



T.C. YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**TOTAL DİZ ARTROPLASTİSİ UYGULANAN HASTALARDA
PEDOBAROGRAFİK DEĞERLENDİRME**

Dr. Onur KOCADAL
UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL - 2012



T.C. YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**TOTAL DİZ ARTROPLASTİSİ UYGULANAN HASTALARDA
PEDOBAROGRAFİK DEĞERLENDİRME**

Dr. Onur KOCADAL

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN:

Doç. Dr. Melih GÜVEN

İSTANBUL - 2012

ÖNSÖZ

Yeditepe Üniversitesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim dalında eğitim aldığım süreçte bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen ve yetişmemde sonsuz emeği olan değerli hocam Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Faik ALTINTAŞ'a

Sonsuz bilgi ve becerileri ile tez danışmanlığımı üstlenen sayın hocam Doç. Dr. Melih GÜVEN'e

Bilgi ve deneyimlerini sonsuz cömertlikle sunan eğitim ve öğrenimime yaptıkları katkıları nedeniyle minnettar olduğum değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Çağatay ULUÇAY'a, Yrd. Doç. Dr. Turhan ÖZLER'e, Prof. Dr. Muharrem İNAN'a, Doç. Dr. Tahsin BEYZADEOĞLU'na ve Doç. Dr. Halil İbrahim BEKLER'e

Eğitimim sırasında kader birliği yaptığım dostlarım Dr. Erkan SERVET'e, Dr. Korcan YÜKSEL'e, Dr. Ayberk ÖNAL'a, Dr. Burak Çağrı AKSU'ya ve Dr. Alp Taştan'a

Yetişmemde her türlü fedakarlığı yapmış olan babam Zekeriya KOCADAL, annem Nesrin KOCADAL ve kardeşim Nehir IŞIKALAN'a

Tüm bu zamanlarda yanımda bulunan ve bana destek veren sevgili eşim Dr. Nilüfer Çetinkaya'ya

Sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul / Aralık 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
KISALTMA LİSTESİ.....	VII
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
TABLO LİSTESİ.....	IX
1. YÜRÜME ANALİZİNİN TARİHÇESİ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Diz eklem anatomisi.....	3
2.1.1. Kemik yapılar.....	4
2.1.2. Eklem içi yapılar.....	6
2.1.3. Eklem dışı yapılar.....	7
2.1.4. Diz eklemine nörovasküler anatomisi.....	8
2.2. Diz eklemine biyomekaniği.....	10
2.3. Diz osteoartriti.....	12
2.3.1. Etiyoloji ve doğal seyir.....	13
2.3.2. Fizik muayene ve tanı.....	13
2.3.3. Tedavi.....	14
2.4. Diz osteoartriti total diz artroplastisi.....	15
2.5. Yürüme analizi.....	24
3. HASTALAR VE YÖNTEM.....	34
3.1. Ameliyat öncesi değerlendirme.....	34
3.2. Cerrahi girişim.....	39
3.3. Ameliyat sonrası değerlendirme.....	39
4. SONUÇLAR.....	41
5. TARTIŞMA.....	53
6. KAYNAKLAR.....	64
7. EKLER.....	78

ÖZET

Giriş: Total diz artroplastisinin başarısı, komponentlerin doğru konumlandırılmasına, yumuşak doku dengesinin sağlanmasına ve alt eksteremite diziliminin düzeltilmesine bağlıdır. Literatürde diz artroplastisi sonrası kinetik ve kinematik analiz sonuçlarına dayanan çalışmalar mevcutken pedobarografik çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Amaç: Total diz artroplastisi öncesi ve sonrasında hastalarda yürüme biyomekaniğindeki değişikliklerin ve artroplasti girişimi sonrası komponent dizilimlerinin pedobarografik olarak değerlendirilmesi amaçlandı.

Gereç ve yöntem: Primer diz osteoartriti nedeniyle total diz artroplastisi planlanmış olan 32 hastanın (29 kadın, 3 erkek; ortalama yaş 68,9 yıl) 47 dizi (7 sol, 10 sağ, 15 bilateral) ameliyat öncesinde ve sonrasında radyografik ve pedobarografik olarak değerlendirildi.

Sonuçlar: Tüm uygulamalarda femoral komponentin frontal ve sagittal planlarda, tibial komponentin ise sagittal plandaki yerleşimleri ideal sınırlarda idi. Ancak frontal planda değerlendirildiğinde tibial komponent farklı yerleşimlere (varus, nötral, valgus) sahipti. Tüm uygulamalardan elde edilen pedobarografik veriler değerlendirildiğinde cerrahi sonrasında basınç, kuvvet, temas alanı, kuvvet – zaman ve basınç – zaman integrali verilerinin özellikle ayak önü ve ortasında azaldığı, komponent yerleşimine göre oluşturulan gruplar arasındaki karşılaştırmalarda ise ayak arkasında da değişiklikler olduğu saptandı. Tibial komponentin varus pozisyonunda yerleştirilmesinin nötral ve valgus yerleşimlerine göre ayak önünde ve arkasında patolojik yüklenmelere yol açtığı tespit edildi.

Çıkarımlar: Pedobarografik inceleme diz artroplastisi sonrası hastaların objektif olarak değerlendirmesine olanak sağlar. Total diz artroplastisi sonrası pedobarografik veriler ameliyat öncesine göre farklılık gösterir. Tibial komponentin varus pozisyonunda konumlandırılması ayak tabanında patolojik yüklenmelere yol açmaktadır.

ABSTRACT

Introduction: Success of total knee arthroplasty depends on accurate positioning of the components, balance of soft tissues and correction of the lower extremity alignment. Studies on the kinetic and kinematic analyses after knee arthroplasty are common in the literature, however there are limited number of studies about pedobarographic analysis.

Objectives: The aim of this study is to evaluate differences in the walking biomechanics and alignment of components before and after knee arthroplasty by using pedobarographic analysis.

Material and method: Fortyseven knees (7 left side, 10 right side and 15 bilateral) of thirtytwo patients (29 females, 3 males; mean age: 68.9 years) were evaluated with radiographic and pedobarographic analysis before and after total knee arthroplasty due to primary knee osteoarthritis.

Results: In all applications; placement of femoral component in the frontal and sagittal planes and placement of tibial component in the sagittal plane were within the ideal limits. However tibial components showed different positions (varus, neutral and valgus) in the frontal plane. According to the analysis of pedobarographic values in all applications; pressure, force, contact area, force - time and pressure - time integral values decreased postoperatively, especially in the forefoot and midfoot. There were also some differences in the hindfoot between the groups which were formed according to tibial component position. Varus positioning of the tibial component caused pathological loading on the forefoot and midfoot, which was not seen in the neutral and valgus tibial components.

Conclusions: Pedobarographic evaluation provides objective examination of patients after total knee arthroplasty. Pedobarographic parameters show differences after total knee

arthroplasty compared to preoperative values. Varus position of the tibial component causes pathological loading on the sole of the foot.

KISALTMA LİSTESİ

Aa:	Ayak arkası
aLDFA:	Anatomik lateral distal femoral açı
Aö:	Ayak önü
Ao:	Ayak ortası
cm:	Santimetre
cm²:	Santimetrekare
EMG:	Elektromyografi
Hz:	Hertz
mLDFA:	Mekanik lateral distal femoral açı
mm:	Milimetre
mm²:	Milimetrekare
mMPTA:	Mekanik medial proksimal tibial açı
N:	Newton
s:	Saniye
VKI:	Vücut kitle indeksi
χ^2:	Ki kare

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Diz eklemi önden görünüm	3
Şekil 2: Fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasında femur kondillerin hareketleri.....	4
Şekil 3: Distal femur anatomisi	4
Şekil 4: Tibia proksimal eklem yüzeyi	4
Şekil 5: Sağ diz üstten görünüm	5
Şekil 6: Patella alt yüzden görünüm	5
Şekil 7: Menisküslerin beslenmesi.....	6
Şekil 8: Dizin eklem dışı yapıları; medial taraf.....	8
Şekil 9: Dizin eklem dışı yapıları; lateral taraf.....	8
Şekil 10: Popliteal arter ve dalları.....	9
Şekil 11: Popliteal bölge ve dizin venleri.....	9
Şekil 12: Dizin innervasyonu.....	10
Şekil 13: Diz eklem hareketleri	10
Şekil 14: Dizin anlık rotasyon merkezleri.....	11
Şekil 15: Alt eksteremite mekanik aksı ve femoral aksların belirlenmesi.....	17
Şekil 16: Tibia eksenleri.....	17
Şekil 17: Transkondiler ve transtibial aks.....	18
Şekil 18: Frontal planda transkondiler aksın, femurun mekanik ve anatomik aksları ilişkisi.....	18
Şekil 19: Mekanik ve anatomik medial proksimal tibial açısı.....	19
Şekil 20: Kalça-Diz-Ayak bileği açısı.....	19
Şekil 21: Tibiofemoral açısı.....	20
Şekil 22: Eklem uyumluluk açısı.....	20
Şekil 23: Tibianın posterior eğim açısı	20
Şekil 24: Alfa, beta, gama ve sigma açıları.....	23
Şekil 25: Blackburne –Peel indeksinin hesaplanması	24
Şekil 26: Yürümenin Fazları.....	25
Şekil 27: Çift destek fazı.....	25
Şekil 28: Yürüme analizi sırasında kullanılan parametreler.....	27
Şekil 29: Yürüme analizi laboratuvarı.....	28
Şekil 30: Basınç zaman integrali.....	32
Şekil 31: Alt ekstremitte diziliminin değerlendirilmesi.....	35
Şekil 32: Pedobarografik değerlendirmede ayağın bölümleri.....	36
Şekil 33: Statik değerlendirme	37
Şekil 34: Vücut ağırlık merkezi salınımının değerlendirilmesi.....	38
Şekil 35: Dinamik değerlendirme.....	38

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Diz eklemi osteoartritinin sınıflamasında kullanılan Ahlbäck sınıflaması.....	14
Tablo 2: Diz osteoartriti tedavisinde non-farmakolojik yöntemler.....	14
Tablo 3: Diz osteoartriti tedavisinde farmakolojik yöntemler.....	15
Tablo 4: Diz osteoartriti tedavisinde cerrahi yöntemler.....	15
Tablo 5: Total diz protezi tasarımları.....	21
Tablo 6: Cerrahi sonrası femoral ve tibial komponentlerin değerlendirilmesinde kullanılan açılar.....	40
Tablo 7: Tüm uygulamalarda ameliyat öncesi ve sonrası statik pedobarografik veriler.....	41
Tablo 8: Tüm uygulamalarda ameliyat öncesi ve sonrası dinamik pedobarografik veriler.....	42
Tablo 9: Tibial komponentin yerleşimine göre varus, nötral ve valgus gruplarında demografik veriler.....	43
Tablo 10: Tibial komponentin yerleşimine göre varus, nötral ve valgus gruplarında radyografik değerlendirme sonuçları.....	45
Tablo 11: Tibial komponentin yerleşimine göre varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası diz skorlamaları.....	45
Tablo 12: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası statik değerlendirmede total plantar kuvvet ve yüzde değerleri.....	46
Tablo 13: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası statik değerlendirmede total temas alanı ve yüzde değerleri.....	47
Tablo 14: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası statik değerlendirmede tepe basınç değerleri ve vücut ağırlık merkezi salınım analizi verileri.....	48
Tablo 15: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası dinamik değerlendirmede temas alanı değerleri.....	49
Tablo 16: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası dinamik değerlendirmede tepe basınç değeri verileri.....	50
Tablo 17: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası dinamik değerlendirmede kuvvet-zaman integrali değerleri.....	51
Tablo 18: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası dinamik değerlendirmede basınç-zaman integrali değerleri.....	52

1. YÜRÜME ANALİZİNİN TARİHÇESİ

İnsan hareketlerinin incelenmesiyle ilgili ilk tanımlamalar M.Ö. 350’li yıllarda Aristo, M.S. 150’li yıllarda ise Galen tarafından yapılmış; sistematik incelemeler ise Rönesans döneminde başlamıştır. Leonardo Da Vinci ve Galileo yürüme üzerine çalışmalar yapmışlardır [118].

1682’de Borelli denge prensiplerini ve vücut ağırlık merkezi kavramını irdemiş, yürüme siklusu ile ilgili ilk tanımlamaları ise 19. yüzyılda Weber kardeşler gerçekleştirmişlerdir. Gözlemsel inceleme ile yapılan yürüme analizi değerlendirmeleri, fotoğraf tekniğinin gelişmesi ile detaylanmış ve bilgi birikimi hızla artmaya başlamıştır. İlk fotoğrafik inceleme 1873’te Fransa’da Marey tarafından yapılmış, ardından Edward Muybridge seri sıralı fotoğraf çekim tekniği ile insan ve hayvanlarda hareket biçimlerini araştırmıştır [118].

1882’ de Belly ince cidarlı torbalar içine yerleştirilmiş çabuk donan alçı malzemesi kullanarak kişilerin ayak izi üzerinden ilk pedobarografik değerlendirmeleri gerçekleştirmiştir. Daha sonra aynı teknik kum, kil ve çakıl kullanılarak geliştirilmeye çalışılmıştır. 1925 yılında Forstall mürekkepli kağıtlar kullanarak ayakta statik olarak basınç ölçümleri yapmıştır [28]. 1935 yılında Morton ilk kez dinamik ayak basınçlarını semikantitatif olarak ölçmüştür [84, 104].

Braune ve Fischer 1895’te tek planda gerçekleşen vücut hareketlerinin hız ve ivmelerini hesaplamışlar ve incelemeleri sayısal değerlere dönüştürerek yürüme analizini daha bilimsel bir zemine taşımışlardır. 1930’lu yıllarda Eberhart ve Inman, yüksek hızlı çekimler yapabilen fotoğraf makinaları ile yürüme analizinin gelişmesine öncülük etmişler ve 1950’li yıllarda Verne Inman ve Jacquelin Perry modern yürüme analizi tekniklerini klinik uygulamalarda kullanmaya başlamışlardır [93].

Alt ekstremitte protez cerrahisinde yürüme analizi değerdendirmeleri 1974 yılında kalça protezine yönelik yapılan çalışmalarla başlamış, 1980 yılında total diz protezinin değerdendirilmesinde yürüme analizi kullanılmıştır [17, 109]. Bu dönemde özellikle yürüme analizi laboratuvarlarında bilgisayar destekli sistemlerle yapılan incelemeler popülerite kazanmış, aynı zamanda pedobarografik olarak ayak basınç ölçümlerine yönelik ilgi de artmıştır. Öncellikle ayağın normal yapısının incelenmesinde, ayak deformiteleri ve alt ekstremitte dizilim bozukluklarının değerdendirilmesinde pedobarografik inceleme ile ilgili yoğun çalışmalar yapılmıştır [42]. Ortez uygulamalarında pedobarografik incelemelerin kullanımı da bu dönemde yaygınlık kazanmıştır. Diz ve kalça osteoartritinde bir değerdendirme yöntemi olarak pedobarografi kullanımıyla ilgili son 10 yıl içerisinde bir takım bilimsel çalışmalar gerçekteştirilmiş ve bilimsel literatürde yer almaya başlamıştır [20, 21, 65, 113].

2. GENEL BİLGİLER

2.1. DİZ EKLEM ANATOMİSİ

Diz; vücuttaki en büyük eklemdir. Femur, tibia ve patella kemikleri yumuşak dokularla birlikte diz eklemine oluştururlar. Ginglimoid (menteşe) tip bir eklem olan diz eklemine patella ile femur arasında sellar (eğer) tip bir eklemleşme söz konusudur (Şekil 1) [74].

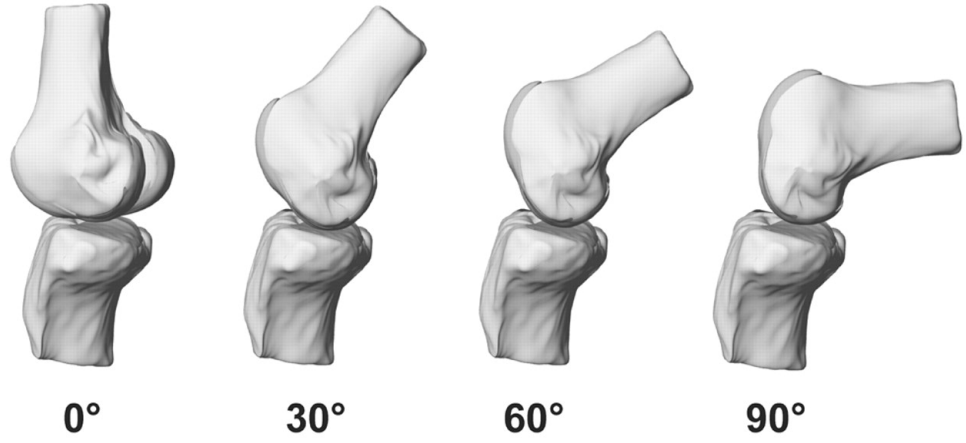
Diz eklemine hareket açıklığı oldukça geniştir. Femur kondillerinden geçen ekstansiyon ve fleksiyon hareketleri gerçekleşir. Diz eklemi fleksiyon konumundayken sınırlı derecelerde abduksiyon ve adduksiyon hareketleri de yapabilmektedir. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasında femur kondilleri tibia platosu üzerinde yuvarlanma (rolling), kayma (sliding) ve dönme (rotasyon)



Şekil 1: Diz eklemi önden görünüm (Color atlas of Anatomy; Rohen, Yokochi, Lutjen, Drecoll; 7th Edition; 2011)

hareketlerini kombine bir şekilde yapmaktadırlar (Şekil 2). Ekstansiyondaki diz fleksiyona gelirken ilk 20°'de femoral kondiller yuvarlanma hareketi yaparlar. Fleksiyon derecesi artarken yuvarlanma hareketine kayma hareketi de eklenmekte, fleksiyonun sonunda ise sadece kayma hareketi görülmektedir [110].

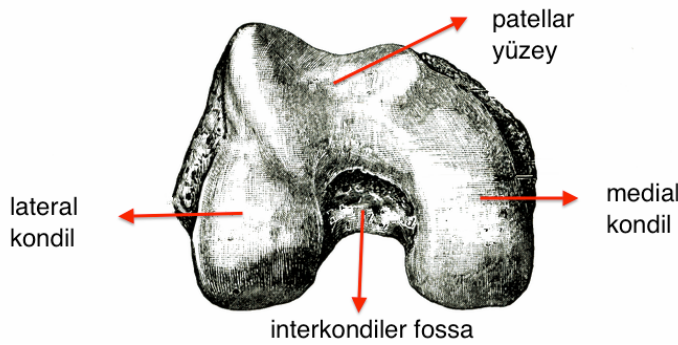
Diz eklemine statik stabilizatörleri kemikler, eklem kapsülü, menisküsler ve bağlar iken; dinamik stabilizatörler tendon ve kaslardır.



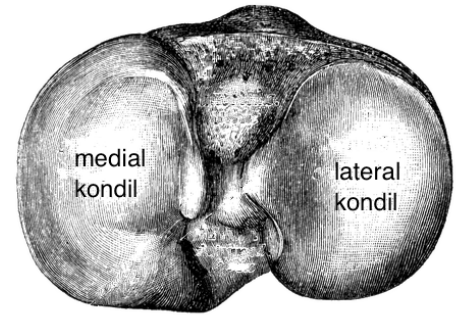
Şekil 2: Diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasında femur kondilleri yuvarlanma, kayma ve dönme hareketleri kombine bir şekilde gerçekleşir. (Li G, et al. Am J Sports Med. 2004; 32:1415 - 1420)

2.1.1. Kemik yapılar

Femur distali, tibia proksimali ve fibula proksimali kemik yapıları oluştururlar. Distal femur medial ve lateral kondil olmak üzere iki kısımdan oluşur. Medial femoral kondilin ön-arka plandaki dizilimi simetrik değildir ve lateral kondilden daha büyüktür. Medial kondil aksı sagittal planla 22°'lik açı yapar. Femurun anteriorunda interkondiler bölgede patella ile eklemleşen troklea adlı bir oluk bulunur (Şekil 3) [35].



Şekil 3: Distal femur anatomisi (Gray's anatomy; Drake; 2nd edition; 2009)

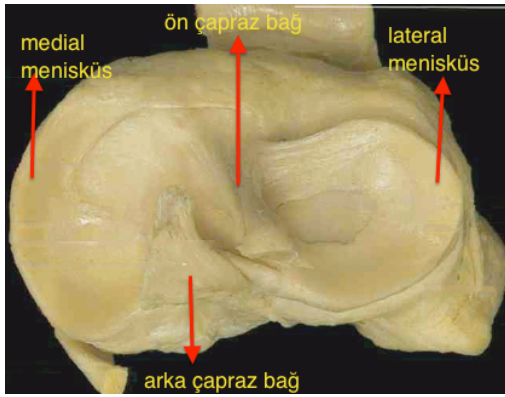


Şekil 4: Tibia proksimal eklem yüzeyi (Gray's anatomy; Drake; 2nd edition; 2009)

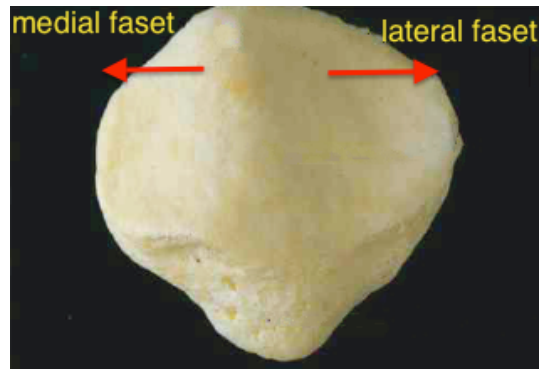
Tibial eklem yüzü medial ve lateral tibial kondiller ve bunları birbirinden ayıran interkondiler çıkıntılardan oluşur (Şekil 4). Aksiyel planda medial kondil iç bükey; lateral

kondil ise dış bükeydir. Femoral ve tibial kondillerdeki yüzey farklılıkları nedeniyle, diz eklemi fleksiyona geldikçe tibia iç rotasyona, femur ise dış rotasyona döner. Ekstansiyonda ise femurda iç rotasyon, tibia da dış rotasyon gerçekleşir. Bu durum vida-yuva (screw-home) mekanizması olarak isimlendirilir [87].

Tibia kondilleri posteriora doğru yaklaşık 8° - 10° 'lık bir eğime sahiptir. Ön interkondiler çentiğinin hemen önünde sırasıyla medial menisküs ön boynuzu, ön çapraz bağ ve lateral menisküsün ön boynuzunun yapışma yerleri bulunur. Arka interkondiler çentiğinin arkasında ise sırasıyla medial menisküsün arka boynuzu, lateral menisküsün arka boynuzu ve arka çapraz bağın yapışma yeri bulunur (Şekil 5).



