T. C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ADANA TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİMDALI

TOTAL DİZ ARTROPLASTİSİ UYGULANAN HASTALARDA AMELİYAT ÖNCESİ VE AMELİYAT SONRASI ‘’DİZİN KORONAL PLAN DİZİLİM’’ SINIFLAMASINA GÖRE FONKSİYONEL VE RADYOLOJİK SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Selman Şahin TOZAN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ADANA-2026

T. C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ADANA TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

TOTAL DİZ ARTROPLASTİSİ UYGULANAN HASTALARDA AMELİYAT ÖNCESİ VE AMELİYAT SONRASI ‘’DİZİN KORONAL PLAN DİZİLİM’’ SINIFLAMASINA GÖRE FONKSİYONEL VE RADYOLOJİK SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Selman Şahin TOZAN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Osman ÇİLOĞLU

ADANA-2026

TEŞEKKÜRLER

Asistanlık eğitimim boyunca desteklerini hiç esirgemeyen , her zaman yanımızda olup hatalarımızda bize yol gösteren, ortopedinin inceliklerini cerrah olmanın temel kurallarını öğreten, hocadan çok bizler için birer ağabey olan Prof. Dr. Fırat SEYFEFTTİNOĞLU' na, Doç. Dr. Ahmet YILMAZ' a, Doç. Dr. Hasan Ulaş OĞUR' a, Doç. Dr. Evren KARAALİ' ye, Doç. Dr. Özhan PAZARCI'ya, Doç. Dr. Mesut ULUÖZ'e, Doç. Dr. Yüksel Uğur YARADILMIŞ'a, kliniğimizden ayrılmış olmasına rağmen üzerimde emeği çok olan Prof. Dr. Ahmet KAPUKAYA'ya, Prof. Dr. Hakan ÇİÇEK'e ve tez danışmanım olup bana hem bu süreçte hem klinikteki eğitimim boyunca destek olan Doç. Dr. Osman ÇİLOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kliniğimizden benden önce mezun olup bugün ülkemizin dört bir yanında uzman doktorluk yapan ve gururumuz olan başta Uzm. Dr. Talha TEPEOĞLU olmak üzere tüm uzman doktor abilerime, kliniğimizde ağabey kardeş olduğumuz uzman abilerime, benden sonra asistanlık sürecine başlamış olup canla başla çalışan hastanede bir ekip dışarıda ise bir aile olduğumuz başta Dr. Harun Sidar SEÇKİN olmak üzere tüm asistan kardeşlerime

Her zaman fedakarlıklarıyla benim bugünlere gelmemi sağlayan, hayatını resmen bize adamış olan, bizi kendinden çok düşünen annem Filiz TOZAN'a, var gücüyle çalışıp tek hayali bugünlere gelmemiz olan babam Mürsel TOZAN'a, bana bu mesleği sevdiren dayım Uzm. Dr. Hüseyin AŞKAR'a onlar için her şeyimi feda edebileceğim canım kardeşlerim Av. Ali Şahin TOZAN ve Uğur Şahin TOZAN'a

Uzmanlık eğitimim boyunca ve hayatımın her anında, her zorlukta yanımda olan, en büyük destekçim, moral kaynağım olan, beni her halimle seven ve canımdan çok sevdiğim eşim Dr. Özge AYDOĞAN TOZAN'a, benim her zaman iyi hissetmemi sağlayan ve bir zamanlar evimizin neşesi olan oğlum RAGNAR'a son olarak dünyaya geldiği günden beri dünyamı aydınlatan, her şeyden çok sevdiğim, mutluluk kaynağım canım kızım Güneş' ime

Teşekkür ederim.

Dr. Selman Şahin TOZAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER**I**
İÇİNDEKİLER**II**
KISALTMALAR LİSTESİ**IV**
TABLOLAR LİSTESİ**VI**
ŞEKİLLER LİSTESİ**VII**
ÖZET**IX**
ABSTRACT**X**
1. GİRİŞ ve AMAÇ**1**
2. GENEL BİLGİLER**2**
2.1. Diz Eklemi ile İlgili Genel Bilgiler**2**
2.2. Diz Anatomisi**2**
2.2.1. Kemik Anatomisi**3**
2.2.1.1. Femur**3**
2.2.1.2. Tibia**4**
2.2.1.3. Patella**5**
2.2.2. Ligamentöz Yapılar**6**
2.2.3. Diz Çevresi Kasları**8**
2.3. Diz Biyomekaniği**9**
2.3.1. Alt Ekstremite Anatomik, Mekanik ve Kinematik aksları**10**
2.3.2. Lateral Distal Femoral Açı (LDFA)**12**
2.3.3. Medial Proksimal Tibial Açı (MPTA)**13**
2.3.4. Diz Biyomekaniğinde Fenotip**14**
2.4. Diz Osteoartriti (Gonartroz) Tarihçesi**15**
2.5. Diz Osteoartriti (Gonartroz)**16**
2.5.1. Etiyoloji**17**
2.5.2. Epidemiyoloji**18**
2.5.3. Patofizyoloji**19**
2.5.4. Klinik Bulgular**19**
2.5.5. Radyolojik Değerlendirme**21**
2.5.6. Ayırıcı Tanı**26**
2.5.7. Prognoz**26**
2.5.8. Tedavi ve Yönetim**27**

2.5.8.1. Cerrahi Dışı Tedavi Yaklaşımları**27**
2.5.8.2. Cerrahi Tedavi Yaklaşımları**28**
2.7. Total Diz Artroplastisi**30**
2.7.1. Tarihçe ve Tanım**30**
2.7.2. Diz Protez Çeşitleri**34**
2.7.3. Total Diz Artroplastisi Endikasyonları**35**
2.7.4. Total Diz Artroplastisi Kesin ve Göreceli Kontrendikasyonları**36**
2.7.5. Total Diz Artroplastisine Hazırlık**36**
3. MATERYAL ve METOD**48**
4. BULGULAR**55**
5. TARTIŞMA**77**
6. SONUÇLAR**85**
7. VAKA ÖRNEKLERİ**87**
8. KAYNAKLAR**91**

KISALTMALAR LİSTESİ

AAOS : American Academy of Orthopaedic Surgeons (Amerikan Ortopedi Cerrahları Akademisi)

ACL :Anterior Cruciate Ligament (Ön Çapraz Bağ)

AP : Anteroposterior (Ön–arka radyografik görüntüleme yönü)

AHKA : Arithmetic–Hip–Knee–Ankle Angle (Aritmetik Kalça–Diz–Ayak Bileği Açısı)

COX-2 : Siklooksijenaz-2 enzimi

CPAK : Coronal Plane Alignment of the Knee (Dizin Koronal Plan Dizilim Sınıflaması)

FA: Femoral Anatomik Aks

F-KSS: Fonksiyonel Knee Society Skoru (Fonksiyonel Diz Cemiyeti Skoru)

FS–TS : Femoral Shaft – Tibial Shaft Açısı (Anatomik aks)

HKA : Hip–Knee–Ankle Angle (Kalça–Diz–Ayak Bileği Açısı / Mekanik aks)

