia Profunda): Ayak tabanındaki derin fasya kalınlaşarak retinaculum musculorum flexorum'u ve aponeurosis plantaris'i oluşturur. Aponeurosis plantaris üçgen şeklinde olup ayak tabanının orta kısmında bulunur. Aponeurosis plantaris'in tepe kısmı calcaneus'un arka kısmındaki proc. lateralis ve medialis tuberis calcanei'ye tutunur. Taban kısmı ise parmak köklerinde beş huzmeye ayrılır. Her huzme tekrar iki yaprağı ayrılır. Yüzeyel yaprak deriye tutunur ve derideki olukları oluşturur. Derin yaprak ise parmak köklerinde iç-dış olmak üzere iki huzmeye ayrılır. Bu huzmeler fleksör kas kirişlerini saracak şekilde, fibröz kılıfları ve lig. metatarsale transversum profundum'la kaynaşır. Aponeurosis plantaris'in medial ve lateral kenarları 1. ve 5. parmakların abduktör kaslarını örten ince derin fasya ile devam eder. Yine bu kenarlardan ayak tabanının derinine doğru fasyal bölmeler gönderir. Bu bölmeler ayak tabanını fasyal aralıklara ayırır. Aponeurosis plantaris, üzerini örten deriye sıkıca tutunarak derindeki damarları, sinirleri, kiriş ve sinovyal kılıfları koruduğı gibi, ayak kubbesinin korunmasında da önemli rol oynar (52).

AYAK TABANI KASLARI:

Anlatım kolaylığı açısından ayak tabanı kasları dört tabakaya ayrılır (Şekil 1).



Şekil 1: Ayak tabanının 2 ve 3. tabaka kasları (52).

Ayak Tabanının Birinci Tabaka Kasları:

1. Tabaka:

M. Abductor Hallucis: Vücut ağırlığını taşımayan ayakta, ayak başparmağına abduksiyon yaptırır. Vücut ağırlığını taşıyan ayakta ise medial longitudinal kemerin korunmasına yardım eder.

M. Flexor Digitorum Brevis: Vücudun ağırlığını taşımayan ayakta 2-5. parmaklara fleksiyon yaptırır. Vücut ağırlığını taşıyan ayakta ise medial ve lateral longitudinal kemerlerin korunmasına yardımcı olur.

M. Abduktor Digiti Minimi: Vücut ağırlığını taşımayan ayakta 5. parmağa fleksiyon ve abduksiyon yaptırır. Vücut ağırlığını taşıyan ayakta ise lateral longitudinal kemerin korunmasına yardım eder (54).

2. Tabaka:

M Quadratus Plantae (M. Flexor Digitorum Accessorius): Bu kas m. flexor digitorum longus'un kirişini arkaya doğru çekerek 2-5. parmakların fleksiyonuna yardım eder.

Mm. Lumbricales: Yürüme ve koşma esnasında m. flexor digitorum longus, 2-5. parmaklara fleksiyon yaptırmak ister. M. lumbricalis'ler ise aynı zamanda kontraksiyon yaparak son iki falanksa ekstansiyon yaptırmak ister. Bu zıt etkiler birbirini nötralize ederek parmak bükülmez. Bu nedenle de yürüme ve koşma esnasında parmaklar yere sürtmez.

M. Flexor Digitorum Longus'un Kirişi: Ayak tabanında m. flexor hallucis longus'un kirişini yüzeyselinden çaprazlar ve ondan kalın bir lif demeti alır. Kiriş daha sonra 2-5. parmaklara gitmek üzere 4 bölüme ayrılır. Bunlardan da m. lumbricalis'ler başlar. Sonunda ait oldukları parmakların fibröz kılıflarına girerler. Her bir kiriş, aynı parmağa giden m. flexor digitorum superficialis'in kirişini delerek, distal falansın bazisinde sonlanır.

M. Flexor Hallucis Longus'un Kirişi: Bu kiriş iç malleolun arkasından ve fleksor retinakulumun da derininden geçerek sustentaculum tali'nin altına gelir. Buradan ayak tabanına giren kiriş, m. flexor digitorum longus'un kirişini derininden çaprazlar ve ona kalın bir lif demeti verir. Bu kiriş başparmağın fibröz kılıfına girerek, distal falansın bazisinde sonlanır (şekil 1) (53).

3.Tabaka:

M. Flexor Hallucis Brevis: Ayak başparmağına fleksiyon yaptırır ve ayağın medial longitudinal kemerinin korunmasına yardım eder.

M. Adductor Hallucis: Caput obliquum m. flexor hallucis brevis ile birlikte ayak başparmağına fleksiyon yaptırır. Caput transversum os metatarsale'lerin distal uçlarını birbirine yaklaştırarak ayağın ön kısmının stabilizasyonuna yardım eder. Aynı zamanda ayağın transvers kemerinin korunmasına yardım eder.

M. Flexor Digiti Minimi Brevis: Art. tarsometatarsa'da küçük parmağa fleksiyon yaptırır (şekil 1).

4. Tabaka:

Mm. Interossei: Yedi adet interosseal kas vardır ve metatarsal aralıklarda bulunurlar. Bunlardan dördü dorsal, üçü de plantar interosseal kaslardır. M. interosseus dorsalis'ler iki başla, plantaris'ler ise bir başla başlarlar ve dorsaldakiler daha büyüktürler. Mm. interossei plantares; üçüncü, dördüncü ve beşinci metatarsal kemiklerin alt yüzlerinden başlayan üç adet kastır.

Tutundukları parmaklara, 2. parmağa göre adduksiyon yaptırırlar (ayakta hareket açısından merkezi parmak ikinci, elde ise üçüncü parmağıdır). Ayrıca birinci falanksa fleksiyon, ikinci ve üçüncü falankslara da ekstansiyon yaptırırlar. Mm. interossei dorsales'ler, 4 adet kastır tutundukları parmaklara, 2. parmağa göre abduksiyon yaptırırlar. Ayrıca birinci falanksa fleksiyon, ikinci ve üçüncü falankslara da ekstansiyon yaptırırlar. Bir kas komşu iki metatarsal kemikten başladığı için, bu kemikleri birbirine çekerek ayağın ön bölümünün stabilizasyonunda rol alırlar.

M. Fibularis (Peroneus) Longus'un Kiriş: Ayak tabanında içe ve öne doğru oblik olarak uzanan kas kiriş, birinci metatarsal kemiğin bazisinde ve os cuneiforme mediale'nin buraya komşu bölümünde sonlanır.

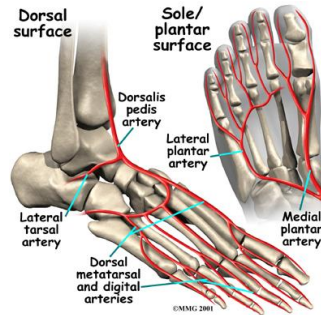
M. Tibialis Posterior'un Kiriş: Malleolus medialis'in arkasından geçerek ön tarafa kıvrılır. Retinaculum musculorum flexorum'un derininden ve sustentaculum tali'nin altından geçen kas kirişinin büyük bölümü tuberositas ossis navicularis'te, geri kalan kısmı ise os cuboideum, os cuneiforme'ler ile ikinci, üçüncü ve dördüncü metatarsal kemiklerin bazislerinde sonlanır (52).

AYAK TABANINDAKİ ARTERLER:

A. Plantaris Medialis: A. tibialis posterior'un ince dalıdır.

A. Plantaris Lateralis: A. tibialis posterior'un terminal dallarından kalın olanıdır.

A. Dorsalis Pedis: Ayak sırtında bulunan bu arter, birinci metatarsal aralığa doğru ilerler. Birinci interosseal kası delerek ayak tabanına geçen terminal dalına a. plantaris profundus denir (şekil 2).



Şekil 2: Ayaktaki arterler (52)

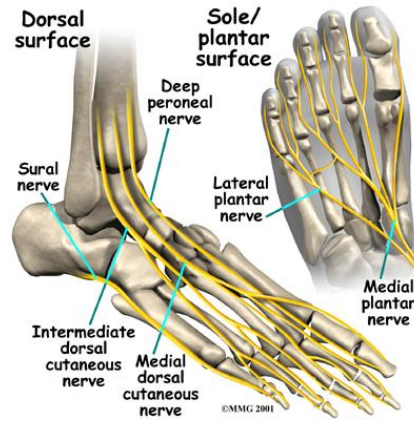
AYAK TABANININ VENLERİ:

V. plantaris lateralis ve medialis aynı isimli arterlere eşlik ederler ve malleolous medialis'in arkasında birleşerek v. tibialis posterior'u oluştururlar.

AYAK TABANININ SİNİRLERİ:

N. Plantaris Medialis: N. tibialis'in iki terminal dalından biridir. M. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis, m. flexor hallucis brevis ve m. lumbricalis I'i innerve eder. Ayak tabanı derisinin topuk kısmı hariç, geri kalan bölümünün 4. parmağın ortasından geçen hattın medial tarafında (medial 3,5 parmak) n. plantaris medialis dağılır.

N. Plantaris Lateralis: N. tibialis'in iki terminal dalından biridir. Ana daldan ayrılan lifler m. quadratus plantae ve m. abductor digiti minimi'ye gider. Deri dalları ayak tabanının lateral kısmında dağılır. R. superficialis'ten ayrılan dallar m. flexor digiti minimi ve dördüncü metatarsal aralıktaki m. interosseus'a gider. Rr. digitales plantares denilen dalları da ayağın lateral yarısı derisinde (lateral 1,5 parmak) dağılır. R. profundus'tan ayrılan dallar a. plantaris lateralis ile birlikte ayak tabanında mediale doğru uzanır. M adductor hallucis, ikinci, üçüncü ve dördüncü lumbrikaller ile dördüncü metatarsal aralıktakiler hariç diğer tüm interosseal kasları innerve eder (şekil 3) (54).



Şekil 3: Ayaktaki sinirler (52)

AYAK SIRTİ (DORSUM PEDİS, REGİO DORSALİS PEDİS):

DERİ: Ayak sırtı derisinin büyük kısmından n. peroneus superficialis, bir kısmından da n. peroneus profundus, n. saphenus ve n. suralis duyu alır.

AYAK SIRTINDAKİ KASLAR:

M. Extensor Digitorum Brevis: Bu kas 1-4. parmaklara ekstansiyon yaptırır.

M. Extensor Digitorum Longus'un Kirişi: Bu kasın kirişi m. peroneus tertius'un kirişi ile birlikte retinaculum musculorum extensorum inferius'un derininden geçerek ayak sırtına gelir. Burada 2–5. parmaklara girmek üzere yelpaze şeklinde dört huzmeye ayrılır (52).

AYAK SIRTININ ARTERİ:

Arteria Dorsalis Pedis: A. tibialis anterior, ayak sırtında a. dorsalis pedis adını alır. Birinci metatarsal aralıkta m. interosseus'u delerek ayak tabanına geçer. Burada a. plantaris lateralis ile ağızlaşarak arcus plantaris profundus'u tamamlar.

Arcus Venosus Dorsalis Pedis: Metatarsal kemiklerin başları hizasında derialtı bağ dokusunda bulunur. Bunun medial tarafından v. saphena magna, lateral tarafından da v. saphena parva başlar. V. saphena magna, malleolus medialis'in önünden geçerek bacak ön bölgesinde uzanır. V. saphena parva ise malleolus lateralis'in arkasından geçerek bacak arka bölgesinde uzanır (52).

AYAK SIRTININ SINIRLERİ:

N. Fibularis (Peroneus) Profundus: A. dorsalis pedis'in lateral tarafında olmak üzere ekstansor retinakulumların derininden geçerek ayak sırtına gelir. Burada medial, lateral ve terminal dallarına ayrılır. Medial dalı birinci ve ikinci parmakların komşu yüzlerinden duyu alır. lateral dalı m. ekstansor digitorum brevis'i innerve eder. Terminal dalları da ayaktaki eklemlerden duyu impulsları alır (53).

AYAĞIN ARCUS'LARI (KEMERLERİ):

Ayak kemikleri horizontal planda uzanmazlar. Bunun yerine nispeten longitudinal ve transvers kemerler oluştururlar. Bu kemerler ayakta durma ve değişik yüzeyler üzerinde hareket etme sırasındaki vücut kuvvetlerini emer ve dağıtırlar.

Arcus Longitudinalis: Calcaneus'un arka ucu ve metatarsal kemiklerin başları arasında oluşur. Arcus longitudinalis, arcus longitudinalis medialis'i oluşturduğu iç yan tarafta en yüksektir ve arcus longitudinalis lateralis'i oluşturduğu dışyan tarafta en alçaktır.

Arcus Transversus: Ayağın arcus transversus'u, caput tali'yi kesen bir koronal planda en yüksektir ve derin transvers metatarsal bağlarla bir arada tutundukları yerde metatarsal kemiklerin başları yakınında kaybolur.

Bağlar ve kaslar ayak kemerlerini destekler. Kemerleri destekleyen bağlar lig. calcaneonaviculare plantare'yi, lig. calcaneocuboideum plantare'yi, lig. plantare longum'ları ve aponeurosis plantaris'i içerir. Yürüyüş sırasında kemerler için dinamik destek sağlayan kaslar; m. tibialis anterior'u, m. tibialis posterior'u ve m. fibularis longus'u içerir (53).

1.5 FONKSİYONEL BİR YAPI OLARAK AYAK

Ayağın iki önemli fonksiyonu vardır. Bunlardan birincisi vücut ağırlığını taşımak, ikincisi de yürüme ve koşma esnasında bir kaldıraç kolu gibi görev yaparak vücudu ön tarafa doğru itmektir. Eğer ayak birçok kemik yerine tek parça bir kemikten oluşsaydı elastik olamayacağı için engebeli yerlerin şekline uyamazdı, ayrıca vücudu öne itme fonksiyonu sadece m. triceps surae tarafından yapılabilirdi. Ayak birçok eklemden oluşması nedeni ile elastik bir yapıya sahiptir, bu nedenle her türlü yüzeye uyabilir. Ayrıca fleksör kaslar ve ayak tabanındaki kısa kaslar da kontraksiyonları ile ayağın ön kısmına etki ederek, vücudun ön tarafa itilmesinde m. triceps surae'ye yardım ederler (53).

Ayak gibi, küçük parçalardan oluşan bir yapı, ancak kemer şeklinde dizildiğinde yük taşıyabilir. Ayakta doğumdan itibaren üç kemer görülür: medial longitudinal, lateral longitudinal ve transvers kemer. Ayağın bu şeklinden dolayı vücut ağırlığı yere basan ayakta arkada topuğa, önde ise altı noktaya gelir. Bu altı nokta birinci metatarsal kemiğin başının altında bulunan iki sesamoid kemikle, diğer dört metatarsal kemiğin başlarıdır. Ayağın kemerini koruyan üç ana unsur vardır. Bunlar; kemiklerin şekli, kuvvetli bağlar ve kas tonusudur. Özellikle kilolu ve ağır yük taşıyan şahısların, uzun süre ayakta hareketsiz durmaları sonucunda, ayak

kubbesini oluşturan kemikleri aşırı zorlanır. Bunun sonucu olarak da, bağları gevşeyerek ayak tabanı çökmesi ve düztabanlık gelişir. Atletler, nöbet tutan askerler veya hemşireler gibi uzun süre ayak kubbesini zorlayan şahıslarda bu durum görülebilir. Böyle riski olanların, ayak kubbesini destekleyen kaslarına uygun egzersizler yaptırmak suretiyle kas tonuslarını arttırmaları gerekir (53).

YÜRÜME SIRASINDA AYAĞIN FONKSİYONU

Ayak fonksiyonel anatomisini anlamak için öncelikle yürüme mekanizmasını detaylı olarak anlamak gerekir. Yürüme basma (%60) ve salınım olarak iki fazda incelenir. 8 adet fazı vardır. Normal hızımız ortalama 80m/dk'dır. Normal yürümenin %20 sinde her iki ayakta basma fazındadır (birisi topuk teması, diğeri parmak kalkışı). Fakat basma ortası fazında sadece tek ayak basmaktadır. Koşarken ise hiç iki ayağın basma fazında olduğu bir durum görülmez (15). Perry tarafından 1992 yılında tanımlanan "rocker" teorisi ile yürüme sırasında ayağın hareketi de değerlendirilmektedir (15). Bu teoriye göre 1. rocker sırasında topuk vuruşundan sonra ön-ayağı zemine değdirmek için ayakbileği plantarfleksiyon yapar. Burada bacak anterior kompartman kasları özellikle medial kuneiform ve 1. metatars ucuna yapışan tibialis Anterior kası rol oynar. İkinci rocker 'da ise vücudun ağırlık merkezi hattının öne doğru ilerlemesi ile ayak bileği dorsifleksiyonu olur. Ayak burada zemine uyum sağlayabilmek adına esnek olmalıdır. İkinci rocker'da mid-stance pozisyonunda subtalar eklem parmak kalkışı fazındaki güç aktarımı için gerekli olan rijiditeyi sağlamak adına invert pozisyona gelir. Burada inversiyonu sağlayan en güçlü kas tibialis posterior kasıdır. Ayağın en güçlü evertörleri olan peroneus longus ve brevis kasları ise tibialis posterior kasına antagonist çalışarak bunu dengeler (15).

Son olarak 3. rocker da ise parmak kalkışı fazı için metatarsofalengeal (MTF) eklemler dorsifleksiyona gelir. Burada "windlass mekanizması" aktiflenir, plantar fascia adeta bir manivelaya dönüşerek zeminde itici gücü oluşturmaya üzere gerilir. Bu sırada intrinsik ve ekstrinsik plantarfleksör kaslar zıt çalışarak dengeyi sağlar (15).

Bu esnada tibiotalar eklemlerinde anatomik olarak Talus'un anterior kısmının daha geniş olması dorsifleksiyon sırasında eklem kemiksel bir stabilite

sağlar. İkinci rocker'da dorsifleksiyon sırasında plantarfleksiyonda mediale temas etmiş olan önayak hafifçe laterale kayar. Normalde 10-20 derece dorsiflexion, 25-30 derece plantarflexion yapan ayak bileği eklemi tam dorsifleksiyonda iken 11 dereceye kadar tibial iç-rotasyona izin verir. Fakat toe-off fazında 19 derecelik iç rotasyona ihtiyaç duyarız. Bu yüzden normal yürüme fonksiyonu için subtalar eklem gereklidir. Konjenital olarak kapalı subtalar eklemi olan kişilerde normal yürüme için AB eklemi remodellinge uğrar (15).