Şekil 5: Sağ diz üstten görünüm. (Color atlas of Anatomy; Rohen, Yokochi, Lutjen, Drecoll; 7th Edition; 2011)

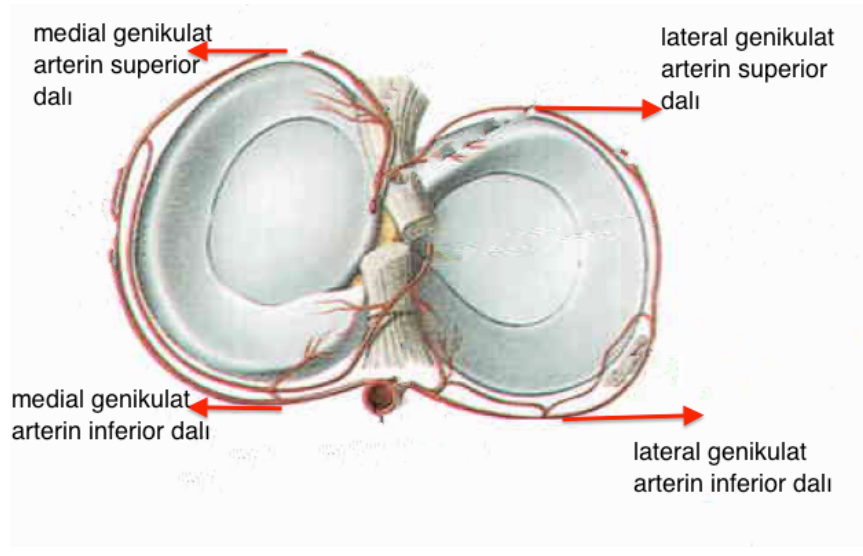


Şekil 6: Patella alt yüzden görünüm (Color atlas of Anatomy; Rohen, Yokochi, Lutjen, Drecoll; 7th Edition; 2011)

Patella, vücuttaki en büyük sesamoid kemik olup, kuadriseps ve patellar tendon arasında yer alır. Kuadriseps kasının kaldıraç kolunu uzatarak ekstansör mekanizmayı güçlendirir. Patella kalınlığı kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Patellar eklem yüzeyi medial ve lateral fasetlerden oluşur (Şekil 6). Medial eklem yüzeyi daha küçük ve dış bükeydir. Lateral yüzey ise geniş ve iç bükeydir. Fasetler arasında 130° 'lık açı bulunur. Eklem yüzeyin %75'i troklea ile eklemleşirken %25'lik kısmı eklem ilişkisine katılmaz. Ekstansiyonda patellanın lateral fasetinin distal kısmı lateral femoral kondille eklemleşir. Medial patellar faset; diz tam fleksiyona geldiği sırada medial femoral kondille eklemleşir [40].

2.1.2. Eklem içi yapılar

Diz ekleminde, femur ve tibia kondilleri arasında fibrokartilaj yapıdaki menisküsler bulunur. “C” harfi şeklindeki bu yapılar, tibial kondil üzerine oturarak, çevre kapsüle ve interkondiler mesafeye sıkı bir şekilde yapışırlar (Şekil 7). Ekstrasinoviyal yapıdadırlar. Medial ve lateral genikulat arterlerin superior ve inferior dallarından beslenirler. Mensiküslerin aynı zamanda proprioseptif reseptörleri bulunmaktadır [58].



Şekil 7: Menisküslerin beslenmesi (Sobotta Atlas of Human Anatomy; 13th edition; Putz R, 2001)

Medial menisküs yaklaşık 3.5 cm boyutunda ve yarım daire şeklindedir. Arkada posterior interkondiler alana, orta bölümünde kapsüle, önde ise anterior interkondiler alana yapışmaktadır. Medial menisküs lateral mensiküse göre daha az hareketlidir, bu nedenle de daha sık yaralanır.

Lateral menisküs daha dairesel yapıdadır. Önde, ön çapraz bağın posterolateralinde interkondiler alana, arkada ise posterior interkondiler alana yapışır. Eklem kapsülüyle olan ilişkisi, arka boynuzda yer alan ve eklem içi seyreden popliteus tendonu nedeniyle kesintiye uğrar ve dış yan bağ ile bir bağlantı göstermez. Bu nedenle lateral menisküs daha hareketlidir ve daha az yaralanır.

Ön çapraz bağ; tibia ile femur arasında uzanan, eklem içi, ekstrasinoviyal bir bağdır [69]. Proksimalde lateral femur kondilin posteromedialine, distalde ise anterior tibia platosuna yapışır (Şekil 5). Anteromedial ve posterolateral olarak iki ayrı banttandır. Fleksiyonda anteromedial bant gerilirken, ekstansiyonda posterolateral bant gerilir [18]. Kanlanması temel olarak orta genikülat arterin ligamentöz dallarından gerçekleşir. Ön çapraz bağın proprioseptif reseptörleri mevcuttur. Primer görevi tibianın anteriora translasyonunun engellenmesidir.

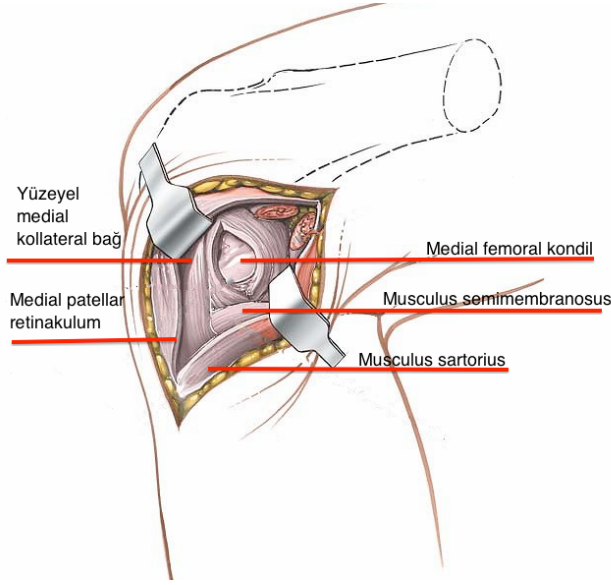
Arka çapraz bağ; intrasinoviyal bir bağdır. Proksimalde medial femoral kondilin anterolateralinden başlar ve distalde interkondiler çentiğin arkasına ve tibia platosunun posterioruna yapışır (Şekil 5). Anterolateral ve posteromedial olmak üzere iki ayrı banttandır. Fleksiyonda anterolateral bant gerilirken, ekstansiyonda posteromedial bant gergindir. Kanlanması ÖÇB’de olduğu gibi orta genikülat arter tarafından sağlanır. Tibianın posteriora translasyonunu %95 engelleyici güce sahiptir [11].

2.1.3. Eklem Dışı Yapılar

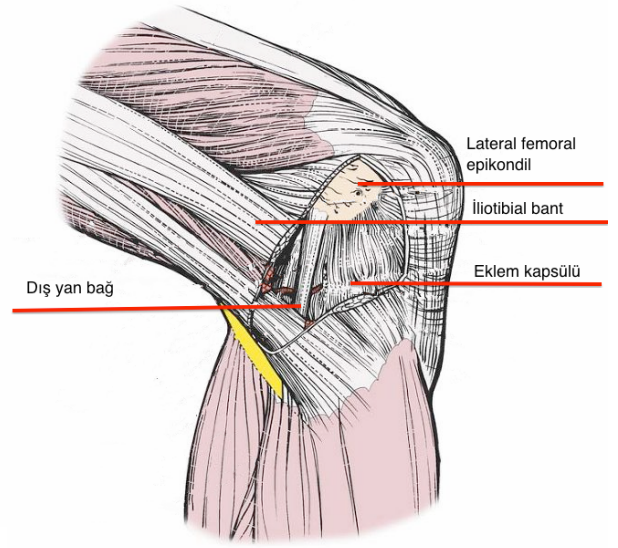
Diz eklemine eklem dışı yapılar medial ve lateralde üç tabaka halinde incelenmektedir [116].

Medial tarafta birinci tabakada sartorius fasiası, ikinci tabakada yüzeysel iç yan bağ, üçüncü tabakada ise derin iç yan bağ ve eklem kapsülü yer almaktadır (Şekil 8).

Lateral kompartman da üç ayrı tabakada incelenir. Yüzeysel tabakada iliotibial bant, lateral retinakulum, orta tabakada dış yan bağ, arkuat ligament, fabello-fibuler ligament, derin tabakada ise eklem kapsülü bulunmaktadır (Şekil 9).



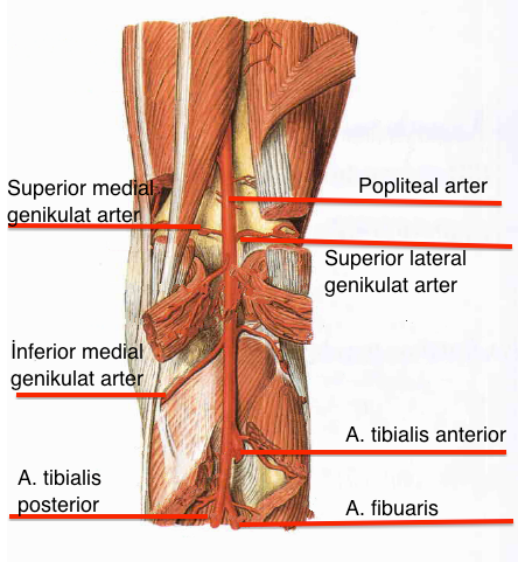
Şekil 8: Dizin eklem dışı yapıları; medial taraf (Hoppenfeld, Surgical Exposures in Orthopaedics; deBoer , Buckley; 4th edition; 2009)



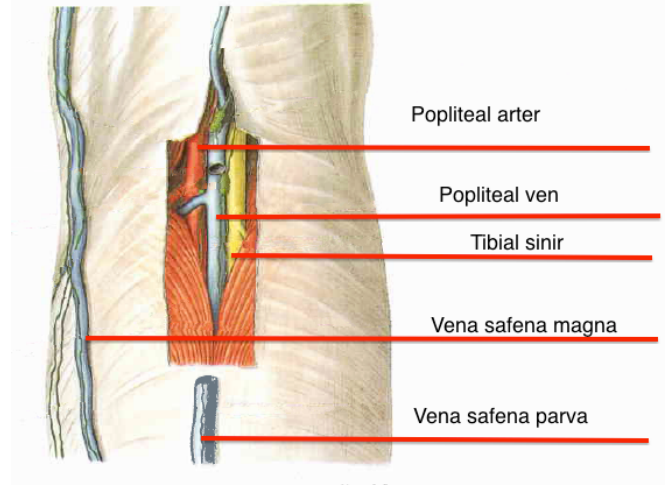
Şekil 9: Dizin eklem dışı yapıları; lateral taraf (Hoppenfeld, Surgical Exposures in Orthopaedics; deBoer , Buckley; 4th edition; 2009)

2.1.4. Diz eklemine nörovasküler anatomisi

Arteria femoralis, Hunter kanalından çıktıktan sonra popliteal arter adını alır. Popliteal fossaya semitendinosus ve biceps femoris kasları arasından girer. Tibial sinirin altında ilerler. Gastrokinemius kasının iki başı hizasında a. tibialis anterior ve a. tibialis posterior olmak üzere ikiye ayrılır. Popliteal arterin ön yüzünde popliteus kasının fasiyası, yağ doku ve eklem kapsülü bulunmaktadır. Arka yüzünde ise semimembranosus, plantaris ve gastrokinemius kası bulunur. Komşuluğunda popliteal ven bulunmaktadır. Popliteal arter, popliteal fossada dört dal verir. Bunlar superior medial ve lateral genikülat arterler, inferior medial ve lateral genikülat arterler, anterior ve posterior tibial rekürren arterler ve lateral femoral sirkumfleks arterin inen dalıdır. Superior medial ve lateral genikülat arterler femoral kondil seviyesinde ayrılarak diz eklemine beslerler (Şekil 10).



Şekil 10: Popliteal arter ve dalları (Sobotta Atlas of Human Anatomy; 13th edition; Putz R, 2001)

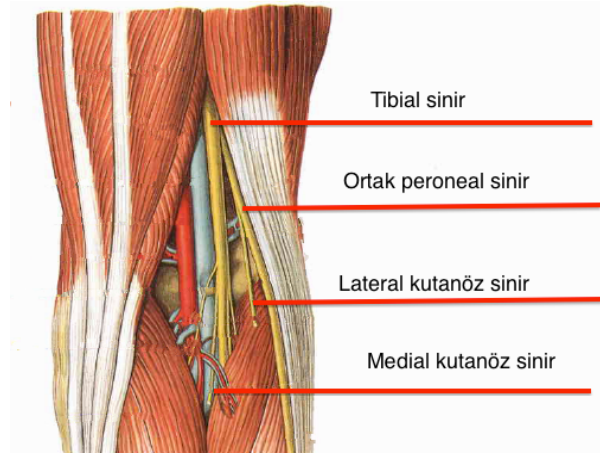


Şekil 11: Popliteal bölge ve dizin venleri (Sobotta Atlas of Human Anatomy; 13th edition; Putz R, 2001)

Popliteal ven popliteal fossaya popliteal arterin lateralinden girer. Arteri yüzeyel olarak çaprazlar ve popliteal fossanın alt kısmında mediale doğru seyreder (Şekil 11).

Diz ekleminin innervasyonunda obturator, tibial, peroneal ve femoral sinirler rol almaktadır. Obturator sinirden ayrılan genikülat dal sinirin arka kökünün terminal dalıdır. Tibial sinir siyatik sinirden ayrıldıktan sonra popliteal fossaya girer. Burada gastroknemius, soleus, plantaris ve popliteus kaslarına motor dal verir. Peroneal sinir ise siyatik sinirden ayrıldıktan sonra, popliteal mesafede biceps femoris kası boyunca, bu kasla yakın komşulukta ilerleyip, fibula başının posteriorundan dolanarak distale uzanır (Şekil 12).

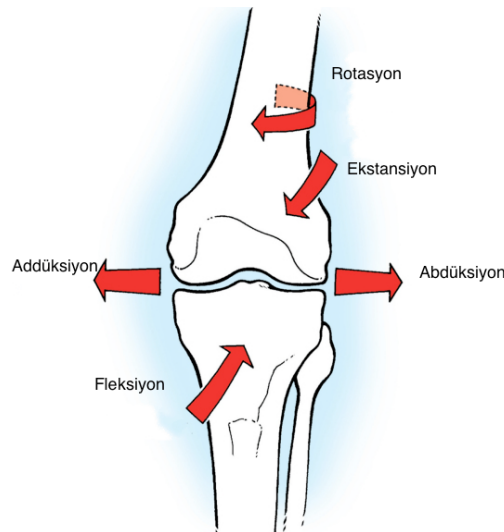
Patella çevresindeki nöral ağ, uyluğun lateral, intermedial ve medial femoral kutanöz siniriyle, femoral sinirin posteriorundan ayrılan safen sinirin infrapatellar dalları arasındaki anastomozlar ile oluşur. İnfrapatellar dal sartorius ve grasilis kasları arasındaki fasiyayı delerek safen sinirden ayrılır, sartorius adelesini çaprazlayarak anteromedial kapsül, patellar tendon ve anteromedialindeki cildin innervasyonunu sağlar.



Şekil 12: Dizin innervasyonu (Sobotta Atlas of Human Anatomy; 13th edition; Putz R, 2001)

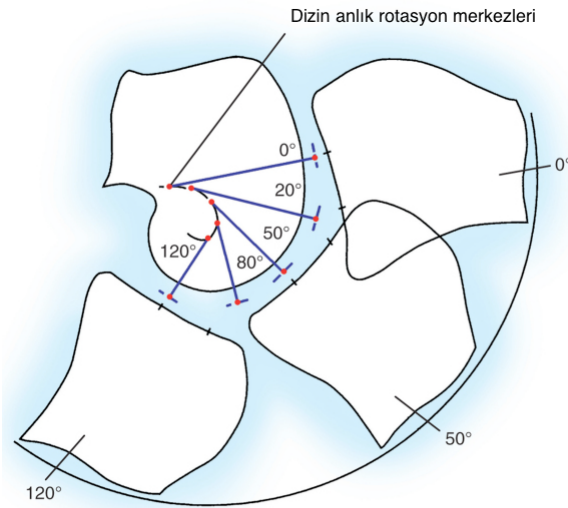
2.2. DİZ EKLEM BİYOMEKANİĞİ

Diz eklemi menteşe tipi bir eklem olup sagittal planda fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini yapar. Bununla beraber diz eklemi karmaşık bir biyomekanik davranış şekli sergileyerek koronal planda abduksiyon ve adduksiyon, transvers planda ise internal ve eksternal rotasyon hareketlerini de yapabilmektedir (Şekil 13). Yürümenin salınım (swing) fazında 70° ve basma (stance) fazında 20° fleksiyon, her yürüme siklusunda 10° adduksiyon-abduksiyon ve 10° - 15° iç-dış rotasyon meydana gelir. Normal bir dizde fleksiyon eksenini heliks yapacak şekilde yer değiştirir (şekil 14) [25].



Şekil 13: Diz eklem hareketleri üç ayrı düzlemde oluşur. (Campbell's Operative Orthopaedics; 11th edition; 2007)

Dizde fleksiyon hareket açıklığı aktif 140°, pasif 160°'dir. Diz fleksiyonu kalça ekstansiyodayken 120°, kalça fleksiyodayken 140°'dir. Ayak sabitken kalça fleksiyona getirilirse, diz fleksiyonu 160° kadardır. Diz ekleminde 5°-10° hiperekstansiyon gerçekleşebilir. Yürümenin swing (salınım) fazında 67°, merdiven çıkarken 83°, merdiven inerken 90°, sandalyeden kalkma esnasında 93° fleksiyona ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir [77].



Şekil 14: Dizin anlık rotasyon merkezleri (Campbell's Operative Orthopaedics; 11th edition; 2007)

Diz ekleminde abduksiyon ve adduksiyon 30° fleksiyonda maksimuma ulaşmakta, 30° fleksiyondan sonra yumuşak doku gerginliği azalmaktadır. Tam ekstansiyonda abduksiyon-adduksiyon gözlenmez.

Diz eklem stabilitesi medial, lateral, anterior ve posterior olmak üzere dört planda incelenebilir. Medial stabiliteden medial kollateral bağ, medial menisküs, eklem kapsülü, ve çapraz bağlar sorumludur. Lateral stabiliteden lateral kollateral bağ, lateral menisküs, eklem kapsülü, iliotibial bant ve çapraz bağlar sorumludur. Dizin anterior stabilitesinden primer

sorumlu olan yapı ön çapraz bağıdır. Eklem kapsülü de stabiliteye katkıda bulunur. Posterior stabilitenin temel sorumlusu ile arka çapraz bağıdır. Eklem kapsülü de stabiliteye ikincil katkı sağlar.

Patella dizin fleksiyon – ekstansiyon hareketi esnasında dinamik bir yapıya sahiptir. Patellanın diz ile her fleksiyon derecesinde üçte bir teması bulunmaktadır. En fazla temas, diz 45° fleksiyonda iken olmaktadır. Yüksek fleksiyon derecelerinde diz ile patella arasındaki ilişki bozulmaya başlar; patella mediali ile diz temas eder [51].

Femurun fleksiyon hareketi sırasında arkaya doğru yuvarlanma ve kayma hareketi (femoral rollback) arka çapraz bağ tarafından sağlanır. Ayrıca bu bağın eklem stabilitesine katkısı da bulunmaktadır [81].

2.3. DİZ OSTEOARTRİTİ

Osteoartrit sıklıkla yük taşıyan eklemlerde ortaya çıkan ilerleyici kıkırdak yıkımı, osteofit oluşumu ve subkondral skleroz ile karakterize kronik dejeneratif bir hastalıktır. Prevalans çalışmalarında kullanılan klinik ve radyolojik tanı kriterlerine göre değişiklik gösterebilmekle birlikte, diz osteoartriti kalça osteoartritinden daha sık görülmektedir [125]. 60 yaş üzerindeki kişilerin %10 - 30'unda semptomatik diz osteoartriti görüldüğü bildirilmiştir [92]. Framingham osteoartrit çalışmasına göre [33], osteoartrit prevalansı kadınlarda %11, erkeklerde %7 olarak bildirmektedir. Ülkemizde semptomatik diz osteoartrit prevalansının %14,8, cinsiyete göre oranların kadınlarda %22,5, erkeklerde %8 olduğu belirtilmiştir [59].

Diz osteoartriti dizdeki üç kompartmanda da görülebilir. En sık görülen durum medial tibiofemoral ve patellofemoral osteoartritin birlikte bulunmasıdır. İzole medial tibiofemoral

eklem tutulumu ikinci sırada yer alırken bunu izole patellofemoral eklem tutulumu izler. Tek başına lateral tibiofemoral kompartman tutulumu oldukça nadirdir [64].

2.3.1. Etiyoloji ve doğal seyir

Diz osteoartritinin etiyolojisi multifaktöriyel olup; gelişiminde lokal ve sistemik faktörler rol oynamaktadır. Genel risk faktörleri; ileri yaş, obezite, genetik faktörler, gelişimsel bozukluklar, hipermobilité ve endokrin hastalıklar olarak sıralanabilir. Lokal risk faktörleri ise travma, eklem yapısı özellikleri, mesleki faktörler, bazı fiziksel aktiviteler (derin diz çökme gibi) ve kuadriseps zayıflığıdır [127].

Beklenen yaşam süresinin uzaması ile osteoartritin insan hayatındaki önemi daha da artmıştır. Osteoartrite bağlı ortaya çıkan fonksiyonel kısıtlılık kişinin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkiler. Hastalık ilerledikçe eklemde ağrı, tutukluk, hareket açıklığında kısıtlanma ve deformite meydana gelebilmektedir [78].

2.3.2. Fizik muayene ve tanı

Diz osteoartritinin semptomları, ağrı (başlangıçta yalnızca hareket sonrası), eklem sertliği, hareket kısıtlılığı, eklemde güvensizlik hissi ve yürüme güçlüğüdür [52].

Fizik muayenede ilk vücut kitle indeksi (VKİ) değerlendirilmelidir. VKİ ≥ 25 ise aşırı kilo, VKİ ≥ 30 ise obezite olarak değerlendirilir. Daha sonra, eklem hareket açıklığı ölçümü, kas gücü ve ligaman stabilitesinin değerlendirilmesi gerçekleştirilir. Eklem aralığında hassasiyet, patellofemoral veya tibiofemoral krepitasyon, eklem hareket açıklığında kısıtlılık, varus veya valgus deformitesi, eklem instabilitesi, periartiküler kaslarda, özellikle kuadrisepte zayıflık gibi bulgular değerlendirilir [52].

Tanı; görüntüleme yöntemi gereksiz üç adet semptomun (tekrarlayıcı diz ağrısı, kısa süreli sabah tutukluluğu, fonksiyon azalması) bulunmasına ve fizik muayenede üç adet bulgunun (krepitasyon, kısıtlı hareket ve kemikte büyüme) saptanmasına dayanmaktadır.

Fizik muayeneye ek olarak radyografik yöntemlerin kullanılması osteoartrit tanısını kesinleştirir [124].

Rayografik değerlendirmeler, ayakta çekilmiş ön – arka ve lateral diz grafilere üzerinden gerçekleştirilir. Osteoartritin radyografik sınıflandırmasında Ahlbäck sınıflaması kullanılmaktadır (Tablo 1)[2].

Ahlbäck Evrelemesi	Tanım
Evre 1	Eklem aralığında daralama
Evre 2	Eklem aralığında tam kapanma
Evre 3	Minör kemik defekti (0 – 5 mm.)
Evre 4	Orta kemik defekti (5 – 10 mm.)
Evre 5	Ciddi kemik defekti (10 mm. den fazla)

Tablo 1: Diz eklemi osteoartritin sınıflamasında kullanılan Ahlbäck sınıflaması

2.3.3 Tedavi

Diz osteoartritinde güncel tedavi seçenekleri farmakolojik olmayan yöntemler (Tablo 2), farmakolojik yöntemler (Tablo 3) ve cerrahi tedaviler (Tablo 4) olmak üzere üç başlık altında toplanabilir [126]. Konservatif yöntemler ile uygulanan tedavilerin başarısız olması durumunda cerrahi tedavi seçenekleri ön plana çıkmaktadır [46].