JLO : Joint Line Orientation (Eklem Hattı Oryantasyonu / Eklem Çizgisi Açılanması)

KSS : Knee Society Score (Diz Cemiyeti Skoru)

LCL : Lateral Collateral Ligament (Lateral Kollateral Bağ)

LDFA : Lateral Distal Femoral Angle (Lateral Distal Femoral Açı)

MAAD : Mechanical– Arithmetic Axis Difference (Mekanik–Aritmetik Aks Farkı)

MCL : Medial Collateral Ligament (Medial Kollateral Bağ)

MHKA : Mechanical Hip–Knee–Ankle Angle (Mekanik Kalça–Diz–Ayak Bileği Açısı)

MPTA : Medial Proximal Tibial Angle (Medial Proksimal Tibial Açı)

MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme

NSAİİ : Non-steroid Antiinflamatuvar İlaçlar

OA : Osteoartrit

OKS : Oxford Knee Score

PA : Posteroanterior (Arka–ön radyografik görüntüleme yönü)

PCL : Posterior Cruciate Ligament (Arka Çapraz Bağ)

ROM : Range of Motion (Eklem Hareket Açıklığı)

TA : Tibial Anatomik Aks

TDA : Total Diz Artroplastisi

TM : Tibial Mekanik Aks

UDA : Unikondiler Diz Artroplastisi

USG : Ultrasonografi

WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

YTO : Yüksek Tibial Osteotomi

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Osteoartritte risk faktörleri18

Tablo 2 Özel Diz Testleri 21

Tablo 3 Kellgren–Lawrence ve modifiye Kellgren–Lawrence sınıflandırma sistemleri 22

Tablo 4 Ahlback Sınıflaması 25

Tablo 5 Diz Protez Çeşitleri35

Tablo 6 Hastaların karakteristik özellikleri55

Tablo 7 Hastaların preop ve postop diz açıları ve karşılaştırmaları56

Tablo 8 Hastaların preop ve postop CPAK sınıflaması56

Tablo 9 Hastaların preop ve postop CPAK sınıflaması değişim matriksi57

Tablo 10 Hastaların postop fleksiyon açıklığı, ekstansiyon açıklığı ve skorlamaları58

Tablo 11 Hastaların preop mhka açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları59

Tablo 12 Hastaların postop mhka açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları60

Tablo 13 Hastaların preop ahka açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları61

Tablo 14 Hastaların postop ahka açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları62

Tablo 15 Hastaların preop jlo açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları63

Tablo 16 Hastaların postop jlo açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları64

Tablo 17 Postop ahka alt gruplarının missmatch kategorilerinin memnuniyet skorları ile karşılaştırılması65

Tablo 18 Postop ahka alt gruplarının MAAD kategorilerinin memnuniyet skorları ile karşılaştırılması66

Tablo 19 Postop mhka alt gruplarının missmatch kategorilerinin memnuniyet skorları ile karşılaştırılması67

Tablo 20 Postop mhka alt gruplarının MAAD kategorilerinin memnuniyet skorları ile karşılaştırılması68

Tablo 21 Hastaların missmatch gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları69

Tablo 22 Hastaların MAAD gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları70

Tablo 23 Hastaların preop ve postop açı farkları ile memnuniyet skorları arasındaki korelasyonlar71

Tablo 24 Postop CPAK sınıflamasına göre KSS, F-KSS, WOMAC, OKS skorları72

Tablo 25 Hastaların CPAK sınıflamasındaki değişimlerine göre memnuniyet skorlarının karşılaştırılması73

Tablo 26 Cinsiyet grupları ile memnuniyet skorlarının karşılaştırılması74

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Diz eklemini oluşturan ana kemik yapılar3

Şekil 2 Diz eklemlerinin posterior intra-artiküler görünümü5

Şekil 3 Sağ diz anatomisi 6

Şekil 4 Diz kas-iskelet anatomisi 9

Şekil 5 FM, femoral mekanik eksen; TM, tibial mekanik eksen; FA, femoral anatomik eksen; TA, tibial anatomik eksen; HKA, kalça–diz–bilek açısı (mekanik açı); FS–TS, femoral-şaft–tibial-şaft açısı (anatomik açı) 11

Şekil 6 Kinematik aks, Turuncu dikey çizgiler boyuna ekseni gösterir; Mor yatay çizgiler, patellanın bükülüp uzandığı enine ekseni temsil eder; ve yeşil yatay çizgiler, tibia'nın bükülüp uzandığı enine ekseni temsil eder[12

Şekil 7 aLDFA, anatomik lateral distal femoral açı; aMPTA, anatomik medial proksimal tibial açı; mLDFA, mekanik lateral distal femoral açı; mMPTA, mekanik medial proksimal tibial açı14

Şekil 8 Orijinal Kellgren–Lawrence Sınıflaması23

Şekil 9 CPAK sınıflaması 24

Şekil 10 Waldius menteşeli protez 32

Şekil 11 Gunston polisentrik protezi32

Şekil 12 MODERN PS PROTEZ34

Şekil 13 Her İki Alt Ekstremiteyi Gösteren Ortoröntgenogram38

Şekil 14 TDP cerrahisinde kullanılabilecek cilt kesileri 39

Şekil 15 TDP cerrahisinde kullanılabilecek artrotomi hatları41

Şekil 16 Peroperatif Medial yapıların gevşetilmesi ardından dizin fleksiyona getirilerek patellanın laterale ekartasyonu42

Şekil 17 Kılavuz giriş deliğinin belirlenmesi- Distal femoral kesi sonrası görüntü43

Şekil 18 Femoral komponent rotasyonunun ayarlanmasında kullanılabilecek femoral kondiler akslar44

Şekil 19 Tibia kesi bloğu ve ekstramedüller kılavuzun yerleştirilmesi 46

Şekil 20 Fleksiyon ve ekstansiyon aralıklarının ölçümü 47

Şekil 21 Çalışmaya dahil edilme ve dışlanma kriterleri50

Şekil 22Ortoröntgenogram üzerinde LDFA, MPTA, mHKA ölçümleri 51

Şekil 23 CPAK sınıflaması 52

Şekil 24 Hastaların cinsiyet dağılımları55

Şekil 25 Ameliyat öncesi CPAK dağılım görseli58

Şekil 26 Ameliyat Sonrası CPAK dağılım görseli58

Şekil 27 Hastaların ameliyat öncesi mHKA açılarına göre gruplandırılması59

Şekil 28 Hastaların ameliyat sonrası mHKA açılarına göre gruplandırılması60

Şekil 29 Hastaların ameliyat öncesi aHKA açılarına göre gruplandırılması61

Şekil 30 Hastaların ameliyat sonrası aHKA açılarına göre gruplandırılması62

Şekil 31 Hastaların ameliyat öncesi JLO'ya göre gruplandırılması63

Şekil 32 Hastaların ameliyat sonrası JLO'ya göre gruplandırılması64

Şekil 33 Missmatche göre hasta grupları68

Şekil 34 MAAD'ye göre hasta grupları69
Şekil 35 Hastaların CPAK değişimi grupları (P-Perifer gruplar, M-Merkez gruplar)73
Şekil 36 Hastaların KSS skoruna göre memnuniyet dereceleri74
Şekil 37 Hastaların FKSS skoruna göre memnuniyet dereceleri75
Şekil 38 Hastaların WOMAC skoruna göre memnuniyet dereceleri75
Şekil 39 Hastaların OKS skoruna göre memnuniyet dereceleri76
Şekil 40: VAKA 1 Ameliyat öncesi hasta ortoröntgenogramları: Sağ diz87
Şekil 41: VAKA 1 Ameliyat sonrası hasta ortoröntgenogramları: Sağ diz88
Şekil 42: VAKA 2 Ameliyat öncesi hasta ortoröntgenogramları: Sol diz89
Şekil 43: VAKA 2 Ameliyat sonrası hasta ortoröntgenogramları: Sol diz90