Ayakbileği ile Subtalar eklem arasındaki bu ilişki "mitred hinge" prensibi ile açıklanır. Tibianın rotasyonu önayakta subtalar ve tarsal eklemlerin kombine hareketi sayesinde supinasyon-pronasyona dönüşür. Buna göre dış rotasyon subtalar eklemde supinasyona, iç rotasyon ise pronasyona neden olur. Normalde subtalar eklem 20 derece inversiyona, 5 derece eversiyona sahiptir. Bu durum düztabanlığa sahip kişilerde 12 dereceye kadar düşebilir. Normal ayakta her 1 derecelik rotasyon 1 derecelik supinasyon veya pronasyona sebep olurken, düztabanlığı bulunanlarda 1 dereceden daha fazla supinasyon veya pronasyona sebep olur. Diğer taraftan subtalar eklemde postür bozukluğu bulunan kişilerde bu rotasyonel mekanizma bozulacağı için özellikle diz olmak üzere alt ekstremitenin yük taşıyan eklemleri bu değişiklikten etkilenmektedir (15).

Midtarsal eklem hareketi yürüme sırasındaki orta ayaktaki esneklik ve rijitlik arasında anahtar rol oynar. Yapısı gereği tam kapalı zincirde (basma ortası ve parmak kalkışı arasında) subtalar eklem invert olduğu zaman rijit hale gelerek ön ayağa yük aktarımını sağlar. Burada subtalar, midtarsal ve 1. MTF eklemlerinin oluşturduğu, gerçek bir eklem değil çok fonksiyonel bir eklem olan "first-ray" rol oynamaktadır. Bunun sebebi diğer ayak salınımda olduğu için yük altında olan ayakta basma ortası fazından sonra hafif eksternal rotasyon oluşmasıdır ve sonuçta subtalar eklem supinasyona (inversiyona) gelir. Yürüyüşün ilk basamağı olan topuk vuruşundan sonra oluşan zemin reaksiyon kuvveti sonucunda subtalar eklem birden pronasyona gelerek esnek hale gelir ve zemine yayılarak uyum sağlar. Basma fazının ilk %15'lik kısmında tibia internal rotasyona gelerek bu esneklik durumu devam eder (15).

Ön ayağa baktığımızda normalde 30 derecelik plantarflexiyona ve 90 derece dorsiflexiona sahip olan 1. MTF eklemi normal bir parmak kalkışı fazı için tam olarak açık ve ağrısız bir dorsifleksiyona ihtiyaç duyar. Parmak kalkışı fazı sırasında metatarsal başlarının pozisyonu "kırılma" olarak bilinir ve 50-70 derece civarındadır. Bu hattı tabanlılık kullananlarda gözlemleyebilirsiniz. Bu hareket 3.rocker için gereklidir. Bu sırada normalde proksimal falanks metatarsal başı deprese eder ama halluks valgus gibi deformitelere bu bozulmuştur ve azalmıştır. Bu yüzden bu hastalarda oluşan yük diğer metatarsal başlara binerek kallus veya deformitelere yol açar (55).

III. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma için Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden etik kurul onayı ve çalışmaya katılanlardan bilgilendirilmiş onam formu alındı. Çalışma Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak yapıldı.

Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniklerine diz ağrısı şikayeti ile başvuran, Amerikan Romatoloji Birliği (ACR) klinik ve radyolojik kriterlerine göre (Tablo 1) primer diz osteoartriti tanısı koyulan toplam 164 gönüllü hasta çalışmaya dâhil edildi. Polikliniğe başvuran ve katılım kriterlerini karşılayan her hasta sırasıyla çalışmaya alındı. Hastaların demografik, klinik, fonksiyonel ve pedobarografik verileri kesitsel olarak bir kez değerlendirildi.

Bilgilendirildikten sonra çalışmaya katılmayı kabul etmemiş olanlar, alt ekstremitede amputasyonu mevcut olanlar, alt ekstremitelerde belirgin nörolojik defisiti olanlar, romatoid artrit veya diğer inflamatuvar artrit hastası olanlar, felç geçirmiş olanlar, alt ekstremitede geçirilmiş fraktür, travma ve ameliyat öyküsü olanlar, aktiviteyi engelleyici kardiyovasküler, nörolojik veya başka kas-iskelet şikayeti mevcudiyeti olanlar, yürüme güçlüğü çekiyor olanlar çalışmaya dâhil edilmedi.

Fizik Muayene, Demografik ve Klinik Değerlendirme:

Gönüllü hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, hastalık süresi, ailede öyküsü), fizik muayene özellikleri (boy, kilo, beden kitle indeksi-VKI) hasta dosyalarına kaydedildi. Hastaların tamamına pedobarografi yapıldı, Olguların her iki ayağı ayrı ayrı değerlendirildi. İncelemede parmak deformiteleri, kallosite varlığı not edildi. Hastaların her iki ayak bileği plantar fleksiyonu, dorsifleksiyonu, 1. Metatarsofalengeal eklem fleksiyon ve ekstansiyonu inklinometre kullanılarak 3 kez ölçülüp ortalaması kaydedildi (Resim 1).



Resim 1. İnklinometri ile eklem hareket açıklığı ölçümü

Bütün hastalar Kellgren-Lawrence (K-L) radyolojik skor değerlendirme skalasına (Tablo 2) göre sınıflandırıldı. Kellgren-Lawrence radyolojik skor değerlendirme skalası diz eklemine osteoartritin tanımlanması ve derecelendirilmesinde kullanılan artroskopik validasyonu yapılmış, klinik ve epidemiyolojik çalışmalarda uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan güvenilir, pratik bir değerlendirme ve evreleme skalasıdır (46,55).

Klasik yöntemlerle subtalar eklem hareket açıklığının objektif bir ölçüm yöntemi mevcut olmadığı için subtalar eklem pozisyonu dahil olmak üzere ayak postürleri ve naviküler düşmesi ayak postürü indeksi FPI ile değerlendirildi. FPI ayak postürünü değerlendirmede kullanılan, geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmış, pratik, güvenilir bir değerlendirme yöntemidir (24,26,56–58). FPI değerlendirmesi, hasta rahat bir şekilde her iki ayağını yere basarak ayakta durur pozisyondayken yapılır. Her iki ayak ayrı ayrı değerlendirilir. Ön ayak ve arka ayakta bulunan toplam 6 noktanın her birine pozisyonuna göre -2 ile +2 arasında puanlar verilmesi ve sonuçta tüm puanların toplanması sonucunda ayağın nötral, supinasyonda veya pronasyonda olup olmadığı değerlendirilir. Basit olarak her bir nokta için -2 değeri aşırı supinasyon, +2 değeri ise aşırı pronasyon için olası bir işaret olarak değerlendirilirken, 0 değeri nötral pozisyonu göstermektedir (56).

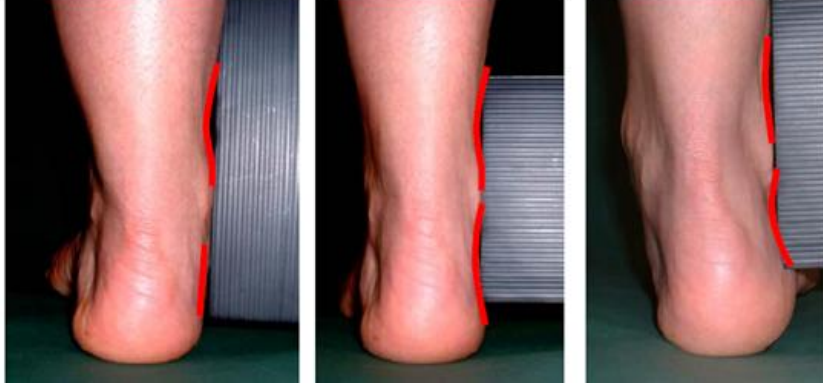
FPI değerlendirmesinin birinci basamağında Talus başı ayak bileğinin ön kısmından, malleollerin altından palpe edilmeye çalışılır. Eğer Talus başı ayak bileğinin lateral bölgesinde palpe ediliyor fakat medial bölgede hiç

palpe edilemiyor ise -2, eğer ayak bileğinin lateral bölgesinde belirgin olarak palpe edilebiliyorken, medial bölgede çok az palpe edilebiliyorsa -1, hem medial hem lateral tarafta eşit olarak palpe edilebiliyorsa 0, ayak bileğinin medial bölgesinde belirgin olarak palpe edilebiliyorken, lateral bölgede çok az palpe edilebiliyorsa +1, ayak bileğinin medial bölgesinde palpe ediliyor fakat lateral bölgede hiç palpe edilemiyor ise +2 olarak puanlandırılır (Resim 2) (56).



Resim 2. Talus başı palpasyonu

İkinci basamak lateral malleolün üst ve alt tarafındaki kurvatürlerin gözlenmesidir. Normal postüre ve nötral ark yapısına sahip bireylerde bu kurvatürler eşit konkavlıktadır. Eğer malleolün altındaki kurvatür düzleşmiş veya konveks bir şekle gelmiş ise -2, üstteki kurvatüre göre alt kurvatürün konkavlığı azalmış ise -1, her iki kurvatür eşit konkavlığa sahip ise 0, alttaki kurvatür üst kurvatüre göre konkavlığı artmış ise +1, alt kurvatürün konkavlığı üsttekine göre belirgin artmış ise +2 olarak puanlandırılır. Alt ekstremitede aşırı ödem veya obez hastalarda bu değerlendirme göz ardı edilebilir(Resim 3) (56).



Resim 3. Lateral malleolün üst ve alt tarafındaki kurvatürlerin gözlenmesi

Üçüncü basamakta kalkaneusun frontal pozisyonda inversiyon veya eversiyon postürü değerlendirilir. Gözleme dayalı olan bu değerlendirmeye göre ayağın uzun aks çizgisine göre kalkaneus görece olarak eğer 5 dereceden fazla invert (varus) pozisyonunda ise -2, 0 ile 5 derece arasında inversiyonda ise -1, uzun aks çizgisi ile aynı hatta ise 0, 0 ile 5 derece arası eversiyonda (valgus) ise +1, 5 dereceden fazla eversiyonda ise +2 olarak puanlandırılır(Resim 4) (56).



Resim 4. Kalkaneusun frontal pozisyonda inversiyon veya eversiyon postürü

Dördüncü basamakta talonavikuler eklem(TNE) dıştan görünümüne bakılır. Değerlendirmeye göre TNE bölgesi belirgin konkav ise -2, çok belirgin olmasa da konkav bir görünümde ise -1, düz bir yapıda ise 0, konveks bir şekilde kabarıklık varsa +1, belirgin bir konvekslik ve kabarıklık varsa +2 olarak puanlandırılır(Resim 5) (56).



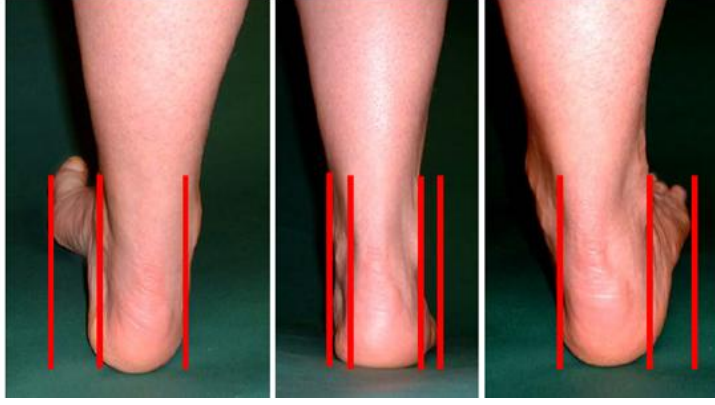
Resim 5. Talonavikuler eklemin(TNE) dıştan görünümü

Beşinci basamakta medial longitudinal arkın yüksekliği dışarıdan gözlemsel olarak değerlendirilir. Eğer ark belirgin olarak çok yüksek ise -2, yüksekliği normale göre biraz artmış ise -1, normal yükseklikte ise 0, arkın yüksekliği azalmış ve biraz düzleşme başlamış ise +1, belirgin bir düzleşme ve yer ile tam bir temas var ise +2 olarak puanlandırılır(Resim 6) (56).



Resim 6. Medial longitudinal arkın yüksekliği dışarıdan gözlemsel olarak değerlendirilmesi

Altıncı ve son basamakta ise önayağın arka ayağa göre abduksiyon veya adduksiyonda olup olmadığına bakılır. Bu değerlendirme rutin ayak muayenesinde “çok parmak işareti” olarak bilinir. Değerlendirilen hastaya arkadan topuğun uzun aks çizgisine dik olarak bakıldığında göre önayakta lateral parmakların hiçbirisi görülmüyor fakat medial parmaklar açık bir şekilde seçiliyorsa -2, lateral parmaklar görülebilir ama medial parmaklar daha iyi ve net görülüyorsa -1, hem lateral hem medial parmaklar eşit bir şekilde görülüyorsa 0, medial parmaklar görülebilir ama lateral parmaklar daha iyi ve net görülüyorsa +1, medial parmakların hiçbirisi görülmüyor fakat lateral parmaklar açık bir şekilde seçiliyorsa +2 olarak puanlandırılır(Resim 7) (56).



Resim 7. Önayağın arka ayağa göre pozisyonu

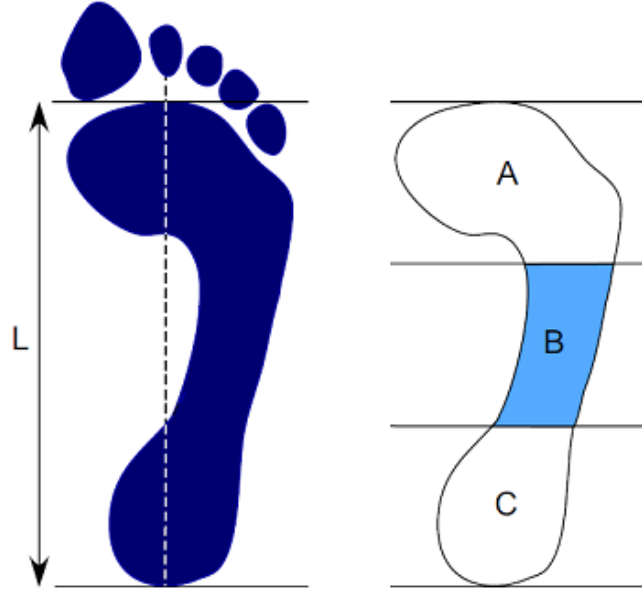
Değerlendirme sonucunda toplam puan -12 ile +12 arasındadır (Tablo 3). Nötral pozisyon olan 0'dan -12'ye doğru gidildikçe supinasyon postürünü, 0'dan +12'ye doğru gidildikçe pronasyon postürünü göstermektedir.

Tablo 3. Ayak Postür İndeksi (FPI)

		DÜZLEM	Sol	Sağ
			-2 ile +2	-2 ile +2
ARKA AYAK	Talus başı palpasyonu	Transverse		
	Lateral malleolün üst ve altındaki kavisler	Frontal/ transvers		
	Kalkaneusun inversiyon veya eversiyonu	Frontal		
ÖN AYAK	Talonavikuler eklem bölgesinde kabarıklık-çıkıntı	Transvers		
	Medial longitudinal arkın yükseklik ve düzeni	Sagital		
	Önayağın arkaayağa göre abduksiyon veya adduksiyonu	Transvers		
Toplam				

Hastaların ayak postür değerlendirmesi amacı ile ayrıca ark indekslerine (AI) bakıldı. Hastaların AI değerleri Pedobarografi cihazı kullanılarak dinamik yürüme sırasındaki ayak izi kullanılarak ölçüldü. Buna göre ayak izi eşit 3 parçaya bölündü. Orta parçanın alanı toplam ayak alanına bölündüğünde

ortaya çıkan değer AI olarak değerlendirildi. Yüksek AI değerleri düşük ark yapısını göstermekteydi (24) (Şekil 3).



Şekil 4. Ark indeksin ölçümü: Ayak izi uzunluğuna 3 eşit parçaya bölünür. Ark indeks ortada kalan alanın toplam alana bölünmesiyle hesaplanır (AI: $B/(A+B+C)$)

Bütün hastaların spesifik sağlık durumu Western Ontario and McMaster Üniversitesi Osteoartrit indeksi (WOMAC) ile değerlendirildi. WOMAC diz veya kalça osteoartrit hastalarında yaygın olarak kullanılan, validasyonu yapılmış, hastanın kendi kendine uygulayabileceği hastalığa spesifik sağlık durum ölçütüdür (27). Form üç bölümden (ağrı, tutukluluk-sertlik, fiziksel fonksiyon) ve 24 sorudan oluşmaktadır. Yüksek WOMAC değerleri ağrı ve tutuklulukta artışı, fiziksel fonksiyonda bozulmayı gösterir.

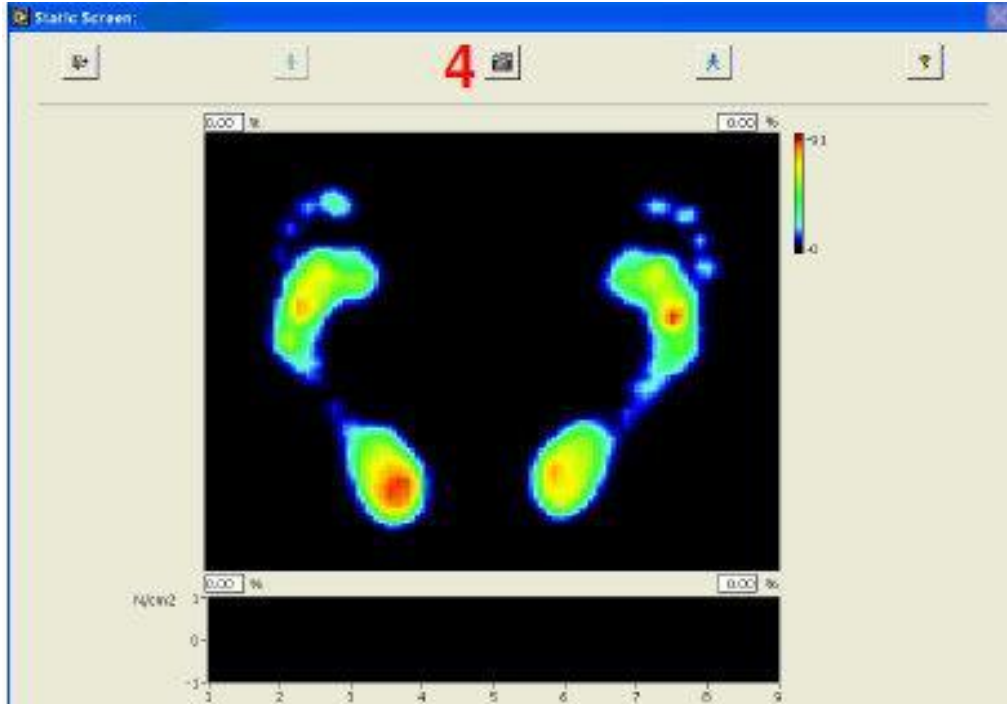
Bütün hastaların fonksiyonel yetileri ise Lequesne indeksi ile değerlendirildi. Lequesne indeksi osteoartritli hastalarda ağrı, maksimum yürüme mesafesi ve günlük yaşam aktivitelerini değerlendiren hastalığa spesifik bir değerlendirme ölçütüdür (27). Maksimum puan 24 üzerinden değerlendirme yapılır. Yedi ve altındaki değerler hafif /orta, 8-13 arasındaki değerler ciddi, 14 ve üzerindeki değerler ise yüksek/aşırı ağrı artışı ve fonksiyonel durum bozukluğunu göstermektedir

Pedobarografik Ölçümler:

Olguların ayak taban basınçlarının ölçümü RsScan International marka pedobarografi cihazı (1m, 3D Scientific+Balance software model) ile yapıldı.