Farmakolojik olmayan yöntemler
Hasta eğitimi, hastalık hakkında bilgilendirme, yaşam tarzı değişiklikleri, telefonla hasta bilgilendirmeleri
Fizik tedavi ve rehabilitasyon
Düzenli aerobik ve kas germe egzersizleri
Diyet programı
Yürümeye yardımcı koltuk değneği ve baston gibi cihazların kullanılması, etkilenmeyen tarafta koltuk değneği kullanımı
Varus ve valgus instabilitelerinde breys kullanılarak ağrının azaltılması, stabilizeye destek olunması
Uygun ayakkabı ve tabanlık kullanımı
Aktivite kısıtlaması
Soğuk, sıcak uygulamalar
Traskütan Elektriksel Sinir Stimülasyonu uygulaması
Akupunktur

Tablo 2: Diz osteoartriti tedavisinde non-farmakolojik yöntemler

Farmakolojik yöntemler
Asetaminofen kullanımı
Non steroid antienflamatuar ajanların kullanımı
Topikal non steroid antienflamatuar ajanların ve kapsaisin kullanımı
İntraartiküler kortikosteroid enjeksiyonu
İntraartiküler hyalüronat enjeksiyonu
Glukozamin ve kondroitin sülfat kullanımı
Opioid ve narkotik analjezik kullanımı

Tablo 3: Diz osteoartriti tedavisinde farmakolojik yöntemler

Cerrahi yöntemler
Artroskopik eklem debridmanı ve lavaj
Suprakondiler ya da yüksel tibial osteotomiler
Yüzey değiştirici artroplastisi girişimleri
Unikondiler diz artroplastisi
Total diz artroplastisi
Artrodez

Tablo 4: Diz osteoartriti tedavisinde cerrahi yöntemler

2.4. DİZ OSTEOARTRİTİNDE TOTAL DİZ ARTROPLASTİSİ

Diz artroplastisi; dejeneratif bozuklukların neden olduğu hareket kısıtlılığı ve ağrının giderilmesinde oldukça başarılı bir cerrahi tedavi seçeneğidir [107]. Total diz artroplastisinin başlıca endikasyonları primer osteoartrit, inflamatuvar artrit, diz eklemine posttravmatik dejeneratif artritleri, patellofemoral osteoartrit, yüksek tibial osteotominin yetersizliği, osteonekroz nedeniyle femoral kondilde subkondral çökme, kondrokalsinozis, psödogut olarak sıralanabilir [26, 27, 38]. Etiyolojik faktör ne olursa olsun total diz artroplastisi için öncelikli gereklilik hastanın ciddi artrit nedeniyle gündelik fonksiyonlarını önemli derecede kısıtlayan diz ağrısı hissetmesidir.

Diz artroplastisinde ameliyat öncesi planlama için alt ekstremité diziliminin belirlenmesi gerekir. Ortoröntgenografik değerlendirme, alt ekstremité diziliminin

değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan tekniktir [1, 30]. Bu teknikte hasta yere basarken, patella tam ortada konumlanacak şekilde kalça, diz ve ayakbileği eklemlerini içeren bir radyografik çekim gerçekleştirilir. Çekim tek bir uzun kasete yapılır. Hasta ile röntgen tüpü arasında 180 cm uzaklık bulunmalıdır. Artroplastinin uzun süreli başarısı alt ekstremitenin normal diziliminin sağlanmasına, iki ayak üstüne basarken dizin transvers ekseninin yere paralel hale getirilmesine ve eklemdaki normal yük dağılımının sağlanmasına bağlıdır.

Alt ekstremitte diziliminin değerlendirilmesinde kullanılan temel radyografik ölçüm yöntemleri şunlardır: [14]

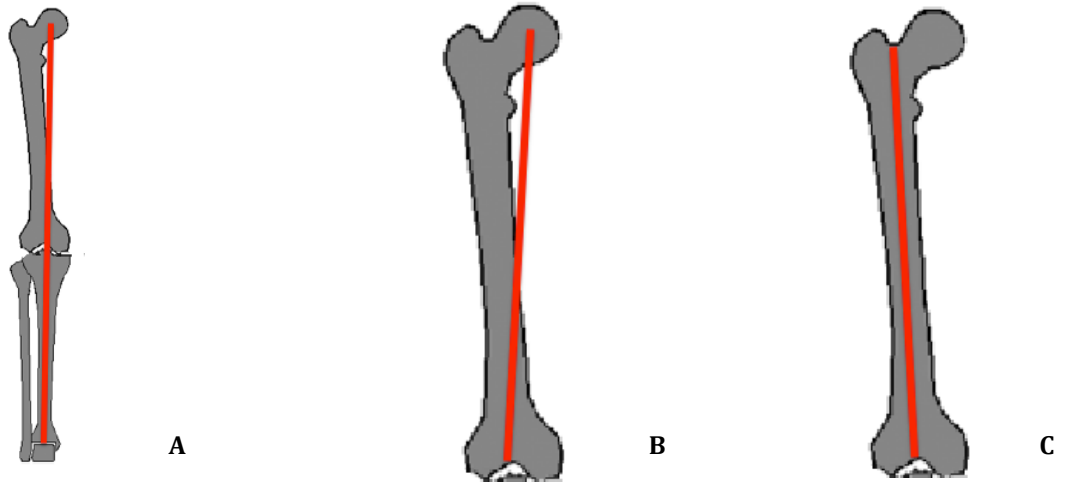
Alt ekstremitenin mekanik aksı: Femur başı merkezi ile talus kubbesinin merkezini birleştiren hattır (Şekil 15A). Normalde diz ekleminin ortası ile maksimum 8 mm mediali arasından geçmelidir.

Femurun mekanik aksı: Femur başı merkezini femur interkondiler oluk merkezine birleştiren hattır (Şekil 15B).

Femurun anatomik aksı: Femur diafizinin ortasıyla femur interkondiler oluk orta noktasını birleştiren hattır (Şekil 15C).

Tibianın anatomik aksı: Tibianın diafizine 2 veya 3 yerde dikey olarak çizilen çizgilerin orta noktaları bulunur. Bu noktalar birleştirilerek tibianın anatomik eksenini elde edilir (Şekil 16).

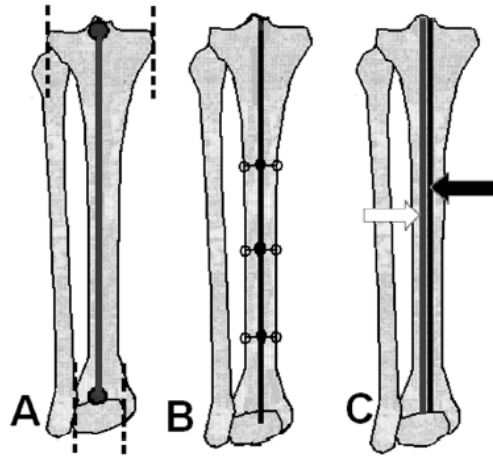
Tibianın mekanik aksı: Tibianın proksimal ve distal eklem yüzü orta noktalarından geçen eksendir. Tibianın anatomik aksı ile mekanik aksı arasında normalde 1°-3°'lik bir açı farkı mevcut olsa da pratik uygulamada iki aksın aynı doğrultuda olduğu kabul edilmektedir (Şekil 16).



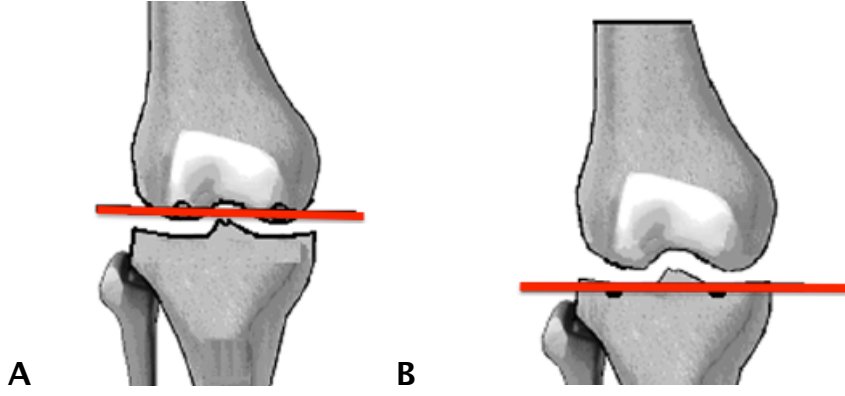
Şekil 15: A. Alt eksteremite mekanik aksı B. Femur mekanik aksı C. Femur anatomik aksı

Transkondiler aks: Diz ekleminde medial ve lateral femur kondillerinin uçlarına teğet çizilen hattır (Şekil 17A).

Transtibial aks: Medial ve lateral tibia platolarına teğet çizilen hattır (Şekil 17B).



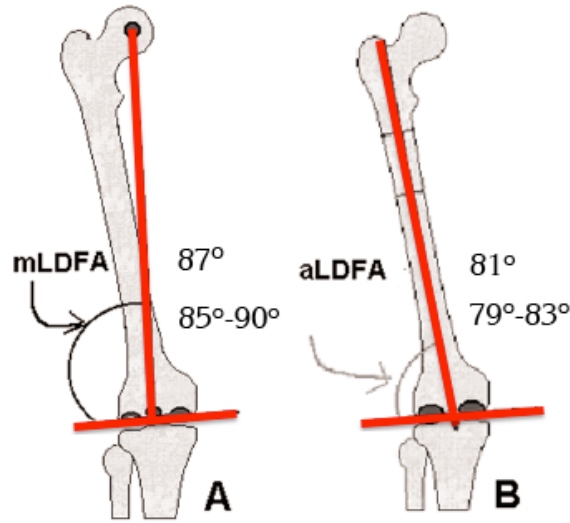
Şekil 16: Tibia eksenleri. A. Mekanik eksen B. Anatomik eksen C. Tibianın anatomik (koyu ok) ve mekanik eksen (açık ok) arasında ilişki.



Şekil 17: A. Transkondiler aks B. Transtibial aks

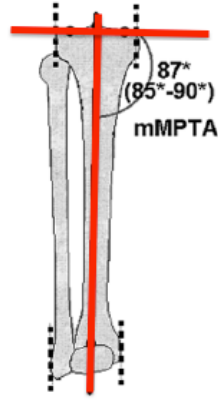
Mekanik lateral distal femoral açı (mLDFA): Transkondiler aksla femur mekanik aksı arasında lateralde kalan açı olup, normali $87^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 'dir (Şekil 18A).

Anatomik lateral distal femoral açı (aLDFA): Transkondiler aksla femur anatomik aksı arasında lateralde kalan açı olup, normali $81^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 'dir (Şekil 18B)



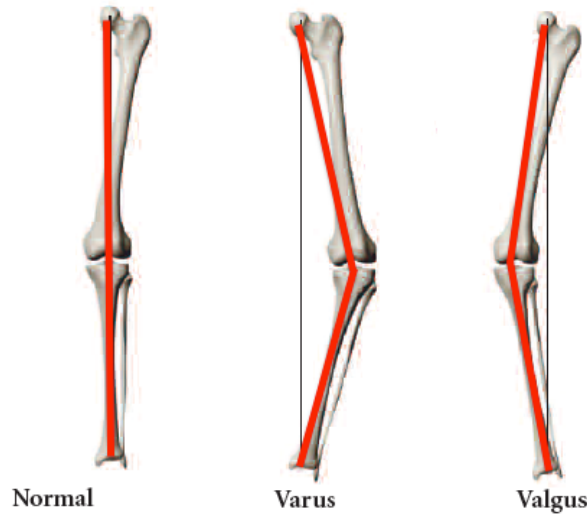
Şekil 18: Frontal planda transkondiler aksın, **A.** Femurun mekanik eksenini ile; **B.** Femurun anatomik eksenini ile ilişkisi.

Mekanik medial proksimal tibial açı (mMPTA): Transtibial aksla tibia mekanik aksı arasında medialde kalan açı olup, normali $87^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 'dir (Şekil 19). Anatomik medial proksimal tibial açı bu açı ile aynı büyüklüktedir.



Şekil 19: Mekanik ve anatomik medial proksimal tibial açısı aynı büyüklüktedir.

Kalça-diz-ayak bileği açısı: Femur mekanik aksıyla tibia mekanik aksı arasında kalan açıdır. Normalde 180° olup, valgus deformitesinde 180° 'nin üzerine çıkar, varus deformitesinde 180° 'nin altına iner (Şekil 20).



Şekil 20: Kalça-Diz-Ayak bileği açısı

Tibiofemoral açısı: Femur ve tibia anatomik aksları arasında kalan açıdır. Normalde tibia femura göre kısa boylularda 9° , uzun boylularda 5° olmak üzere ortalama 7° valgustadır (Şekil 21).

Eklem uyumluluk açısı: Transkondiler aksla transtibial aks arasında kalan açıdır. Normal değerleri 0.4° - 3° arasında olup ortalama değeri 1.7° 'dir (Şekil 22).

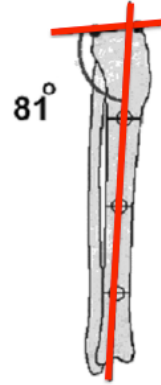


Şekil 21: Tibiofemoral açı

Tibianın posterior eğim açısı: Lateral grafilerde tibianın uzun aksına dik çizilen hatla medial tibia platosuna paralel çizilen hat arasında kalan açı olup, ortalama değeri 8° - 10° 'dir (Şekil 23).



Şekil 22: Eklem uyumluluk açısı



Şekil 23: Tibianın posterior eğim açısı

Total diz artroplastisi için öncelikli endikasyon; deformite olsun ya da olmasın, ciddi artrit nedeniyle oluşan ağrıyı gidermektir. Bu amaca yönelik yapılan çalışmalar ve implant teknolojisindeki ilerlemelerle çeşitli tasarımlar ortaya çıkmıştır. Total diz protezi tasarımları

değiştirilen kompartmana, tespit yöntemine, kısıtlama derecesine göre, ve taşıyıcı platform mekanizmasına göre sınıflandırılabilir (Tablo 5) [23].

Tatbik edilen kompartmana göre	Tek kompartman içeren (Unikompartmantal) Diz Protezi
	İki kompartman içeren (Bikompartmantal) Diz Protezi
	Üç kompartman içeren (Trikompartmantal) Diz Protezi
Tespit yöntemine göre	Çimentolu (Cemented) protezler
	Sıkıştırma etkili (Press - Fit) protezler
	Delik yüzeyli (Porous Coated) protezler
Kısıtlama derecesine göre	Kısıtlamasız (Nonconstrained) protezler
	Yarı kısıtlamalı (Semiconstrained) protezler
	<i>Arka çapraz bağı kesen</i> <i>Arka çapraz bağı koruyan</i>
	Kısıtlamalı (Constrained) protezler
Taşıyıcı platform mekanizmasına göre	Sabit taşıyıcılı Protezler
	Hareketli (Mobile) taşıyıcı protezler

Tablo 5: Total diz protezi tasarımları

Diz artroplastisi uygulamalarında en sık kullanılan cilt insizyonu anterior orta hat insizyondur. Standart cilt altı insizyon ise medial parapatellar yaklaşımdır. Patellofemoral komplikasyonları azaltmak ve postoperatif kuadriseps fonksiyonunun yeniden kazanılmasını hızlandırmak için alternatif kesiler tanımlanmıştır. Subvastus ve midvastus yaklaşımlar alternatif kesilere örnektir [29, 50].

Femur ve tibiada uygun kemik kesileri yapıldıktan sonra komponent ölçülerinin belirlenmesi, mekanik aksı düzeltecek şekilde komponent diziliminin sağlanması, fleksiyon

ve ekstansiyonda yumuşak doku dengesinin sağlanması ve uygun patellofemoral kayma hareketinin elde edilmesi oldukça önemlidir [3].

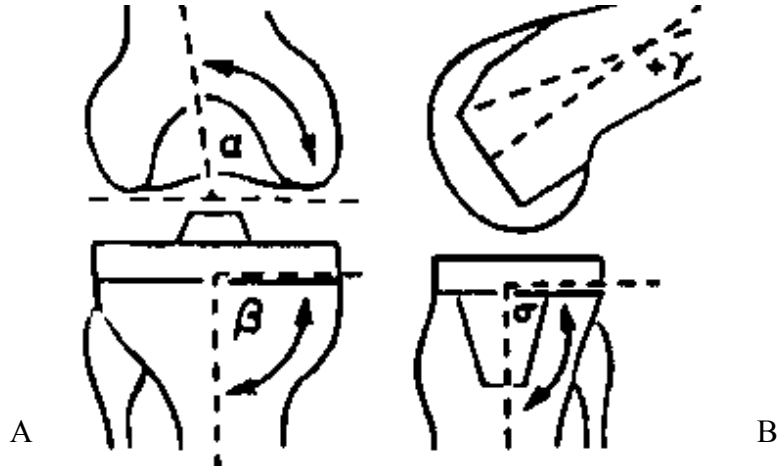
Dizilim araçlarıyla uygun kemik kesileri yapılırken üzerinde durulması gereken bir konu da bağ dengesinin sağlanmasıdır. Dizin açılımlı ve komponentlerin yerleştirilmesi sırasında, fleksiyon ve ekstansiyon aralıklarının kontrolüne, bağ dengesine sürekli dikkat edilmelidir. Genel olarak protezli bir dizde 1-2 mm' lik dengeli varus – valgus hareketi makul bir hedef olarak kabul edilir [23].

Total diz protezinin başarısı komponentlerin uygun konumlandırılmasına ve yumuşak doku dengesinin sağlanmasına bağlıdır [54]. Komponent malpozisyonu polietilende anormal yüklenmelere ve buna bağlı olarak polietilen hasarına, instabiliteye ve eklem sertliğine yol açabilmektedir [71]. Ayrıca komponent malpozisyonu düşük fonksiyonel sonuçlar, implant iflası ve protezin erken gevşemesi ile de ilişkilendirilmiştir [61].

Ameliyat sonrası komponentlerin pozisyonunun değerlendirilmesi ile ilgili bir takım radyografik ölçüm yöntemleri tanımlanmıştır [32].

Femoral komponentin değerlendirilmesi: Değerlendirme frontal ve sagittal planlarda yapılır. Frontal planda femur anatomik aksı ile eklem çizgisi arasındaki medialde kalan aı (alfa, α) femoral komponent dizilim açısı olarak adlandırılır (şekil 24A). İdeal alfa açısı, 93°- 97° olarak bildirmiştir. Sagittal planda ise femur anatomik aksı ile femoral komponentten çizilen dik çizgi arasındaki açı (gama, γ) llr (şekil 24B). İdeal gama açısının 4° fleksiyon- 4° ekstansiyon arasında olduğu bildirilmiştir [85].

Tibial komponentin değerlendirilmesi: Tibial komponentin değerlendirilmesinde frontal planda tibia mekanik aksı ile tibial kesi hattı arasındaki açı (beta, β) llr (şekil 24A). İdeal beta açısı, 87°- 93° olarak bildirilmiştir. Sagittal planda ise tibial eğim ölçümü; tibia anatomik aksı ile tibial komponent arasındaki aının ölçülmesiyle (sigma, σ) hesaplanır (şekil 24B). İdeal sigma açısı, 85°- 90° olarak bildirmiştir [85].

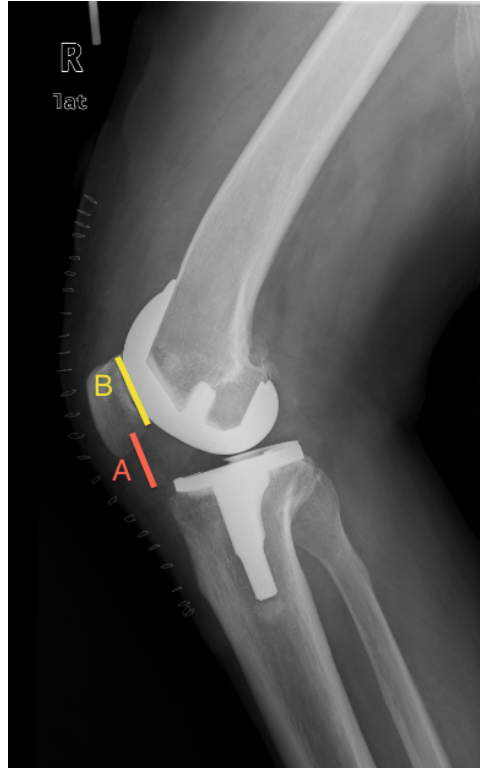


Şekil 24: A. Frontal planda alfa ve beta açıları **B:** Sagital planda gama ve sigma açıları
(Campbell's Operative Orthopaedics; 11th edition; 2007)

Patellar komponentin değerlendirilmesi: Patella yüksekliğinin değerlendirilmesinde *Blackburne Peel indeksi* kullanılır. Tibial eklem yüzünden patella eklem yüzeyine çekilen dikme ile patellanın eklem yüzey uzunluğu arasındaki oran hesaplanır. Normal değeri 0,54 ile 1,06 arasındadır [9]. (Şekil 25)

Total diz artroplastisi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası radyografik değerlendirme dışında klinik olarak değerlendirmeleri de yapılmalıdır. Klinik değerlendirmede Amerikan Diz Derneği' nin (American Knee Society) objektif ve subjektif skorlaması sıklıkla kullanılmaktadır [56] (Ek 1).

Ayrıca yürüme analizi ile hastaların ameliyat sonrası fonksiyonel durumları değerlendirilebilmekte, ameliyat öncesi sonuçlarla kıyaslama yapılarak cerrahi sonrası meydana gelen alt ekstremité biyomekanik değişiklikleri ile ilgili de yorumlar yapılabilmektedir.



Şekil 25: Blackburne –Peel indeksinin hesaplanması; Tibial eklem yüzünden patella eklem yüzeyine çekilen dikme (A) ile patellanın eklem yüzey uzunluğu (B) arasındaki oran (A/B)(Blackburne JS, et al.J Bone Joint Surg Br. 1977;59:241-242)

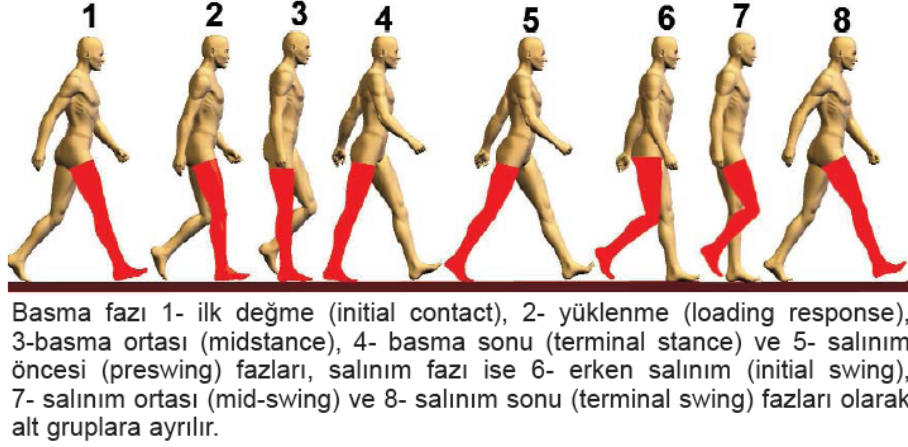
2.5 YÜRÜME ANALİZİ

Yürüme kabaca bir noktadan farklı bir noktaya gövdenin ilerletilmesi olarak tarif edilebilir; üst ekstremitenin, gövde ve alt ekstremitenin simetrik, ritmik ve efor gerektirmeyen hareketlerinin kombinasyonudur [94]. Yürüme analizi ise yürüyüşün kinetik (kuvvet, basınç, moment, tork gibi eklem hareketlerine neden olan etmenler) ve kinematik (doğrusal hız, ivme, yer değiştirme, açısal değişiklikler) parametrelerin incelenmesidir [16, 86].