ÖZET

Total Diz Artroplastisi Yapılan Hastanın, Ameliyat öncesi ve Ameliyat sonrası ‘’Dizinin Koronal Plan Dizilim Sınıflaması’’ Sınıflamasına Göre Sonuçları

Amaç: Çalışmamızın amacı, total diz artroplastisi (TDA) uygulanan hastalarda ameliyat öncesi dizin koronal plan dizilim özelliklerinin, ameliyat sonrası fonksiyonel ve radyolojik sonuçlar üzerine etkisini değerlendirmektir. Özellikle Coronal Plane Alignment of the Knee (CPAK) sınıflamasına göre belirlenen dizilim tiplerinin klinik sonuçlarla ilişkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Metod : Çalışmamıza total diz artroplastisi uygulanan 123 hasta dâhil edilmiştir. Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası uzun aks alt ekstremite grafileri değerlendirilerek mekanik ve aritmetik dizilim parametreleri ölçülmüştür. Kalça–diz–ayak bileği açıları, eklem hattı oryantasyonu ve ilgili açısal ölçümler analiz edilmiştir. Klinik değerlendirmede Knee Society Score (KSS), fonksiyonel KSS, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) ve Oxford Knee Score (OKS) kullanılmıştır. Hastalar CPAK sınıflamasına göre gruplandırılmış ve elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular: Ameliyat sonrası CPAK sınıflamasına göre yapılan karşılaştırmada KSS skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmış ($p=0,007$), bu farkın CPAK 4 ve 5 grupları arasındaki farktan kaynaklandığı belirlenmiştir. Buna karşın F-KSS, WOMAC ve OKS skorları açısından CPAK grupları arasında anlamlı fark izlenmemiştir ($p>0,05$). Ameliyat öncesi mekanik kalça–diz–ayak bileği açısına (MHKA) göre yapılan gruplandırmada klinik skorlar arasında anlamlı fark bulunmazken ($p>0,05$), ameliyat sonrası MHKA gruplarında KSS ve F-KSS skorları açısından anlamlı farklılıklar saptanmıştır (sırasıyla $p<0,001$ ve $p=0,005$). CPAK değişim grupları ve memnuniyet skorları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmemiştir ($p>0,05$).

Sonuç: Total diz artroplastisi cerrahisinde, dizin koronal plan dizilim özellikleri ameliyat sonrası klinik sonuçlar üzerinde etkilidir. Özellikle ameliyat sonrası CPAK ve mekanik aks dizilimi, KSS ve fonksiyonel sonuçlar ile ilişkili bulunmuştur. CPAK sınıflaması, ameliyat öncesi planlamada bireyselleştirilmiş dizilim stratejilerinin belirlenmesinde yararlı bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Total diz artroplastisi, diz osteoartriti, CPAK sınıflaması, koronal dizilim, yapısal dizilim, aritmetik aks

ABSTRACT

Outcomes According to Preoperative and Postoperative Coronal Plane Alignment Classification of the Knee in Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty

Introduction: This study aimed conducted to evaluate the effect of preoperative coronal plane alignment of the knee on postoperative functional and radiological outcomes in patients undergoing total knee arthroplasty (TKA). The relationship between alignment types defined by the Coronal Plane Alignment of the Knee (CPAK) classification and clinical outcomes was specifically investigated.

Materials and Methods: A total of 123 patients who underwent total knee arthroplasty were included in this study. Preoperative and postoperative long-leg standing radiographs were analyzed to measure the mechanical and arithmetic alignment parameters, including the hip–knee–ankle angles and joint line orientation. Clinical outcomes were assessed using the Knee Society Score (KSS), functional KSS (F-KSS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), and Oxford Knee Score (OKS). Patients were grouped according to the CPAK classification and mechanical axis alignment. Statistical analyses were performed using appropriate tests, and a p-values <0.05 were considered statistically significant.

Results: According to the postoperative CPAK classification, a statistically significant difference was observed among the groups in terms of KSS scores ($p=0.007$), which was mainly attributed to the difference between CPAK types 4 and 5. However, no significant differences were found among the CPAK groups in term of F-KSS, WOMAC, or OKS scores ($p>0.05$). While no significant differences were detected among the preoperative mechanical hip–knee–ankle angle (MHKA) groups ($p>0.05$), the postoperative MHKA groups showed significant differences in the KSS and F-KSS scores ($p<0.001$ and $p=0.005$, respectively). No significant association was found between CPAK change patterns and patient satisfaction scores ($p>0.05$).

Conclusion: Coronal plane alignment characteristics of the knee significant impact clinical outcomes following total knee arthroplasty. Postoperative CPAK type and mechanical axis alignment associated found to be associated with KSS and functional outcomes. The CPAK classification may serve as a useful tool for individualized alignment strategies during preoperative planning.

Keywords: Total knee arthroplasty, knee osteoarthritis, CPAK classification, coronal alignment, constitutional alignment, arithmetic axis

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Gonartroz, özellikle ileri yaş grubunda ve romatolojik hastalığı bulunan bireylerde sık görülen, yaşam kalitesini belirgin düzeyde etkileyen dejeneratif eklem hastalıklarından biridir [1]. Diz ekleminde progresif kıkırdak kaybına bağlı olarak gelişen bu patoloji, hastalarda ağrı, hareket kısıtlılığı ve fonksiyonel bozulmaya yol açarak günlük yaşam aktivitelerini önemli ölçüde sınırlar [2]. Osteoartritin erken ve uygun şekilde tedavi edilmemesi durumunda semptomlar giderek ağırlaşmakta ve hastaların yaşam konforu belirgin biçimde azalmaktadır.

Gonartrozun ileri evrelerinde cerrahi tedavi kaçınılmaz hale gelmekte olup, total diz artroplastisi, günümüzde yüksek başarı oranlarıyla uygulanan etkin bir tedavi yöntemidir [3]. Bununla birlikte, TDA cerrahisinde ideal dizilimin sağlanması ve yumuşak doku dengesinin korunması halen tartışılmaya devam eden önemli başlıklardandır. Son yıllarda özellikle "mekanik aksa uygun dizilim" ile "kinematik aksa uygun dizilim" arasındaki farklılıklar ve bu yaklaşımların klinik sonuçlara etkisi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmaktadır [4].