Bu sistem statik (ayakta) ve dinamik (yürürken) olarak ayak tabanı basınçlarının ölçümünü yapmaktadır. Cihazın basınç ölçüm platformu 1068x418x12 mm büyüklükteki genel çerçeve içerisinde 975x325 mm algılayıcı alan içermekte, toplam 8192 algılayıcı içermekte, her cm^2 'ye 4 algılayıcı düşmektedir. Frekansı 500 Hz, basınç aralığı 0-200 N/cm^2 , ısı aralığı $15^\circ\text{-}40^\circ\text{ C}$, bağlantı gücü 220/110 voltur.

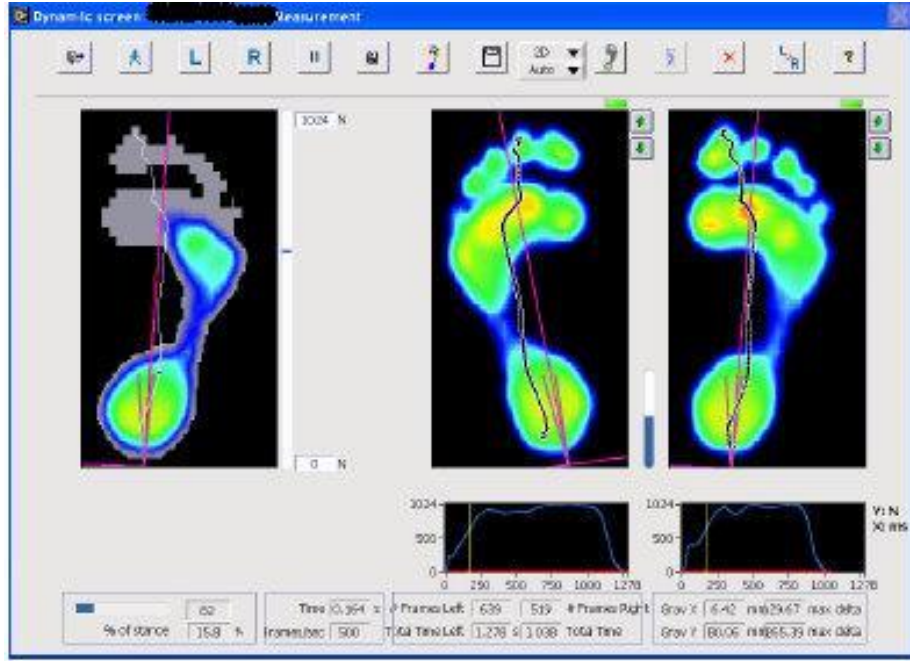
Statik değerlendirme yaparken, vücut ağırlığını platform üzerinde belirli bir tarafa yönlendirmemeleri için, sorulan sorularla olguların dikkatleri dağıtıldı. Dengeli bir değerlendirme için, duvarda sabit bir noktaya bakmaları istendi. Platform üzerinde ayakta dururken, iki ayak arası mesafe ortalama 8 cm olarak belirlendi. Değerlendirme her iki ayak için aynı anda yapıldı. Statik değerlendirmede N/cm^2 cinsinden ayrıntılı olarak yedi ayrı bölgeden (topuk-medial, topuk-lateral, orta ayak, önayak-medial, önayak-orta, önayak-lateral, başparmak) maksimum basınç ölçümleri, ayağın ön ve arka bölümü maksimum basınç değerleri değerlendirildi (şekil 4).



Şekil 5: Statik değerlendirme

Dinamik değerlendirme için, olgudan normal yürüme hızının oluşması için 30 metre uzunluğundaki bir alanda birkaç dakikalık yürüyüş sonrasında bir metrelik tartan piste geldiğinde normal yürümesine devam etmesi ve normal

adım ile basınç platformuna basması istendi. Olgulardan platform üzerinde hareketsiz durma veya platforma yanlış basma durumlarında tekrar yürümleri istendi. Ölçümler her iki ayak için 10 kez yapıldı. Pedobarografik analizler olarak dinamik ölçümde ayrıntılı olarak yedi ayrı bölgeden (topuk-medial, topuk-lateral, orta ayak, önyak-medial, önyak-orta, önyak-lateral, başparmak) ayak tabanı (plantar) pik basınç değerleri ve plantar basıncın pik değere ulaşma hızını gösteren pedobarografik yük hızı değerlendirmeleri kullanıldı. (şekil 5).



Şekil 6: Dinamik değerlendirme

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde SPSS 15.0 Windows paket programı kullanıldı. Değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile analiz edildi. Değişkenler normal dağılım gösterdiği için istatistiksel testlerden uygun olan parametrik testler yapıldı. İkili grup kıyaslamalarında independent sample t testi kullanıldı. üç ve daha fazla grup kıyaslamalarında one way ANOVA testi yapıldı. Anlamli saptanan değerler için post hoc tukey testi yapıldı. Sayısal değişkenler arasındaki ilişkinin saptanması için pearson korelasyon analizi kullanıldı. Tüm testler için $P < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

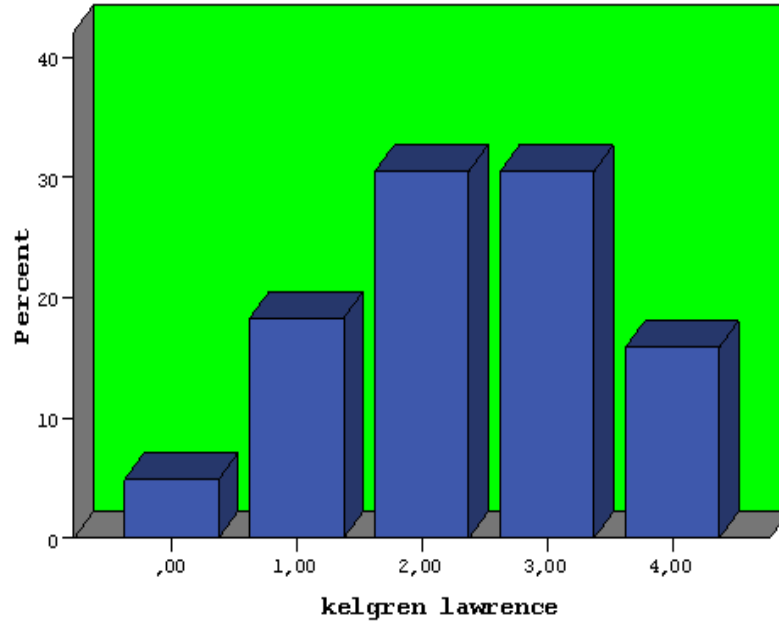
IV. BULGULAR

Çalışmaya Celal Bayar Üniversitesi Hafsa Sultan Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim dalına bağlı polikliniklere başvuran ve çalışmaya katılmayı kabul eden 164 hasta başvuru sırasıyla dahil edildi.

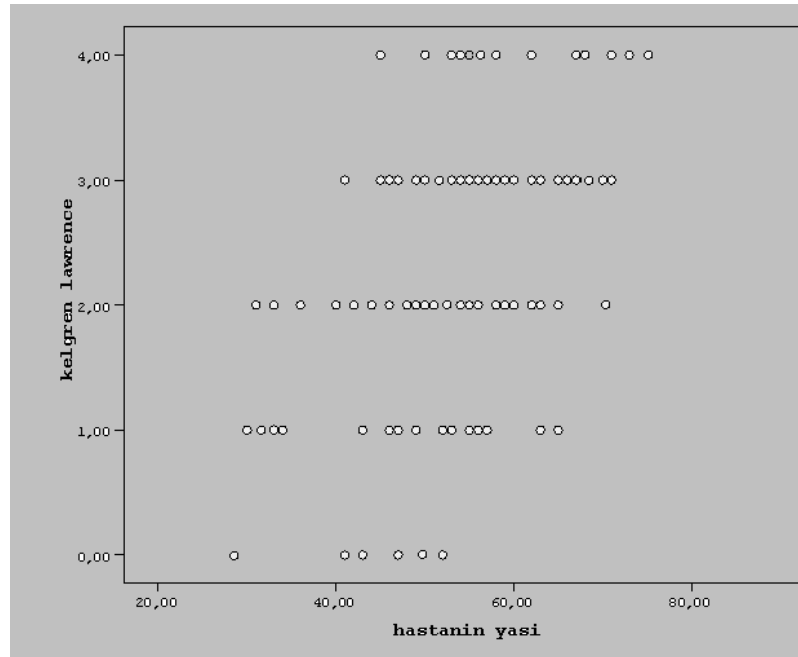
Çalışmaya 120 (%73,2) kadın 44 (%26,8) erkek hasta katıldı. Hastaların ortalama yaşları (\pm standart sapma: SS) $52,62 \pm 12,11$ yıl idi. Ortalama VKİ $30,35 \pm 5,01$ kg/m^2 idi. Hastaların K-L evreleri, WOMAC (ağrı-tutukluluk-fiziksel fonksiyon), Lequesne ölçek değerlendirmeleri, ayak EHA ölçümleri ve ayak postürünün belirlenmesi amacı ile yapılan Ayak Postür İndeksi (FPI) ve Ark İndeksi (AI) değerlendirmeleri tablo 4’de gösterilmiştir. Hastaların K-L evreleri dağılımı şekil 5’de gösterilmiştir. Hastaların yaşı ile K-L evreleri arasında pozitif yönde korelasyon saptandı ($r=-0,347$ ve $p=0,00$) (şekil 6).

Tablo 4. Hastaların K-L evreleri, WOMAC (ağrı-tutukluluk-fiziksel fonksiyon), Lequesne ölçek değerlendirmeleri ve ayak EHA ölçümleri

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Kelgren Lawrence Evresi	164	0,00	4,00	2,3415	1,09902
Kelgren Lawrence Evresi	164	0,00	4,00	2,3415	1,09902
LEQUESNE	164	4,00	15,00	9,4878	2,17201
WOMAC-ağrı	164	2,00	8,50	5,0366	1,51228
WOMAC-tutukluluk	164	0,00	8,00	4,3049	1,50001
WOMAC-fiziksel fonksiyon	164	2,50	8,50	4,9396	1,29829
Ayakbileği dorsifleksiyonu	164	5,00	30,00	18,5366	6,30842
MTF dorsifleksiyonu	164	5,00	90,00	59,3415	16,28897
Ayak postür indeksi (FPI)	164	0,00	9,00	3,5732	2,41433
Ark indeks (AI)	164	0,17	0,37	,2725	,03348



Şekil 7. Hastaların Kelgren Lawrence Evresi Dağılımı



Şekil 8. Hastaların Yaşa Göre Kelgren-Lawrence Evrelerinin Dağılımı

Hastalara yapılan pedobarografik değerlendirme sonuçları tablo 5, 6 ve 7'de özetlenmiştir.

Tablo 5: Hastaların dinamik pedobarografik değerlendirme sonuçları

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Dinamik topuk medial basıncı	164	41,00	264,00	135,0841	44,62514
Dinamik topuk lateral basıncı	164	35,00	260,00	121,0201	46,99955
Dinamik orta ayak basıncı	164	0,00	260,10	42,4811	38,91747
Dinamik ön ayak medial basıncı	164	11,00	348,00	102,9238	64,56668
Dinamik ön ayak orta basıncı	164	56,00	395,00	183,9268	68,81869
Dinamik ön ayak lateral basıncı	164	19,00	507,00	127,5854	87,85191
Dinamik başparmak basıncı	164	0,00	362,00	134,9750	74,95036

Tablo 6: Hastaların pedobarografik ayak yük hızları

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Topuk medial yüklenme hızı	164	0,47	13,81	3,0737	2,32822
Topuk lateral yüklenme hızı	164	0,25	26,41	4,3174	4,30125
Orta ayak yüklenme hızı	164	0,00	1,42	0,2777	0,25003
Ön ayak medial yüklenme hızı	164	0,03	1,33	0,3168	0,21910
Ön ayak orta yüklenme hızı	164	0,09	1,16	0,4157	0,18010
Ön ayak lateral yüklenme hızı	164	0,03	1,41	0,3593	0,24320
Başparmak yüklenme hızı	164	0,00	1,70	0,5071	0,32129

Tablo 7: Hastaların statik pedobarografik değerlendirmeleri

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Statik topuk medial basıncı	164	30,00	100,00	78,5732	12,83308
Statik topuk lateral basıncı	164	50,00	100,00	76,4146	10,55509
Statik topuk basıncı	164	50,00	100,00	82,2744	11,55479
Statik orta ayak basıncı	164	1,00	85,00	36,8476	18,45425
Statik ön ayak medial basıncı	164	6,00	80,00	41,0793	13,81605
Statik ön ayak orta basıncı	164	20,00	90,00	51,0427	12,86282
Statik ön ayak lateral basıncı	164	20,00	100,00	46,1220	13,16054
Statik Başparmak basıncı	164	1,00	70,00	25,9634	16,78770

Çalışmaya alınan kadınların VKİ'i erkeklerden daha yüksek olarak saptandı ($p < 0,001$). Cinsiyet değişkenine göre hastaların K-L evresi değerlendirmesinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Lequesne ve WOMAC (ağrı-tutukluluk-fiziksel fonksiyon) değerlendirmelerinde ise Lequesne ve WOMAC-ağrı skoru kadınlarda

erkeklerden daha yüksek saptandı (sırasıyla $p=0,004$ ve $p=0,011$). Bulgular tablo 8'te gösterilmiştir.

Tablo 8: Cinsiyet değişkenine göre hastaların klinik özelliklerinin kıyaslanması

	Ortalama \pm standart sapma		p
	Kadın	Erkek	
Hastanın yaşı	53,56 \pm 10,68	50,04 \pm 15,21	0,099
VKI	31,31 \pm 4,52	27,73 \pm 5,38	0,000
K-L evresi	2,40 \pm 1,04	2,15 \pm 1,21	0,199
LEQUESNE	9,78 \pm 2,08	8,68 \pm 2,22	0,004
WOMAC-ağrı	5,21 \pm 1,46	4,54 \pm 1,54	0,011
WOMAC-tutukluluk	4,43 \pm 1,38	3,95 \pm 1,73	0,070
WOMAC-fiziksel fonksiyon	5,03 \pm 1,28	4,68 \pm 1,31	0,131

Hastaların cinsiyetlerine göre fizik muayene bulguları kıyaslandığında ayak bileği dorsifleksiyonları erkeklerde kadınlardan daha yüksek saptandı ($p=0,026$) diğer bulgularda bir fark saptanmadı ($p>0,05$; Tablo 9).

Tablo 9: Cinsiyet değişkenine göre hastaların fizik muayene bulgularının kıyaslanması

	Ortalama \pm standart sapma		p
	Kadın	Erkek	
Ayakbileği dorsiflek	17,87 \pm 6,32	20,34 \pm 5,97	0,026
MTF dorsiflek	58,22 \pm 16,79	62,38 \pm 14,56	0,148
Ayak postür indeksi (FPI)	3,35 \pm 2,25	4,15 \pm 2,74	0,060
Ark indeks (AI)	0,27 \pm 0,03	0,27 \pm 0,03	0,871
Ayak eksen açısı	13,74 \pm 7,75	15,07 \pm 8,60	0,345

Kadın ve erkekler arasında dinamik plantar basınç değerleri arasında bir fark saptanmadı ($p>0,05$; Tablo 10).

Tablo 10: Cinsiyet değişkenine göre hastaların dinamik plantar basınç değerlerinin kıyaslanması

	Ortalama ± standart sapma		p
	Kadın	Erkek	
Dinamik topuk medial basıncı	134,35±44,77	137,07±44,67	0,730
Dinamik topuk lateral basıncı	119,39±44,42	125,44±53,71	0,467
Dinamik orta ayak basıncı	40,88±33,11	46,84±51,77	0,387
Dinamik ön ayak medial basıncı	105,16±64,77	96,81±64,34	0,465
Dinamik ön ayak orta basıncı	187,34±70,63	174,60±63,44	0,295
Dinamik ön ayak lateral basıncı	122,24±79,65	142,15±106,76	0,199
Dinamik başparmak basıncı	140,26±78,31	120,55±63,48	0,136

Kadın ve erkeklerin yük hızı kıyaslamalarında ise orta ayak yük hızları kadınlarda erkeklerden daha yüksek olarak saptandı ($p=0,036$). Diğer bulgularda ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (Tablo 11).

Tablo 11: Cinsiyete göre hastaların pedobarografik yük hızlarının kıyaslanması

	Ortalama ± standart sapma		p
	Kadın	Erkek	
Topuk medial yüklenme hızı	3,23±2,54	2,62±1,54	0,134
Topuk lateral yüklenme hızı	4,44±4,49	3,97±3,73	0,542
Orta ayak yüklenme hızı	0,28±0,25	0,26±0,24	0,589
Ön ayak medial yüklenme hızı	0,32±0,19	0,30±0,27	0,718
Ön ayak orta yüklenme hızı	0,43±0,18	0,36±0,15	0,036
Ön ayak lateral yüklenme hızı	0,36±0,25	0,34±0,20	0,610
Başparmak yüklenme hızı	0,52±0,33	0,46±0,29	0,273

Hastaların cinsiyetlerine göre statik pedobarografik değerlendirmelerinde ise bütün parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 12).