Yürüme döngüsü ve genel tanımlamalar

Aynı ayağın yere iki ardışık teması arasındaki süre yürüme döngüsüdür [123]. Yürüme döngüsü ayağın yerle ilk buluştuğu anda başlar ve iki faza ayrılır: basma ve salınım. Basma fazı ekstremitenin yer ile temas ettiği ve vücut ağırlığını desteklediği evre olarak tanımlanır. Salınım fazı ise ekstremitenin ilerletildiği dönemdir [21]. Basma fazı yürüme siklusunun %62'sini, salınım fazı ise % 38'ini oluşturur [86]. Yürüme hızı arttıkça basma fazı

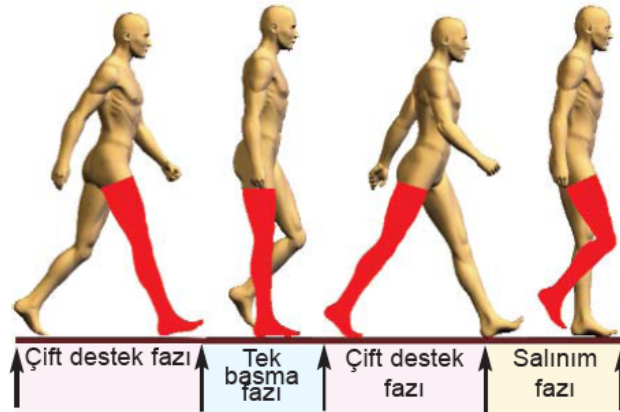
kısalırken, hız azaldıkça basma fazı uzar [106]. Her iki faz da kendi içinde alt gruplara ayrılır (Şekil 26) [48].



Şekil 26: Yürümenin Fazları (Yürüme Analizi; Berker N, Yalçın S; 2001)

Basma fazı

Sırasıyla ilk temas, yüklenme, duruş ortası, duruş sonu ve salınım öncesi fazlarından oluşur. Basma fazında tek bacak desteği ve çift bacak desteği olarak adlandırılan dönemler mevcuttur. Çift bacak desteği; basma fazının yüklenme ve salınım öncesi fazlarında görülür. (Şekil 27) [48].



Şekil 27: Çift destek fazı (Yürüme Analizi; Berker N, Yalçın S; 2001)

Salınım fazı

Sırasıyla erken salınım, salınım ortası ve salınım sonu evrelerinden oluşur. İlk salınım parmak yerden kalktığı anda başlar, ayağın yerden yükselmesi ile devam eder ve

bacak öne doğru hareket eder. Salınım ortası, salınan bacağın, duruş evresindeki bacağı geçmesi ile başlar, diz ekstansiyona gelirken ayak öne doğru salınarak ilerler. Salınım fazının sonunda, kaslar ileri hareket eden salınan bacağı yavaşça durdurur, yerle ilk temas sağlanır ve yürüme siklusu tamamlanır [48].

Yürümenin her everesinde geçen süre bireyler arasında farklılık gösterir. Yürüme hızı arttıkça çift bacak desteğinde geçen süre azalır. Koşma sırasında çift bacak desteği kaybolur ve her iki bacağın da havada olduğu bir dönem ortaya çıkar [90].

Yürüme analizi: Genel Tanımlar

Yürüme analizi sırasında ölçülen uzaklık ve zaman parametreleri mevcuttur. Bunlar; adım uzunluğu, geniş adım uzunluğu, adım süresi, kadans, ayak açısı, ayak genişliği ve yürüyüş hızı olarak sıralanabilir (şekil 28) [48].

Adım uzunluğu: Çift bacak desteği sırasında her iki ayağın topukları arasındaki uzaklık olarak tanımlanır.

Geniş adım uzunluğu: Bir bacağın basma ve salınım evreleri arasında kat ettiği mesafedir.

Adım süresi: Bir adım uzunluğunun tamamlanması esnasında geçen süredir.

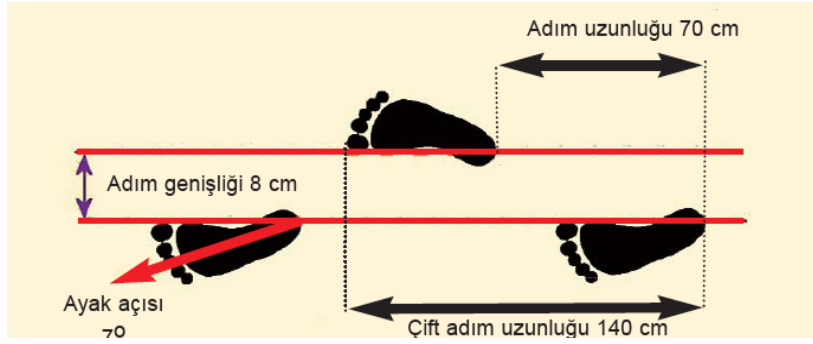
Kadans: Dakikada atılan adım sayısıdır.

Yürüyüş hızı: Belirli bir zaman dilimi içerisinde yürünen mesafedir. Birimi “m/sn” dir.

Adım genişliği: İki ayak çizgisi arasındaki genişliktir. Topuk ortasından veya ayak bileği eklemi ortasından ölçülür.

Ayak açısı: Gidilen yön ile ayağın ortasından geçen çizgi arasındaki açıdır.

Yürüme biyomekaniğinin değerlendirilmesinde kullanılan başlıca yürüme analizi yöntemleri gözlemsel yürüme analizi, kinetik analiz, kinematik analiz, dinamik elektromiyografik (EMG) inceleme, enerji ölçümleri ve pedobarografik değerlendirmedir [91].



Şekil 28: Yürüme analizi sırasında kullanılan parametreler (Yürüme Analizi; Berker N, Yalçın S; 2001)

Gözlemsel yürüme analizinde yürüme esnasında üst ve alt ekstremitedeki bir takım anatomik bölgeler ve eklemler gözlemsel olarak incelenir. Yürüyüş tüm planlarda değerlendirilir. Gözlemsel analizin avantajı bazen esas sorunun tanınamaması ve tamamlayıcı hareketlerin geliştiği olgularda tanı koyma güçlüğüdür. Bu nedenle uygulayıcıya göre farklı sonuç vermesi nedeniyle güvenilirliği tartışmalıdır [100]. Vücudun bir çok parçasının hareket sırasında aynı anda incelenmesine imkan tanınması nedeniyle dijital kayıtlarla tüm veriler değerlendirilerek yürüme analizi gerçekleştirilebilir [123].

Kinetik analiz; hareketi oluşturan kuvvetlerin (eklem güçleri, yer tepkimesi kuvvetleri, eklem momentleri) incelenmesine dayanır. Temel olarak kuvvet platformlarıyla değerlendirilen yer tepkimesi kuvvet vektörü ölçülür. Hareketi oluşturan kuvvetleri dikkate almadan sadece hareketin incelenmesine ise kinematik analiz adı verilir. Kinematik analiz esnasında gövdenin, pelvisin, bacakların ve ayakların her üç düzlemdeki pozisyonu, eklem açıları, doğrusal ve açısal hız ile ivmeleri ölçülür ve sayısal veriler hesaplanır. Günümüzde kinetik ve kinematik analiz bilgisayar destekli video analiz yöntemleri ile yürüme analizi laboratuvarlarında üç boyutlu bir analiz olarak uygulanmaktadır.

Dinamik EMG; hastanın yürürken oluşan kas aktivitesinin iğne ya da yüzeyel elektrod yardımı ile kaydedilmesine dayanır. Bu sayede yürüme siklusunda kas kasılmasının zamanı ve kasılmaya katılan lif sayısı hakkında bilgi sahibi olunur. Yürüme analizinde EMG kaydının önemi kas aktivitesinin yürüme siklusunun hangi fazında oluştuğunun gösterilmesidir [123].

Enerji ölçümleri ile hastanın yürüme öncesi ve sonrasında vücut ısısı, enerji tüketimi, oksijen tüketimi, karbondioksit değişimi gibi parametrelerin hesaplamaları yapılır. Oksijen tüketiminin tayini hastanın ne kadar rahat yürüyebildiğini en güvenilir şekilde gösteren ölçüm yöntemidir.

Pedobarografik değerlendirme; ayakta dururken ve yürüme esnasında yer tepkime kuvvetinin oldukça hassas ve noktasal olarak ölçülmesine olanak sağlayan bir yürüme analizi metodudur [97]. Yürüyüş döngüsünün tüm aşamalarında ayak altındaki basınç dağılımı ve ilişkili parametrelerin değerlendirilmesine imkan sağlar. Geçmişte cam bir yüzeye bastırılarak ayağın temas eden kısımlarının belirlenmesi ya da yüzeyi lastik bir tabakaya mürekkep sürüldükten sonra üzerine bir kağıt koyularak yapılan direkt ölçüm yöntemlerinin yerini günümüzde dijital basınç platformunda ayaktaki basıncı indirekt ölçen pedobarografi cihazları almıştır. Basınç ölçümleri basınç ölçer bir platformun üzerinden veya ayakkabı içerisine yerleştirilebilen özel sensörler tarafından gerçekleştirilebilmektedir.

Pedobarografik inceleme temel olarak alıcıların yerleştirildiği bir cihaz, bu cihazın verilerini taşıyan aktarım sistemi ve verilerin bilgisayarda matematiksel değerlere çevrildiği bir yazılımdan oluşur (Şekil 29).



Şekil 29: Pedobarografi labaratuvarı

Geçmişten günümüze ayak basınç ölçümlerinin değerlendirilmesi farklı sistemlerle yapılmıştır [53].

Klinik değerlendirme: Daha çok gözlemsel analize benzeyen, subjektif bir değerlendirmedir ve uygulayan klinisyene göre farklı sonuçlar verebilir [41].

Tartı tekniği: Hastanın standart bir ev tartısında tek veya çift bacak bastırılması sonucu elde edilen kuvvetlerin değerlendirilmesidir. Sadece statik fazda değerlendirme yapılır ve güvenilirliği tartışmalıdır [121].

Geri bildirim sistemleri: Ayakkabı içerisine yerleştirilmiş bir alıcının belli değerlerde yüklenme sınırına ulaşıldığında sesli uyarın vermesine göre tasarlanmıştır. Ucuzdur, ancak yürümenin duruş fazının tamamı hakkında bilgi vermemesi ve yanılma payına sahip olması sistemin dezavantajıdır [82].

Yarı portatif, alıcısı dışarda olan sistemler: Bu sistemin avantajı ayakkabıya kolaylıkla monte edilebilen alıcılarıdır. Kabloya bağlı bu alıcılardan veriler sisteme iletilir [47].

Yarı portatif, ayakkabı içine monte edilmiş alıcılı sistemler: Bu sistemler özel deri bir ayakkabının içerisinde spesifik bölgelere yerleştirilmiş alıcılardan oluşur. Sistemin dezavantajları ayakkabının standart olması sebebiyle bazen kişinin ayağına uymaması ve yürüyüş paternini değiştirebilmesidir [62].

Yarı portatif taban altına yerleştirilmiş sistemler: Bu sistemlerde tabanlığa yerleştirilmiş alıcılar kullanılır. Sistemin dezavantajı tabanlığın ayağın doğal eğriliğindeki çeşitliliğe uyum sağlayamamasıdır [43].

Portatif, alıcıları dışarı yerleştirilmiş sistemler: Bu sistemlerde sensörler ayak dışına yerleştirilmiştir ve tamamen mobildir. Alıcıların direkt yerle temas etmesi nedeniyle alıcılarda meydana gelen hasarlanmalar ve kadans değişikliklerinde yüksek miktarda hata olasılığı sistemin dezavantajları olarak bildirilmiştir [83].

Portatif, taban içine sensör yerleştirilmiş sistemler: Tabanlılık şeklinde dizayn edilmiş özel sensörlerin ayakkabı içerisine yerleştirilmesiyle tasarlanmıştır. En büyük avantajı kişinin günlük hayatta yaptığı hareketleri de gerçekleştirerek ayak basınç ölçümlerinin mobil olarak yapılmasına olanak sağlamasıdır. Dezavantajı sensörlerin ayak içinde sınırlı noktalarda olması nedeniyle ayak farklılıklarını yansıtamama olasılığıdır. Bu sistemlerin çabuk deforme olabilmeleri de diğer zayıf özellikleridir [88, 97].

Basınç platformları: Bu sistemler yürüyüş biyomekaniğinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli araçlardır. Piezoelektrik, hidrosel, rezistif, kapasitif ve optoelektronik gibi farklı sensör sistemlerinden oluşmuşlardır [53, 97]. Yüksek güvenilirlikte ölçüm yaparlar. Tabanlılık veya ayakkabı dışına yerleştirilen alıcılar yoktur ve tamamen mobil değerlendirme yapılıır. Dezavantajı pahalı olmaları ve sadece yürüme analizi laboratuvarlarında kullanılabilmeleridir [53].

Uzun platformlar: Kısa platformlarda hastanın tek adımını platformun ortasına getirmesi yürüme karakteristiğini değiştirebilir. Bu nedenle adım uzunluğu gibi verileri de değerlendirebilen geniş ve uzun platformlar kullanılmaktadır. Sensör sayarının artmış olması daha dengeli veriler elde etme olanağı sağlar. Ancak bu sistemler pahalıdır.

Yürüme bantları: Bu sistemlerin ilk prototiplerinde sadece vertikal kuvvetler ölçülebilen günümüzde horizontal kuvvetler de ölçülebilmektedir. Çabuk ve güvenilir bilgi sağlarlar, uzun bir yürüme yoluna ihtiyaç duymazlar [53].

Kullanılan sistemlerin özellikleri teknik olarak çeşitli kavramlarla ifade edilir [88].

Çözünürlük (Resolution): Kullanılan sistemdeki sensör sayısını ifade eder. Sensör sayısı ne kadar fazla ise çözünürlük o kadar yüksektir. Dolayısıyla da elde edilen veri miktarı artar.

Frekans (Sampling frequency): Her sensörde saniyede aktarılan veri miktarını ifade eder. Birimi “Hertz” dir. Özellikle yüksek yürüme hızında ölçüm yapılacaksa frekansın yüksek olması gerekmektedir [101].

Güvenilirlik (Reliability): Pedobarografi cihazının farklı ölçümlerde aynı sonucu çıkarma olasılığıdır.

Kalibrasyon (Calibration): Basınç ve güç parametrelerinin doğru ölçümü için her ölçümde ayarlanması işlemidir.

Pedobarografide ölçülen parametrelerin yorumlanabilmesi için kuvvet ve basınç kavramlarının bilinmesi gerekir [88, 97].

Yer reaksiyon kuvveti (ground reaction force): Ayaktan zemine ön-arka, medial-lateral ve dikey planlarda yansıyan vektörel etkilerin bileşkesine yerin verdiği reaksiyondur. Birimi Newton (N)’ dur.

Basınç: Metrekareye düşen kuvvet miktarıdır. Birimi Newton/metre-kare (N/m^2) veya Pascal’ dır.

Pedobarografik incelemeler ayakta dururken (statik) ve kişi hareket halinde iken (dinamik) gerçekleştirilir [20, 21, 88].

Statik ölçümlerde değerlendirilen parametreler şunlardır:

Temas alanı (Contact area): Ayakta dururken ayağın ilgili bölümünün yerle temas eden alanını ifade eder. Birimi “ cm^2 ” dir.

Tepe Basınç (Peak Pressure): Ayakta dururken her sensörde kaydedilen en yüksek basıncı ifade eder. Birimi “ N/cm^2 ” dir.

Taban kuvveti (Plantar force): Ayakta dururken ayağın ilgili bölümünde kaydedilen kuvvet miktarını ifade eder. Birimi “N” dir.

Salınım (Sway) analizi: Ayakta dururken vücut ağırlık merkezi izdüşümünün öne ve arkaya yerdeğiştirme miktarı (cm) ve alanını (cm²) ifade eder.

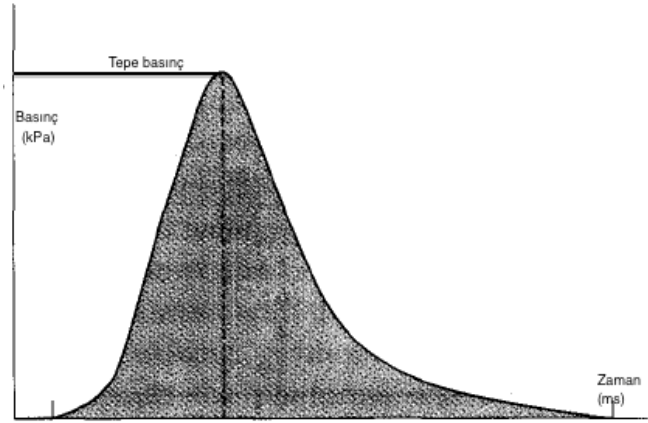
Dinamik ölçümlerde değerlendirilen parametreler şunlardır:

Temas alanı (Contact area): Yürüyüşün basma fazında ayağın ilgili bölümünün yerle temas eden alanını ifade eder. Birimi “cm²” dir.

Tepe Basınç (Peak pressure): Yürüyüşün duruş fazında her sensörde kaydedilen en yüksek basıncı ifade eder. Birimi “N/cm²” dir.

Basınç - zaman integrali (Pressure time integral): Basınç - zaman grafiğinde eğri altındaki alanı ifade eder (şekil 30). Birimi “N/cm² x s” dir.

Kuvvet - zaman integrali (Force time integral): Kuvvet - zaman grafiğinde eğri altındaki alanı ifade eder. Birimi “Ns” dir.



Şekil 30: Basınç - zaman grafiğinde eğrinin altında kalan alan basınç zaman integriline (PTI) eşittir (Rosenbaum D, et al. Foot Ankle Surg. 1997;3:1-14.)

Tepe basınç zamanı (Instant of peak pressure): Yürüyüşün basma fazında ayağın seçilmiş bölgesinde tepe basıncında geçen süreyi ifade eder.

Maksimum güç zamanı (Instant of maximal force) : Yürüyüşün basma fazında ayağın seçilmiş bölgesinde maksimum güç düzeyinde geçen süreyi ifade eder.

Klinikte pes planus, pes cavus, pes ekinovarus gibi ayak deformitelerinin değerlendirilmesinde, ayak dizilimini bozan patolojilerde, ayak ile ilgili uygulanan herhangi

bir cerrahi girişimin ameliyat öncesi ve sonrası kıyaslamasında, ayak bileği instabilitesi cerrasında, halluks valgus cerrahisi sonrasında, malleol kırıkları, kalkaneus kırıkları, metatarsal kırıklar gibi travma cerrahileri sonrası değerlendirmelerde, diyabetik ayak hastalarında ayağın yüksek basınç altında kalan bölümlerinin değerlendirilmesinde, aynı hastalığa yönelik yapılan farklı tedavilerin sonuçlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır [5, 6, 12, 97, 98]. Bunların dışında romatoid artrit, diz ve kalça osteoartriti ve nörolojik hastalıklar (hemipleji, serebral palsy, parkinson v.b.) gibi ayak dışı patolojilerin incelenmesinde de pedobarografik incelemelerden faydalanılmaktadır [20, 65].

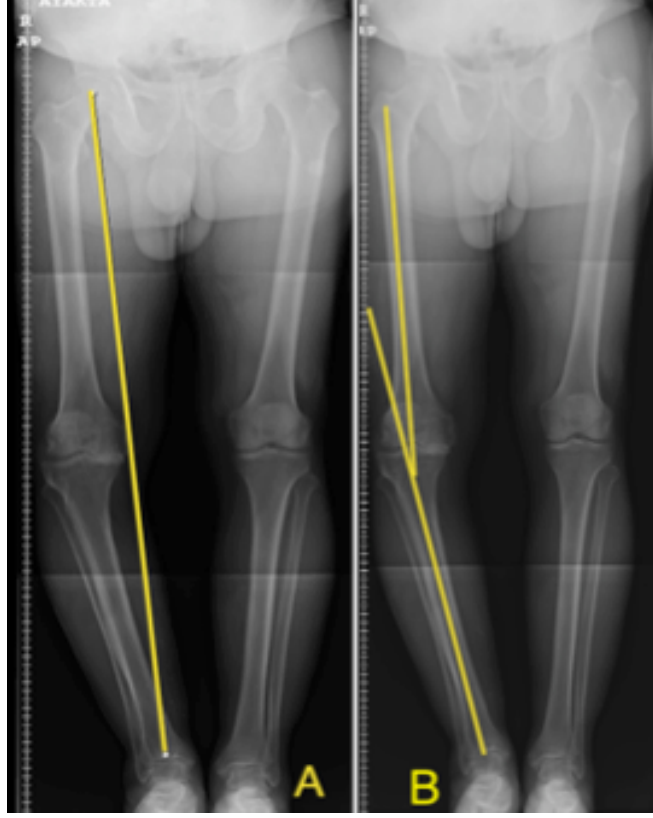
3. HASTALAR VE YÖNTEM

Ocak 2012 – Ekim 2012 tarihleri arasında primer gonartroz nedeniyle total diz artroplastisi planlanmış olan hastalar değerlendirildi. Diz osteoartritine yönelik tek taraflı ya da aynı seansta çift taraflı ameliyat uygulanmış olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Diz ekleminde travmaya, enflamatuvar ve/veya metabolik hastalıklara ikincil olarak osteoartrit gelişmiş olan, daha önce kalça ve/veya diz artroplastisi uygulanmış olan, alt ekstremitte dizilim bozukluğuna yönelik artroplasti girişimi öncesi cerrahi girişim geçirmiş olan, alt ekstremitte kırığı ya da deformitesi nedeniyle önceden ameliyat edilmiş olan ve ayak önü, ortası ve arkasında ayak deformitesi olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Bu kriterlere göre 25 hasta çalışma dışı bırakılırken, toplam 32 hasta değerlendirildi. Hastaların üçü (% 9) erkek, 29'u (% 91) kadın idi. Hastaların yaş ortalaması $68 \pm 6,9$ (dağılım; 52 – 83 yıl) idi. Yedi (% 22) hastada sol diz, 10 (% 31) hastada sağ diz, 15 (% 47) hastada da aynı seansta her iki diz olmak üzere toplam 47 dize artroplasti girişimi uygulandı. Hastalar artroplasti girişimi öncesi ve sonrası klinik, radyografik ve pedobarografik olarak değerlendirildi. Çalışma için hastane etik kurulundan onay (karar no: 156, tarih: 10.01.2012) alındı (Ek 2). Çalışmaya katılan tüm hastalar çalışma hakkında bilgilendirildi ve hastalara onam formu (Ek 3) imzalatıldı.

3.1 Ameliyat öncesi değerlendirme

Ameliyat öncesi tüm hastalarda boy ve kilo ölçümünün ardından vücut kitle indeksi (VKİ) hesaplandı. Hastaların VKİ ortalaması $31,1 \pm 4,3$ (dağılım; 20 – 41,4) idi. Radyografik değerlendirmede tüm hastalarda ayakta basarak ön-arka ve lateral diz radyografileri ile alt ekstremitte diziliminin değerlendirmesi amaçlı ortoröntgenografiler kullanıldı. Ortoröntgenografi üzerinde alt ekstremitte mekanik aksı belirlendi (Şekil 31A).

Deformite miktarını belirlemek için tibiofemoral açı kullanıldı. Femur ve tibia anatomik aksları belirlenerek aradaki açı ölçüldü. Bu açının normal sınırları 4-10 derece valgus yönelimi olarak kabul edildi [14] ve normal değerlerden sapmalar varus ya da valgus açılanması olarak belirlendi. (Şekil 31B).