Bu tartışmaların merkezinde, hastaların ameliyat öncesi dizin koronal plan dizilim özelliklerinin, ameliyat sonrası fonksiyonel sonuçlara ve implant başarısına etkisinin ne olduğu sorusu yer almaktadır. Bu bağlamda, ameliyat öncesi diz dizilim sınıflamasının cerrahi sonuçlar üzerindeki olası etkilerini incelemek, güncel literatürde önem kazanan bir araştırma alanıdır.

Bu çalışmanın amacı, total diz artroplastisi uygulanan hastalarda ameliyat öncesi dizin koronal plan dizilim sınıflamasının, mekanik aksa dik kesi ile yapılan cerrahinin ameliyat sonrası fonksiyonel ve radyolojik uzun dönem sonuçlarına etkisini değerlendirmektir. Farklı koronal dizilim tiplerinin total diz artroplastisi sonuçlarında farklılık oluşturup oluşturmadığı araştırılmış olup; ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası dizilim özelliklerinin klinik skorlar, radyolojik parametreler ve fonksiyonel iyileşme üzerindeki anlamlı etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulguların, total diz artroplastisi cerrahisinde hasta spesifik dizilim özelliklerinin dikkate alınmasına yönelik literatüre katkı sağlaması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diz Eklemi ile İlgili Genel Bilgiler

Diz eklemi, alt ekstremitenin hareketliliği ve vücut ağırlığının taşınması açısından temel öneme sahip, insan vücudundaki en büyük sinovyal eklemlerden biridir [5]. Yürüme, koşma, çömelme, merdiven çıkma ve dik pozisyonda durma gibi işlevsel hareketlerin büyük bölümü, diz ekleminin sağlıklı yapısına bağlıdır. Geniş hareket açıklığına sahip olması ve yüksek mekanik yüklere maruz kalması nedeniyle travmatik ve dejeneratif bozukluklara karşı duyarlı bir eklemdir [6].

Anatomik olarak diz eklemi; femur, tibia ve patelladan oluşan üçlü bir yapı gösterir. Femur ile tibia arasındaki tibiofemoral eklem, vücut ağırlığının büyük kısmını taşıyan ve hareketi yöneten ana eklemdir. Patella ile femur arasındaki patellofemoral eklem ise quadriceps kas kuvvetinin etkili biçimde iletilmesine katkıda bulunur ve eklem yüzeyleri arasındaki sürtünmeyi azaltarak fonksiyonel verimliliği artırır. Bu eklem kompleksinin sagittal, frontal ve transvers düzlemlerde hareket edebilmesi, dizin işlevsel çeşitliliğini destekler [5, 7, 8].

Diz ekleminin stabilitesi ve hareket kontrolü; kemik yapılar, kaslar, bağlar, tendonlar, eklem kapsülü ve menisküslerin oluşturduğu bütüncül destek sistemi tarafından sağlanır. Bu yapılar arasındaki biyomekanik uyum, eklemin hem yük taşıma kapasitesini hem de fonksiyonel hareket aralığını korumada belirleyicidir [5].

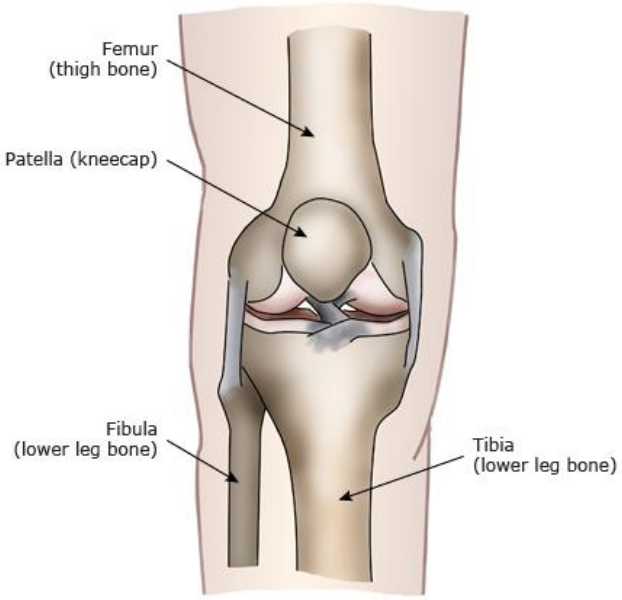
2.2. Diz Anatomisi

Diz eklemi, insan vücudunun en büyük ve en karmaşık eklem yapılarından biridir ve femur, tibia ile patella olmak üzere üç temel kemiğin oluşturduğu bir eklem kompleksidir. Bu kompleks yapı; femur ile tibia arasında yer alan iki kondiler eklemi ve patella ile femur arasındaki sellar tip eklemi aynı eklem boşluğunda barındırır [5]. Diz eklemi genel anlamda bir menteşe (ginglimus) eklemi olarak sınıflandırılsa da, çok düzlemli hareket kapasitesi nedeniyle klasik menteşe eklemlerden daha karmaşık bir biyomekanik yapıya sahiptir [5, 6]. Eklemin yük aktarımı esas olarak tibiofemoral eklemde gerçekleşirken, patellofemoral eklem quadriceps kas kuvvetinin etkin biçimde iletilmesini sağlayarak ekstansör mekanizmanın temel bir bileşeni olarak görev yapar. Fibula eklem boşluğuna doğrudan katılmasa da, kas ve bağ yapılarının tutunma alanı olarak dizin stabilitesine dolaylı katkıda bulunur [7, 9].

Diz ekleminde kemik yapılar tek başına yeterli stabilite sağlamadığından, fonksiyonel bütünlük büyük ölçüde ligamentler, kapsül, menisküsler, kaslar ve tendonların oluşturduğu statik ve dinamik stabilite unsurlarına bağlıdır [5]. Bu bütüncül yapı sayesinde diz eklemi fleksiyon–ekstansiyonun yanı sıra belirli açılarda abdüksiyon–addüksiyon ile internal–eksternal rotasyon hareketlerini gerçekleştirebilmekte ve alt ekstremiteye altı serbestlik derecesi kazandırmaktadır [5].

2.2.1. Kemik Anatomisi

Diz eklemi kemik anatomisi aksiyel iskeletin parçası olan femur, tibia,fibula ve patellayı ele almaktadır



Şekil 1 Diz eklemini oluşturan ana kemik yapılar [10]

2.2.1.1. Femur

Femur, insan iskelet sisteminin en uzun, en ağır ve mekanik olarak en dayanıklı kemiğini oluşturur. Proksimal bölümünde yer alan piramidal biçimli femur boynu, üstte küresel yapıdaki femur başı ile altta uzanan silindirik diafizi birbirine bağlar. Bu anatomik bütünlük, femurun hem yük taşıma kapasitesinin artmasını hem de alt ekstremite hareketlerinin etkin şekilde iletilmesini sağlar. Femurun temel işlevleri; vücut ağırlığının taşınması, lokomotor sistemin dengeli hareketinin sürdürülmesi ve yürüyüş sırasında stabilitenin korunmasıdır [7].