Tablo 12: Cinsiyete göre hastaların statik pedobarografik verilerinin kıyaslanması

	Ortalama ± standart sapma		p
	Kadın	Erkek	
Statik topuk medial basıncı	79,15±13,48	77,00±10,85	0,343
Statik topuk lateral basıncı	76,65±10,49	75,77±10,80	0,639
Statik topuk basıncı	82,66±11,20	81,20±12,52	0,474
Statik orta ayak basıncı	37,55±18,46	34,93±18,50	0,424
Statik ön ayak medial basıncı	39,90±13,38	44,27±14,61	0,073
Statik ön ayak orta basıncı	50,92±13,23	51,36±11,92	0,847
Statik ön ayak lateral basıncı	46,35±13,67	45,50±11,75	0,715
Statik Başparmak basıncı	26,26±16,55	25,31±17,59	0,767

Hastaların K-L evresi ile FPI, AI, 1. MTF ve ayak bileği eklem hareket açıklıkları arasındaki ilişkilere bakıldığında, K-L evrelerinin; ipsilateral ve kontralateral ayaktaki FPI ve AI ile pozitif yönde korelasyon gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca hem ipsilateral ($r=-0,244$ ve $p=0,002$) hem de kontralateral ayakta 1.MTF dorsifleksiyonunun ($r=-0,254$ ve $p=0,001$) K-L evresi ile negatif yönde korelasyon gösterdiği saptanmış olup ($p<0,05$) bulgular tablo 13 ve 14'de gösterilmiştir.

Tablo 13: Hastaların Kelgren Lawrence Evresi ile ayak postür indeksi ve ark indeks arasındaki ilişki

		ipsilateral ayak FPI	kontralateral ayak FPI	ipsilateral ayak AI	kontralateral ayak AI
Kelgren Lawrence Evresi (K-L)	r	0,471**	0,409**	0,216**	0,201*
	p	0,000	0,000	0,005	0,010

r: pearson korelasyon katsayısı K-L:kelgren Lawrence evresi, FPI; ayak postür indeksi, AI; ark indeksi, * $p<0,05$ ** $p<0,01$

Tablo 14: Hastaların Kelgren Lawrence Evresi ile 1. MTF eklemi ve ayak bileği eklemi dorsifleksiyonu arasındaki ilişki

		ipsilateral 1. MTF eklem DF	kontralateral 1. MTF eklem DF	ipsilateral ayak bileği DF	kontralateral ayak bileği DF
Kelgren Lawrence Evresi (K-L)	r	-,244	-,254	-,045	-,0,20
	p	,002	,001	,566	,795

r: pearson korelasyon katsayısı, DF;dorsifleksiyon, * $p<0,05$ ** $p<0,01$

Hastaların dinamik pedobarografik bulgularının yaş, VKİ, K-L evreleri, Lequesne ve WOMAC (ağrı-tutukluluk-fiziksel fonksiyon) indeksleri ile korelasyonu yapıldı. Hastaların dinamik orta ayak pik basınçları VKİ (r :pearson korelasyon katsayısı= $0,30$; $p<0,001$), kontralateral taraf diz K-L evresi ile ($r=0,30$ ve $p<0,001$), ipsilateral taraf diz K-L evresi ile ($r=0,26$ ve $p=0,001$), Lequesne skoru ile ($r=0,15$ ve $p=0,048$), WOMAC-ağrı ($r=0,21$ ve $p=0,006$) ve WOMAC-fiziksel fonksiyon ($r=0,21$ ve $p=0,007$) skorları ile pozitif yönde korelasyon göstermekteydi. Ön ayak medial kısım pik basıncı ise VKİ ($r=0,22$ ve $p=0,004$) ve Lequesne skoru ($r=0,17$ ve $p=0,032$) ile pozitif korelasyon göstermekteydi. Ön ayak orta kısım pik basıncı VKİ ile pozitif korelasyon göstermekteydi ($r=0,21$ ve $p=0,007$). Ön ayak lateral kısım pik basıncı VKİ ($r=0,16$ ve $p=0,048$), ipsilateral taraftaki dizin K-L evresi ile

($r=0,21$ ve $p=0,007$), kontralateral taraf dizin K-L evresi ile ($r=0,20$ ve $p=0,011$), Lequesne skoru ile ($r=0,17$ ve $p=0,032$), ve WOMAC-fiziksel fonksiyon ($r=0,20$ ve $p=0,009$) skorları ile pozitif yönde korelasyon göstermekteydi. Başparmak pik basıncı VKİ ($r=0,19$ ve $p=0,015$) ile pozitif yönde korelasyon göstermekteydi. Bulgular tablo 15 ve tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 15: Hastaların dinamik pedobarografik bulgularının yaş, VKİ ve K-L evreleri ile korelasyonu

Dinamik değerlendirme		Yaş	VKI	Ipsilateral diz K-L	Kontralateral diz K-L
Topuk medial basıncı	r	-,017	0,135	0,020	0,030
	p	0,829	0,085	0,796	0,705
Topuk lateral basıncı	r	0,115	0,137	0,087	0,122
	p	0,141	0,081	0,268	0,119
Orta ayak basıncı	r	-,006	0,295^{**}	,263^{**}	,296^{**}
	p	0,939	0,000	0,001	0,000
Ön ayak medial basıncı	r	0,151	0,222^{**}	0,064	0,059
	p	0,053	0,004	0,413	0,451
Ön ayak orta basıncı	r	-,050	0,211^{**}	0,034	0,037
	p	0,523	0,007	0,669	0,636
Ön ayak lateral basıncı	r	-,021	0,155^{**}	0,197^{**}	,210^{**}
	p	0,789	0,048	0,011	0,007
Başparmak basıncı	r	0,082	0,191[*]	-,004	-,017
	p	0,294	0,015	0,958	0,830

r: pearson korelasyon katsayısı K-L: Kelgren Lawrence evresi * $p<0,05$ ** $p<0,01$

Tablo 16: Hastaların dinamik pedobarografik bulgularının Lequesne ve WOMAC (ağrı-tutukluluk-fiziksel fonksiyon) indeksleri ile korelasyonu

Dinamik değerlendirme		Lequesne	WOMAC ağrı	WOMAC tutukluluk	WOMACfiziksel fonksiyon
Topuk medial basıncı	r	0,082	0,065	0,053	0,074
	p	0,298	0,411	0,499	0,346
Topuk lateral basıncı	r	0,087	0,142	0,119	0,076
	p	0,265	0,071	0,130	0,333
Orta ayak basıncı	r	0,154^{**}	0,215^{**}	0,136	0,211^{**}
	p	0,048	0,006	0,082	0,007
Ön ayak medial basıncı	r	0,167^{**}	0,105	0,062	0,137
	p	0,032	0,182	0,433	0,080
Ön ayak orta basıncı	r	-0,004	-0,045	0,013	-0,037
	p	0,958	0,570	0,866	0,634
Ön ayak lateral basıncı	r	0,167^{**}	0,101	0,047	0,204^{**}
	p	0,032	0,197	0,548	0,009
Başparmak basıncı	r	0,081	0,085	-0,036	0,054
	p	0,305	0,279	0,645	0,492

r: pearson korelasyon katsayısı * $p<0,05$ ** $p<0,01$

Hastaların pedobarografik yük hızları değerlendirmesinin yaş, VKİ, K-L evreleri, Lequesne ve WOMAC (ağrı-tutukluluk-fiziksel fonksiyon) indeksleri ile korelasyonunda medial topuk yük hızı VKİ ile ($r=0,23$ ve $p=0,003$), WOMAC -ağrı ($r=0,17$ ve $p=0,027$) ve WOMAC-fiziksel fonksiyon ($r=0,22$ ve $p=0,005$) skorları ile pozitif yönde korele bulundu. Lateral topuk yük hızı ise VKİ ile ($r=0,19$ ve $p=0,017$) pozitif yönde korele bulundu. Orta ayak yük hızı VKİ ($r=0,29$ ve $p<0,001$) kontralateral taraftaki diz ekleminin K-L evresi ($r=0,22$ ve $p=0,004$) ipsilateral taraftaki diz ekleminin K-L evresi ($r=0,18$ ve $p=0,023$) WOMAC-ağrı ($r=0,19$ ve $p=0,013$) ve WOMAC-fiziksel fonksiyon ($r=0,21$ ve $p=0,008$) skorları ile pozitif yönde korele bulundu. Ön ayak orta kısım yük hızı WOMAC-ağrı skorları ile pozitif yönde korele bulundu ($r=0,16$ ve $p=0,047$). Ön ayak lateral kısım yük hızı ($r=0,21$ ve $p=0,008$) ve ipsilateral taraftaki ayağın parmak yük hızı ($r=0,33$ ve $p<0,001$) VKİ ile pozitif korelasyon göstermekteydi. Bulgular tablo 17 ve 18’de gösterilmiştir.

Tablo 17: Hastaların pedobarografik yük hızlarının yaş, VKİ, K-L evreleri, ile korelasyonu

Yük hızları		Yaş	VKİ	ipsilateral diz K-L	kontralateral diz K-L
Topuk medial	r	0,130	0,228^{**}	0,128	0,131
	p	0,098	0,003	0,101	0,095
Topuk lateral	r	0,114	0,186[*]	-,060	-,039
	p	0,147	0,017	0,444	0,621
Orta ayak	r	0,113	0,287^{**}	0,178[*]	,224^{**}
	p	0,151	0,000	0,023	0,004
Ön ayak medial	r	0,092	0,137	0,097	0,101
	p	0,242	0,081	0,215	0,200
Ön ayak orta	r	-,062	0,147	-,087	-,064
	p	0,431	0,060	0,269	0,414
Ön ayak lateral	r	0,104	0,206^{**}	0,070	0,101
	p	0,185	0,008	0,374	0,196
Başparmak	r	0,044	0,331^{**}	0,032	0,055
	p	0,572	0,000	0,684	0,482

r: pearson korelasyon katsayısı K-L:kelgren Lawrence evresi * $p<0,05$ ** $p<0,01$

Tablo 18: Hastaların pedobarografik yük hızlarının Lequesne ve WOMAC indeksleri ile korelasyonu

Yük hızları		Lequesne	WOMAC ağrı	WOMAC tutukluluk	WOMAC fiziksel fonksiyon
Topuk medial	r	0,132	0,172	0,024	0,218 **
	p	0,093	0,027	0,758	0,005
Topuk lateral	r	0,022	-0,047	-0,051	-0,007
	p	0,777	0,554	0,518	0,931
Orta ayak	r	0,141	0,194	0,083	0,205 **
	p	0,072	0,013	0,290	0,008
Ön ayak medial	r	0,136	0,107	0,045	0,115
	p	0,083	0,174	0,571	0,143
Ön ayak orta	r	-0,047	-0,155	-0,034	-0,100
	p	0,549	0,047	0,662	0,202
Ön ayak lateral	r	0,089	0,022	0,025	0,097
	p	0,258	0,779	0,754	0,216
Başparmak	r	-0,045	0,000	-0,091	-0,006
	p	0,567	0,999	0,249	0,937

r: pearson korelasyon katsayısı *p<0,05 **p<0,01

Hastaların statik pedobarografik değerlendirmesinin yaş, VKİ, K-L evreleri, Lequesne ve WOMAC (ağrı-tutukluluk-fiziksel fonksiyon) indeksleri ile korelasyonuna bakıldığında VKİ ile statik medial topuk basıncının (r=0,17 ve p=0,026), orta ayak basıncının (r=0,30 ve p<0,001) ve ön ayak lateral kısım basıncının (r=0,17 ve p=0,027) pozitif korelasyon gösterdiği saptanmıştır (Tablo 19-20).

Tablo 19: Hastaların statik pedobarografik değerlendirmelerinin yaş, VKİ, K-L evreleri ile korelasyonu

Statik değerlendirme		yaş	VKİ	ipsilateral diz K-L	kontralateral diz K-L
Topuk medial	r	0,020	0,174	-0,046	0,040
	p	0,796	0,026	0,557	0,611
Topuk lateral	r	0,108	0,083	-0,087	-0,037
	p	0,168	0,293	0,269	0,637
Orta ayak	r	0,049	0,304 **	0,137	0,137
	p	0,531	0,000	0,080	0,080
ön ayak medial	r	0,043	0,012	-0,005	0,031
	p	0,581	0,878	0,945	0,690
ön ayak orta	r	0,106	-0,012	0,018	0,028
	p	0,177	0,880	0,814	0,722
ön ayak lateral	r	0,122	0,172	0,027	0,004
	p	0,119	0,027	0,729	0,961
Başparmaklar	r	0,133	-0,114	-0,014	-0,036
	p	0,089	0,147	0,859	0,651

r: pearson korelasyon katsayısı KL; kontralateral, İL; ipsilateral, K-L:kelgren Lawrence evresi *p<0,05 **p<0,01

Tablo 20: Hastaların statik pedobarografik değerlendirmelerinin Lequesne ve WOMAC indeksleri ile korelasyonu

Statik değerlendirme		Lequesne	WOMAC ağrı	WOMAC tutukluluk	WOMAC fiziksel fonksiyon
Topuk medial	r	-0,018	0,058	0,029	0,009
	p	0,821	0,458	0,708	0,911
Topuk lateral	r	-0,004	-0,054	-0,017	-0,048
	p	0,956	0,491	0,826	0,545
Orta ayak	r	0,119	0,148	0,027	0,126
	p	0,128	0,059	0,734	0,109
ön ayak medial	r	0,089	0,089	-0,027	0,149
	p	0,258	0,258	0,729	0,057
ön ayak orta	r	-0,016	0,092	0,015	0,048
	p	0,835	0,239	0,847	0,542
ön ayak lateral	r	0,010	0,066	-0,012	0,011
	p	0,895	0,399	0,880	0,894
Başparmaklar	r	0,099	0,009	0,060	0,152
	p	0,205	0,907	0,446	0,052

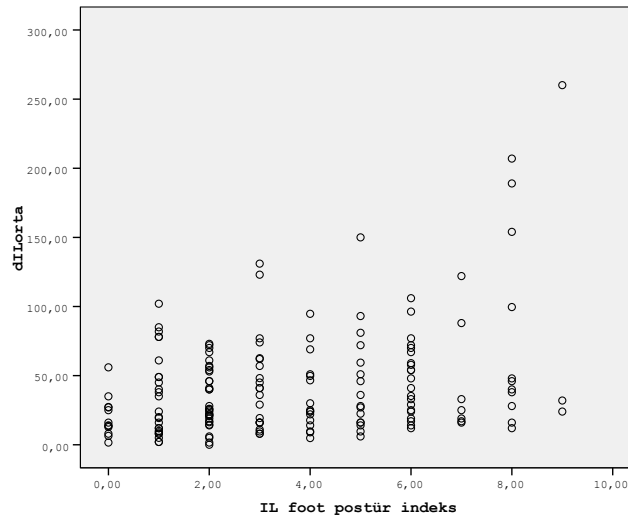
r: pearson korelasyon katsayısı *p<0,05 **p<0,01

Hastaların dinamik pedobarografik değerlendirmelerinin ayak postür indeksi (FPI) ve ark indeksi (AI) ile ilişkisine bakıldığında dinamik medial topuk pik basıncının ipsilateral taraftaki ayağın ark indeksi ile negatif korelasyon gösterdiği saptandı (r=-0,22 ve p=0,005). Dinamik lateral topuk pik basıncı kontralateral taraftaki ayağın ark indeksi ile negatif korelasyon göstermekteydi (r=-0,17 ve p=0,034). Orta ayak pik basıncı ipsilateral (r=0,33 ve p<0,001) ve kontralateral (r=0,38 ve p<0,001) taraftaki ayağın ayak postür indeksi ve ipsilateral (r=0,24 ve p=0,002) ve kontralateral (r=0,22 ve p=0,005) taraftaki ayağın ark indeksi ile pozitif korelasyon göstermekteydi (Şekil 9). Ön ayak lateral kısım basıncı ipsilateral taraftaki ayağın ayak postür indeksi ile pozitif korelasyon göstermekteydi (r=0,16 ve p=0,042). Bulgular tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21: Hastaların dinamik pedobarografik bulgularının FPI ve Ark indeksi ile ilişkisi

Dinamik değerlendirme		İpsilateral ayak FPI	kontralateral ayak FPI	İpsilateral ayak AI	kontralateral ayak AI
Topuk medial	r	-0,077	0,006	-0,219**	-0,052
	p	0,325	0,939	0,005	0,512
Topuk lateral	r	0,016	-0,079	0,001	-0,165*
	p	0,841	0,314	0,987	0,034
Orta ayak	r	0,329**	0,380**	0,236**	0,219**
	p	0,000	0,000	0,002	0,005
Ön ayak medial	r	0,032	-0,043	0,074	-0,002
	p	0,684	0,588	0,347	0,977
Ön ayak orta	r	0,041	0,036	0,045	-0,023
	p	0,599	0,647	0,571	0,769
ön ayak lateral	r	0,159*	0,115	-0,049	-0,052
	p	0,042	0,142	0,530	0,508
Başparmak	r	0,071	0,048	0,068	-0,004
	p	0,369	0,542	0,386	0,960

r: pearson korelasyon katsayısı KL; kontralateral, İL; ipsilateral, FPI; ayak postür indeksi, AI; ark indeksi *p<0,05 **p<0,01



Şekil 9; Orta ayak dinamik basıncının ipsilateral taraftaki ayağın ayak postür indeksi ile pozitif korelasyonunu gösteren şekil.

Hastaların pedobarografik yük hızı değerlendirmelerinin ayak postür indeksi ve ark indeksi ile ilişkisine bakıldığında medial topuk yük hızının ipsilateral ($r=0,16$ ve $p=0,036$) taraftaki ayağın ayak postür indeksi ile pozitif korelasyon gösterdiği saptandı. Orta ayak yük hızı ipsilateral ($r=0,26$ ve $p=0,001$) ve kontralateral ($r=0,36$ ve $p<0,001$) taraftaki ayağın ayak postür indeksi ve ipsilateral ($r=0,26$ ve $p=0,001$) ve kontralateral ($r=0,25$ ve $p=0,001$) taraftaki ayağın ark indeksi ile pozitif korelasyon göstermekteydi. Bulgular tablo 22'de gösterilmiştir.