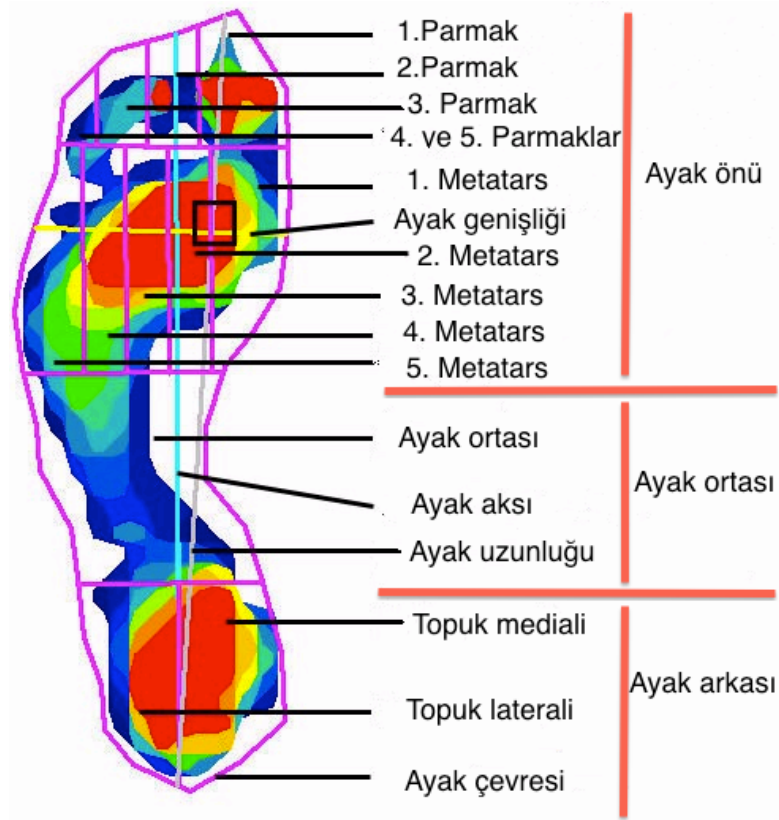


Şekil 31: A. Femur başı orta noktası ile talus kubbesini birleştiren çizgi normalde diz ekleminin tam ortası ile maksimum 8 mm mediali arasından geçmelidir. Daha fazla medialden geçiyorsa mekanik varus dizilimi, lateralden geçiyorsa mekanik valgus dizilimi mevcuttur. Yukarıdaki olguda mekanik varus görünmektedir. **B.** Alt eksteremitede deformite miktarı tibiofemoral açı ölçülerek belirlendi.

Diz osteoartritinin şiddeti Ahlbäck sınıflamasına [2] göre değerlendirildi. Ameliyat öncesi osteoartrit derecesi 4 (%8,5) uygulamada evre 1, 11 (% 23,5) uygulamada evre 2, 22 (% 46,8) uygulamada evre 3, 10 (% 21,2) uygulamada da evre 4 düzeyindeydi.

Klinik değerlendirmede Diz cemiyetinin (Knee Society) hastaların yürüme mesafesinin, merdiven inip çıkma kapasitelerinin ve destek kullanımlarının değerlendirildiği fonksiyonel skorlama sistemi ile ağrı, hareket açıklığı, stabilite ve dizilimin değerlendirildiği objektif skorlama sistemleri kullanıldı (Ek 1) [56].

Hastaların planlanan ameliyat tarihinden en fazla bir hafta önce TekScan MatScan (Boston, MA, ABD) sistemi ile pedobarografik yürüme analizi değerlendirmeleri yapıldı. Sistemin örnek toplama frekansı 40 Hertz (Hz) olan, üzerinde 2288 direnç sensörü bulunan (1.4 sensör/cm^2), 5mm kalınlığında ve 432x368 mm boyutlarında bir basınç platformu mevcut idi. Sisteme ait *F-Scan Mobile Research* yazılım programı aracılığıyla ayak tabanındaki basınç, yüklenme ve alan değişiklikleri değerlendirildi. Programın ayak tabanını otomatik olarak 12 bölgeye ayırmasının ardından ayak önü, ayak ortası ve ayak arkasındaki veriler kaydedildi (Şekil 32).



Şekil 32: Pedobarografik değerlendirmede ayağın bölümleri.

Pedobarografik olarak hastalar statik ve dinamik olarak iki aşamada değerlendirildiler. Statik değerlendirmede hastalar her iki ayak ile basınç platformuna topuklar aynı hizada, aralarında 5 cm uzaklık olacak şekilde 10 saniye süre ile bastırıldı (Şekil 33). Bu süre içerisinde ayak tabanındaki total plantar kuvvet (plantar force; N) ve ayak önü, ortası ve arkasındaki plantar kuvvet yüzdeleri ölçüldü. Ayrıca ayağın basınç platformu ile yaptığı

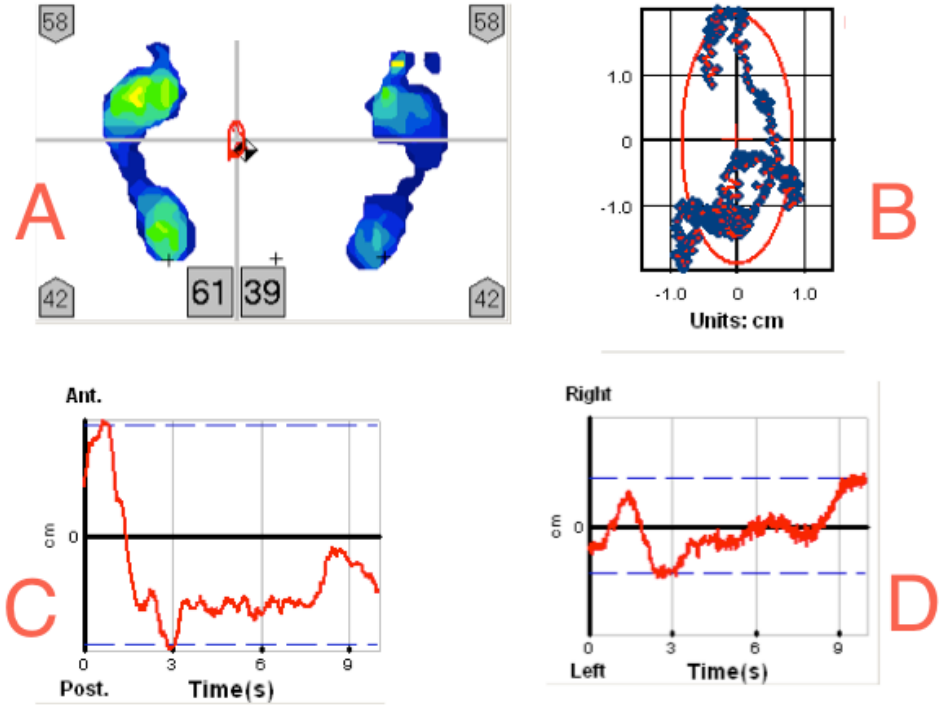
total temas alanı (contact area; cm^2) ile ayak önü, ortası ve arkasındaki temas alanı yüzdeleri değerlendirildi. Ayak önü, ortası ve arkasındaki tepe basınç değerleri (peak pressure; N/cm^2) kaydedildi. Ayrıca vücut ağırlık merkezi (VAM) izdüşümünün hasta basınç platformuna basarken 10 saniye boyunca platform üzerinde ön-arka (VAM salınım uzunluğu) ve medial-lateral (VAM salınım genişliği) planda kat etmiş olduğu mesafe (cm) ile salınım yüzey alanı (cm^2) ölçüldü (Şekil 34).



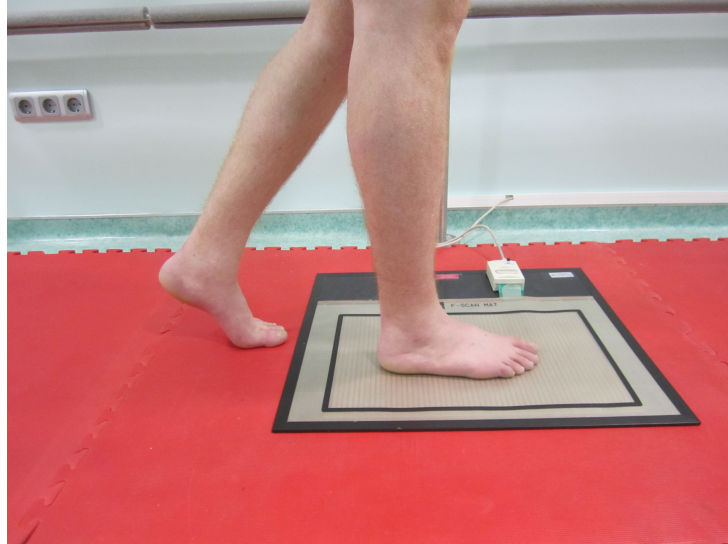
Şekil 33: Statik değerlendirme

Dinamik değerlendirmede hastalar basınç platformu üzerinde 60 saniye boyunca yürütüldüler (Şekil 35). Yürüme sırasında hastaların normal gündelik yürüme hızlarında yürümeleri ve basınç platformu üzerinden geçerken her seferinde bir ayaklarını platform üzerinde basmaları söylendi. Ölçüm sonrası pedobarografi programında dinamik yürüme değerlendirmesinde hata payını minimize etmek için ilk ve son fazlar değerlendirmeye katılmadan ölçümler yapıldı [88]. Total, ayak önü, ortası ve arkasındaki basınç-zaman integrali (pressure-time integral; $\text{N}/\text{cm}^2 \times \text{sn}$); total, ayak önü, ortası ve arkasındaki temas alanı (contact area; cm^2); ayak önü, ortası ve arkasındaki tepe basınç değerleri (peak

pressure; N/cm^2) ve total, ayak önü, ortası ve arkasındaki kuvvet-zaman integrali değerleri (force-time integral; Nxs) kaydedildi.



Şekil 34: A. Statik pedobarografik değerlendirme B. Vücut ağırlık merkezinin statik fazdaki yönelimi C. Vücut ağırlık merkezinin ön arka salınımı D. Vücut ağırlık merkezinin medial ve lateral planda salınımı



Şekil 35: Dinamik değerlendirme

3.2 Cerrahi girişim

Tüm hastalar aynı cerrahi ekip tarafından ameliyat edildiler. Cerrahi girişim supin pozisyonda, turnike kontrolünde gerçekleştirildi. Orta hat longitudinal cilt insizyonunun ardından medial parapatellar insizyonla diz eklemine ulaşıldı ve gerekli cerrahi kemik kesileri yapıldıktan sonra Genesis II total diz eklem protezi (Smith and Nephew, Memphis, ABD) çimentolu ve trikompartmantal olarak yerleştirildi. Hastaların hepsinde arka çapraz bağı koruyan tipte tibial insert kullanıldı. Antibiyotik profilaksisine cilt kesisi yapılmadan 30 dakika önce intravenöz 1 gr birinci kuşak sefalosporin (sefazolin) ile başlandı ve 48 saat boyunca 4x1 gr dozunda devam edildi. Derin ven trombozu profilaksisi için tüm hastalarda aralıklı havalı basınç sistemiyle mekanik profilaksi ve kiloya göre ayarlanan dozlarda cilt altı düşük moleküler ağırlıklı heparin kullanıldı, Medikal profilaksiye 14 gün boyunca devam edildi. Ameliyat sonrası cerrahi sahadaki dren çekildikten sonra (ortalama 2. gün) hastalar yürüteç yardımıyla ağrıyı tolere edebildikleri oranda yük verdirilerek mobilize edildiler. Tüm hastalarda altı hafta boyunca aynı diz eklem hareket genişliği egzersizleri uygulandı. Hasta yatakta iken ayağının altına yastık konarak pasif diz ekstansiyonu yaptırıldı. Hareket genişliği egzersizlerine ek olarak alt eksteremite kas güçlendirme ve kuadriseps güçlendirme egzersizleri ile rehabilitasyona devam edildi.

Ameliyat sonrası erken dönemde hiçbir hastada cilt enfeksiyonu ve yara yeri problemi ile karşılaşılmadı.

3.3 Ameliyat sonrası değerlendirme

Hastalar ameliyat sonrası desteksiz olarak tam yük ile yürüyebildikleri dönemde tekrar radyografik, klinik ve pedobarografik analiz ile değerlendirildiler. Hastalarda ortalama 7,2 hafta (dağılım; 6 – 9 hafta) sonra değerlendirmeler gerçekleştirildi.

Ameliyat sonrası radyografik değerlendirmede ortoröntgenografi tetkikleri üzerinde ameliyat öncesinde olduğu gibi alt ekstremitte dizilimi değerlendirildi. Ayrıca ayakta basarak

çekilmiş olan ön-arka ve lateral diz radyografilerinde femoral ve tibial komponentin frontal ve sagittal planda yerleşimi değerlendirildi. Frontal planda femoral komponent yerleşimi α (alfa), tibial komponent yerleşimi β (beta) açısı ile; sagittal planda femoral komponent yerleşimi γ (gama), tibial komponent yerleşimi ise σ (sigma) açısı ile belirlendi (Tablo 6) [32]. Komponent açı ölçümlerinde normal sınırların dışında kalan uygulamalar alt gruplara ayrılarak çalışma verileri açısından karşılaştırıldı.

AÇI	Tanım	Normal	Varus	Valgus
Alfa açısı	Koronal planda femur anatomik aksı ile femoral kondiler düzlem arasında medialde kalan açıdır	93° - 97°	< 93°	>97°
Beta açısı	Koronal planda tibia mekanik aksı ile tibial kesi hattı arasında medialde kalan açıdır	90°	< 90°	>90°
Gama açısı	Sagittal planda femur anatomik aksı ile distal femoral kesi arasında kalan açıdır.	4° fleksiyon 4°ekstansiyon		
Sigma açısı	Sagittal planda tibia anatomik aksı ile tibial kesi hattı arasındaki açıdır	85° - 90°		

Tablo 6: Cerrahi sonrası femoral ve tibial komponentlerin değerlendirilmesinde kullanılan açılar

Ameliyat sonrası klinik ve pedobarografik değerlendirme, ameliyat öncesi dönemde tarif edilen şekilde gerçekleştirildi.

İstatistiksel değerlendirme NCSS 2007 paket programı (NCSS Statistical Software, Kaysville, UT, ABD) kullanıldı. Ortalama ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistiksel metodların dışında tüm hastaların ameliyat öncesi ve sonrası klinik ve pedobarografik verileri eşlendirilmiş t testi ile değerlendirildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi, grupların tedavi öncesi ve sonrası verilerinin karşılaştırmasında eşlendirilmiş t testi, nitel verilerin karşılaştırmalarında Ki-kare ve Fischer gerçeklik testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık sınırı % 95’lik güven aralığında, $p < 0,05$ olarak belirlendi.

4. SONUÇLAR

Ameliyat öncesi hastaların alt ekstremitte dizilimi ortalama $4,2^{\circ} \pm 2,8^{\circ}$ (dağılım; $0^{\circ} - 10^{\circ}$ varus) varus yöneliminde iken ameliyat sonrası dizilim ortalama $5,4^{\circ} \pm 2^{\circ}$ (dağılım; $1^{\circ} - 11^{\circ}$ valgus) valgus yöneliminde idi ($p=0,0001$). Ameliyat öncesi Diz Cemiyeti fonksiyonel ve objektif ortalama diz skorları sırasıyla $34,4 \pm 9,7$ (dağılım; 20 – 55) ve $45,7 \pm 9,1$ (dağılım; 30 – 73) iken ameliyat sonrası dönemde sırasıyla $69 \pm 11,9$ (dağılım; 40 – 85) ve $77,1 \pm 9,5$ (dağılım; 55 – 93) olarak değerlendirildi. Ameliyat sonrası skorlamalar ameliyat öncesi skorlamalardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek idi ($p = 0,0001$).

STATİK DEĞERLENDİRME	Ameliyat öncesi*	Ameliyat sonrası*	p değeri
Total plantar kuvvet (N)	506,6 $\pm$ 151,13	463,52 $\pm$ 157,75	0,005
Total plantar kuvvet yüzdesi (%)	49,66 $\pm$ 7,7	49,77 $\pm$ 8,82	0,911
Aö plantar kuvvet yüzdesi (%)	16,77 $\pm$ 7,72	17,36 $\pm$ 7,83	0,454
Ao plantar kuvvet yüzdesi (%)	11,12 $\pm$ 6,67	9,62 $\pm$ 7,55	0,003
Aa plantar kuvvet yüzdesi (%)	21,4 $\pm$ 8,44	22,42 $\pm$ 8,79	0,274
Total temas alanı (cm ²)	100,74 $\pm$ 19,81	91,46 $\pm$ 20,04	0,0001
Aö temas alanı yüzdesi (%)	26,26 $\pm$ 9,33	23,3 $\pm$ 8,22	0,002
Ao temas alanı yüzdesi (%)	16,13 $\pm$ 8,12	12,04 $\pm$ 6,35	0,0001
Aa temas alanı yüzdesi (%)	16,81 $\pm$ 5,48	15,77 $\pm$ 3,48	0,123
Aö tepe basınç değeri (N/cm ²)	37,13 $\pm$ 16,27	34,98 $\pm$ 15,2	0,155
Ao tepe basınç değeri (N/cm ²)	7,19 $\pm$ 3,1	6,45 $\pm$ 3,1	0,0001
Aa tepe basınç değeri (N/cm ²)	20,64 $\pm$ 6,73	21,09 $\pm$ 8,05	0,654
VAM salınım uzunluğu (cm)	2,49 $\pm$ 0,82	2,35 $\pm$ 0,83	0,270
VAM salınım genişliği (cm)	2,22 $\pm$ 1,13	1,72 $\pm$ 1,38	0,049
VAM salınım alanı (cm ²)	5,86 $\pm$ 3,51	6,64 $\pm$ 7,47	0,505

Tablo 7: Tüm uygulamalarda ameliyat öncesi ve sonrası statik pedobarografik veriler (* Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Aö: Ayak önü, Ao: Ayak ortası, Aa: Ayak arkası, VAM: Vücut ağırlık merkezi)

Tüm uygulamalara ait statik pedobarografik değerlendirmede (Tablo 7), ameliyat sonrası total plantar kuvvet ($p=0,005$); ayak ortası plantar kuvvet yüzdesi ($p=0,003$); total temas alanı ($p=0,0001$); ayak önü ($p=0,002$) ve ayak ortası ($p=0,0001$) temas alanı yüzdeleri; ayak ortası tepe basınç değeri ($p=0,0001$) ve VAM salınım genişliği ($p=0,049$) ortalamaları ameliyat öncesi değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulundu. Statik ölçümde değerlendirilen diğer verilerin ameliyat öncesi ve sonrası değerlerinde anlamlı farklılık saptanmadı.

Tüm uygulamalara ait dinamik pedobarografik değerlendirmede (Tablo 8), ameliyat sonrası total, ayak önü ve ortası temas alanları ($p=0,0001$); ayak ortası tepe basınç değeri ($p=0,0001$); total, ayak önü ve ortası kuvvet-zaman integralleri ($p=0,0001$); total ($p=0,0001$), ayak önü ($p=0,008$) ve ayak ortası ($p=0,0001$) basınç-zaman integralleri ortalamaları ameliyat öncesi değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulundu. Dinamik ölçümde değerlendirilen diğer verilerin ameliyat öncesi ve sonrası değerlerinde anlamlı farklılık saptanmadı.

Radyografik olarak ameliyat sonrası komponent açıları değerlendirildiğinde femoral komponent açısı frontal planda (α , alfa) ortalama $95,7^\circ \pm 1,9^\circ$ (dağılım; $93^\circ - 99^\circ$), sagittal planda (γ , gama) ortalama $2,5^\circ \pm 0,8^\circ$ fleksiyon (dağılım; $1^\circ - 4^\circ$) yöneliminde tespit edildi. Literatür verileri ile kıyaslandığında femoral komponent hem frontal hem de sagittal planlarda tüm hastalarda kabul edilebilir sınırlarda yerleştirilmiş idi. Tibial komponent açısı ise sagittal planda (σ , sigma) ortalama $85,9^\circ \pm 2,1^\circ$ (dağılım; $84^\circ - 90^\circ$) iken frontal planda farklı yerleşimler sergilemekte idi.

Tibial komponent uygulamaların 12'sinde (% 25,5) nötral, 18'inde (% 38,3) varus, 17'sinde de (% 36,2) valgus pozisyonunda yerleştirilmiş idi. Bu nedenle uygulamalar tibial komponentin yerleşimine göre üç gruba ayrılarak çalışma verileri açısından karşılaştırıldı.

DİNAMİK DEĞERLENDİRME	Ameliyat öncesi*	Ameliyat sonrası*	p değeri
Total temas alanı (cm²)	104,79±18,79	97,06±17,7	0,0001
Aö temas alanı (cm²)	63,28±10,17	58,58±9,48	0,0001
Ao temas alanı (cm²)	30,06±10,72	24,9±10,88	0,0001
Aa temas alanı (cm²)	28,92±5,22	27,74±4,79	0,121
Aö tepe basınç değeri (N/cm²)	150,32±30,98	146,32±31,82	0,125
Ao tepe basınç değeri (N/cm²)	16,91±7,56	12,91±7,24	0,0001
Aa tepe basınç değeri (N/cm²)	40,06±11,96	41,79±11,61	0,075
Total kuvvet-zaman integrali (Ns)	82,71±15,9	72,18±13,04	0,0001
Aö kuvvet-zaman integrali (Ns)	44,56±11,13	37,71±9,61	0,0001
Ao kuvvet-zaman integrali (Ns)	18±10,3	13,2±9,8	0,0001
Aa kuvvet-zaman integrali (Ns)	20,24±7,4	21,2±7,41	0,156
Total basınç-zaman integrali (N/cm² x s)	8,73±1,9	7,54±1,49	0,0001
Aö basınç-zaman integrali (N/cm² x s)	50,76±17,72	45,08±12,2	0,008
Ao basınç-zaman integrali (N/cm² x s)	6,29±2,81	4,41±2,21	0,0001
Aa basınç-zaman integrali (N/cm² x s)	13,32±4,08	13,05±4,51	0,526

Tablo 8: Tüm uygulamalarda ameliyat öncesi ve sonrası dinamik pedobarografik veriler (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Aö: Ayak önü, Ao: Ayak ortası, Aa: Ayak arkası)

Tibial komponentin dizilimine göre oluşturulan gruplar arasında yaş, vücut kitle indeksi, cerrahi uygulama tarafı ve Ahlbäck sınıflaması açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 9).

Alt ekstremite mekanik aks dizilimleri tüm gruplarda ameliyat öncesinde varus, ameliyat sonrasında ise valgus yöneliminde idi (Tablo 10). Tüm gruplarda grup içi değerlendirmede ameliyat öncesi ve sonrası alt ekstremite dizilimi istatistiksel olarak belirgin farklılık göstermekte idi ($p=0,0001$). Ancak gruplar arasında ameliyat öncesi ($p=0,126$) ve ameliyat sonrası ($p=0,149$) dizilim değerleri açısından istatistiksel anlamlı farklılıklar saptanmadı. Komponent dizilimleri değerlendirildiğinde frontal planda α (alfa) ($p=0,399$), sagittal planda ise γ (gama) ($p=0,262$) ve σ (sigma) ($p=0,701$) açıları gruplar

arasında anlamlı bir farklılık göstermez iken β (beta) açısı varus, nötral ve valgus gruplarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermekte idi ($p=0,0001$).