Distal femur, diz eklemini oluşturan tibia ve patella ile eklemleşen medial ve lateral kondillerden oluşur ve bu kondillerin yapısal özellikleri dizin biyomekaniğini doğrudan etkiler. Kondiller arasında belirgin bir asimetri bulunur; medial kondil daha geniş, daha simetrik bir kurvatüre sahip olup yük aktarımının büyük bölümünü karşılayan stabil bir yüzey sunar [5, 7]. Lateral kondilde ise eğim arka tarafa doğru artmakta, bu da fleksiyon sırasında femurun kontrollü rotasyonuna olanak sağlamaktadır. Kondillerin ön yüzlerinin daha oval, arka yüzlerinin ise daha sferik olması; ekstansiyonda stabiliteyi artırırken fleksiyonla birlikte rotasyon hareketinin gerçekleşmesini mümkün kılar [5, 7].

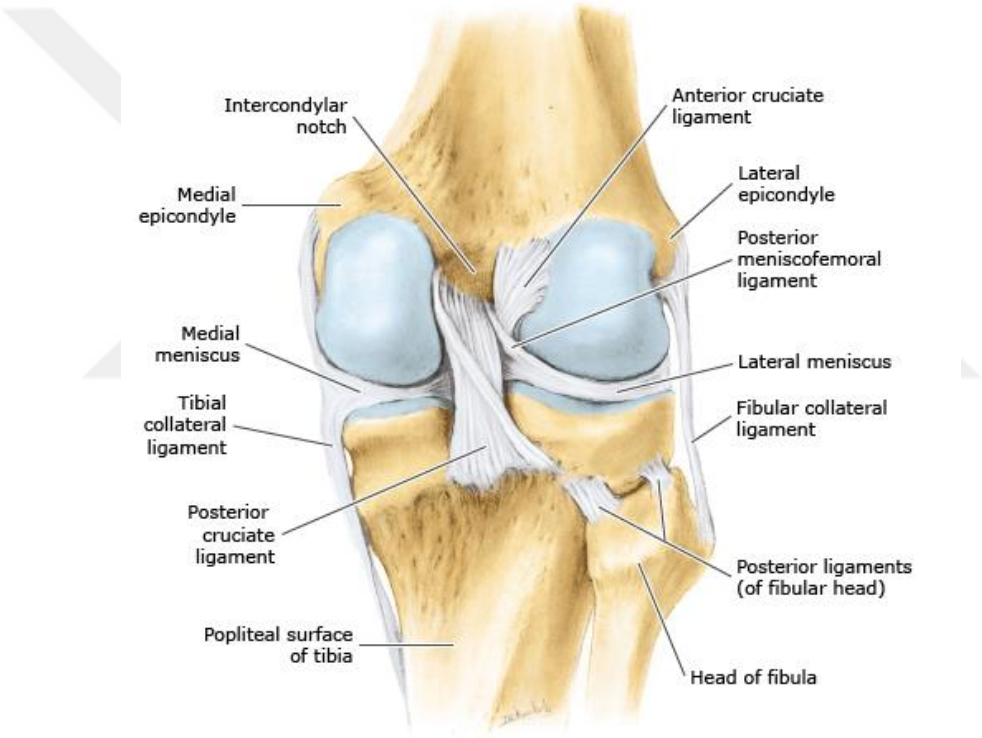
Frontal planda lateral kondilin medial kondile göre daha yüksek yerleşimli olması, tibianın fizyolojik valgus açısının temel anatomik nedenlerinden biridir. Medial kondilin proksimalinde adduktor tüberkülün bulunması ve medial kollateral ligamentin bu bölgeye yakın seyretmesi, dizin medial stabilitesinde önemli rol oynar. Lateral kondildeki ön–arka çapın daha geniş olması ise ekstansiyon sırasında femurun hafif internal rotasyon yapabilmesine katkıda bulunur [5, 7, 11].

Kondillerin ön yüzünde yer alan ve patellanın hareket ettiği oluk “troklea” olarak adlandırılır. Trokleanın her iki yanında yer alan dudaklar, özellikle lateral fasetin daha belirgin olması sayesinde patellanın fleksiyon sırasında laterale doğru kaçmasını önler [12]. Kondillerin arka kısmında yer alan interkondiler çentik ise dizin statik stabilitesinde kritik görev üstlenen ön ve arka çapraz bağların yerleştiği bölgedir. Bu bağlar, tibianın femur karşısındaki öne–arkaya doğru hareketini ve rotasyonel stabilitesini kontrol ederek eklem bütünlüğünün korunmasını sağlar [5].

2.2.1.2. Tibia

Tibia, alt ekstremitenin iki uzun kemiğinden biri olup bacağın primer ağırlık taşıyıcı yapısını oluşturur; bu nedenle fibulaya kıyasla daha büyük, daha güçlü ve mekanik yüklere daha dayanıklıdır [9]. Proksimalde femur ile diz eklemini, distalde ise fibula ve talus ile ayak bileği eklemini oluşturur. Tibia ile fibula arasındaki bağlantı, bacak boyunca uzanan interosseöz membran aracılığıyla sürdürülür [5].

Proksimal tibia, medial ve lateral kondillerden oluşur ve bu kondillerin üst yüzeyleri tibial platoyu meydana getirir. Tibial plato, femur kondilleriyle eklemleşerek dizin yük aktarımı ve stabilitesinde merkezi bir rol üstlenir. Kondiller arasında yer alan interkondiler alan ise ön ve arka çapraz bağların yanı sıra menisküslerin tutunduğu bölge olması nedeniyle eklemin statik stabilitesinde büyük önem taşır. Tibia şaftı üç yüzeyli prizmatik bir yapı gösterir ve ön yüzeyde patellar ligamentin tutunduğu tibial tüberosit bulunur. Arka yüzde yer alan soleal çizgi ise derin posterior bacak kaslarının başlangıç hattını oluşturur. Distal uçta medial malleolus yer alır ve talus ile eklemleşerek ayak bileği stabilitesine katkıda bulunur [9, 13].



Şekil 2 Diz eklemlerinin posterior intra-artiküler görünümü [14]

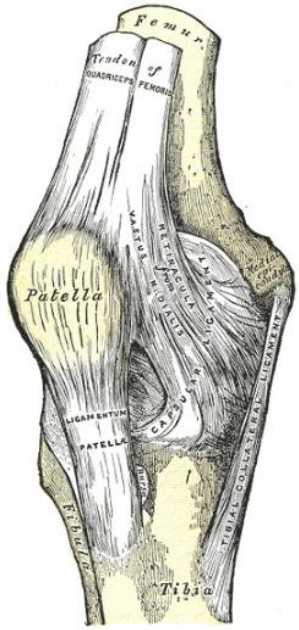
2.2.1.3. Patella

Patella, insan vücudundaki en büyük sesamoid kemik olup quadriceps femoris tendonunun içinde, diz ekleminin ön yüzünde yer alır [15]. Temel görevi, quadriceps kas grubunun oluşturduğu kuvveti diz ekstansiyonuna daha etkili biçimde iletmektir. Bu işlev, patellanın patellar ligamente sağladığı moment kolunu artırması sayesinde gerçekleşir. Böylece quadriceps kasının oluşturduğu tork güçlenir ve diz ekstansiyonunun özellikle son

derecelerinde gerekli olan mekanik avantaj elde edilir. Aynı zamanda quadriceps tendonunu femur ile doğrudan temastan uzak tutarak sürtünme kuvvetlerini azaltır ve tendon yapısını mekanik baskıya karşı korur. Patella, konumu gereği diz eklemindeki derin anatomik oluşumlar için koruyucu bir kemik kalkan görevi de üstlenir[15].