Tablo 22. Hastaların pedobarografik yük hızı bulgularının FPI ve Ark indeksi ile ilişkisi

Yük hızı		İpsilateral ayak FPI	kontralateral ayak FPI	İpsilateral ayak AI	kontralateral ayak AI
topuk medial	r	0,164	0,120	0,007	0,113
	p	0,036	0,127	0,930	0,149
topuk lateral	r	0,061	0,000	-0,020	0,038
	p	0,439	0,995	0,801	0,625
orta ayak	r	0,264**	0,357**	0,257**	0,252**
	p	0,001	0,000	0,001	0,001
ön ayak medial	r	0,053	0,027	0,054	-0,032
	p	0,500	0,729	0,489	0,685
ön ayak orta	r	-0,044	-0,041	-0,008	-0,064
	p	0,580	0,599	0,921	0,418
ön ayak lateral	r	0,000	0,018	-0,056	-0,090
	p	0,996	0,814	0,477	0,250
Başparmak	r	0,130	0,121	-0,012	0,010
	p	0,097	0,122	0,880	0,901

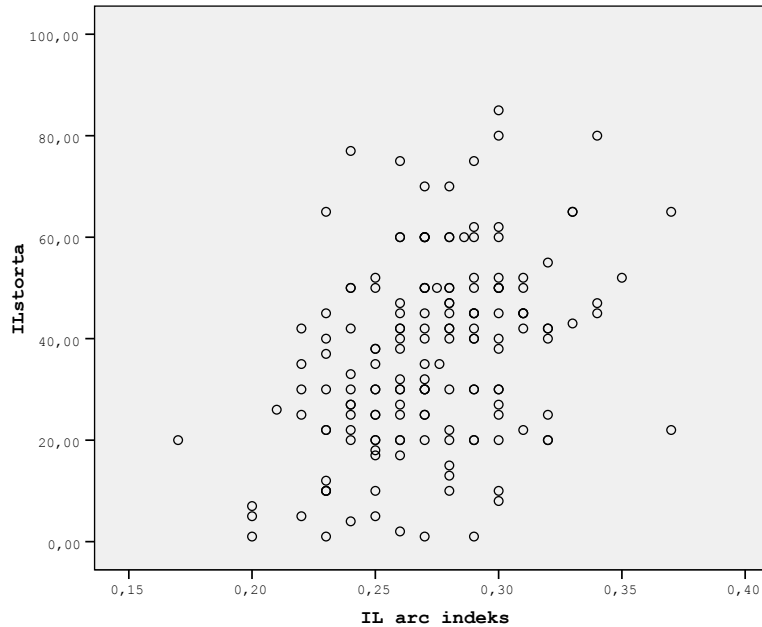
r: pearson korelasyon katsayısı KL; kontralateral, İL; ipsilateral, FPI; ayak postür indeksi, AI; ark indeksi, *p<0,05 **p<0,01

Hastaların statik pedobarografik değerlendirmelerinin ayak postür indeksi ve ark indeksi ile ilişkisine bakıldığında statik medial topuk basıncının ipsilateral taraftaki ayak postür indeksi (r=0,21 ve p=0,008) ve ipsilateral ark indeksle (r=0,18 ve p=0,024) pozitif kontralateral taraftaki ark indeksi ile (r=-0,24 ve p=0,002) negatif korelasyon gösterdiği saptandı. Statik topuk basıncı kontralateral taraftaki ark indeksle negatif korelasyon göstermekteydi (r=-0,20 ve p=0,011). Orta ayak basıncı ipsilateral (r=0,30 ve p<0,001) ve kontralateral (r=0,28 ve p<0,001) taraftaki ayak postür indeksi ve ipsilateral (r=0,38 ve p<0,001) ve kontralateral (r=0,34 ve p<0,001) taraftaki ark indeks (şekil 10) ile pozitif korelasyon göstermekteydi. Ön ayak medial kısım basıncı ipsilateral taraftaki ark indeksi ile pozitif korelasyon göstermekteydi (r=0,23 ve p=0,003). Ön ayak orta kısım basıncı ipsilateral taraftaki ark indeksi ile pozitif korelasyon göstermekteydi (r=0,22 ve p=0,005). Bulgular tablo 23'de gösterilmiştir.

Tablo 23. Hastaların statik pedobarografik bulgularının ayak postür indeksi (FPI) ve Ark indeksi (AI) ile ilişkisi

Statik değerlendirme		İpsilateral ayak FPI	kontralateral ayak FPI	İpsilateral ayak AI	kontralateral ayak AI
IL topuk medial	r	0,205**	-0,082	0,176*	-0,238**
	p	0,008	0,298	0,024	0,002
IL topuk lateral	r	0,043	-0,088	0,100	-0,084
	p	0,588	0,265	0,202	0,285
IL topuk	r	0,114	-0,126	0,120	-0,199*
	p	0,146	0,109	0,125	0,011
IL orta ayak	r	0,298**	0,282**	0,375**	0,341**
	p	0,000	0,000	0,000	0,000
IL ön ayak medial	r	0,034	-0,025	0,234**	0,099
	p	0,670	0,746	0,003	0,205
IL ön ayak orta	r	0,080	-0,025	0,216**	-0,069
	p	0,309	0,750	0,005	0,383
IL ön ayak lateral	r	-0,042	0,044	-0,013	0,055
	p	0,593	0,575	0,865	0,483
IL parmaklar	r	-0,107	-0,064	-0,035	-0,061
	p	0,171	0,415	0,654	0,442

r: pearson korelasyon katsayısı KL; kontralateral, İL; ipsilateral, FPI; ayak postür indeksi, AI; ark indeksi, *p<0,05 **p<0,01



şekil 10: Orta ayak statik basıncının ipsilateral taraftaki ayağın ark indeksi ile pozitif korelasyonunu gösteren şekil.

Hastaların dinamik pedobarografik bulgularının 1. MTF eklem ve ayak bileği eklem hareket açıları ile ilişkisi değerlendirildiğinde dinamik medial topuk pik basıncının ipsilateral taraftaki 1. MTF eklem dorsifleksiyonu ile negatif yönde korelasyon gösterdiği saptanmıştır ($r=-0,20$ ve $p=0,010$). Ayrıca lateral topuk pik basıncı da ipsilateral taraftaki 1. MTF eklem dorsifleksiyonu ile negatif yönde korelasyon göstermekteydi ($r=-0,24$ ve $p=0,002$). Bulgular tablo 24'de gösterilmiştir.

Tablo 4.24: Hastaların dinamik pedobarografik bulgularının 1. MTFE ve ayak bileği açıları ile ilişkisi

Dinamik değerlendirme		ipsilateral 1.MTF DF	kontralateral 1.MTF DF	ipsilateral Ayakbileği DF	kontralateral Ayakbileği DF
Topuk medial	r	-,200	-,086	,093	-,109
	p	,010	,271	,238	,166
Topuk lateral	r	-,239	-,147	-,015	-,088
	p	,002	,061	,850	,260
Orta ayak	r	-,114	-,057	,057	,020
	p	,145	,469	,466	,795
ön ayak medial	r	,007	-,106	-,060	-,061
	p	,931	,175	,446	,435
ön ayak orta	r	-,100	-,041	-,019	-,090
	p	,204	,603	,813	,253
ön ayak lateral	r	-,094	,001	,049	,101
	p	,230	,994	,531	,199
Başparmak	r	-,037	-,029	,062	-,060
	p	,639	,710	,434	,449

r: pearson korelasyon katsayısı KL; kontralateral, İL; ipsilateral, MTFE;metatarsofalengeal eklem, DF;dorsifleksiyon, * $p<0,05$ ** $p<0,01$

Hastaların pedobarografik yük hızlarının 1. MTF eklem ve ayak bileği eklem hareket açıları ile ilişkisine bakıldığında lateral topuk yük hızı kontralateral taraftaki 1. MTF dorsifleksiyonu ile negatif ($r=-0,16$ ve $p=0,040$)

ve ayak bileği dorsifleksiyonu ile pozitif ($r=0,16$ ve $p=0,048$) yönde korelasyon göstermekteydi. Orta ayak yük hızı ipsilateral taraftaki 1. MTF dorsifleksiyonu ile negatif ($r=-0,16$ ve $p=0,047$) korelasyon göstermekteydi. Bulgular tablo 25'de gösterilmiştir.

Tablo 4.25: Hastaların pedobarografik yük hızlarının 1. MTFE ve ayak bileği eklem hareket açıları ile ilişkisi

Yük hızları		ipsilateral 1.MTF DF	kontralateral 1.MTF DF	ipsilateral Ayakbileği DF	kontralateral Ayakbileği DF
Topuk medial	r	-0,149	-0,114	0,219**	0,034
	p	0,058	0,144	0,005	0,668
Topuk lateral	r	-0,137	-0,161*	0,128	0,155*
	p	0,080	0,040	0,103	0,048
Orta ayak	r	-0,155*	-0,088	-0,021	-0,039
	p	0,047	0,261	0,792	0,623
ön ayak medial	r	0,021	-0,128	0,060	0,027
	p	0,788	0,104	0,446	0,733
ön ayak orta	r	-0,043	-0,017	-0,039	-0,078
	p	0,586	0,830	0,622	0,321
ön ayak lateral	r	-0,081	-0,047	-0,007	-0,001
	p	0,301	0,554	0,926	0,987
Başparmak	r	-0,047	-0,095	0,004	0,003
	p	0,551	0,227	0,958	0,966

r: pearson korelasyon katsayısı KL; kontralateral, İL; ipsilateral, MTFE;metatarsofalengeal eklem, DF;dorsifleksiyon, * $p<0,05$ ** $p<0,01$

Hastaların statik pedobarografik değerlerinin ayak eksen açısı, 1. MTF eklem ve ayak bileği eklem hareket açıları ile ilişkisine bakıldığında statik başparmak basıncı ise ipsilateral ($r=0,23$ ve $p=0,003$) ve kontralateral ($r=0,22$ ve $p=0,006$) taraftaki ayak bileği dorsifleksiyon açıları ile pozitif yönde korelasyon göstermekteydi. Bulgular tablo 26'da gösterilmiştir.

Tablo 4.26: Hastaların statik pedobarografik bulgularının ayak eksen açısı 1. MTFE ve ayak bileği açıları ile ilişkisi

Statik değerlendirme		ipsilateral 1.MTF DF	kontralateral 1.MTF DF	ipsilateral Ayakbileği DF	kontralateral Ayakbileği DF
Topuk medial	r	-0,031	0,027	-0,028	-0,007
	p	0,698	0,729	0,724	0,932
Topuk lateral	r	-0,025	-0,055	0,046	-0,015
	p	0,755	0,487	0,562	0,850
Topuk	r	0,057	0,040	-0,018	0,000
	p	0,466	0,609	0,822	0,992
Orta ayak	r	-0,050	-0,021	-0,019	-0,024
	p	0,525	0,788	0,809	0,760
Ön ayak medial	r	-0,013	-0,005	-0,053	-0,024
	p	0,866	0,954	0,503	0,765
Ön ayak orta	r	0,005	0,016	0,021	0,040
	p	0,944	0,841	0,790	0,610
Ön ayak lateral	r	-0,072	-0,070	0,034	0,091
	p	0,361	0,373	0,669	0,247
Başparmak	r	0,021	0,098	,0232**	0,215**
	p	0,794	0,210	0,003	0,006

r: pearson korelasyon katsayısı KL; kontralateral, İL; ipsilateral, MTFE;metatarsofalengeal eklem, DF;dorsifleksiyon, *p<0,05 **p<0,01

V. TARTIŞMA

Diz OA özellikle yaşlı popülasyonu etkileyen, sık görülen, bireylerde ağrı, tutukluluk ve eklem hareket kısıtlılığı ile seyreden kronik bir hastalıktır (1,2). Diz osteoartritinin kartilaj dokusu üzerine yansıyan artmış biyomekanikal stres ve yüklenme ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (24). Diz OA hastalarında yük verme, denge ve yürüme paterninde değişiklik olduğu bilinmektedir (59). Bu durum osteoartrite bağlı dejeneratif değişikliklere, ağrıya, quadriceps kas kuvvetinde azalmaya, alt ekstremitte eklem hareket açıklıklarında azalmaya ve proprioseptif bozukluklara bağlı olabilir (59). Tüm bu değişiklikler sonucunda ayak postüründe ve biyomekaniğinde değişiklikler oluşturabilir. Ayrıca ayak ve dizin postür ve hareketi kapalı kinetik zincir aktivitesi içinde birlikte görev yaptığı için diz OA hastalarında dejeneratif değişiklikler sonucunda oluşabilecek yapısal deformiteler alt ekstremitenin özellikle mekanik uyumunu ve dinamik fonksiyonunu etkiler ve ayak postüründe bozulmaya yol açabilir. Diz osteoartrite sahip hastalarda ayak yapısı karakteristiğinin bilinmesinin potansiyel önemine rağmen bu konu üzerine çok az çalışma yapılmıştır. İlaveten yapılan bu çalışmalarda bu hasta grubunda hem klinik iyileşme hem de tedavi maliyetlerinde azalma sağlayabilecek olan ortez, tabanlık veya ayakkabı modifikasyonlarının en uygun olarak belirlenmesini, anormal ark ve ayak plantar basıncının gösterilmesini sağlayacak pedobarografik analize yer verilmemiştir. Biz bu çalışmada diz osteoartritin çeşitli evrelerindeki hastalarda klinik ve radyolojik parametrelerin ayak postürü ve yapısı ile ilişkisini, klinik muayene ve pedobarografi ölçümleri ile değerlendirmeyi amaçladık.

Çalışmamıza kognitif fonksiyon bozukluğu olan, pedobarografi platformunda bağımsız yürümesini etkileyebilecek belirgin görsel, işitsel ve vestibüler problemleri olan, romatoid artrit veya diğer inflamatuvar artrit hastası olan, alt ekstremitte geçirilmiş cerrahi öyküsü bulunan, felç geçiren, alt ekstremitte geçirilmiş fraktür ve travma öyküsü olan, alt ekstremitte amputasyonu mevcut olan, aktiviteyi engelleyen veya etkileyen

kardiyovasküler veya başka kas-iskelet şikayeti mevcudiyeti olan, alt ekstremitesinde nörolojik defisit olan hastalar dâhil edilmedi. Çünkü bu hastalıkların patofizyolojilerinden kaynaklanan farklılıklar bizim yapacağımız klinik muayene ve ölçümleri etkileyecektir. Bu çalışmanın amacı ise sadece dejeneratif diz osteoartriti olan hastalarda diz ve ayak fonksiyon ve biyomekanik ilişkisini incelemektir.

Çalışmaya, katılmayı kabul etmiş olan, Amerikan Romatoloji Birliği (ACR) klinik ve radyolojik kriterlerine göre primer diz OA tanısı koyulmuş, 120 (%73,2) kadın 44 (%26,8) erkek toplam 164 hasta katıldı. Hastaların ortalama yaşları (\pm standart sapma: SS) $52,62 \pm 12,11$ yıl idi. Ortalama VKİ $30,35 \pm 5,01$ kg/m² idi.

Klinik olarak diz OA tanısı klinik semptom ve dejeneratif değişikliklerin radyolojik olarak gösterilmesi ile koyulur. Bu yönde Amerikan Romatoloji Birliği (ACR) tarafından geliştirilmiş olan klinik ve radyolojik kriterleri klinik ve epidemiyolojik çalışmalarda popüler olarak kullanılmaktadır (39,60). Radyolojik olarak diz OA'nin şiddetini belirlemede ve sınıflamada Kellgren–Lawrence (K-L) radyolojik evreleme skoru sıklıkla kullanılmaktadır (32,61). Hastaların spesifik sağlık durumu, semptom şiddeti ve fonksiyonel yetileri klinik pratikte genellikle WOMAC ve Lequesne indeksleri ile değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalarda kadınlarda semptom şiddeti ve skorlarının erkeklere göre daha yüksek olduğu söylenmektedir(61). Cho ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada 368 kadın, 292 erkek diz OA hastasında K-L evresine göre hastalık semptom şiddeti WOMAC ve SF–36 kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada aynı K-L evresine sahip kadın ve erkekler karşılaştırıldığında, kadınlarda erkeklere göre WOMAC ve SF–36 skorlarının daha kötü olduğunu saptanmıştır (61). Bizim çalışmamızda da cinsiyet değişkenine göre hastaların K-L evresi değerlendirmesinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ama önceki çalışmalara benzer şekilde kadınlarda erkeklere göre WOMAC-ağrı ve Lequesne skorları daha yüksek saptandı

Daha öncede belirttiğimiz gibi bu konuda çok az çalışma yapılmıştır ve yapılan bu çalışmalar büyük oranda diz adduksiyon momenti (yürümenin yüklenme fazında dizi adduksiyona zorlayan moment) üzerine odaklanmıştır. Yürüme analizi değerlendirmelerinde yürüme sırasında dize yansıyan

vektörel yük faktörleri arasında diz OA hastalarında ağrı ve hastalık progresyonuna en fazla etki eden faktörün eksternal diz adduksiyon momenti olduğu söylenmektedir(24). Dinamik olarak eksternal diz adduksiyon momentinin arttığı iki periyod vardır. Bunlardan birisi yürümenin yüklenme fazında iken diğeri ise salınım fazındadır. Diz ekleminde medial-lateral yük dağılımını belirleyen ana faktörlerden biri, yüklenme fazı süresince dizi adduksiyona zorlayan bu eksternal adduktör momenttir. Teorik olarak, bu momentte oluşan artışın medial tibiofemoral OA gelişimine ve ilerlemesine katkıda bulunduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda medial tibiofemoral OA'de, adduksiyon momenti ile radyolojik hastalık şiddeti arasında önemli ilişki olduğu savunulmaktadır (6–8,10). Ayakkabı, tabanlık ve breys gibi tedavi stratejileri ile adduksiyon momenti ve medial kompartman üzerine aşırı yüklenme azaltılmaya çalışılmaktadır. Bu yüzden uzun zamandır kullanılan metodlardan birisi ayak tabanına lateral (valgus) kama kullanmaktır. Teoride lateral kama zemin reaksiyon vektörünü diz rotasyonel merkezine yakınlaştırmaktadır. Bu konuda temel mantık lokal olarak diz etrafındaki dizilim ve biyomekanik kusura odaklanmıştır ama kapalı kinetik zincir aktivitesi sırasında ortaya çıkan ve dize yansıyan mekanik yükün absorbe edilmesinde ayak düşünülenden çok daha karmaşık ve fonksiyonel role sahiptir(3). Bu rolü destekleyecek şekilde yapılmış birçok çalışmada valgus kamalı tabanlığın pik diz adduksiyon momentini ve dolayısıyla semptomları azalttığı savunulmasına rağmen beklenenden az bir hasta grubunun bu tabanlıklardan fayda gördüğü saptanmıştır (49-51). Çoğu hastada bu tabanlıkların etkisiz olduğu ve hatta savunulanın aksine diz adduksiyon momentini artırabileceği söylenmektedir. Ayrıca bu bağlamda değerlendirildiğinde lateral kamalı tabanlıklar özellikle arka ayak pronasyonunu artırarak ayak fonksiyonunu etkilerler ve bu durumun zaten daha önceden pronasyon postürü gelişmiş olan ayakta olması alt ekstremité kinematiğinde olumsuz değişikliklere neden olur(24). Son dönemde yapılan bazı çalışmalarda lateral kamalı tabanlıklara medial ark desteği eklenmesi ile oluşan arka ayak pronasyonunun engellenebileceği ve ayrıca diz adduksiyon momentinde azalma sağlanabileceği gösterilmiştir(10). Bu bulgular bize tabanlık kullanımının ayak fonksiyonundaki birçok bireysel değişiklikten etkilenebileceğini göstermektedir ve diz OA hastalarında ortez,

tabanlık veya ayakkabı modifikasyonlarının en uygun olarak belirlenmesi için ayak postür ve karakteristiğinin detaylı ve bireysel olarak değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Yapılan çalışmalarda diz OA hastalarında subtalar eklemden artmış pronasyon postürü ve dolayısıyla ayak arkının çökmesi ve pes planus görüldüğü söylenmektedir (24). Bu durumun nedeni tam olarak açıklanamazsa da diz OA hastalarında tibia ve femurda ortaya çıkan anormal rotasyonun subtalar eklemden oluşacak morfolojik değişim ile ilişkili olabileceği belirtilmektedir(13,14). Bu etkileşim daha önce bahsettiğimiz “mitred hinge” adı verilen prensip ile açıklanmaktadır(15). Buna göre Tibia’da oluşan bir internal tibial rotasyon subtalar eklemden pronasyon yaparak ayak postürünü pronasyon lehinde etkilemektedir ve böylelikle diz OA hastalarında tibiofemoral eklemde medial kompartmanında oluşan daralma sonucunda ortaya çıkan artmış bir tibial internal rotasyon subtalar eklemden artmış bir pronasyon postürü ile sonuçlanır(16). Diğer taraftan subtalar eklemden oluşan artmış pronasyon sonucunda alt ekstremitenin normal uyumu bozulur. Özet olarak, diz OA hastalarında biyomekanik patoloji sonucunda ortaya çıkan rotasyonel stres sonucunda subtalar eklem etkilenir, ayak postürü pronasyon lehinde bozulur, bu bozulma bu hastalarda dize yansıyan mekanik yükü etkileyecek ve kıkırdak hasarını artıracak şekilde rotasyonel stresi etkiler ve ortaya kısır bir döngü çıkar.