		Varus Tibial komponent	Nötral Tibial komponent	Valgus Tibial komponent	
Yaş*		66,33±6,87	67,88±7,75	70±6,47	$p=0,442$
Vücut kitle indeksi*		32,18±3,2	30,96±6,61	30,24±3,73	$p=0,565$
Taraf	Sağ	10 (%66,7)	6 (%54,5)	7 (%50)	$\chi^2: 4,5$ $p=0,339$
	Sol	2 (%13,3)	4 (%36,4)	4 (%28,5)	
	Bilateral	3 (%20)	1 (%9,1)	3 (%21,5)	
Ahlbäck sınıflaması	Evre 1	2 (%11,1)	1 (%8,3)	1 (%5,9)	$\chi^2: 2,29$ $p=0,891$
	Evre 2	3 (%16,7)	3 (%25)	5 (%29,4)	
	Evre 3	8 (%44,4)	5 (%41,7)	9 (%52,9)	
	Evre 4	5 (%27,8)	3 (%25)	2 (%11,8)	

Tablo 9: Tibial komponentin yerleşimine göre varus, nötral ve valgus gruplarında demografik veriler (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. χ^2 : Ki kare testi)

Varus, nötral ve valgus tibial komponent yerleşimli grupların hepsinde grup içi değerlendirmede ameliyat sonrası diz skorlamaları ameliyat öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek idi ($p=0,0001$). Gruplar arasında kıyaslama yapıldığında ameliyat öncesi diz skorlamalarında gruplar arasında anlamlı bir farklılık yok iken, fonksiyonel skorlama ameliyat sonrasında gruplar arasında farklı idi. Nötral-valgus ve nötral-varus grupları arasında fark yok iken, valgus ve varus grupları arasında ameliyat sonrası fonksiyonel skorlamalar valgus grubunda daha yüksek idi ($p=0,038$) (Tablo 11).

		Varus Tibial komponent*	Nötral Tibial komponent*	Valgus Tibial komponent*		
Ameliyat öncesi alt ekstremité dizilimi		3,61°±2,25° varus (0°-9° varus)	4°±3,27° varus (1°-10° varus)	5,29°±3,07° varus (1°-10° varus)	p=0,126	
Ameliyat sonrası alt ekstremité dizilimi		5,1°±1,74° valgus (3°-9° valgus)	4,91°±1,31° valgus (3°-7° valgus)	6,2°±2,58° valgus (1°-11° valgus)	p=0,149	
Komponent açıları	Frontal plan	α (alfa)	95,94°±1,86° (93°-99°)	95°±3,44° (93°-98°)	96,18°±1,88° (93°-97°)	p=0,399
		β (beta)	87,84°±1,09° (86°-89° varus)	90°	91,94°±0,89° (91°-94° valgus)	p=0,0001
	Sagittal plan	γ (gamma)	2,32°±0,78° fleksiyon (1,1°-3,6°)	2,73°±0,8° fleksiyon (2°-4°)	2,76°±0,96° fleksiyon (1°-4°)	p=0,262
		σ (sigma)	85,5°±2,18° (84°-90°)	86°±2,34° (84°-90°)	87,2°±2,49° (84°-90°)	p=0,701

Tablo 10: Tibial komponentin yerleşimine göre varus, nötral ve valgus gruplarında radyografik değerlendirme sonuçları (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Parantez içerisinde dağılımlar verilmiştir)

		Varus Tibial komponent*	Nötral Tibial komponent*	Valgus Tibial komponent*	
Diz cemiyeti fonksiyonel skollama	Ameliyat öncesi	31,94±8,43	32,92±7,53	38,24±11,58	p=0,131
	Ameliyat sonrası	63,89±14,2	69,75±9,99	74±8,37	p=0,038
Diz cemiyeti objektif skollama	Ameliyat öncesi	45,5±7,42	43,17±8,29	47,82±11,15	p=0,405
	Ameliyat sonrası	75,78±8,56	78,67±8,35	77,65±11,56	p=0,708

Tablo: 11 Tibial komponentin yerleşimine göre varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası diz skollamaları (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır)

STATİK DEĞERLENDİRME		Varus Tibial komponent*	Nötral Tibial komponent*	Valgus Tibial komponent*
Total plantar kuvvet (N)	Ameliyat öncesi	511,16±119,03	462,96±219,82	532,58±123,38
	Ameliyat sonrası	433,74±148,2	483,99±218,56	480,61±117,25
	p değeri	0,003	0,457	0,037
Total plantar kuvvet yüzdesi (%)	Ameliyat öncesi	48,44±5,67	47,33±7,34	52,59±9,18
	Ameliyat sonrası	47,5±9,11	50±6,11	52±9,94
	p değeri	0,632	0,099	0,637
Aö plantar kuvvet yüzdesi (%)	Ameliyat öncesi	15,49±6,44	16,32±10,62	18,44±6,68
	Ameliyat sonrası	18,31±7,31	13,62±9,19	19,07±6,82
	p değeri	0,126	0,012	0,190
Ao plantar kuvvet yüzdesi (%)	Ameliyat öncesi	11,12±6,99	10,28±6,23	11,72±6,94
	Ameliyat sonrası	9,07±7,47	11,48±8,23	8,88±7,38
	p değeri	0,013	0,274	0,0001
Aa plantar kuvvet yüzdesi (%)	Ameliyat öncesi	23,07±8,82	20,13±8,6	20,52±8,13
	Ameliyat sonrası	19,58±8,31	24,49±7,52	23,95±9,74
	p değeri	0,032	0,0001	0,019

Tablo 12: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası statik değerlendirmede total plantar kuvvet ve yüzde değerleri (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Aö: Ayak önü, Ao: Ayak ortası, Aa: Ayak arkası)

Varus, nötral ve valgus tibial komponent yerleşimli gruplara ait statik pedobarografik değerlendirmede total plantar yük ameliyat sonrasında varus ($p=0,003$) ve valgus ($p=0,037$) grubunda istatistiksel olarak belirgin bir şekilde azalırken nötral grupta değişiklik göstermedi. Total plantar yük yüzdesinde ise ameliyat sonrasında hiçbir grupta belirgin bir değişiklik saptanmadı. Ameliyat sonrasında plantar yük yüzdeleri ayak önünde sadece nötral grupta ($p=0,012$), ayak ortasında ise varus ($p=0,013$) ve valgus ($p=0,0001$) gruplarında belirgin olarak azalmıştı. Ayak arkasında plantar yük yüzdesi varus grubunda ($p=0,032$)

ameliyat sonrasında azalırken, nötral ($p=0,0001$) ve valgus ($p=0,019$) gruplarında belirgin olarak artış gösterdi (Tablo 12).

Total temas alanı ve ayak ortası temas alanı yüzdesi tüm gruplarda ameliyat sonrasında istatistiksel olarak belirgin bir şekilde azalma gösterdi. Ameliyat sonrasında ayak önü temas alanı yüzdesi değerlendirildiğinde varus ($p=0,047$) ve nötral ($p=0,0001$) gruplarında belirgin bir azalma mevcut iken, valgus grubunda ($p=0,017$) artma söz konusu idi. Ayak arkasında ise temas alanı yüzdesi ameliyat sonrasında varus grubunda ($p=0,032$) belirgin olarak azalırken, valgus grubunda ($p=0,0001$) artmakta idi (Tablo 13).

STATİK DEĞERLENDİRME		Varus Tibial komponent*	Nötral Tibial komponent*	Valgus Tibial komponent*
Total temas alanı (cm ²)	Ameliyat öncesi	101,55±20,83	101,61±20,21	99,26±19,58
	Ameliyat sonrası	95,37±21,5	88,31±22,66	89,54±16,8
	p değeri	0,007	0,0001	0,006
Aö temas alanı yüzdesi (%)	Ameliyat öncesi	26,18±5,64	28,44±9,08	24,81±12,42
	Ameliyat sonrası	23,22±3,26	19,35±7,06	26,16±11,32
	p değeri	0,047	0,0001	0,017
Ao temas alanı yüzdesi (%)	Ameliyat öncesi	15,49±7,44	17,42±9,32	15,91±8,33
	Ameliyat sonrası	11,77±4,33	12,08±6,15	12,29±8,37
	p değeri	0,028	0,046	0,0001
Aa temas alanı yüzdesi(%)	Ameliyat öncesi	17,57±5,53	18,87±6,53	14,55±3,88
	Ameliyat sonrası	15,12±2,76	15,66±3,11	16,54±4,36
	p değeri	0,032	0,06	0,0001

Tablo 13: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası statik değerlendirmede total temas alanı ve yüzde değerleri (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Aö: Ayak önü, Ao: Ayak ortası, Aa: Ayak arkası)

STATİK DEĞERLENDİRME		Varus Tibial komponent*	Nötral Tibial komponent*	Valgus Tibial komponent*
Aö tepe basınç değeri (N/cm ²)	Ameliyat öncesi	33,61±14,77	36,08±17,26	41,59±16,98
	Ameliyat sonrası	35,67±16,72	30,33±13,67	37,53±14,66
	p değeri	0,502	0,007	0,06
Ao tepe basınç değeri (N/cm ²)	Ameliyat öncesi	7,17±2,98	7,58±3,85	6,94±2,82
	Ameliyat sonrası	5,78±2,82	7,5±3,9	6,41±2,72
	p değeri	0,0001	0,339	0,083
Aa tepe basınç değeri (N/cm ²)	Ameliyat öncesi	21,67±7,18	18,04±7,06	21,35±5,88
	Ameliyat sonrası	16,94±7,63	23,58±7,33	23,71±7,49
	p değeri	0,002	0,005	0,08
VAM salınım uzunluğu (cm)	Ameliyat öncesi	2,8±0,83	2,28±0,92	2,28±0,64
	Ameliyat sonrası	2,62±0,87	2,37±0,75	2,03±0,88
	p değeri	0,385	0,688	0,256
VAM salınım genişliği (cm)	Ameliyat öncesi	2,6±1,52	1,88±0,79	2,06±0,7
	Ameliyat sonrası	1,85±1,45	1,74±1,65	1,57±1,14
	p değeri	0,14	0,814	0,043
VAM salınım alanı (cm ²)	Ameliyat öncesi	6,84±3,95	5,21±3,31	5,24±3,05
	Ameliyat sonrası	8,01±7,8	7,18±9,56	4,71±4,98
	p değeri	0,574	0,522	0,661

Tablo 14: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası statik değerlendirmede tepe basınç değerleri ve vücut ağırlık merkezi salınım analizi verileri (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Aö: Ayak önü, Ao: Ayak ortası, Aa: Ayak arkası, VAM: Vücut ağırlık merkezi)

Ameliyat sonrasında ayak önü tepe basınç değeri sadece nötral grupta (p=0,007), ayak ortası tepe basınç değeri ise sadece varus grubunda (p=0,0001) belirgin bir azalma göstermekte idi. Ayak arkasında ise varus grubunda (p=0,002) azalma, nötral grupta (p=0,005) ise artma istatistiksel olarak anlamlı idi. Valgus grubunda ameliyat öncesi ve

sonrası tepe basınç değerleri arasında ayağın hiçbir bölgesinde anlamlı bir farklılık saptanmadı. VAM salınım uzunluğu ve salınım alanı hiçbir grupta ameliyat sonrasında anlamlı değişiklik göstermedi. VAM salınım genişliği ise valgus grubunda ($p=0,043$) ameliyat sonrasında azalmıştı (Tablo 14).

Varus, nötral ve valgus tibial komponent yerleşimli gruplara ait dinamik pedobarografik değerlendirmede ameliyat sonrasında total temas alanı varus ($p=0,0001$) ve nötral ($p=0,002$) gruplarında; ayak önü temas alanı varus ($p=0,001$) ve valgus ($p=0,001$) gruplarında; ayak ortası temas alanı her üç grupta ($p=0,0001$ ve $p=0,002$) ve ayak arkası temas alanı da sadece varus grubunda ($p=0,006$) istatistiksel olarak anlamlı bir azalma göstermekte idi (Tablo 15).

DİNAMİK DEĞERLENDİRME		Varus Tibial komponent*	Nötral Tibial komponent*	Valgus Tibial komponent*
Total temas alanı (cm ²)	Ameliyat öncesi	111,78±17,84	106,4±20,95	96,26±15,51
	Ameliyat sonrası	100,06±17,12	98,25±19,67	93,04±17,16
	p değeri	0,0001	0,002	0,069
Aö temas alanı (cm ²)	Ameliyat öncesi	66,54±9,93	62,77±10,27	60,19±9,89
	Ameliyat sonrası	58,61±10,53	60,03±9,07	57,52±9,01
	p değeri	0,001	0,128	0,001
Ao temas alanı (cm ²)	Ameliyat öncesi	32,29±8,02	30,06±11,77	27,32±12,36
	Ameliyat sonrası	27,43±7,5	25,94±10,93	21,48±13,33
	p değeri	0,0001	0,002	0,0001
Aa temas alanı (cm ²)	Ameliyat öncesi	31,45±5,37	27,64±5,53	27,15±3,87
	Ameliyat sonrası	27,2±4,14	29,7±6,26	26,92±4,1
	p değeri	0,006	0,074	0,798

Tablo 15: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası dinamik değerlendirmede temas alanı değerleri (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Aö: Ayak önü, Ao: Ayak ortası, Aa: Ayak arkası)

Ameliyat sonrasında ayak önünde tepe basınç değerleri hiçbir grupta istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik göstermedi. Ayak ortasında tüm gruplarda ($p=0,0001$) ameliyat sonrasında belirgin bir azalma mevcut iken; ayak arkasında varus grubunda ($p=0,038$) belirgin azalma, nötral ($p=0,018$) ve valgus ($p=0,001$) gruplarında ise belirgin bir artma söz konusu idi (Tablo 16).

DİNAMİK DEĞERLENDİRME		Varus Tibial komponent*	Nötral Tibial komponent*	Valgus Tibial komponent*
Aö tepe basınç değeri (N/cm ²)	Ameliyat öncesi	139,72±28,01	163,75±40,16	152,06±23,49
	Ameliyat sonrası	137,28±31,59	157,83±37,93	147,76±25,86
	p değeri	0,601	0,323	0,238
Ao tepe basınç değeri (N/cm ²)	Ameliyat öncesi	17±8,18	19,33±7,58	15,12±6,75
	Ameliyat sonrası	12,78±8,13	15,08±6,08	11,53±7,05
	p değeri	0,0001	0,0001	0,0001
Aa tepe basınç değeri (N/cm ²)	Ameliyat öncesi	45,22±14,04	36,75±10,35	36,94±8,91
	Ameliyat sonrası	42,22±14,03	40,67±10,27	42,12±10,21
	p değeri	0,038	0,018	0,001

Tablo16: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası dinamik değerlendirmede tepe basınç değeri verileri (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Aö: Ayak önü, Ao: Ayak ortası, Aa: Ayak arkası)

Ameliyat sonrasında kuvvet-zaman ve basınç-zaman integrallerinde benzer değişiklikler saptandı. Total ve ayak ortası kuvvet-zaman ve basınç-zaman integralleri tüm gruplarda ameliyat sonrasında belirgin bir azalma göstermekte idi. Ayak önünde nötral ve valgus gruplarında belirgin bir azalma söz konusu iken, varus grubunda değişiklik gözlenmedi. Ayak arkasında ise her iki integral verilerinde ameliyat sonrasında varus grubunda ($p=0,0001$) azalma mevcut iken, valgus grubunda ($p=0,0001$) anlamlı bir artış söz konusu idi (Tablo 17 ve Tablo 18).

DİNAMİK DEĞERLENDİRME		Varus Tibial komponent*	Nötral Tibial komponent*	Valgus Tibial komponent*
Total kuvvet-zaman integrali (Ns)	Ameliyat öncesi	77,19±14,7	91,13±11,09	82,6±18,03
	Ameliyat sonrası	69,82±14,46	72,97±10,25	74,12±13,57
	p değeri	0,009	0,0001	0,0001
Aö kuvvet-zaman integrali (Ns)	Ameliyat öncesi	36,81±9,18	49,54±8,87	49,25±10,15
	Ameliyat sonrası	35,16±9,53	37,76±9,92	40,39±9,3
	p değeri	0,233	0,0001	0,0001
Ao kuvvet-zaman integrali (Ns)	Ameliyat öncesi	18,61±8,67	23,12±11,53	13,76±9,73
	Ameliyat sonrası	13,73±9,46	15,54±10,55	10,98±9,75
	p değeri	0,0001	0,0001	0,0001
Aa kuvvet-zaman integrali (Ns)	Ameliyat öncesi	23,18±4,31	17,38±6,83	19,15±9,4
	Ameliyat sonrası	20,16±4,59	20,01±7,43	23,14±9,55
	p değeri	0,0001	0,066	0,0001

Tablo 17: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası dinamik değerlendirmede kuvvet-zaman integrali değerleri (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Aö: Ayak önü, Ao: Ayak ortası, Aa: Ayak arkası)

DİNAMİK DEĞERLENDİRME		Varus Tibial komponent*	Nötral Tibial komponent*	Valgus Tibial komponent*
Total basınç-zaman integrali (N/cm ² x s)	Ameliyat öncesi	8,09±1,76	10,08±1,7	8,44±1,78
	Ameliyat sonrası	7,13±1,46	7,66±1,28	7,89±1,64
	p değeri	0,0001	0,0001	0,004
Aö basınç-zaman integrali (N/cm ² x s)	Ameliyat öncesi	39,28±14,17	67,03±17,99	51,43±10,95
	Ameliyat sonrası	42,21±12,61	45,21±13,09	48,04±11,06
	p değeri	0,105	0,001	0,029
Ao basınç-zaman integrali (N/cm ² x s)	Ameliyat öncesi	6,13±2,6	8,45±3,01	4,92±1,93
	Ameliyat sonrası	4,32±2,53	4,94±2,38	4,13±1,72
	p değeri	0,0001	0,0001	0,001
Aa basınç-zaman integrali (N/cm ² x s)	Ameliyat öncesi	14,94±3,29	13,22±3,13	11,67±4,88
	Ameliyat sonrası	12,8±3,43	12,05±3,98	14,02±5,78
	p değeri	0,0001	0,152	0,0001

Tablo 18: Varus, nötral ve valgus gruplarında ameliyat öncesi ve sonrası dinamik değerlendirmede basınç-zaman integrali değerleri (*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde sıralanmıştır. Aö: Ayak önü, Ao: Ayak ortası, Aa: Ayak arkası)

5. TARTIŞMA

Total diz artroplastisi, konservatif tedaviye cevap vermeyen ileri düzey diz osteoartritli hastalarda yaşam konforunu arttıran oldukça başarılı bir tedavi yöntemidir [96, 125]. Beklenen yaşam ömrünün uzaması, implant tasarımlarındaki ilerlemeler ve buna bağlı olarak implant sağ kalımının uzaması diz artroplastisi uygulama sayısını belirgin bir şekilde arttırmıştır [67]. Girişimin başarısı uygun hasta seçimi dışında uygulama sırasında komponentlerin doğru konumlandırılmasına, yumuşak doku dengesinin sağlanmasına ve alt ekstremité diziliminin düzeltilmesine de bağlıdır [54].

Diz artroplastisi sonrası yürüme analizi yöntemleri ile hastaların klinik ve fonksiyonel değerlendirmeleri daha objektif bir şekilde gerçekleştirilebilir [79]. Konu ile ilgili literatürde kinetik ve kinematik analiz sonuçlarına dayanan bir çok çalışma mevcuttur [80]. Ayak tabanındaki basınç, kuvvet ve alan değişikliklerini değerlendiren ve bu veriler üzerinden yorum yapan pedobarografik çalışmaların sayısı ise oldukça sınırlıdır [89, 115]. Ayrıca ameliyat sonrası komponent dizilimi ile yürüme analizi sonuçlarını kıyaslayan bir çalışmaya da rastlanmamıştır.

Çalışmamızda iki temel soru cevaplanmaya çalışılmıştır:

1. Total diz artroplastisi öncesi ve sonrasında hastaların yürüme biyomekaniğindeki değişikliklerin pedobarografik olarak ayak tabanındaki basınç, kuvvet ve alan gibi veriler üzerindeki etkileri nelerdir?

2. Artroplastî uygulaması sonrası komponent dizlimleri pedobarografik verileri nasıl etkilemektedir?

Osteoartritli hastalar ağrı, instabilite, azalmış eklem hareket açıklığı, deformite ve kas güçsüzlüğü nedeniyle yürüme şekillerini değiştirerek mevcut durumlarına uygun bir şekilde adapte ederler [60, 117]. Medial ve lateral diz osteoartritinde alt eksteremite dizilimleri farklılık gösterir. Ayrıca bu olgularda yapılmış yürüme analizlerinde de farklılıklar saptanmıştır. Dizin medial kompartman osteoartritinde kinematik yürüme analizi çalışmalarında kadans, yürüme hızı ve adım uzunluğu parametrelerinde normal hastalara göre azalma saptanmıştır [44]. Tek destek fazındaki sürenin azaldığı, adım zamanı ve çift destek fazındaki sürenin ise uzadığı bildirilmiştir [39]. Kinetik yürüme analizi incelemelerinde ise yürümenin duruş evresinde fleksiyon-ekstansiyon ve yer reaksiyon kuvvetlerinde azalma saptanmıştır [108]. Ayrıca varus deformitesi olan hastalarda, normal hastalara göre daha yüksek eksternal addüksiyon momentleri tespit edilmiş ve addüksiyon momentinin osteoartritin yaygınlığı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir [102, 103]. Lateral kompartman osteoartritinde kinematik analiz sonuçları medial kompartman osteoartritinde görülen değişikliklerle benzerlik gösterse de, kinetik analizlerde daha düşük internal addüksiyon momentleri tespit edilmiştir. Medial kompartman osteoartritinde azalmış kalça addüksiyonu, addükte konumda tibia ve artmış ayak eversiyonu söz konusu iken, lateral kompartman osteoartritinde artmış kalça addüksiyonu, abdükte konumda tibia ve azalmış ayak eversiyonu mevcuttur [13].

Osteoartritli hastalarda yapılmış olan kinetik ve kinematik yürüme analizi çalışmalarına kıyasla pedobarografik çalışma sayısı nispeten daha azdır. Osteoartritli hastalarla sağlıklı bireylerin pedobarografik analiz verilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada [65] osteoartritli hastalarda statik değerlendirmede ayak arkasındaki basınç yüzdesinin, dinamik değerlendirmede ise ayak önündeki tepe basınç değerlerinin sağlıklı bireylere kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır. Vücut ağırlık merkezinin salınım genişliğinin ise sağlıklı bireylerle kıyaslandığında daha fazla olduğu bildirilmiştir. Salınım genişliğindeki bu fazlalık

azalmış kuadriseps adale gücüne bağlı denge bozukluğu ile ilişkilendirilmiştir. Başka bir pedobarografik çalışmada [72] ise dinamik değerlendirmede osteoartritli bireylerde sağlıklı bireylere göre ayak lateralindeki basınç değerlerinde artış tespit edilmiştir.

Osteoartritli hastalar ile sağlıklı bireyler arasında yürüme biyomekaniğindeki farklılıklar dışında total diz artroplastisi uygulanmış olan hastalarda da gerek ameliyat öncesi değerlendirmelerde gerekse sağlıklı bireylerle yapılan kıyaslamalarda normal diz biyomekaniğinden farklı sonuçlar elde edilmiştir [80]. Kinematik yürüme analizi çalışmalarında sağlıklı bireylerle kıyaslandığında ameliyat edilmiş olan hastalarda daha az eklem hareket açıklığı tespit edilmiştir [10, 36, 79]. Kinetik analiz çalışmalarında ise ameliyat edilmiş olan hastalarda sagittal plandaki diz momentlerinde bifazik farklılıklar saptanmış [105], maksimum eksternal diz fleksiyon momentlerinin sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu vurgulanmıştır [99]. Koronal plandaki değerlendirmelerde ise artroplasti uygulanmış olan hastalarda adduksiyon momentlerinde azalma, abduksiyon momentlerinde ise artma tespit edilmiştir [7]. Anormal moment değişikliklerinin komponentlerin hatalı konumlandırılışı ile ilgili olabileceği vurgulanmış ve bu durumun da protezin iflasına neden olabileceği belirtilmiştir [49, 119].