Patellanın üst bölümünde rectus femoris ve vastus intermedius'un, medial ve lateral kenarlarında ise vastus medialis ve vastus lateralis kaslarının tutunma alanları bulunur. Quadriceps tendonunun lifleri patellanın ön yüzeyi üzerinden devam ederek tibial tüberküle bağlanan patellar ligamente dönüşür. Bu anatomik bütünlük, diz ekleminin hem stabilitesi hem de ekstansiyon mekanizmasının verimliliği açısından önem taşır [15, 16].

Patellanın hareket sırasında oluşturduğu mekanik avantaj, özellikle dizin tam ekstansiyona yaklaştığı son fazda belirginleşir. Bu dönemde artan tork gereksinimi, patellanın moment kolunu büyütmesi sayesinde karşılanır. Patellanın hizalanması ise patellofemoral eklemin yüklenmesini etkileyen başlıca faktörlerden biridir ve patellofemoral ağrı sendromunun etiyolojisinde önemli bir yer tutar [15, 17].



Şekil 3 Sağ diz anatomisi [15]

2.2.2. Ligamentöz Yapılar

Ön Çapraz Bağ (Anterior Krusiyat Ligaman, ACL):

ACL, tibianın ön interkondiler alanından başlayarak lateral femoral kondilin posteromedial yüzeyine uzanır. Dizde aşırı hiperekstansiyonu, tibianın öne doğru yer

değiştirmesini ve fleksiyonda femurun arkaya doğru kaymasını engeller. Kanlanması sınırlı olduğundan iyileşme kapasitesi düşüktür.

Arka Çapraz Bağ (Posteriyor Krusiyat ligaman, PCL):

PCL, posterior tibial interkondiler bölgeden çıkar ve medial femoral kondilin anterolateral yüzeyine bağlanır. Fleksiyon sırasında gerginleşerek tibianın arkaya yer değiştirmesini önler ve diz bükülü pozisyondayken vücut ağırlığının taşınmasında önemli rol oynar. ACL'ye kıyasla daha güçlü bir yapıya sahiptir.

Medial ve Lateral Menisküsler:

Menisküsler, tibiofemoral eklem yüzeyleri arasında yer alan yarımay biçimli fibrokıkırdak yapılardır. Yük aktarımını düzenler, darbe emici görevi görür, statik stabiliteye katkı sunar ve eklem yüzeyleri arasındaki sürtünmeyi azaltarak diz fonksiyonlarının devamlılığını sağlar.

Patellar Tendon:

Patelladan tibianın anterosuperior kısmına uzanarak ekstansör mekanizmanın devamlılığını sağlar ve eklem kapsülünü ön tarafta güçlendirir.

Fibular Kollateral Bağ (Lateral Kollateral Ligaman, LCL):

Lateral femoral epikondilden başlayıp fibula başının lateral yüzeyine uzanır. Diz üzerine gelen varus stresine karşı direnç oluşturarak lateral stabiliteyi destekler.

Tibial Kollateral Bağ/ Medial Kollateral Ligaman (MCL):

Medial femoral epikondilden tibianın süperomedial yüzeyine uzanan geniş bir bağdır. Çoğu bireyde medial menisküsle yakın bağlantı gösterir ve dizin valgus stresine karşı korunmasında temel rol oynar.

Popliteal Oblik Ligament:

Semimembranosus tendonunun devamı niteliğinde olup eklem kapsülünün arka kısmını güçlendirir. Posterior stabiliteye katkıda bulunur.

Popliteofibular Ligament:

Fibula başının posterior kenarından başlayarak popliteus tendonunun üzerinde yükselip eklemin arka yüzünü destekler. Diz arka kapsül stabilitesinin önemli elemanlarındandır.

2.2.3. Diz Çevresi Kasları

Diz Ekstansörleri

Quadriceps femoris, diz ekleminin en güçlü kas stabilizatörü olup quadriceps tendonu aracılığıyla patellaya bağlanır ve femoral sinir tarafından innerve edilir. Bu grup şunlardan oluşur:

- Rectus femoris
- Vastus lateralis
- Vastus medialis
- Vastus intermedius

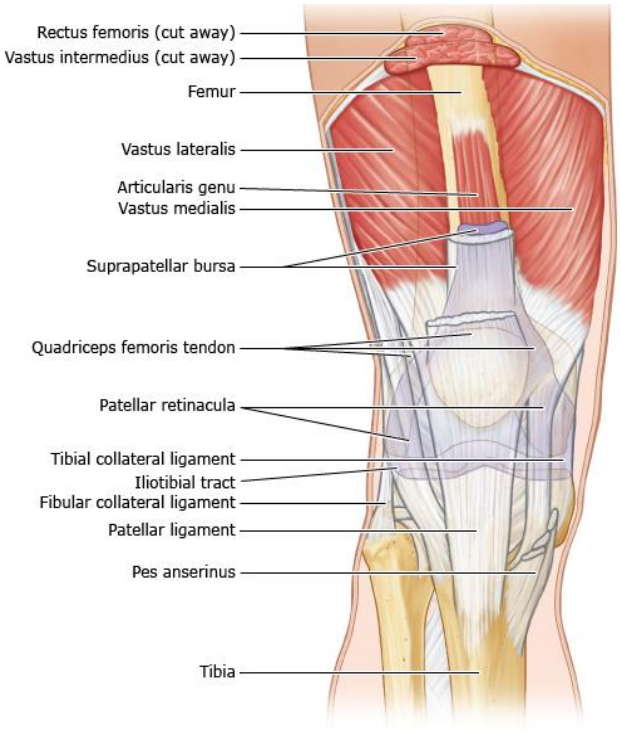
Bu kaslar dizin ekstansiyonundan sorumlu olup patellanın konumunu sabitleyerek eklem mekaniğinin etkinliğini artırır.

Diz Fleksörleri

Diz fleksiyonuna katılan kaslar, aynı zamanda eklemin posterior ve medial stabilitesine katkıda bulunur. Çoğu siyatik sinirin tibial dalı tarafından innerve edilir. Fleksör kaslar ve sinirleri şöyledir:

- Semitendinosus: Siyatik sinirin tibial bölümü
- Semimembranosus: Siyatik sinirin tibial bölümü
- Biceps femoris: Uzun başı siyatik sinirin tibial bölümü, kısa başı ortak peroneal sinir
- Gracilis: Obturator sinir
- Gastrocnemius: Tibial sinir
- Popliteus: Tibial sinir

Bu kasların koordineli çalışması, dizin fleksiyonu sırasında eklemin kontrolünü kolaylaştırır ve özellikle rotasyonel stabiliteye katkı sağlar.