Reilly ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 60 kalça OA hastasında, 60 diz OA hastasında ve kontrol olarak alınan 60 sağlıklı kişide medial longitudinal ark yüksekliğini tespit etmek için otururken ve ayaktaiken navikuler düşme değerlerini değerlendirmişler, diz OA hastası ve kontrol grubu arasında farklılık saptamamışlardır ama diz OA hastalarında belirgin arka ayak pronasyonunu işaret eden anlamlı kalkaneal açı değişikliği tespit etmişlerdir (16). Reilly ve arkadaşları tarafından 20 diz osteoartrit hastası ile kontrol olarak alınan 20 sağlıklı kişi üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise, diz OA hastalarında ayak postür indeksi (FPI) kullanılarak ayak postürünü değerlendirilmiş ve artmış prone ayak postürünü işaret eden belirgin olarak yüksek FPI skorları saptanmıştır (17).

Van Gheluwe ve arkadaşlarının özellikle medial kompartmanı etkilenmiş diz OA hastalarında sık karşılaşılan bir durum olan genu varum ve genu

valgumun subtalar eklemdaki mekanik etkisini değerlendirmek amacıyla 15 kişi üzerinde yaptıkları çalışmalarında genu varum deformitesine sahip bireylerde subtalar eklemda belirgin pronasyon saptamışlardır(18).

Levinger ve arkadaşlarının 32 diz OA hastası ile 28 kişilik gönüllü kontrol grubunda diz osteoartrinde ayak postürünü değerlendirdikleri çalışmalarında FPI, naviküler düşme ve ark indeksi kullanmışlardır. Bu çalışmalarının sonucunda diz osteoartriti hastalarında belirgin olarak pronasyon lehine değişmiş ayak postürü saptamışlardır(24). Görüldüğü gibi yapılmış bu çalışmalarda diz osteoartrit hastaları kontrol grubu ile kıyaslanmış ve diz osteoartrit hastalarında normal bireylere oranla artmış pronasyon postürü saptanmıştır. Diğer taraftan bu çalışmalar diz osteoartrit hastalarında artmış pronasyonun hastalık evresi ve şiddeti ile ilişkisini değerlendirmemiştir. Halbuki diz OA hastalarında hastalık evresi ve şiddetine göre yapılacak bu korelasyon tedavi seçeneklerini etkileyebilecektir. Biz alışmamızda ise hem bu hasta grubunda ayak postürünü değerlendirmeyi hem de ayak postürünün hastaların radyolojik evreleriyle ilişkisini değerlendirmeyi hedefledik. Bulgularımız hastaların K-L evresi arttıkça ayak postür indeksi (FPI) skorlarının ve ark indeksi (AI) değerlerinin arttığını göstermekteydi. Bu durum bizim teorimiz olan diz OA hastalarında hastalık şiddeti arttıkça ayak postürünün pronasyon lehine kaydığını, medial ark yüksekliğinin azaldığını ve pes planus geliştiğini doğrulamaktaydı. Burada dikkati çekmek istediğimiz bir diğer nokta ise ark indeksi ölçümüydü. Bahsi geçen daha önce yapılmış olan çalışmalarda ark indeksi ölçümü statik ayak izi üzerinden yapılmıştı. Biz ise ark indeksi ölçümlerini pedobarografi cihazımız ile dinamik ayak izi üzerinden yaptık. Böylece hasta yürürken alınmış olan bu dinamik ayak izi ölçümleri sayesinde bu hastalarda normal günlük aktivite ve işlevler sırasındaki ayak ark yüksekliğini tespit etmekte daha objektif sonuçlara ulaştığımızı düşünmekteyiz.

Statik ve dinamik pedobarografik değerlendirmeler ayakta durma ve yürüme sırasında ayak tabanında oluşan basıncı değerlendirmektedir. Son yıllarda ayak deformiteleri, diyabetik ayak gibi konularda özellikle tanı, tedavi takibi ve doğru ortez seçimi amacıyla kullanılmaktadır (53). Diz OA hastalarında ayağın yapı ve postürünün iyi değerlendirilmesi daha da önem

kazandıkça anormal ark ve ayak plantar basıncının gösterilmesini sağlayacak pedobarografik analiz ön plana çıkmaktadır. Fakat bu konuda yapılmış çok az çalışmada biyomekanik değerlendirme, doğru tabanlılık seçimi, ve tedavinin takibi gibi konularda bize avantaj sağlayacak olan pedobarografik değerlendirmeye yer verilmiştir. Ayrıca pedobarografik analize yer verilerek yapılmış olan bu çalışmalar görece olarak küçük bir hasta grubunda yapılmıştır ve primer olarak ayak postürü ve fonksiyonunu değerlendirmeyi amaçlamayan çalışmalardır.

Biz çalışmamızda diz OA hastalarının ayak biyomekanik ve postürünü pedobarografik analizlerle birlikte değerlendirdik. Bu kapsamda pedobarografik analizler olarak ayrıntılı olarak yedi ayrı bölgeden (topuk-medial, topuk-lateral, orta ayak, önayak-medial, önayak-orta, önayak-lateral, başparmak) ayak tabanı (plantar) pik basınç değerleri ve plantar basıncın pik değere ulaşma hızını gösteren pedobarografik yük hızı değerlendirmelerini kullandık. Çalışmamızda hastaların K-L evresi arttıkça hastaların dinamik plantar pedobarografik bulgularından orta ayak basınçları, orta ayak basıncı yük hızları ve önayak lateral kısım basınçlarının arttığını saptadık. Ayrıca hastaların dinamik pedobarografik değerlendirmelerinin K-L evresinden bağımsız olarak ayak postür indeksi ve ark indeksi ile ilişkisine bakıldığında orta ayak basıncı ve orta ayak basıncı yük hızları ayak postür indeksi ve ark indeks ile pozitif korelasyon göstermekteydi. Bu durum bize ayakta artmış olan pronasyon postürü sonucunda longitudinal ark yüksekliğinin azaldığını, pes planus oluştuğunu ve dolayısıyla orta ayağın zemin ile teması arttığı için orta ayak plantar basınçların arttığını düşündürdü.

Litdke ve arkadaşları 25 diz OA hastası ile 25 kontrol üzerinde yaptıkları çalışmada diz OA hastalarında ayağın lateral plantar kısmında plantar basıncın arttığını saptamışlardır (50). Biz ise çalışmamızda hastaların K-L evresi arttıkça orta ayak basınçları ile birlikte sadece ön ayak lateral kısım basınçlarının arttığını saptadık. Önayakta lateral kısım basıncının artması artmış olan pronasyon postürü sonucunda oluşabilir. Önayağın medial bölümünün, yürüme sırasında mid-stance fazından sonra supinasyona gelen ayak postüründe, windlass mekanizması içinde ayağın sert kaldıraç görevini sağlayabilmesinde kilit rol oynadığını göz önüne alırsak, aşırı veya artmış

pronasyon postürü gibi olası değişikliklerin ayağın biyomekaniğine ne şekilde yansıdığını anlamakta önyaktaki plantar basınç dağılımını anlamak çok önemlidir. Bilindiği üzere yürüme esnasında belli bir dönemden sonra ayağın bir kaldıraç kolu gibi görev yaparak vücudu ön tarafa doğru itmeye hazır hale gelmesi lazımdır. Bunun için mid-stance pozisyonunda subtalar eklemin parmak kalkışı fazındaki güç aktarımı için gerekli olan rijiditeyi sağlamak adına supinasyon pozisyona gelmesi, midtarsal eklemlerin rijit hale gelerek önayağın medial tarafına doğru yük aktarımı yapması gerekir. Ardından önyak medial kısım üzerinden (ayak eksenini 1. ve 2. MTF arasındadır) güç aktarımı sağlanarak öne doğru itilme gerçekleşir. Çalışmamızda ön ayak lateral kısım basıncının ayak postür indeksi ile pozitif korelasyon gösterdiğini saptadık. Yukarıdaki bilgilerin ışığında bu durum bize artmış olan pronasyon postüründen dolayı gerekli supinasyonu yapamayan ayakta medial önyak lehine olması gereken medial-lateral önyak basıncı oranının laterale kaydığını düşündürmektedir.

Kul-Panza ve arkadaşlarının diz OA hastalarıyla yaptıkları bir çalışmada osteoartritli hastalarda dinamik pedobarografik değerlendirmelerde maksimum sağ ön ayak basıncını kontrollerden daha düşük bulunmuştur (59). Biz çalışmamızda ayağı 7 ayrı bölgeye ayırarak incelediğimizde böyle bir basınç düşmesi saptamadık, aksine hastaların K-L evresi arttıkça ön ayak lateral kısımda plantar basınçlarının arttığını saptadık. Bu farklılığın çalışmamızın metod ve dizaynından kaynaklanan bazı ayrıntılara bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Öncelikle Kul-Panza ve arkadaşlarının çalışmasında önyak bir bütün olarak değerlendirilmiş, bizim çalışmamızda olduğu gibi medial-orta ve lateral olarak detaylı olarak değerlendirilmemiştir. Ayrıca Kul-Panza ve arkadaşlarının çalışmasında her ne kadar her iki ayakta değerlendirilmiş olsa da, kullanılan pedobarografi cihazının boyutu küçük olduğu için dinamik değerlendirme sırasında her yürüme seansında sadece bir ayağı değerlendirmektedir. Diğer ayağın değerlendirilmesi için farklı bir yürüme seansına ihtiyaç duyulmaktadır. Oysa yürüme sırasında objektif bir analiz için her iki ayağın aynı seans içinde değerlendirilmesi gerekir. Bizim cihazımız ise bir yürüme seansı sırasında her iki ayağında aynı anda değerlendirmektedir. Biz cihazımızın bu özelliği ile daha objektif ve net değerlendirme imkanı sunduğunu düşünmekteyiz. Kul-Panza ve

arkadaşlarının çalışmasında ayrıca istirahatteki VAS ağrı skorlarının osteoartritlik grupta sağ ve sol arka ayak basıncı ile negatif korelasyon gösterdiği saptanmıştır (59). Bizim hastalarımızın hiçbirinde ayak ağrısı yoktu ve çalışmamızda VAS kullanmadık, onun yerine hastaların fonksiyonel yetileri, semptom şiddeti, spesifik sağlık durumunu bu hasta grubunda daha spesifik olan WOMAC ve Lequesne indeksleri ile değerlendirdik. Bulgularımız sonucunda dinamik orta ayak basınçları Lequesne skoru, WOMAC ağrı ve WOMAC fiziksel fonksiyon skorları ile pozitif yönde korelasyon göstermekteydi. Ön ayak medial kısım basıncı ise Lequesne skoru ile pozitif korelasyon göstermekteydi. Ön ayak lateral kısım basıncı Lequesne skoru ve WOMAC fiziksel fonksiyon skorları ile pozitif yönde zayıf korelasyon göstermekteydi. Bu durum bize ayakta biyomekanik bozulma arttıkça hastaların semptom şiddetinin arttığını, spesifik sağlık durumu ve fonksiyonel yetilerinin bozulduğunu düşündürdü. Diz osteoarriti hastalarında hastalığın radyolojik evresi ile semptom şiddeti arasındaki ilişki tartışmalıdır. Kimi yazarlar bu ikisi arasında anlamlı bir korelasyondan bahsederken, diğer yazarlar böyle bir ilişki saptamamışlardır (61). Bizim çalışmamızın amacı bu hasta grubunda K-L evresi ile hastalık semptom şiddetini değerlendirmek değildi. Diğer taraftan bu hasta grubunda K-L evresi ile anlamlı korelasyon gösterdiğini saptadığımız orta ayak ve önyak lateral kısım basınçları ile WOMAC ve Lequesne skorları arasındaki bu ilişkinin bize diz OA hastalarında ayak biyomekaniğinin zannedildiğinden daha önemli sonuçlarının olabileceğini gösterdiğini düşünmekteyiz. Bu hastalarda ayak biyomekaniğinin hastaların günlük yaşam aktiviteleri ve semptom şiddetine olan etkisi prospektif olarak dizayn edilecek olan ileri çalışmalarla daha iyi ortaya koyulacaktır.

Literatürde yapılmış çalışmalarda daha önce diz OA hastalarında yapılmış ve statik ayak plantar basınçları değerlendiren sadece bir çalışma mevcuttur. Kul-Panza ve arkadaşlarının yaptıkları bu çalışmada diz OA hastalarında arka ayak basıncı yüzdesini kontrol grubuna göre daha düşük saptamışlardır ayrıca diz OA hastalarında dengenin kontrol grubuna göre bozulmuş olduğunu saptamışlardır (59). Bizim çalışmamızda ise hastaların statik dengesini değerlendirmedik, statik plantar basınç değerlendirmesinde ise arka ayak topuk-medial ve topuk-lateral kısım olarak iki kısımda daha

detaylı değerlendirmemize rağmen K-L evresi ile statik pedobarografik değerlendirme arasında anlamlı bir ilişki saptamadık. Dięer taraftan dinamik olarak plantar basınç değişikliklerinin mevcut olması bize bu hastalarda ayak postür ve mekaniğindeki değişikliğin aktivite sırasında belirgin hale geldiğini dūřündürdü. Tuna ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada ise 50 romatoid artrit (RA) ve 50 sağlıklı gönüllünün toplam iki yüz ayağı değerlendirilmiş statik pedobarografik değerlendirmelerde ön ayak temas alanı ve basınçları yüksek bulunmuştur. Plantar temas alanı hariç bütün plantar basınç değerleri RA'lı hastalarda kontrollerden farklı saptanmıştır. Yüksek erozyon skoruna sahip olan hastalarda statik ön ayak basıncı ve dinamik maksimum falanks basınç değerleri daha yüksek saptanmıştır (54). Bizim alışmamızda ise K-L evresi ile statik pedobarografik değerlendirme arasında anlamlı bir ilişki saptamadık. Bu farklılık osteoartrit ve romatoid artritteki farklı biomekanik değişikliklerden kaynaklanıyor olabilir. Dięer taraftan bizim çalışmamızda hastaların statik pedobarografik değerlendirmelerinin K-L evresinden bağımsız olarak ayak postür indeksi ve ark indeksi ile ilişkisine bakıldığında statik medial topuk basıncı ile orta ayak basıncı ayak postür indeksi ve ark indeksle pozitif korelasyon gösterdiğini saptadık. Ön ayak medial kısım ve orta kısım basıncı ise ark indeksi ile pozitif korelasyon göstermekteydi. Bu bulgular bize ayakta artmış pronasyon postürü ve ark çökmesinin statik plantar basınç değerlerini etkileyebileceğini dūřündürdü. Bu hasta grubunda statik pedobarografik değerlendirmenin yanında statik ve dinamik dengenin değerlendirildiği daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu dūřünmekteleriz.