Total diz artroplastisi sonrası kinetik ve kinematik analiz sonuçlarına ait yayınlarla karşılaştırıldığında pedobarografik değerlendirme sonuçları ile ilgili oldukça sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Artroplasti girişimi sonrası hasta grubuyla sağlıklı bireylerin karşılaştırıldığı pedobarografik bir çalışmada [89] cerrahi uygulanan grupta duruş fazının uzadığı, yer reaksiyon kuvvetinin azaldığı ve bu bulguların hastaların klinik skorlamaları ile uyumlu olduğu gösterilmiştir. Bu değişikliklere hastanın dizindeki ağrıyı hafifletmek için yüklenme zamanını ve kuvvetini azaltmasının sebep olduğu öne sürülmüştür. Aynı çalışmada zaman içerisinde duruş fazında bir miktar kısalma ve yer reaksiyon kuvvetinin uzun süreli takiplerde bir miktar artma gösterdiği, ancak tam olarak normale dönmediği de

vurgulanmıştır. Ayak tabanında vücut ağırlık merkezi izdüşümünün yürürken oluşturduğu çizginin eğiminin osteoartritte dışa kaydığı, ameliyat sonrasında ise yöneliminin yeniden içe döndüğü belirtilmiştir [89].

Total diz artroplastisi sonrası ayak basınç değişimlerini inceleyen pedobarografik bir çalışmada [115] eksteremite dizilimi ile ayak basınçları arasındaki ilişki araştırılmış, ameliyat sonrası alt ekstremitte dizilimi varusta olan hastalarda ameliyat öncesine göre ayak ortasında önemli ölçüde basınç azalması saptanmıştır. Nötral dizilime sahip hastalarda ise basınç azalmasının topuk ve metatarsal bölgede yoğunlaştığı vurgulanmıştır. Tek taraflı total diz protezi sonrası her iki ekstremitte arasında yer reaksiyon kuvvetlerinin değerlendirildiği bir çalışmada [19] ise iki ekstremitte arasında kuadriseps ve hamstring adele güçleri arasındaki oransal farklılıktan dolayı asimetrik bir yüklenme paterni tespit edilmiştir.

Çalışmamızda tüm uygulamalarda elde edilen pedobarografik veriler ameliyat öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında statik değerlendirmelerde total plantar kuvvet ameliyat sonrasında azaldı, ancak yüzde olarak belirgin bir farklılık göstermedi. Ayak ortası plantar kuvvet yüzdesi ameliyat sonrasında azalırken, ayak önü ve arkasında belirgin bir değişiklik gözlenmedi. Total temas alanı, ayak önü ve ortasında temas alanı yüzdeleri ameliyat sonrasında azaldı, ayak arkasında ise değişiklik olmadı. Ayak ortasında tepe basınç değeri ameliyat sonrasında azaldı, ancak ayak önü ve arkasında değişiklik gözlenmedi. Vücut ağırlık merkezi salınım uzunluğu ve alanı değişmez iken genişliğin ise azaldığı tespit edildi. Dinamik değerlendirmelerde ise total, ayak önü ve ortası temas alanı ameliyat sonrasında azaldı, ayak arkasında ise temas alanı değişikliği olmadı. Ayak ortasında tepe basınç değeri ameliyat sonrasında azaldı, ayak önü ve arkasında değişiklik gözlenmedi. Total, ayak önü ve ortası kuvvet-zaman ve basınç-zaman integralleri ameliyat sonrasında azaldı, ancak ayak arkasında belirgin bir değişiklik gerçekleşmedi.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bu veriler doğrultusunda tüm uygulamalar değerlendirildiğinde diz artroplastisi sonrası basınç, kuvvet, temas alanı ve kuvvet-zaman, basınç-zaman integrali gibi veriler ameliyat sonrasında total olarak azalmaktadır. Ayak bölümlerine göre değerlendirildiğinde ise ayak ortasında daha belirgin olmak üzere ayak önü ve ortasında değerler ameliyat sonrasında azalmakta, ayak arkasında ise anlamlı bir değişiklik gözlenmemektedir. Vücut ağırlık merkezi salınımı ile ilgili değişiklikler beklediğimiz gibi sonuçlanmamıştır. Sadece salınım genişliğinde ameliyat sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olan bir azalma mevcuttur. Ameliyat öncesindeki salınım uzunluğunun, genişliğinin ve alanının azalması yönündeki beklentilerimizin karşılanmamasında değerlendirmelerin ameliyat sonrası ortalama 7,2 (dağılım; 6-9) hafta sonra yapılmasının, ağrı mevcudiyetinin ve rehabilitasyon sürecinin tamamlanmamış olmasının etkili olduğunu düşünmekteyiz. Salınım parametreleri ile ilgili elde ettiğimiz sonuçlar literatürde osteoartritte izole olarak salınım genişliğinin artıp diğer salınım parameterlerinin değişmediği bilgisiyle [65] örtüşmektedir.

Total diz artroplastisinde komponentlerin doğru konumlanmasının hasta memnuniyeti, tatminkar fonksiyonel sonuçlar ve protez sağ kalım süresinin uzaması ile doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir [57, 76, 95]. Tibiofemoral ve patellofemoral instabilite, patella kırığı, eklem sertliği, artmış polietilen aşınması ve implant gevşemesi gibi uzun dönemde karşılaşılan bazı sorunlarda altta yatan en önemli sebep olarak komponentlerin hatalı konumlandırılışı ve dolayısıyla da alt ekstremitede yol açtığı dizilim kusuru gösterilmektedir [23, 120]. Literatürde femoral ve/veya tibial komponentlerin radyografik değerlendirmelerde uygunsuz pozisyonda yerleştirilme oranının % 10 - 30 arasında değiştiği bildirilmektedir [34].

Literatürde komponentlerin ideal dizilimleri ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. Hafif varus dizilimini daha yüksek hasta memnuniyeti ile ilişkilendiren görüşlerin [112] aksine,

valgus diziliminin ideal olduğunu ifade eden görüşler ağırlıktadır [22, 55, 57, 95]. Alt ekstremité mekanik aksına göre 3° varus ve valgus açılanması arasında konumlandırılmış protezlerde yüksek sağ kalım oranı bildirilmiştir [95]. Başka bir çalışmada ise aynı dereceler arasında konumlandırılmış protezlerin 8 yıllık takibinde % 3'lük bir gevşeme oranı mevcut iken, 3°'nin üzerindeki malpozisyonlarda bu oranın % 24'e yükseldiği belirtilmiştir [57]. Komponent malpozisyonunun polietilen yüzeyde anormal yüklenmelere neden olarak yetmezlik oranlarını yükselttiği vurgulanmaktadır [22].

Ameliyat sonrası dönemde alt ekstremité dizilimini değerlendiren tibiofemoral açının 4° - 10° valgus yöneliminde olması ideal olarak kabul edilmektedir [75]. Çalışmamızda ameliyat öncesi tibiofemoral açı ortalaması 4,2° (dağılım; 0° - 10°) varus yöneliminde iken ameliyat sonrası ortalama 5,4° (dağılım; 1° - 11°) valgus yöneliminde idi.

Total diz artroplastisi sonrası komponentlerin dizilimi ön – arka ve lateral diz grafi ile ortoröntgenografi tetkiki üzerinde değerlendirilebilir [111]. Femoral komponentin temel olarak koronal ve sagittal planlarda mekanik aksa dik konumlandırılması amaçlanmaktadır [68]. Ancak radyografiler üzerinde komponentin her iki planda da femurun anatomik aksı ile ilişkisine bakılır [32]. Cerrahi sırasında femoral kesiler neredeyse tüm protez tiplerinde kanal içi dizilim araçları kullanan kesi kılavuzları aracılığıyla gerçekleştirilir ve bu nedenle de komponent diziliminde hata payı oldukça düşüktür [15]. Çalışmamızda femoral kesi için kanal içi dizilim araçları kullanılmıştır ve tüm uygulamalarda femoral komponent koronal ve sagittal planlarda literatürde bildirilen ideal sınırlar [111] içerisinde konumlandırılmıştır.

Tibial komponent yerleşiminde de dizilimin mekanik aksa dik olması hedeflenir. Cerrahin tercihiné göre kanal içi ve kanal dışı dizilim araçları kullanılmaktadır. Tibial komponent dizilim araçlarının birbirine üstün olduğu konusunda görüş birliği bulunmamaktadır [24]. Kanal içi dizilim sistemlerinin varus deformitesine sahip dizlerde

güvenilirliğinin düşük olduğunu ifade eden yayınlar mevcuttur [63]. Çalışmamızda tibial komponent yerleşiminde kanal dışı dizilim araçları kullanılmıştır.

Tibial komponentin koronal planda yerleşimi de femoral komponentte olduğu gibi tibianın anatomik eksenine ile olan ilişkisine göre değerlendirilir [32]. Tibial komponentin, koronal dizilim açısı (β , beta) 90° 'den küçükse varus diziliminde; 90° 'den büyükse valgus diziliminde olduğu kabul edilir [111]. Sagittal planda ise tibial komponentin ideal eğim açısı (σ , sigma) 85° - 90° arasında değişmektedir [85]. Çalışmamızda tibial komponentin sagittal plandaki dizilimi tüm uygulamalarda normal sınırlarda iken koronal planda uygulamaların 12'sinde (% 25,5) nötral, 18'inde (% 38,3) varus, 17'sinde de (% 36,2) valgus pozisyonunda yerleştirilmiş olduğu saptandı.

Literatürde genellikle tibial komponentin nötral pozisyonda yerleştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır [76, 111]. Uzun dönem takiplerde komponentin özellikle varus pozisyonunda yerleştirilmesi ile polietilen aşınması ve implant yetmezliği arasında ilişki olduğu, revizyon cerrahisi oranlarının yükseldiği bildirilmiştir [76, 111, 120].

Çalışmamızda tibial komponentin koronal düzlemde konumlanması dışında komponent yerleşimi ile ilgili yapılan ölçümler tüm planlarda ideal sınırlarda idi. Hastaların ameliyat sonrası alt eksteremite dizlimlerinin de ideal sınırlar içerisinde olması nedeniyle alt ekstremitte yüklenmelerinde farklılık olup olmadığı, eğer fark var ise bunun tibial komponentin koronal plandaki yerleşimi ile ilişkisinin araştırılması için tibial komponent dizilimine göre uygulamalar varus, nötral ve valgus olarak üç grup altında değerlendirildi. Literatüre bakıldığında komponent konumlanması ile protez sağ kalımını ilişkilendiren çalışmalara karşın komponent konumlanmasındaki farklılıkları değerlendiren bir yürüme analizi çalışmasına rastlanmamıştır.

Tibial komponentin yerleşimine göre çalışmamızdaki tüm uygulamalar üç grupta değerlendirildiğinde temas alanı açısından total ve ayak ortası değerlerinin ameliyat

sonrasında genel olarak tüm gruplarda azaldığı tespit edildi. Ayak önünde ve arkasında varus grubunda hem statik, hem de dinamik değerlendirmelerde azalma saptandı. Nötral grupta aynı bölgelerde statik değerlendirmede azalma mevcut iken dinamik değerlendirmede değişiklik gözlenmedi. Valgus grubunda ise ayak önü ve arkasında artma söz konusu iken dinamik değerlendirmede sadece ayak önünde azalma mevcuttu.

Gruplar tepe basınç değerleri açısından karşılaştırıldığında statik değerlendirmede ayak ortasında sadece varus grubunda ameliyat sonrasında azalma mevcut iken, dinamik değerlendirmede her üç grupta da ayak ortasında azalma tespit edildi. Ayak önünde statik değerlendirmede sadece nötral grupta azalma mevcut iken, dinamik değerlendirmede ise ayak önünde hiçbir grupta değişiklik saptanmadı. Ayak arkasında ise genel olarak varus grubunda azalma mevcut iken, nötral ve valgus gruplarında artma tespit edildi.

Plantar kuvvet, kuvvet-zaman ve basınç-zaman integralleri değerlendirildiğinde total, ayak önü ve ortası değerlerde genel olarak azalma mevcut iken, ayak arkasında varus grubunda azalma, nötral ve valgus gruplarında artma saptandı.

Ameliyat sonrası vücut ağırlık merkezi salınımı ile ilgili değişiklikler tüm uygulamalarda elde edilen değişikliklerle benzerlik göstermekteydi. Salınım uzunluğu ve alanında hiçbir grupta ameliyat sonrasında değişiklik oluşmaz iken, salınım genişliğinde sadece valgus grubunda ameliyat sonrasında anlamlı bir azalma elde edildi.

Çalışmamızda gruplar arasında yapılan karşılaştırmalar sonucunda nötral yerleştirilmiş tibial komponentlerde ayak arkasındaki yüklenmelerin arttığı, ayak önündeki yüklenmelerin ise azaldığı gözlenmiştir. Valgus pozisyonunda yerleştirilmiş komponentlerde de sonuçlar nötral komponent uygulama sonuçlarına oldukça yakındır. Tibial komponentin varus konumunda yerleştirilmesi ise ayak arkasında azalmış, ayak önünde ise artmış yüklenme paternleri ortaya çıkarmıştır. Varus pozisyonunda ortaya çıkan bu patolojik yüklenmeler literatürde uzun vadede gözlendiği bildirilen implant yetmezliğinin bir yansıması olabilir.

Alt eksteremitede patolojik yüklenmelerin ayak sorunlarına yol açma olasılığı mevcuttur. Total diz protezi sonrası ayakla ilgili gözlenebilecek sorunlara ilişkin yayınların sayısı oldukça azdır. Literatür gözden geçirildiğinde ameliyat sonrası ayakta stres kırığı gelişmiş bazı olgular yayınlanmıştır [37, 45]. Bilateral medial diz osteoartriti nedeniyle tek taraflı total diz artroplastisi sonrası birinci metatars stres kırığı geçiren iki olgunun yürüme analizi değerlendirmesini sunan bir çalışmada [45], bu hastalarda yer reaksiyon kuvvetlerinin her iki alt ekstremité arasında farklılık göstermediği, ameliyat edilen tarafta ayak basınç merkezi ile birinci metatars arasındaki mesafenin kısaldığı tespit edilmiştir. Ameliyat edilmiş ve edilmemiş taraflar arasındaki alt ekstremité dizilim farklılıklarına bağlı ortaya çıkan yüklenme değişikliklerinin kırık oluşumuna neden olabileceği ifade edilmiştir.

Diz osteoartritinde alt ekstremitéde meydana gelen dizilim değişiklikleri ve bu değişiklikler sonucunda ayak tabanında oluşan patolojik yüklenmeler tabanlık, ortez ve ayakkabı modifikasyonu gibi cerrahi dışı bir takım tedavi seçenekleri ile dengelenmeye çalışılmıştır. Özellikle dizde abduksiyon – addüksiyon ve ayak bileğinde eversiyon – inversiyon momentlerinde değişiklikler meydana gelmektedir [4]. Ayak tabanına yerleştirilen lateral kama şeklindeki tabanlıklar, özel ortezler ve ayakkabı modifikasyonları ile ayak tabanındaki basınç merkezinin lateralize edilerek yer reaksiyon kuvvetinin diz ekleme merkezine yaklaştırıldığı, bu sayede dizde meydana gelen addüksiyon momentlerinin ve diz medialindeki yüklenmelerin azaltılabildiği bildirilmektedir [8, 31, 66, 70, 114, 122]. Ayak tabanına lateral kama uygulamalarının alt ekstremité yüklenmelerine etkisini inceleyen bir çalışmada [73] bu uygulamaların ön-ayakta tepe basınç değerlerinde artmaya neden olduğu, lateral kama açısı arttıkça ayak temas alanında azalma meydana geldiği gösterilmiştir. Aynı çalışmada lateral kama uygulamasının distal femur medial kırıkdağında ve medial menisküste yüklenmeleri azalttığı gösterilmiştir. Total diz artroplastisi sonrası komponent malpozisyonu olan olgularda konservatif tedavide kullanılan bir takım tabanlık,

ortez ve ayakkabı modifikasyonları ile pedobarografik olarak tespit edilmiş patolojik yüklenmeler dengelenebilir.

Total diz artroplastisi ile ilgili literatürü gözden geçirdiğimizde çalışmamız komponent malpozisyonu ile yürüme analizi değişikliklerinin ortaya konmasına yönelik yapılmış ilk pedobarografik çalışmadır. Cerrahi girişim tüm uygulamalarda aynı ekip tarafından gerçekleştirilmiştir. Ayrıca alt grup karşılaştırmalarında vücut kitle indeksi, yaş, cinsiyet, cerrahi uygulama tarafı ve osteoartrit evrelemesi gibi demografik veriler açısından fark olmaması grupların pedobarografik karşılaştırma için dengeli olmalarını sağlamıştır. Alt eksteremite dizlimi normal olsa bile tibial komponent yönelimine göre yürüme analizinde farklılıklar olabileceğini ifade edebilecek istatistiksel anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmamızın bir takım sınırlamaları da mevcuttur. Hastalar ameliyat sonrası erken dönemde değerlendirilmiş, adale güçleri ve yürüme paternleri tam olgunlaşmadığı dönemde pedobarografik veriler elde edilmiştir. Uzun dönemde gelişebilecek polietilen hasarı ve alt ekstremitte diziliminin farklılaşması ayak yüklenmelerini değiştirebilir ve elde ettiğimiz sonuçlar farklılaşabilir. Hastaların mevcut yeni konuma adapte olmak için yeni yürüme paternleri geliştirmeleri de denge ve yüklenme mekaniğini değiştirebilir. Bu nedenle elde ettiğimiz sonuçların erken dönem sonuçlar olduğu vurgulamız gerekir. Diğer bir sınırlama ise yürüme analizi değerlendirmesi sırasında kadans, yürüme hızı, adım uzunluğu, destek fazı süreleri gibi verilerin karşılaştırılmaması, kinetik ve kinematik analizin yapılmaması olmasıdır. Pedobarografik verilere ilave olarak bu değerlendirmelerin yapılacağı çalışmalar ile daha detaylı sonuçlar elde edilebilir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler ışığında total diz artroplastisi sonrası pedobarografik veriler ameliyat öncesi verilerden istatistiksel olarak anlamlı bir takım farklılıklar göstermektedir. Ayrıca tüm uygulamalarda elde edilen veriler ile komponent dizilimine göre oluşturulan alt gruplarda yapılan karşılaştırma sonuçları da birbiriyle aynı

değildir. Tüm uygulamalar değerlendirildiğinde genellikle ayak önü ve ortasında pedobarografik değişiklikler gözlenirken, komponent pozisyonuna göre değerlendirme yapıldığında ayak arkasında da belirgin farklılıklar saptanmaktadır. Özellikle tibial komponentin varus pozisyonunda yerleştirilmesi ayak arkasında temas alanı, basınç, kuvvet (yük) ve kuvvet-zaman, basınç-zaman integrali gibi verilerde azalma meydana getirirken, nötral ve valgus yerleşimli komponent uygulamalarında bu verilerde artış söz konusudur. Vücut ağırlık merkezi salınımı ile ilgili elde edilen sonuçlar çalışmanın erken ameliyat sonrası dönemde yapılmış olması nedeniyle tatminkar düzeyde değildir.

Tüm veriler ışığında komponent konumlanışındaki farklılıklar açık bir şekilde yürüme analizi sonuçlarına yansımakta, artroplasti uygulaması sonrası protez sağ kalımı ile ilgili detaylı yorumların yapılabilme olasılığını arttırmakta ve ayrıca ameliyat sonrası görülebilecek bir takım ayak patolojilerinin daha detaylı aydınlatılması için de olanak sağlamaktadır.

6. KAYNAKLAR

1. Aaron A, Weinstein D, Thickman D, Eilert R. Comparison of orthoroentgenography and computed tomography in the measurement of limb-length discrepancy. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:897-902.
2. Ahlback S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1968;Suppl 277:277-272.
3. Arima J, Whiteside LA, McCarthy DS, White SE. Femoral rotational alignment, based on the anteroposterior axis, in total knee arthroplasty in a valgus knee. A technical note. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77:1331-1334.
4. 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.
5. Becker HP, Rosenbaum D, Kriese T, Gerngross H, Claes L. Gait asymmetry following successful surgical treatment of ankle fractures in young adults. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;262-269.
6. Becker HP, Rosenbaum D, Zeithammel G, Gnann R, Bauer G, Gerngross H, Claes L. Tenodesis versus carbon fiber repair of ankle ligaments: a clinical comparison. *Clin Orthop Relat Res.* 1996:194-202.
7. Benedetti MG, Catani F, Bilotta TW, Marcacci M, Mariani E, Giannini S. Muscle activation pattern and gait biomechanics after total knee replacement. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2003;18:871-876.

8. Bennell K, Bowles KA, Payne C, Cicuttini F, Osborne R, Harris A, Hinman R. Effects of laterally wedged insoles on symptoms and disease progression in medial knee osteoarthritis: a protocol for a randomised, double-blind, placebo controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007;8:96.
9. Blackburne JS, Peel TE. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg Br.* 1977;59:241-242.
10. Bolanos AA, Colizza WA, McCann PD, Gotlin RS, Wootten ME, Kahn BA, Insall JN. A comparison of isokinetic strength testing and gait analysis in patients with posterior cruciate-retaining and substituting knee arthroplasties. *J Arthroplasty.* 1998;13:906-915.
11. Bowman KF, Jr., Sekiya JK. Anatomy and biomechanics of the posterior cruciate ligament, medial and lateral sides of the knee. *Sports Med Arthrosc.* 2010;18:222-229.
12. Brand RA, Laaveg SJ, Crowninshield RD, Ponseti IV. The center of pressure path in treated clubfeet. *Clin Orthop Relat Res.* 1981:43-47.
13. Butler RJ, Barrios JA, Royer T, Davis IS. Frontal-plane gait mechanics in people with medial knee osteoarthritis are different from those in people with lateral knee osteoarthritis. *Phys Ther.* 2011;91:1235-1243.
14. Cakmak M, Özkan K. Alt Ekstremité Deformite Analizi (I). *TOTBİD Dergisi.* 2005;4:50-62.
15. Cates HE, Ritter MA, Keating EM, Faris PM. Intramedullary versus extramedullary femoral alignment systems in total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1993:32-39.
16. Chambers HG, Sutherland DH. A practical guide to gait analysis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2002;10:222-231.

17. Chao EY, Laughman RK, Stauffer RN. Biomechanical gait evaluation of pre and postoperative total knee replacement patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1980;97:309-317.
18. Chhabra A, Starman JS, Ferretti M, Vidal AF, Zantop T, Fu FH. Anatomic, radiographic, biomechanical, and kinematic evaluation of the anterior cruciate ligament and its two functional bundles. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Suppl 4:2-10.
19. Christiansen CL, Bade MJ, Weitzenkamp DA, Stevens-Lapsley JE. Factors predicting weight-bearing asymmetry 1month after unilateral total knee arthroplasty: A cross-sectional study. *Gait Posture.* 2012.
20. Cichy B, Wilk M. Gait analysis in osteoarthritis of the hip. *Med Sci Monit.* 2006;12:CR507-513.
21. Cichy B, Wilk M, Sliwinski Z. Changes in gait parameters in total hip arthroplasty patients before and after surgery. *Med Sci Monit.* 2008;14:CR159-169.
22. Collier MB, Engh CA, Jr., McAuley JP, Engh GA. Factors associated with the loss of thickness of polyethylene tibial bearings after knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1306-1314.
23. Crockarell JR, Guyton JL. Arthroplasty of the Knee. In: Canale ST, Beaty JH, ed. *Campbell's Operative Orthopaedics*. Philadelphia: Mosby Elsevier ; 2007:241-311.
24. de Kroon KE, Houterman S, Janssen RP. Leg alignment and tibial slope after minimal invasive total knee arthroplasty: a prospective, randomized radiological study of intramedullary versus extramedullary tibial instrumentation. *Knee.* 2012;19:270-274.
25. Dennis DA, Komistek RD, Hoff WA, Gabriel SM. In vivo knee kinematics derived using an inverse perspective technique. *Clin Orthop Relat Res.* 1996:107-117.