Şekil *4* Diz kas-iskelet anatomisi [14]

2.3. Diz Biyomekaniği

Diz eklemi temel olarak menteşe tipi bir eklem kabul edilse de üç düzlemde hareket edebilen karmaşık bir yapıya sahiptir. Sagittal düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon, frontal düzlemde abdüksiyon ve addüksiyon, transvers düzlemde ise internal ve eksternal rotasyon gerçekleşir. Aktif fleksiyon yaklaşık 140° iken, dışarıdan destekle bu açı 160°'ye kadar ulaşabilir. Ekstansiyon normalde 0° olup birçok bireyde 5–10° hiperekstansiyon görülebilir. Günlük yaşam aktiviteleri için 0–75° hareket açıklığı yeterli olurken, merdiven çıkma, inme ve oturur pozisyondan kalkma gibi fonksiyonlar daha geniş fleksiyon açıları gerektirir[18, 19].

Diz eklemi, aynı anda hem stabilite hem de geniş hareket açıklığını sağlayabilme niteliğinden dolayı biyomekanik açıdan “kinematik çatışma” olarak tanımlanan bir işlevsellik sergiler. Tam ekstansiyonda eklem stabilitesi artarken, fleksiyon ilerledikçe hareket serbestliği belirginleşir [18].

Tibiofemoral eklemde fleksiyon–ekstansiyon hareketi sabit bir eksen etrafında gerçekleşmez; aks her hareket açısında değiştiğinden diz hareketleri polisentriktir. Bu

değişken rotasyon eksenleri “anlık dönme merkezleri” olarak adlandırılır ve sagittal düzlemde birleştirildiklerinde “J eğrisi” denilen karakteristik bir hat oluşturur [20, 21].

Diz ekstansiyonu ve fleksiyonu sırasında görülen rotasyonel hareketlerin temel nedeni femoral kondiller arasındaki anatomik asimetridir. Lateral femoral kondilin çapının medial kondilden daha büyük olması, ekstansiyona yaklaşıldığında tibianın otomatik olarak dış rotasyona, fleksiyon sırasında ise iç rotasyona yönelmesine yol açar. Bu biyomekanik özellik “screw-home mekanizması” olarak bilinir ve dizin stabilitesinde önemli rol oynar [22].

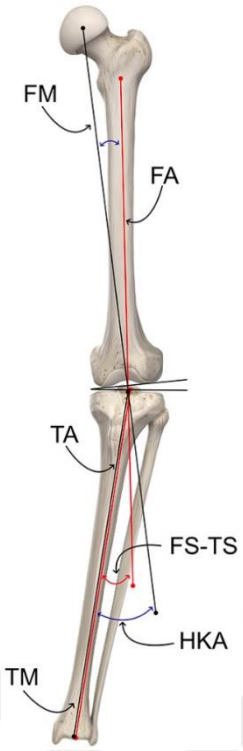
Fleksiyon derinleştikçe femoral kondillerin tibia üzerinde sadece dönme hareketi yapmadığı, aynı zamanda posteriora doğru kaydığı görülür. “Femoral roll-back” olarak adlandırılan bu mekanizma, özellikle 120° üzerindeki derin fleksiyonun sağlanabilmesi için gereklidir. Medial femoral kondilin yaklaşık 5 mm kadar posteriora kayması ve lateral kondilin tibianın arka kenarına doğru yönelmesi, tibiofemoral eklem yüzeylerinin uyumunu koruyarak derin fleksiyon kapasitesini artırır. Çapraz bağlar, bu karmaşık hareketlerin kontrollü ve dengeli biçimde gerçekleşmesinde kritik öneme sahiptir [23, 24].

Modern diz protezi tasarımlarında, doğal eklem biyomekaniğinin korunmasına yönelik olarak özellikle screw-home mekanizması ve femoral roll-back hareketinin taklit edilmesi hedeflenmektedir [18, 23, 24].

2.3.1. Alt Ekstremite Anatomik, Mekanik ve Kinematik aksları

Diz ekleminin, günlük yaşam sırasında maruz kaldığı fizyolojik yüklenmelere bağlı streslere etkin biçimde karşı koyabilmesi için alt ekstremitenin nötral dizilimde olması gereklidir. Alt ekstremitenin mekanik aksı, ayakta duran bir bireyde femur başı merkezinden başlayarak talus domunun merkezine uzanan ve diz eklemi merkezinden geçen doğrusal hat olarak tanımlanır. Nötral mekanik dizilimde bu aks, diz ekleminin tam merkezinden geçer [25].

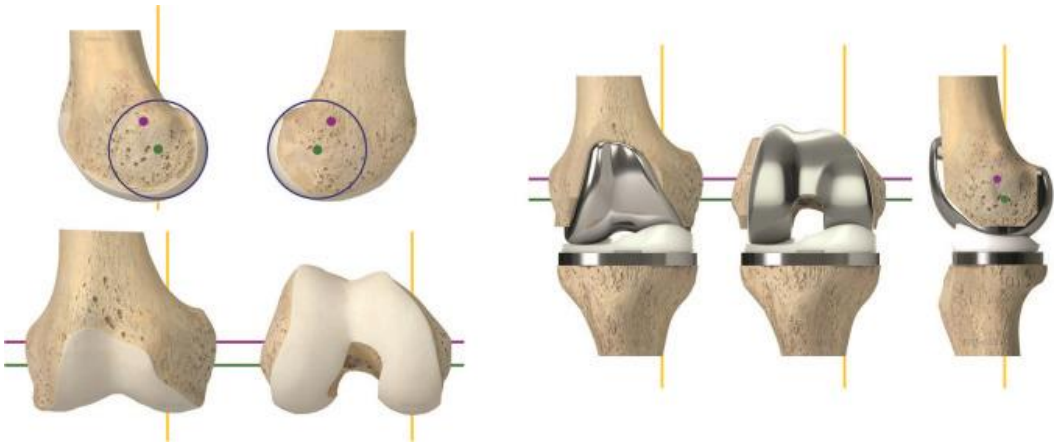
Paley, sağlıklı bireylerde mekanik aksın diz eklemi merkezinin yaklaşık 8 ± 7 mm medialinden geçtiğini bildirmiştir. Mekanik aksın, vücut ağırlık merkezinden geçen vertikal aksa göre yaklaşık 3° valgus yöneliminde olduğu kabul edilmektedir. Bu fizyolojik valgus, alt ekstremite yük dağılımının dengeli bir şekilde sağlanmasına katkıda bulunur[25].



Şekil 5 FM, femoral mekanik eksen; TM, tibial mekanik eksen; FA, femoral anatomik eksen; TA, tibial anatomik eksen; HKA, kalça–diz–bilek açısı (mekanik açı); FS–TS, femoral-şaft–tibial-şaft açısı (anatomik açı) [25]

Femur anatomik aksı, fossa piriformis ile diz eklemi merkezi arasında uzanan hattır. Femurun anatomik aksı ile mekanik aksı arasında belirgin bir açı farkı bulunur; anatomik aks, femur mekanik aksına göre 5°–9° (ortalama 7°) valgus konumundadır. Ayrıca femur anatomik aksı ile vertikal aks arasında yaklaşık 9°'lik bir açı mevcuttur. Bu açısal ilişkiler, alt ekstremitenin biyomekanik fonksiyonlarının anlaşılması ve özellikle diz çevresi deformitelerin değerlendirilmesi açısından klinik önem taşımaktadır[25].