Bazı yazarlar tarafından genu varum deformitesine sahip hastalarda bu durumu kompanse etmek için ayakta pronasyon postürünün geliştiği söylenmektedir (24). Artmış pronasyon postürünün ayak basınç merkezini laterale doğru kaydırarak diz adduksiyon momentini potansiyel olarak azaltabileceği dūřüncesine rağmen bu durumun kompanzasyonu bu kadar basit değildir. Pronasyon ile kompanse edilebilecek genu varum deformitesini ayak bileği ve diğer ayak eklemlerinin mevcut eklem hareket açıklıklarına bağlıdır (24). Bu yüzden biz çalışmamızda ayrıca diz osteoartritli hastalarda ayak bileği eklemi ve 1. MTF eklem hareket açıklıklarını değerlendirdik. Bu ölçümleri objektif olarak inklinometre

kullanarak yaptık. Çalışmamızda hastaların 1.MTF dorsifleksiyonunun K-L evresi ile negatif yönde korelasyon gösterdiğini saptadık. Biz bu durumun iki farklı nedene bağlı olabileceğini düşünmekteyiz. Bu hastalarda ark çökmesi ve artmış pronasyon sonucunda 1. MTF eklem hareket açıklığının kısıtlanabileceği belirtilmektedir (62). Bu durum windlass mekanizmasının bozulması, yürüme esnasında parmak kalkışı (toe-off) sırasında parmak kırılmanın tam yapılamaması sonucunda gelişmiş olabilir. Bilindiği gibi parmak kalkışı sırasında kişi ağrısız ve tam bir 1. MTF dorsifleksiyon hareket açıklığına ihtiyaç duymaktadır. Altta yatan diğer bir neden ise dejeneratif sürecin ve hasarın diz eklemi gibi 1. MTF ekleminde de görülebileceğidir. Bizim çalışmamızın primer amacı 1. MTF eklemindeki hareket kısıtlılığının etyolojik nedenini araştırmak olmadığı için bu durumu daha iyi değerlendirecek radyografi gibi ileri inceleme yöntemlerini biz çalışmamızda kullanmadık. Yine de bu yönde bu hastalarda 1. MTF eklem hareket kısıtlılığına yol açan nedenleri daha iyi ortaya koyacak çalışmalara ihtiyaç vardır. Diğer taraftan altta yatan neden ne olursa olsun 1. MTF eklem hareket açıklığının kısıtlanması ayak postüründe oluşan aşırı pronasyonun bir kompanzasyona bağlı olamayacağını, bir kompanzasyon sonucu oluşmuş bile olsa ayak biyomekaniğinde birçok faktörü etkilediğini göstermektedir. Çünkü çalışmamızda K-L evresinden bağımsız olarak 1. MTF ve ayak bileği eklem hareket açıklığının pedobarografik analizlerle korele ettiğimizde pedobarografik basınç ve yük hızı dağılımlarıyla anlamlı korelasyonlar tespit ettik. Sonuçta çalışmaya alınan bu hasta grubunda ayak bileği ve 1. MTF ekleminde mutlaka değerlendirilmesi gerektiğini, sadece diz bölgesi haricinde bu bölgelerde de eklem hareket açıklığını artıracak fizik tedavi modaliteleri ve terapötik egzersiz gibi tedavi seçeneklerinin mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamıza katılan hastalarda VKİ değerleri bakımından radyolojik evrelemeye göre ayrılan gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu. Obezitenin osteoartrit, özellikle diz OA için çok önemli olan bir risk faktörü olduğunu düşünürsek bu hasta grubunda ayak biyomekaniğini değerlendirirken VKİ'ni mutlaka göz önünde tutmalıyız. Literatüre baktığımızda bu hasta grubunda VKİ'nin ayak postürüne ve biyomekaniğine olan etkisini değerlendiren herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Birtane ve arkadaşlarının obez ve non-

obez hasta grubunda yaptıkları bir çalışmada statik pedobarografik değerlendirmede VKİ ile total plantar basınçları korele saptamışlardır (63). Aynı çalışmada dinamik değerlendirmede ise orta ayak plantar pik basınçlarını VKİ ile korele saptamışlardır. Bizim alışmamızda statik pedobarografik değerlendirmede VKİ ile medial topuk basıncının, orta ayak basıncının ve ön ayak lateral kısım basıncının korele olduğunu saptadık. Dinamik değerlendirmede ise Önayağın tüm bölgeleri, başparmak ve orta ayak plantar pik basınçlarını VKİ ile korele olduğunu tespit ettik. Bu durumda özellikle obezite geliştikçe yürüme sırasında plantar basınç dağılımının ayağın orta ve n kesiminde bir artışa yol açtığını gösterdiğini söyleyebiliriz. Bu durumun bu hasta grubunda diz ve ayak fonksiyonuna ne tür negatif etkilere yol açtığını ortaya çıkartacak prospektif olarak dizayn edilmiş ileri çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

VI. SONUÇ ve ÖNERİLER

Diz osteoartriti artmış mekanik yüklenme ile ilişkilidir ve hastalarda dejeneratif değişikliklere, ağrıya, quadriceps kas kuvvetinde azalmaya, alt ekstremitte eklem hareket açıklıklarında azalmaya ve proprioseptif bozukluklara bağlı olarak yük verme, denge ve yürüme paterninde değişiklik olduğu bilinmektedir. Bu hastalarda hastalığı tamamen geri döndüren veya önleyen bir tedavi yöntemi yoktur. Önerilen tedavi seçenekleri arasında önemli unsurlardan birisi eklem koruma teknikleridir. Bu teknikler arasında bulunan ayakkabı, tabanlık ve breys gibi tedavi stratejileri ile adduksiyon momenti ve medial kompartman üzerine aşırı yüklenme azaltılmaya çalışılmaktadır. Fakat bu tedavi stratejilerinde temel mantık lokal olarak diz etrafındaki dizilim ve biyomekanik kusura odaklanmıştır. Fakat diz OA hastalarında dize yansıyan mekanik yükün absorbe edilmesinde ayak düşünülenden çok daha karmaşık ve fonksiyonel role sahiptir. Bu bağlamda literatüre bakıldığında yapılmış olan çalışmalarda diz OA hastalarında ayak biyomekaniğinde değişiklikler olduğu saptanmıştır.

Diz OA hastalarında ayağın yapısı ve postürünün iyi değerlendirilmesi daha da önem kazandıkça anormal ark ve ayak plantar basıncının gösterilmesini sağlayacak pedobarografik analiz ön plana çıkmaktadır. Plantar basınç ölçümü (pedobarografi), yürüme esnasında yer tepki kuvvetinin (ground reaction force) oldukça hassas bir şekilde ve noktasal olarak ölçülmesine olanak sağlar. Yere temas eden ayağın dinamik olarak ve objektif kriterler dâhilinde oluşturduğu basıncın karşılaştırılmasını ve değerlendirilmesini sağlar. Klinikte sıklıkla, ayak mekaniğinin bozulduğu ve buna bağlı ayak tabanında ortaya çıkan patolojilerin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır.

Bu güne kadar diz osteoartritine sahip hastaların ayak postürü ve biyomekaniğinde yarattığı bozukluklar ile ilgili çok az çalışma yapılmıştır. Bu bozuklukların invaziv olmayan ve hasta için riski bulunmayan yöntemlerle erken tespiti hastanın yaşam kalitesini arttıracak yaklaşımlara erkenden

başlanmasına izin verecektir. Ayrıca literatürde çok az çalışmada hem klinik iyileşme hem de tedavi maliyetlerinde azalma sağlayabilecek olan ortez, tabanlık veya ayakkabı modifikasyonlarının en uygun olarak belirlenmesini, anormal ark ve en önemlisi ayak plantar basıncının gösterilmesini sağlayacak plantar basınç ölçümü (pedobarografi) analizine yer verilmiştir. Biz bu çalışmada diz osteoartritinin çeşitli evrelerindeki hastalarda klinik ve radyolojik parametrelerin ayak postürü ve yapısı ile ilişkisini, klinik muayene ve pedobarografi ölçümleri ile değerlendirmeyi amaçladık.

Bizim çalışmamız diz OA hastalarında pedobarografik analizler, ayak postür ölçümleri ile ayak-ayakkabı EHA ölçümlerinin beraber yapıldığı ve değerlendirildiği ilk çalışmadır. Bu yüzden ilk aşamada biz hastaları kesitsel olarak değerlendirip ayak muayene ölçümleri, ayak postür ve ark indeksi ile pedobarografik analizlerin klinik ve radyolojik parametrelerle ilişkisini değerlendirdik. Bu değerlendirmelerin sonucunda diz OA radyolojik evresi arttıkça prone ayak yapısının geliştiğini, medial longitudinal arkta çökmenin meydana geldiğini, yürüyüş mekaniğinde önemli bir role sahip olan 1.MTF dorsifleksiyonunun azaldığını saptadık. Pedobarografik analizlere baktığımızda ise dizde OA ilerledikçe özellikle ortaayak ile önayak lateral bölümlerinde pik plantar basınç artışı gibi plantar basınç değerlerinde bozulmanın geliştiğini saptadık.

Bulgularımız bize diz OA hastalarında ayak fonksiyonunun birçok bireysel değişiklikten etkilendiğini gösterdi. Bu durum bize tabanlık, fizik tedavi veya başka tedavi seçeneklerinin en uygun olarak belirlenmesi için ayak postür ve karakteristiğinin detaylı ve bireysel olarak değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Klinikte uzun zamandır dizdeki lokal bozukluğa odaklanmış bir mekanizmaya sahip olan ayak tabanına lateral (valgus) kama kullanıldığını ve beklenenden az bir hasta grubunun bu tabanlıklardan fayda gördüğünü göz önüne alırsak bu hasta grubunda daha bireysel tedavi seçeneklerinin gündeme gelmesi gerekmektedir. Her diz OA hastasına detaylı bir değerlendirme yapılmadan tabanlık reçetelemektense, hastalığın tutulum şiddeti ve ayak fonksiyonu göz önüne alınarak belirlenecek kişiye özel tabanlık kullanılmasının daha uygun olacağını düşünmekteyiz. Bu hastaların detaylı değerlendirilmesi ve analizi sonucunda belirlenen ve kişiye özel reçetelenecek tabanlığın kullanımı ile hem daha iyi klinik iyileşme hem

de tedavi maliyetinde azalma sağlanabilecektir. Diğer taraftan tabanlıklar dışında bu hasta grubunda sıklıkla kullanılan fizik tedavi uygulamaları, terapötik egzersizler, enjeksiyonlar ve diğer tedavi seçeneklerinin nasıl ve nereye uygulanacağı belirlenirken sadece lokal olarak diz ve etrafı değil aynı zamanda özellikle ayak bileği eklemi ve 1.MTF eklemi başta olmak üzere ayak-ayak bileğide göz önüne alınması gerektiğini düşünmekteyiz. Bu konuda ileride yapılacak ve prospektif randomize kontrollü şekilde dizayn edilecek çalışmalarla daha net bilgilerin elde edilebilir.

Çalışmamızda kontrol grubumuzun olmaması bir eksiklik olarak değerlendirilebilir ama bizim çalışmamızın amacı bu hastaları sağlıklı bireylerle kıyaslamak değildi. Ayrıca bu konuda daha önce yapılmış çalışmalarda kontrol grubuna kıyasla diz OA hastalarında ayak postüründe ve basınç dağılımında bozulmanın olduğu saptanmıştır. Ama bu çalışmalar hem görece olarak az sayıdaki bir hasta popülasyonunda yapılmış hem de diz OA hastalarında meydana gelen değişikliklerin hastalık evresi ve şiddeti ile ilişkisini değerlendirmemiştir. Halbuki diz OA hastalarında hastalık evresi ve şiddetine göre yapılacak bu korelasyon tedavi seçeneklerini etkileyebilecektir. Biz ise yüksek sayıda hasta grubunda yaptığımız bu çalışmada hastalığın çeşitli evresindeki hastaları kıyasladık. Diz OA hastalarında hastalığın tutulum şiddeti ve dejeneratif süreç ilerledikçe ayak fonksiyon ve biyomekaniğinin ne kadar etkileneceğinin ortaya çıkarılmasının önleyici tedavi seçeneklerinin uygun belirlenmesi açısından daha önemli olduğunu düşünmekteyiz. Bu etkilenmenin invaziv olmayan ve hasta için riski bulunmayan yöntemlerle erken tespiti hastanın yaşam kalitesini arttıracak yaklaşımlara erkenden başlanmasına izin verecektir. Diğer taraftan ayak fonksiyonunda meydana gelmiş olan bozukluğun diz OA için bir risk faktörümü yoksa diz OA'nin bir sonucumu olduğu bizimki gibi kesitsel çalışmalarla net olarak ortaya koyulamaz. Bu konuda longitudinal olarak planlanmış daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak bu çalışma diz OA'li bireylerde pedobarografik analizler, ayak postür ölçümleri ile ayak-ayakbileği EHA ölçümlerinin beraber yapıldığı ve değerlendirildiği ilk çalışmadır. Çalışmamız sonucunda diz OA'nin tedavisinde ayak yapısının ayrıntılı değerlendirilmesinin önemi hakkında önemli veriler elde edildi. Günlük pratikte diz OA hastalarının

değerlendirmesinde ayak ve ayak bileği yapısının mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini düşünmekteyiz. Bu detaylı değerlendirme için rutin ayak-ayak bileği muayenesi yanı sıra objektif değerlendirme için pedobarografi gibi ileri inceleme yöntemlerini kullanmamız daha uygun olacaktır.

Ayak biyomekaniğinde ve fonksiyonunda bozukluk olduğu tespit edilmiş diz OA'li hastalarda, mevcut tedavilerinin yanı sıra ayak-ayak bileği bölgesine yönelik, bozukluğun yeri ve şiddetine göre de değerlendirilerek, bireysel olarak belirlenecek olan fizik tedavi programları, terapötik egzersiz yaklaşımları veya uygun başka bir tedavi ile mevcut olan fonksiyon bozukluğu azaltılabilir ve fiziksel fonksiyonda artış ile hastanın günlük yaşam aktivitelerinde artan iyilik hali sağlanabilir.

VII. ÖZET

Diz Osteoartrit Hastalarında Ayak Biyomekaniğinin Klinik Ve Pedobarografik Değerlendirilmesi

Amaç: Biz çalışmamızda diz osteoartritinin çeşitli evrelerindeki hastalarda ayak postürü ve yapısını klinik muayene ölçümleri, inklinometri ve pedobarografi ile değerlendirmeyi ve bulguların klinik ve radyolojik parametrelerle ilişkisini araştırmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Amerikan Romatoloji Birliği (ACR) klinik ve radyolojik kriterlerine göre primer diz osteoartriti tanısı koyulan toplam 164 gönüllü hasta polikliniğe başvuru sırasıyla çalışmaya dahil edildi. Hastaların yaş, cinsiyet, hastalık süresi gibi demografik verileri kaydedildi. Kellgren-Lawrence evresine göre sınıflandırılan hastaların fizik muayene bulguları ve inklinometre ile ölçülen EHA ölçümleri kaydedildi. Hastaların ayak postürleri FPI ve AI ile değerlendirildi. Klinik değerlendirmede hastaların spesifik sağlık durumu WOMAC, fonksiyonel yetileri ise Lequesne indeksi kullanılarak değerlendirildi. Hastaların pedobarografik incelemelerinde statik ve dinamik plantar basınçları kaydedildi. Veriler SPSS 15.0 paket programı ile değerlendirildi. Bütün sonuçlar için $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Çalışmaya 120 (%73,2) kadın 44 (%26,8) erkek hasta katıldı. Hastaların ortalama yaşları $52,62 \pm 12,11$ yıl idi. Ortalama VKİ $30,35 \pm 5,01$ kg/m^2 idi. Hastaların K-L evrelerinin FPI ve AI ile pozitif yönde, 1.MTF dorsifleksiyonu ile negatif yönde korelasyon gösterdiği saptandı (sırasıyla $p < 0,001$, $p = 0,005$ ve $p = 0,002$). Hastaların K-L evrelerinin dinamik orta ayak, ön ayak lateral pik plantar basınçları ve orta ayak yük hızı ile pozitif korelasyon gösterdiği saptandı (sırasıyla $p = 0,001$, $p = 0,007$ ve $p = 0,023$). Hastaların WOMAC-ağrı değerleri orta ayak dinamik plantar basıncı ($p = 0,006$), topuk medial yüklenme hızı ($p = 0,027$) ve orta ayak yüklenme hızı ($p = 0,013$) ile ilişkiliydi. Hastaların WOMAC-fiziksel fonksiyon değerleri orta

ayak dinamik plantar basıncı ($p=0,007$), topuk medial yüklenme hızı ($p=0,005$) ve orta ayak yüklenme hızı ($p=0,008$) ile ilişkiliydi. Hastaların Lequesne skorları orta ayak dinamik plantar basıncı ($p=0,048$), dinamik önayak medial ($p=0,032$) ve dinamik önayak lateral basıncı ($p=0,032$) ile ilişkiliydi. Hastaların VKİ değerleri orta ayak dinamik plantar basıncı ($p<0,001$), dinamik önayak medial ($p=0,004$), dinamik önayak orta ($p=0,007$) dinamik önayak lateral ($p=0,048$), dinamik başparmak ($p=0,015$), topuk medial yüklenme hızı ($p=0,003$), topuk lateral yüklenme hızı ($p=0,017$), orta ayak yüklenme hızı ($p<0,001$), önayak lateral yüklenme hızı ($p=0,008$) ve başparmak yüklenme hızı ($p<0,001$) ile ilişkiliydi.

Sonuç: Diz OA'li hastalarda ayak postürü ve plantar basınç ölçümlerinin diz OA klinik, demografik ve radyolojik parametrelerle ilişkili olduğunu saptadık. Diz OA radyolojik evresi arttıkça prone ayak yapısının geliştiğini, medial longitudinal arkta çökmenin meydana geldiğini, 1.MTF dorsifleksiyonunun azaldığını saptadık. Özellikle dizde OA ilerledikçe özellikle ortaayak ile önayak lateral bölümlerinde pik plantar basınç artışı gibi plantar basınç değerlerinde bozulmanın geliştiğini saptadık. Günlük pratikte diz OA hastalarının değerlendirilmesinde ayak ve ayak bileği yapısı mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Detaylı ve objektif değerlendirme için pedobarografi gibi ileri inceleme yöntemlerini kullanmamız bize fayda sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Diz osteoartriti, pedobarografi, ayak postürü, klinik, radyoloji

VIII. İNGİLİZCE ÖZET (SUMMARY)

The Clinic And Pedobarographic Evaluation Of Foot Biomechanics In Patients With Knee Osteoarthritis.

Aim: In this study we aimed to examine the posture and structure of the foot in patients with different stages of knee osteoarthritis by using the clinical measurement, inclinometer and pedobarography together with investigating the association between the findings and clinical-radiological parameters.

Materials and Methods: 164 patients with the diagnosis of knee OA according to the American Colleague of Rheumatology (ACR) criteria were included in the study consecutively in outpatient clinic. Demographic data of the patients such as age, gender and BMI were recorded. The patients classified according to the Kellgren-Lawrence grading system, ROM measurements which were evaluated by inclinometer and the physical examination findings were recorded. The foot posture of patients was investigated by using FPI and AI. In clinical assessment the specific health statue was carried out by applying the WOMAC and functional assessment was evaluated by applying the Lequesne index. Both static and dynamic plantar pressures were recorded in pedobarographic studies of patients. The data were evaluated with SPSS 15.0 software. For all results $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results: 120 (73.2%) women and 44 (26.8%) male patients were included in the study. The mean age of patients was $52,62 \pm 12,11$ years. Average BMI was $30,35 \pm 5,01$ kg/m². The K-L grading of patients was positively correlated with FPI and AI, on the other hand it was negatively correlated with 1.MTP joint dorsiflexion ($p < 0,001$, $p = 0,005$ and $p = 0,002$ respectively). The K-L grading of patients was positively correlated with dynamic mid-foot plantar peak pressure, dynamic forefoot lateral peak pressure and midfoot loading rate ($p = 0,001$, $p = 0,007$ and $p = 0,023$ respectively). The WOMAC-pain scores of patients were positively correlated with midfoot dynamic

plantar peak pressure ($p=0,006$), medial heel loading rate ($p=0,027$) and midfoot loading rate ($p=0,013$). The WOMAC-physical function scores of patients were positively correlated with midfoot dynamic plantar peak pressure ($p=0,007$), medial heel loading rate ($p=0,005$) and midfoot loading rate ($p=0,008$). The Lequesne scores of patients were positively correlated with midfoot, lateral forefoot and medial forefoot dynamic plantar peak pressures ($p=0,048$, $p=0,032$ and $p=0,032$ respectively). The BMI of patients was positively correlated with midfoot, medial forefoot, central forefoot, lateral forefoot dynamic plantar peak pressures ($p<0,001$, $p=0,004$, $p=0,007$ and $p=0,048$ respectively) and medial heel, lateral heel, midfoot, lateral forefoot loading rates ($p=0,003$, $p=0,017$, $p<0,001$ and $p=0,008$ respectively).