26. Dieppe P, Basler HD, Chard J, Croft P, Dixon J, Hurley M, Lohmander S, Raspe H. Knee replacement surgery for osteoarthritis: effectiveness, practice variations, indications and possible determinants of utilization. *Rheumatology (Oxford)*. 1999;38:73-83.
27. Duffy GP, Trousdale RT, Stuart MJ. Total knee arthroplasty in patients 55 years old or younger. 10- to 17-year results. *Clin Orthop Relat Res*. 1998:22-27.
28. Elftman H. A cinematic study of the distribution of pressure in the human foot. *Anat Rec*. 1934;59:481-487.
29. Engh GA, Holt BT, Parks NL. A midvastus muscle-splitting approach for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1997;12:322-331.
30. Ensley NJ, Green NE, Barnes WP. Femoral lengthening with the Barnes device. *J Pediatr Orthop*. 1993;13:57-62.
31. Erhart JC, Mundermann A, Mundermann L, Andriacchi TP. Predicting changes in knee adduction moment due to load-altering interventions from pressure distribution at the foot in healthy subjects. *J Biomech*. 2008;41:2989-2994.
32. Ewald FC. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop Relat Res*. 1989:9-12.
33. Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum*. 1987;30:914-918.
34. Figgie HE, 3rd, Goldberg VM, Heiple KG, Moller HS, 3rd, Gordon NH. The influence of tibial-patellofemoral location on function of the knee in patients with the posterior stabilized condylar knee prosthesis. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:1035-1040.

35. Freeman MA, Pinskerova V. The movement of the normal tibio-femoral joint. *J Biomech.* 2005;38:197-208.
36. Fuchs S, Floren M, Skwara A, Tibesku CO. Quantitative gait analysis in unconstrained total knee arthroplasty patients. *Int J Rehabil Res.* 2002;25:65-70.
37. Fujioka H, Kokubu T, Makino T, Hirata H, Nagura I, Inui A, Tanaka J, Yoshiya S, Kurosaka M. Stress fracture of the fifth metatarsal bone as a late complication of total knee arthroplasty. *Kobe J Med Sci.* 2010;55:E93-97.
38. Gill T, Schemitsch EH, Brick GW, Thornhill TS. Revision total knee arthroplasty after failed unicompartmental knee arthroplasty or high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 1995:10-18.
39. Gok H, Ergin S, Yavuzer G. Kinetic and kinematic characteristics of gait in patients with medial knee arthrosis. *Acta Orthop Scand.* 2002;73:647-652.
40. Goodfellow J, Hungerford DS, Zindel M. Patello-femoral joint mechanics and pathology. 1. Functional anatomy of the patello-femoral joint. *J Bone Joint Surg Br.* 1976;58:287-290.
41. Gray FB, Gray C, McClanahan JW. Assessing the accuracy of partial weight-bearing instruction. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 1998;27:558-560.
42. Grieve DW, Rashdi T. Pressures under normal feet in standing and walking as measured by foil pedobarography. *Ann Rheum Dis.* 1984;43:816-818.
43. Gross TS, Bunch RP. Measurement of discrete vertical in-shoe stress with piezoelectric transducers. *J Biomed Eng.* 1988;10:261-265.
44. Gyory AN, Chao EY, Stauffer RN. Functional evaluation of normal and pathologic knees during gait. *Arch Phys Med Rehabil.* 1976;57:571-577.
45. Harato K, Ozaki M, Sakurai A, Kudo Y, Otani T. Stress fracture of the first metatarsal after total knee arthroplasty: Two case reports using gait analysis. *Knee.* 2012.

46. Harris WH, Sledge CB. Total hip and total knee replacement (1). *N Engl J Med*. 1990;323:725-731.
47. Hermens HJ, deWaal CA, Buurke J, Zilvold G. A new gait analysis system for clinical use in a rehabilitation center. *Orthopedics*. 1986;9:1669-1675.
48. Herring JA. Gait analysis. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics*. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2008:79-88.
49. Hilding MB, Lanshammar H, Ryd L. A relationship between dynamic and static assessments of knee joint load. Gait analysis and radiography before and after knee replacement in 45 patients. *Acta Orthop Scand*. 1995;66:317-320.
50. Hofmann AA, Plaster RL, Murdock LE. Subvastus (Southern) approach for primary total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1991:70-77.
51. Hungerford DS, Barry M. Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clin Orthop Relat Res*. 1979:9-15.
52. Hunter DJ, Lo GH. The management of osteoarthritis: an overview and call to appropriate conservative treatment. *Rheum Dis Clin North Am*. 2008;34:689-712.
53. Hurkmans HL, Bussmann JB, Benda E, Verhaar JA, Stam HJ. Techniques for measuring weight bearing during standing and walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003;18:576-589.
54. Insall J, Scott WN, Ranawat CS. The total condylar knee prosthesis. A report of two hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1979;61:173-180.
55. Insall JN, Binazzi R, Soudry M, Mestriner LA. Total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1985:13-22.
56. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res*. 1989:13-14.

57. Jeffery RS, Morris RW, Denham RA. Coronal alignment after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73:709-714.
58. Jerosch J, Prymka M, Castro WH. Proprioception of knee joints with a lesion of the medial meniscus. *Acta Orthop Belg.* 1996;62:41-45.
59. Kacar C, Gilgil E, Urhan S, Arikan V, Dundar U, Oksuz MC, Sunbuloglu G, Yildirim C, Tekeoglu I, Butun B, Apaydin A, Tuncer T. The prevalence of symptomatic knee and distal interphalangeal joint osteoarthritis in the urban population of Antalya, Turkey. *Rheumatol Int.* 2005;25:201-204.
60. Kanatlı U, Yetkin H, Songür M, Öztürk A, Bölükbaşı S. Yürüme analizinin ortopedik uygulamaları. *TOTBİD Dergisi.* 2006;1-2:53-59.
61. Khaw FM, Kirk LM, Gregg PJ. Survival analysis of cemented Press-Fit Condylar total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16:161-167.
62. Kljajic M, Krajnik J. The use of ground reaction measuring shoes in gait evaluation. *Clin Phys Physiol Meas.* 1987;8:133-142.
63. Ko PS, Tio MK, Ban CM, Mak YK, Ip FK, Lam JJ. Radiologic analysis of the tibial intramedullary canal in Chinese varus knees: implications in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16:212-215.
64. Kotevoğlu N, Canik N, İçağasıoğlu A. Comparison of radiographic patterns of knee osteoarthritis in turkish and british patients: Relationship between symptoms and disability *Turk J Rheumatol.* 2004;19:93-98.
65. Kul-Panza E, Berker N. Pedobarographic findings in patients with knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006;85:228-233.
66. Kuroyanagi Y, Nagura T, Matsumoto H, Otani T, Suda Y, Nakamura T, Toyama Y. The lateral wedged insole with subtalar strapping significantly reduces dynamic knee

- load in the medial compartment gait analysis on patients with medial knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007;15:932-936.
67. Kurtz S, Mowat F, Ong K, Chan N, Lau E, Halpern M. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:1487-1497.
 68. Lam LO, Shakespeare D. Varus/valgus alignment of the femoral component in total knee arthroplasty. *Knee*. 2003;10:237-241.
 69. Lee SH, Petersilge CA, Trudell DJ, Haghighi P, Resnick DL. Extrasynovial spaces of the cruciate ligaments: anatomy, MR imaging, and diagnostic implications. *AJR Am J Roentgenol*. 1996;166:1433-1437.
 70. Leitch KM, Birmingham TB, Jones IC, Giffin JR, Jenkyn TR. In-shoe plantar pressure measurements for patients with knee osteoarthritis: Reliability and effects of lateral heel wedges. *Gait Posture*. 2011;34:391-396.
 71. Liao JJ, Cheng CK, Huang CH, Lo WH. The effect of malalignment on stresses in polyethylene component of total knee prostheses--a finite element analysis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2002;17:140-146.
 72. Lidtke RH, Muehleman C, Kwasny M, Block JA. Foot center of pressure and medial knee osteoarthritis. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2010;100:178-184.
 73. Liu X, Zhang M. Redistribution of knee stress using laterally wedged insole intervention: Finite element analysis of knee-ankle-foot complex. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2012.
 74. Magee DJ. Orthopedic physical assessment. Saunders; 2002:662 - 764.
 75. Mahaluxmivala J, Bankes MJ, Nicolai P, Aldam CH, Allen PW. The effect of surgeon experience on component positioning in 673 Press Fit Condylar posterior cruciate-sacrificing total knee arthroplasties. *J Arthroplasty*. 2001;16:635-640.

76. Matsuda S, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Harimaya K, Matsunobu T, Iwamoto Y. Changes in knee alignment after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1999;14:566-570.
77. Matsuda Y, Ishii Y, Noguchi H, Ishii R. Varus-valgus balance and range of movement after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:804-808.
78. McAlindon TE, Cooper C, Kirwan JR, Dieppe PA. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis*. 1993;52:258-262.
79. McClelland JA, Webster KE, Feller JA. Gait analysis of patients following total knee replacement: a systematic review. *Knee*. 2007;14:253-263.
80. Milner CE. Is gait normal after total knee arthroplasty? Systematic review of the literature. *J Orthop Sci*. 2009;14:114-120.
81. Misra AN, Hussain MR, Fiddian NJ, Newton G. The role of the posterior cruciate ligament in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85:389-392.
82. Miyazaki S, Ishida A. Capacitive transducer for continuous measurement of vertical foot force. *Med Biol Eng Comput*. 1984;22:309-316.
83. Miyazaki S, Iwakura H. Foot-force measuring device for clinical assessment of pathological gait. *Med Biol Eng Comput*. 1978;16:429-436.
84. Morton DJ. Structural factors in static disorders of the foot. *Am. J. Surg*. 1930;19:315-326.
85. Muoneke HE, Khan AM, Giannikas KA, Hagglund E, Dunningham TH. Secondary resurfacing of the patella for persistent anterior knee pain after primary knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85:675-678.
86. Murray MP. Gait as a total pattern of movement. *Am J Phys Med*. 1967;46:290-333.
87. Nordin M, Frankel VH. *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.

88. Orlin MN, McPoil TG. Plantar pressure assessment. *Phys Ther.* 2000;80:399-409.
89. Otsuki T, Nawata K, Okuno M. Quantitative evaluation of gait pattern in patients with osteoarthritis of the knee before and after total knee arthroplasty. Gait analysis using a pressure measuring system. *J Orthop Sci.* 1999;4:99-105.
90. Ounpuu S. The biomechanics of running: a kinematic and kinetic analysis. *Inst Course Lect*; 1990:305.
91. Özaras N, Yalçın S. *Yürüme analizi*. İstanbul: Avrupa Tıp Kitapçılık; 2001:28.
92. Peat G, McCarney R, Croft P. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis.* 2001;60:91-97.
93. Perry J. *Gait analysis : normal and pathological function*. Thorofare, NJ: SLACK; 1992.
94. Persson T. A marker-free method for tracking human lower limb segments based on model matching. *Int J Biomed Comput.* 1996;41:87-97.
95. Ritter MA, Faris PM, Keating EM, Meding JB. Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival. *Clin Orthop Relat Res.* 1994:153-156.
96. Ronn K, Reischl N, Gautier E, Jacobi M. Current surgical treatment of knee osteoarthritis. *Arthritis.* 2011;2011:454873.
97. Rosenbaum D, Becker HP. Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. *Foot Ankle Surg.* 1997;3:1-14.
98. Rosenbaum D, Lubke B, Bauer G, Claes L. Long-term effects of hindfoot fractures evaluated by means of plantar pressure analyses. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1995;10:345-351.
99. Saari T, Tranberg R, Zugner R, Uvehammer J, Karrholm J. Changed gait pattern in patients with total knee arthroplasty but minimal influence of tibial insert design: gait

- analysis during level walking in 39 TKR patients and 18 healthy controls. *Acta Orthop*. 2005;76:253-260.
100. Saleh M, Murdoch G. In defence of gait analysis. Observation and measurement in gait assessment. *J Bone Joint Surg Br*. 1985;67:237-241.
 101. Schaff PS. An overview of foot pressure measurement systems. *Clin Podiatr Med Surg*. 1993;10:403-415.
 102. Schnitzer TJ, Popovich JM, Andersson GB, Andriacchi TP. Effect of piroxicam on gait in patients with osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum*. 1993;36:1207-1213.
 103. Sharma L, Hurwitz DE, Thonar EJ, Sum JA, Lenz ME, Dunlop DD, Schnitzer TJ, Kirwan-Mellis G, Andriacchi TP. Knee adduction moment, serum hyaluronan level, and disease severity in medial tibiofemoral osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 1998;41:1233-1240.
 104. Sharma M, Dhanendran M, Hutton WC, Corbett M. Changes in load bearing in the rheumatoid foot. *Ann Rheum Dis*. 1979;38:549-552.
 105. Simon SR, Triesmann HW, Burdett RG, Ewald FC, Sledge CB. Quantitative gait analysis after total knee arthroplasty for monarticular degenerative arthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 1983;65:605-613.
 106. Smidt GL, Arora JS, Johnston RC. Accelerographic analysis of several types of walking. *Am J Phys Med*. 1971;50:285-300.
 107. Sorrells RB, Stiehl JB, Voorhorst PE. Midterm results of mobile-bearing total knee arthroplasty in patients younger than 65 years. *Clin Orthop Relat Res*. 2001:182-189.
 108. Stauffer RN, Chao EY, Gyory AN. Biomechanical gait analysis of the diseased knee joint. *Clin Orthop Relat Res*. 1977:246-255.
 109. Stauffer RN, Smidt GL, Wadsworth JB. Clinical and biomechanical analysis of gait following Charnley total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res*. 1974:70-77.

110. Takeda Y, Xerogeanes JW, Livesay GA, Fu FH, Woo SL. Biomechanical function of the human anterior cruciate ligament. *Arthroscopy*. 1994;10:140-147.
111. Talmo CT, Cooper AJ, Wuerz T, Lang JE, Bono JV. Tibial component alignment after total knee arthroplasty with intramedullary instrumentation: a prospective analysis. *J Arthroplasty*. 2010;25:1209-1215.
112. Townley CO. The anatomic total knee resurfacing arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1985;82-96.
113. Tsvetkova T, Lebedev V, Makarov Y, Kazimirsky V. Early diagnosis of coxarthrosis (in-shoe plantar pressure measurements). *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1997;12:S18.
114. Van Gheluwe B, Dananberg HJ. Changes in plantar foot pressure with in-shoe varus or valgus wedging. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2004;94:1-11.
115. Voronov ML, Pinzur MS, Havey RM, Carandang G, Gil JA, Hopkinson WJ. The relationship between knee arthroplasty and foot loading. *Foot Ankle Spec*. 2012;5:17-22.
116. Warren LF, Marshall JL. The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 1979;61:56-62.
117. Wegener L, Kisner C, Nichols D. Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1997;25:13-18.
118. Whittle M. Normal gait. *Gait analysis: an introduction*. Philadelphia: Butterworth-Heinemann; 2007:47-100.
119. Wilson SA, McCann PD, Gotlin RS, Ramakrishnan HK, Wootten ME, Insall JN. Comprehensive gait analysis in posterior-stabilized knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1996;11:359-367.

120. Windsor RE, Scuderi GR, Moran MC, Insall JN. Mechanisms of failure of the femoral and tibial components in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;15-19; discussion 19-20.
121. Winstein CJ, Pohl PS, Cardinale C, Green A, Scholtz L, Waters CS. Learning a partial-weight-bearing skill: effectiveness of two forms of feedback. *Phys Ther.* 1996;76:985-993.
122. Yasuda K, Sasaki T. The mechanics of treatment of the osteoarthritic knee with a wedged insole. *Clin Orthop Relat Res.* 1987:162-172.
123. Yavuzer G. Normal yürüme ve yürüme analizi. In: Çullu E, ed. *Çocuk Ortopedisi.* İstanbul: Baycınar; 2012:31-42.
124. Zhang W, Doherty M, Peat G, Bierma-Zeinstra MA, Arden NK, Bresnihan B, Herrero-Beaumont G, Kirschner S, Leeb BF, Lohmander LS, Mazieres B, Pavelka K, Punzi L, So AK, Tuncer T, Watt I, Bijlsma JW. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2010;69:483-489.
125. Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, Abramson S, Altman RD, Arden N, Bierma-Zeinstra S, Brandt KD, Croft P, Doherty M, Dougados M, Hochberg M, Hunter DJ, Kwoh K, Lohmander LS, Tugwell P. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, part I: critical appraisal of existing treatment guidelines and systematic review of current research evidence. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007;15:981-1000.
126. Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, Abramson S, Altman RD, Arden N, Bierma-Zeinstra S, Brandt KD, Croft P, Doherty M, Dougados M, Hochberg M, Hunter DJ, Kwoh K, Lohmander LS, Tugwell P. OARSI recommendations for the management of

hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis Cartilage*. 2008;16:137-162.

127. Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2008;34:515-529.

7. EKLER:

Hasta Kategorisi			
A. Tek veya iki taraflı (diğer dizde başarılı artroplasti)			
B. Tek taraflı, diğer diz semptomatik			
C. Çoklu artrit veya tıbbi belirsizlik			
	Puan		Puan
Ağrı		Dizilim	
Yok	50	5-10 derece	0
Hafif veya arasıra	45	0-4 derece	Her derece için 3 puan
Yalnızca merdivende	40	11-15 derece	Her derece için 3 puan
Yürürken ve merdivende	30	Diğer	20
Orta derecede		Toplam indirim	
Arasıra	20	Diz skoru*	
Sürekli	10	Fonksiyon*	
Ciddi	0	Yürüme	
Hareket Açıklığı		Sınırsız	50
(5 derece=1 puan)	25	>10 blok	40
Stabilite (Herhangi bir pozisyonda maksimum hareket)		5-10 blok	30
Anteroposterior		<5 blok	20
<5 mm	10	Ev içi	10
5-10 mm	5	Yürüyemiyor	0
>10 mm	0	Merdiven	
Mediolateral		Aşağı yukarı normal	50
<5 mm	15	Yukarı normal, aşağı tutunarak	40
5-10 mm	10	Aşağı yukarı tutunarak	30
10-14 mm	5	Yukarı tutunarak, aşağı inemiyor	15
>15 mm	0	Hiç inip çıkamıyor	0
Alt toplam		Alt toplam	
İndirimler (eksi)		İndirimler	
Fleksiyon kontraktürü		Baston	5
5-10 derece	2	İki baston	10
10-15 derece	5	Koltuk değneği veya yürüteç	20
16-20 derece	10	Toplam indirim	
>20 derece	15	Fonksiyon skoru*	
Ekstansiyon boşluğu			
5-10 derece	5		
10-20 derece	10		
>20 derece	15		

Ek 1: Amerikan Diz Cemiyeti skorlaması

 YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ	YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİTESİ KARAR FORMU
---	---

KURUL ADI	YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİTESİ
AÇIK ADRES	YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ Devlet Yolu Ankara Cad. No: 102-104, 34752 Kozyatağı, İstanbul
TELEFON	0216 578 47 97
E-POSTA	gulin.demi@yeditepe.edu.tr

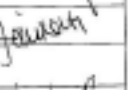
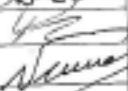
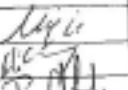
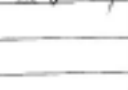
BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Total diz artroplastisi uygulanan statik ve dinamik pedobarografi ile değerlendirilmesi.			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜNÜN KODU				
	EUDRACT NUMARASI				
	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç.Dr.Melih Güven ve Arş.Gör.Dr.Onur Kocadal			
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortopedi ve travmatoloji			
	KOORDİNATÖRÜN UNVANI/ADI/SOYADI	Yok			
	KOORDİNATÖRÜN UZMANLIK ALANI	Yok			
	ARAŞTIRMA MERKEZİ	T.C.YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ			
	ARAŞTIRMA MERKEZİNİN AÇIK ADRESİ	DEVLET YOLU ANKARA CAD. NO 102-104 KOZYATAĞI / İSTANBUL			
	DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ				
	UZMANLIK TEZİ/AKADEMİK AMAÇLI	☒ UZMANLIK TEZİ	☐ AKADEMİK AMAÇLI		
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
FAZ 4		☐			
BE/RY DİĞER		☒	Diğer ise belirtiniz: Klinik Araştırma.		
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	İL AÇ ARAŞTIRMA	☐ DİŞİ	Belirtiniz:		
	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarhi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐	
	SİGORTA	☐	
	HASTA KARTI/İNİ ÖKLERİ	☐	
	İLAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	

**YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME
KOMİTESİ KARAR FORMU**

DİĞER		☐
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 136	Tarih: 10/01/2012
	Doç.Dr.Melih Güven ve Arş.Gör.Dr.Onur Kocadalı sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen klinik araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, gerçekleştirilmesinde etik bir şekilde bulunmadığına toplantıda katılan değerlendirme kurulu üyelerinin oy çokluğu ile karar verilmiştir.	
DEĞERLENDİRME KOMİTESİ BİLGİLERİ		
ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönermelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komitesi Kuruluş ve Çalışma Esasları.	
DEĞERLENDİRME KURUL BAŞKANI UNVANI ADI SOYADI: Prof. Dr. R. Serdar ALPAN		
DEĞERLENDİRME KOMİTESİ ÜYELERİ		

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	İlişki *	Kabılım **	İmza
Prof. Dr. R. Serdar Alpan	Farmakoloji	YÜTF	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. M. Reha Cengizler	Pediyatri	YÜTF	E ☒ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. S. Sami Kartı	Hematoloji	YÜTF	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Serdar Öztürkcan	Biyokimya	YÜTF	E ☒ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Yrd. Doç. Dr. İsmail Ekşi	Genel Cerrahi	YÜTF	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Ferda Özkan	Patoloji	YÜTF	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Nural Bekiroğlu	Biyostatistik	MÜTF	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Esra Can Say	Diş Has. Ted.	YÜDF	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Doç. Dr. Meriç Köksal	Eczacılık	YÜEF	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Ali Rıza Okur	Hukuk	YÜHF	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Başar Atalay	Beyin Cerrahi	YÜTF	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

* : Araştırma ile İlişki
** : Toplantıda Bulunma

Önemli Not: Çalışmanın Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komitesi tarafından onaylanan protokole göre yürütülmesi ve çalışma protokolündeki değişikliklerin kuruluşa bildirilmesi gerekmektedir.

Araştırmanın Adı: Total diz artroplastisi uygulanan hastaların statik ve dinamik pedobarografi ile değerlendirilmesi

Araştırmanın Konusu: Diz artroplastisi uygulanmış hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası statik ve dinamik pedobarografik değerlendirilmesi

Araştırmanın Amacı: Diz artroplastisi uygulanan hastalarda ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası statik ve dinamik pedobarografik yürüme analizi uygulaması, diz artroplastisi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası komponent diziliminin statik ve dinamik pedobarografi ile değerlendirilmesi

Araştırmanın Süresi: 1 yıl

Araştırmaya Katılan Gönüllü Sayısı: Yaklaşık 40 hasta

Araştırmada İzlenecek Yöntem: Total diz protezi endikasyonu konulmuş hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası dönemde pedobarografi ile değerlendirilmesi, ameliyat sonrası komponent malpozisyonunun radyografik verilerle tespit edilerek pedobarografik verilerle kıyaslanması

Araştırma Sırasında Karşılaşılabilecek Riskler: Herhangi bir risk bulunmamaktadır

Araştırma Süresince 24 Saat Ulaşılabilecek Kişi Adı / Soyadı / Telefonu:

Dr. Onur Kocadal

0 532 3364878

Ek 3 : Bilgilendirilmiş gönüllü onam formu

 YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ	YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİTESİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU
---	---

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Ek 3' ün devamı