Conclusion: We were observed that foot posture and plantar pressure measurements in patients with knee OA were correlated with clinical and radiological parameters. Patients with the higher OA grade exhibit a more pronated foot type, lower arches, restricted 1. MTP joint ROM and elevated pressure values especially on the midfoot and lateral forefoot peak plantar pressures. We must consider the foot posture and structure in the evaluation of knee OA in clinical practice. Therefore the advanced assessment tools like pedobarography will be useful in detailed and objective evaluation.

Keywords: Knee osteoarthritis, pedobarography, foot posture, clinic, radiology

IX. EKLER

EK-1: HASTA DEĞERLENDİRME FORMU DİZ OSTEOARTRİT HASTALARINDA AYAK BİYOMEKANİĞİNİN KLİNİK VE PEDOBAROGRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ

1-AD-SOYAD:

2-MUAYENE TARİHİ:

3-ADRES:

4-DOĞUM TARİHİ:

5-YAŞ:

6-TELEFON NO:

7-MESLEK:

8-EĞİTİM DÜZEYİ:

9-CİNSİYET: K E

10-VKI:

11- ŐIKAYET:

1-AĞRI:

2- DİĞER:

3- EŞLİK EDEN BAŞKA BÖLGEDE AĞRI:

4-AİLE ÖYKÜSÜ: : :

5-ÖZGEÇMİŐ:

12-FİZİK MUAYENE:

AYAK İNSPEKSİYONU ve PALPASYONU:

EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI ÖLÇÜMÜ:

AYAK BİLEĞİ ROM: Ölçüm şekli: Aktif Pasif

-Plantar Fleksiyon (N: 30-50 derece):

Sağ:

Sol:

-Dorsifleksiyon (N: 20-30 derece):

Sağ:

Sol:derece

1.MTF EKLEM ROM: Ölçüm şekli: Aktif Pasif

-Fleksiyon (N: 45 derece) Sağ:

Sol:

-Dorsifleksiyon (N: 70-90 derece):

Sağ:

Sol:

NÖROLOJİK MUAYENE:

KAS GÜCÜ MUAYENESİ:

AYAK BİLEĞİ KAS KUVVETİ: Sağ/5 Sol/5

1. MTF EKLEM KAS KUVVETİ: Sağ/5 Sol/5

DUYU MUAYENESİ:

REFLEKS MUAYENESİ: AŞIL REFLEKSİ: Sağ : Sol:

BABINSKİ : Sağ: Sol:

PERİFERİK DOLAŞIM DEĞERLENDİRMESİ:

13- FPI (AYAK POSTÜR İNDEKSİ)

		DÜZLEM	Değerlendirme 1	
			Sol	Sağ
			Tarih:	
			-2 ile +2	-2 ile +2
ARKA AYAK	Talus başı palpasyonu	Transverse		
	Lateral malleolün üst ve altındaki kavisler	Frontal/trans vers		
	Kalkaneusun inversiyon veya eversiyonu	Frontal		
ÖN AYAK	Talonavikuler eklem bölgesinde kabarıklık-çıkıntı	Transvers		
	Medial longitudinal arkın yükseklik ve düzeni	Sagital		
	Önayağın arkaayağa göre abduksiyon veya adduksiyonu	Transvers		

14- WOMAC SKORU:

WOMAC OSTEOARTRİT İNDEKSİ

A. AĞRI

1. Düz zemin üzerinde yürümekle ağrı
2. Merdiven inip-çıkma ile ağrı
3. Gece yatakta ağrı
4. oturmak veya uzanmakla ağrı
5. ayakta durmakla ağrı

B. SERTLİK

1. Sabah ilk yürüme sırasında sertlik
2. Gün içerisinde oturma-uzanma-istirahat sonrası sertlik

C. FİZİKSEL FONKSİYON

1. Merdiven inme
2. Merdiven çıkma
3. Otururken ayağa kalkma
4. Ayakta durma
5. Yere eğilme (çömelme)
6. Düz zemin üzerinde yürüme
7. Arabaya inme-binme
8. Alışveriş yapma
9. Çorap giyme
10. Çorap çıkartma
11. Yataktan kalkma
12. Yatakta uzanma
13. Banyo küvetine girme-çıkma
14. Oturma
15. Tuvalet girme-çıkma
16. Ağır ev işleri
17. Hafif ev işleri

Likert Ağrı Skalası

1 puan	2 puan	3 puan	4 puan	5 puan
yok	hafif	orta	şiddetli	çok şiddetli

15- LEQUESNE İNDEKSİ:

LEQUESNE İNDEKSİ	
1. Gece Ağrısı:	-Yok (0) -Sadece Hareketle (1) -Hareket Etmeksizin
2. Sabah Tutukluğu:	-1 dakika ve altında (0) -15 dakika (1) -15 dakikanın üzerinde (2)
3. 30 dakika ayakta durduktan sonra ağrı:	-Yok (0) -Var (1)
4.Yürümekle ağrı:	-Yok (0) -Belli bir mesafe yürüyünce (1)

	-Başlangıçtan itibaren (2)
5. Kolların yardımı olmadan sandalyeden kalkarken ağrı:	-Yok (0) -Var (1)
6. Maksimum yürüme mesafesi:	-Sınırsız (0) -100-300m (5) -1 km'den fazla (1) -100m> (6) -15 dakikada 1 km (2) -Bir baston (1) -500-900m (3) -İki baston (2) -300-500m (4)
7. Günlük yaşam aktiviteleri:	-Merdiven çıkma } Rahat (0) -Merdiven inme } Zor (1) -Çömelme } İmkansız (2) -Düzensiz zeminde yürüme

16- RADYOGRAFİK AÇI ÖLÇÜM DEĞERLERİ:

Kellgren Lawrence evre:

X. KAYNAKLAR

1. Access Economics: Painful realities: the economic impact of arthritis in Australia in 2007. Sydney: Arthritis Australia; 2007.
2. Woolf AD, Pfleger B: Burden of major musculoskeletal conditions. Bull World Health Organ 2003, 81:646-656.
3. Gross et al. Flat Feet, Knee Pain, and Cartilage Damage in Older Adults Arthritis Care & Research Vol. 63, No. 7, July 2011, pp 937–944
4. Roemhildt ML, Coughlin KM, Peura GD, Badger GJ, Churchill D, Fleming BC, Beynnon BD: Effects of increased chronic loading on articular cartilage material properties in the Lapine tibio-femoral joint. J Biomech 2010, 43:2301-2308.
5. Schipplein OD, Andriacchi TP: Interaction between active and passive knee stabilizers during level walking. J Orthop Res 1991, 9:113-119.
6. Miyazaki T, Wada M, Kawahara H, Baba H, Shimada S: Dynamic load at baseline can predict radiographic disease progression in medial compartment knee. Ann Rheum Dis 2002, 61:617-622.
7. Lynn S, Reid S, Costigan P: The influence of gait pattern on signs of knee osteoarthritis in older adults over a 5-11 year follow-up period: a case study analysis. Knee 2007, 14:22-28.
8. Baliunas AJ, Hurwitz DE, Ryals AB, Karrar A, Case JP, Block JA, Andriacchi TP: Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage 2002, 10:573-579.
9. Mundermann A, Dyrby CO, Andriacchi TP: Secondary gait changes in patients with medial compartment knee osteoarthritis: increased load at the ankle, knee, and hip during walking. Arthritis Rheum 2005, 52:2835-2844.
10. Nakajima K, Kakihana W, Nakagawa T, Mitomi H, Hikita A, Suzuki R, Akai M, Iwaya T, Nakamura K, Fukui N: Addition of an arch support improves the biomechanical effect of a laterally wedged insole. Gait Posture 2009, 29:208-213.

11. Donatelli R: Abnormal biomechanics of the foot and ankle. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987, 9:11-16.
12. Tiberio D: The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987, 9:160-165..
13. Nester CJ, Hutchins S, Bowker P. Shank rotation: A measure of rearfoot motion during normal walking. *Foot Ankle Int* 2000;21(7):578-83.
14. Souza TR, Pinto RZ, Trede RG, Kirkwood RN, Fonseca ST. Temporal couplings between rearfoot-shank complex and hip joint during walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2010;25(7):745-8.
15. Dawe E., Davis J *Anatomy And Biomechanics Of The Foot And Ankle Orthopaedics And Trauma* 25:4 , 2011 Elsevier Ltd.
16. Reilly K, Barker K, Shamley D, Sandall S: Influence of foot characteristics on the site of lower limb osteoarthritis. *Foot Ankle Int* 2006, 27:206-211.
17. Reilly K, Barker K, Shamley D, Newman M, Oskrochi GR, Sandall S: The role of foot and ankle assessment of patients with lower limb osteoarthritis. *Physiotherapy* 2009, 95:164-169.
18. Van Gheluwe B, Kirby KA, Hagman F: Effects of simulated genu valgum and genu varum on ground reaction forces and subtalar joint function during gait. *J Am Podiatr Med Assoc* 2005, 95:531-541.
19. Shimada S, Kobayashi S, Wada M, Uchida K, Sasaki S, Kawahara H, Yayama T, Kitade I, Kamei K, Kubota M, Baba H: Effects of disease severity on response to lateral wedged shoe insole for medial compartment knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 2006, 87:1436-1441.
20. Baker K, Goggins J, Xie H, Szumowski K, LaValley M, Hunter DJ, Felson DT: A randomized crossover trial of a wedged insole for treatment of knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2007, 56:1198-1203.
21. Hinman RS, Payne C, Metcalf BR, Wrigley TV, Bennell KL: Lateral wedges in knee osteoarthritis: What are their immediate clinical and biomechanical effects and can these predict a three-month clinical outcome? *Arthritis Rheum* 2008, 59:408-415.

22. Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, Merriman GJ, Kaplan RJ, Felson DT: Effectiveness of a lateral-wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 2002, 83:889-893.
23. Rodrigues PT, Ferreira AF, Pereira RM, Bonfa E, Borba EF, Fuller R: Effectiveness of medial-wedge insole treatment for valgus knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2008, 59:603-608.
24. Levinger P, Menz HB, Fotoohabadani MR, Feler JA, Bartlett JR, Bergman NR, Foot Posture In People With Medial Compartment Knee Osteoarthritis. *J Foot Ankle Res.* 2010 Dec 16;3,29
25. Ulunay Kanatlı, Haluk Yetkin, Murat Songür, Ali Öztürk, Selçuk Bölükbaşı. Yürüme Analizinin Ortopedik Uygulamaları. TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi 2006 Cilt: 5 Sayı: 1-2 :53-59
26. Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB: Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010, 40:286-296.
27. Faucher M, Poiraudreau S, Lefevre-Colau MM, Rannou F, Fermanian F, Revel M. Algo-functional assessment of knee osteoarthritis: comparison of the test-retest reliability and construct validity of the WOMAC and Lequesne indexes. *Osteoarth Cartil* 2002; 10:602-610.
28. Çimen A : Anatomi. Uludağ Üniversitesi Basımevi 1994.
29. Kolukısa Ş. Kalça Ve Diz Osteoartritine Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi Ve Yaşam Kalitesinin Karşılaştırılması (Tez) İstanbul Göztepe Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Kliniği 2008
30. Rasch PJ, Burke RK. Kinesiology of the knee joint. Rasch PJ, Burke RK ed(s). In:Kinesiology and Applied Anatomy 6th edition, Lea& Febiger, Philadelphia 1978: 285-303
31. Snell R.S.: Klinik Anatomi, Ed: Yıldırım M, 5. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi, 1998.
32. Başar B. Diz Osteoartritli Hastalarda Fizik Tedavi Modaliteleri (Tens, Ultrason, Kısa Dalga Diatermi) Nin Fiziksel Fonksiyon Üzerine Olan Etkisi (Tez) İstanbul Fizik Tedavi Rehabilitasyon Eğitim Ve Araştırma Hastanesi 1. Klinik 2009

33. Clarke ED, Scott WD, Insall JN. Anatomy. Insall JN, Scott WD ed(s) In: Surgery of The Knee 3rd edition, Churchill Livingstone, Philadelphia 2001; Volume 1: 13-77
34. Doğanay H. Türk Toplumunda Patella Tipleri, Patella Tipleri İle Kondromalazi Patella Arasındaki İlişkinin Manyetik Rezonans Görüntüleme İle Değerlendirilmesi T.C. Sağlık Bakanlığı Göztepe Eğitim Ve Araştırma Hastanesi 2. Radyoloji Kliniği 2009
35. Tuna N: Romatizmal hastalıklar. Hacettepe Taş Yayıncılık, 3.Baskı, Ankara 1994.
36. Kalaycı C. B. Femur İnterkondiler Çentik Genişliği Ve Ön Çapraz Bağ Yırtıkları İle İlişkisi (Tez) T.C. Sağlık Bakanlığı Göztepe Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği 2009
37. Tüzün F.Hareket Sistemi Hastalıkları Nobel Tıp Kitapevleri, 1997.
38. Tuna N (Ed.): Elektroterapi, 2.baskı, Nobel Tıp Kitabevi 2001.
39. Beyazova M, Kutsal YG. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, Güneş Kitabevi, İkinci cilt 2000.
40. Aydın R. Dejeneratif Romatizmal Hastalıklar. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Diniz F,Ketenci A (Ed). Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul 2000:331-341.
- 41.Peker Ö: Osteoartrozda ayırıcı tanı. Osteoartroz Kutsal YG (Ed) Güneş Kitabevi, Ankara 2000:94-108.
42. ACR subcommittee: Recommendations for the medical management of osteoarthritis of the hip and knee; 2000 update, Arthritis Rheum 2000;43:1905-1915.
43. Dieppe P, Peterfy C, Watt I. Osteoarthritis and Related Disorders-Imaging.Rheumatology 2nd ed.Klippel JH, Dieppe PA(Eds). Mosby, London 1998:Vol(2):8,4.1-10.
44. Altınok D. Osteoartritte görüntüleme yöntemleri. Osteoartrit Karaaslan Y (Ed). MD Yayıncılık, Ankara 2000:119-131.
45. Tuomas Liikavainio, MD, MSc, Tarja Lyytinen, BM, Erja Tyrainen, MD, Sarianna Sipila,PhD, Jari P. Arokoski, MD, DMSc. Physical Function and Properties of Quadriceps Femoris Muscle in Men with Knee Osteoarthritis. Arch Phys Med. Rehabil.Vol 89;November 2008,2185-194.

46. Kellgren JH, Lawrence JS. Atlas of standard radiographs of arthritis. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
47. Deniz E. Diz Osteoartritinde Denge-Koordinasyon Egzersizlerinin, İntraartikuler Hyoluronik Asit Uygulamasının Ve Fizik Tedavinin, Ağrı, Fonksiyonel Kapasite, Proprioseptif Bozukluk Ve Yaşam Kalitesi Üzerine Kısa Dönemli Etkilerinin Karşılaştırılması (Tez) T.C. Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim Ve Araştırma Hastanesi 2005
48. Birmingham TB, Kramer JF, Kirkley A, Inglis JT et al: Knee bracing for medial compartment osteoarthritis: Effects on proprioception and postural control. *Rheumatology* 2001;40:285-289.
49. Shakoor N, Lidtke RH, Wimmer MA, Mikolaitis RA et al. Improvement in knee loading after use of specialized footwear for knee osteoarthritis: results of a six-month pilot investigation. *Arthritis Rheum.* 2013 May;65(5):1282-9. doi: 10.1002/art.37896.
50. Lidtke RH, Muehleman C, Kwasny M, Block JA. Foot center of pressure and medial knee osteoarthritis. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2010 May-Jun;100(3):178-84.
51. Shakoor N, Lidtke RH, Sengupta M, Fogg LF Effects of specialized footwear on joint loads in osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2008 Sep 15;59(9):1214-20. doi: 10.1002/art.24017.
52. Yalçınsoy E. Beden Eğitimi Ve Spor Yüksekokulu Öğrencilerinde Ayak Biyomekaniği Ve Ekzersizin Ayak Biyomekaniği Üzerine Etkisi (Tez) Celal Bayar Üniversitesi Tıp FTR Anabilim Dalı 2010
53. Koşan U. Diabetes Mellituslu, Nöropatisi Olan Ve Olmayan Hastalarda Egzersizin Etkilerinin Pedobarografik Olarak Değerlendirilmesi (Tez) Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi FTR Anabilim Dalı 2011
54. Topçu E . Ankilozan Spondilitli Hastalarda Plantar Basınç Değerleri ve Bunun Klinik ve Radyolojik Parametrelerle İlişkisi (Tez) Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı 2013
55. Schiphof D., Boers M., Bierma-Zeinstra M.A.S. Differences in descriptions of Kellgren and Lawrence grades of knee osteoarthritis *Ann Rheum Dis* 2008;67:1034–1036. doi:10.1136/ard.2007.079020
56. The Foot Posture Index, User Guide And Manual, www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

57. Redmond AC. Foot Posture In Neuromuscular Disease (PhD Thesis) University of Sydney 2004
58. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring foot posture: the Foot Posture Index. *Clinical Biomechanics*
59. Kul-Panza E, Berker N: Pedobarographic findings in patients with knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil* 2006;85:228–233.
60. Peat G., Thomas E., Duncan R., Wood L. Clinical classification criteria for knee osteoarthritis: performance in the general population and primary care *Ann Rheum Dis* 2006;65:1363–1367. doi: 10.1136/ard.2006.051482
61. Cho H. J., Chang C. B., Yoo J. H., Kim S.J. Gender Differences in the Correlation between Symptom and Radiographic Severity in Patients with Knee Osteoarthritis *Clin Orthop Relat Res* (2010) 468:1749–1758 DOI 10.1007/s11999-010-1282-z
62. Coughlin, Michael J., and Paul S. Shurnas. "Hallux Rigidus: Demographics, Etiology and Radiographic Assessment." *Foot & Ankle International* 24.10 (2003): 731-43.
63. Birtane M., Tuna H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clinical Biomechanics* 19 (2004) 1055–1059