Kinematik aks, diz ekleminin hareketi sırasında femur ile tibia arasındaki relatif dönmenin gerçekleştiği fonksiyonel ekseni ifade eder. Bu aks, sabit bir geometrik hat olmayıp diz fleksiyon-ekstansiyonu boyunca değişkenlik gösteren, eklem yüzeylerinin morfolojisi ve bağların rehberliği ile belirlenen dinamik bir eksendir [26]. Diz biyomekaniğinde tanımlanan temel kinematik akslar; tibiofemoral fleksiyon-ekstansiyon aksı, patellofemoral hareket ekseni ve tibial longitudinal aks olup, bu eksenler dizin fizyolojik hareket paternlerini belirler [27]. Kinematik aks kavramı, dizin yalnızca statik hizalanmasını değil, yük altında fonksiyonel davranışını da esas alır. Bu yaklaşım, özellikle total diz artroplastisinde geliştirilen kinematik dizilim felsefesinin temelini oluşturur; amaç, bireyin artroz öncesi dönemdeki doğal kinematik akslarını yeniden oluşturarak yumuşak doku dengesini korumak ve daha fizyolojik bir diz hareketi sağlamaktır [26, 27].



Şekil 6 Kinematik aks, Turuncu dikey çizgiler boyuna ekseni gösterir; Mor yatay çizgiler, patellanın bükülüp uzandığı enine ekseni temsil eder; ve yeşil yatay çizgiler, tibia'nın bükülüp uzandığı enine ekseni temsil eder[26]

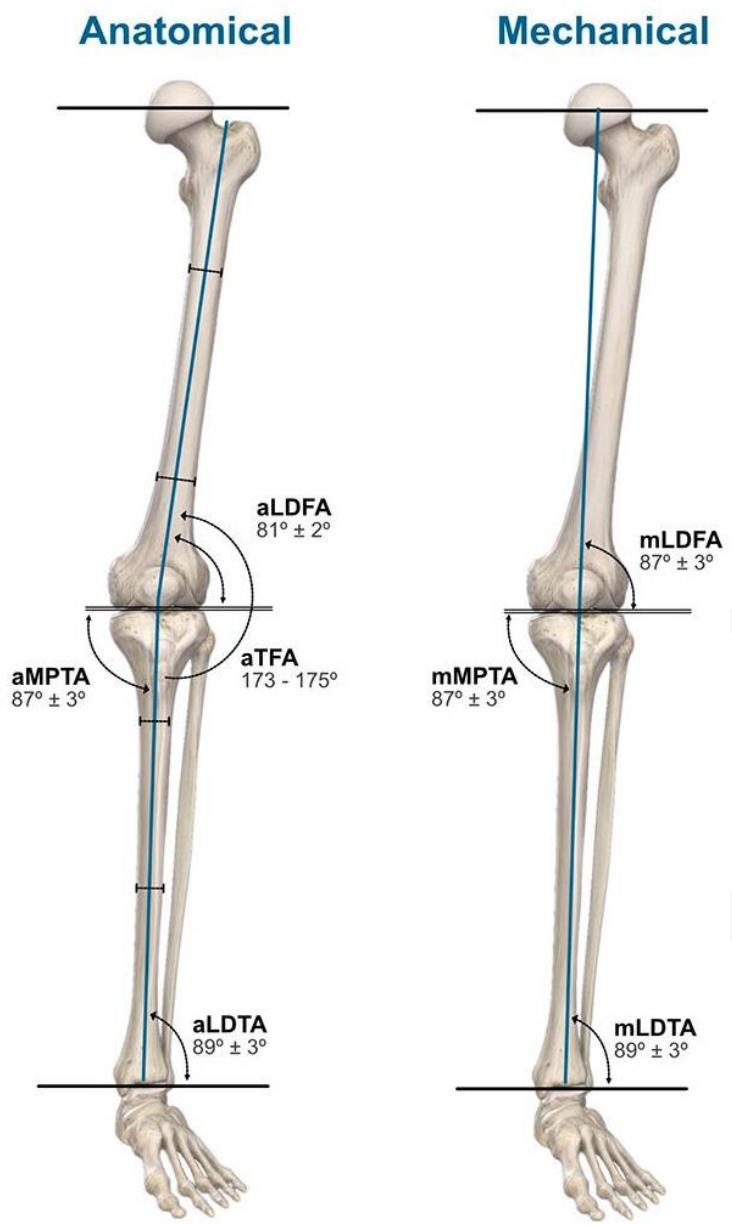
2.3.2. Lateral Distal Femoral Açı (LDFA)

Lateral Distal Femoral Angle (LDFA), diz ekleminin frontal düzlemdeki mekanik ve yapısal hizalanmasını nicel olarak değerlendirmek için kullanılan radyografik bir açısal ölçüm parametresidir. Bu açı, kasıtlı olarak femurun mekanik ekseni ile distal femurun eklem hattı arasındaki lateral açının derecesi olarak tanımlanır. Mekanik femur ekseni, femoral baş merkezinden diz eklem hattı merkezine uzanan doğru ile gösterilir ve distal femur eklem hattı femoral kondillerin en distal noktalarını birleştiren hat ile temsil edilir. LDFA genellikle ayakta, ağırlık taşıyan tam uzunluk AP (anteroposterior) radyografiler üzerinde ölçülür ve alt ekstremite hizalanmasının değerlendirilmesinde temel referans açılardan biri olarak kabul edilir. Bu açının normal değeri, mekanik eksen ve eklem hattı arasındaki yaklaşık 87° civarındadır; değerlerdeki sapmalar femoral varus/valgus deformitelerini ortaya koyar ve diz deformitelerinin planlanmasında klinik yol gösterici olarak kullanılır [25].

Diz deformitelerinin değerlendirilmesinde LDFA ölçümü, kaynağı femoralden kaynaklanan varus veya valgus hizalanma sapmalarını ayırt etmede kritik öneme sahiptir. Örneğin, LDFA değeri normalin altında olduğunda femoral valgus deformitesi, normalin üzerinde olduğunda ise femoral varus deformitesi bulguları düşündürür. Alt ekstremitenin koronal düzlem deformitelerinin kapsamlı analizi için LDFA ile eş zamanlı olarak tibial açılar (örneğin medial proksimal tibial açı – MPTA) ve mekanik aks sapması gibi parametreler de değerlendirilir [25].

2.3.3. Medial Proksimal Tibial Açı (MPTA)

Medial proksimal tibial açı, tibianın frontal düzlemdeki mekanik hizalanmasını değerlendirmek amacıyla kullanılan radyografik bir açısal ölçüm parametresidir. MPTA, tibianın mekanik ekseni ile proksimal tibia eklem hattı arasındaki medial açı olarak tanımlanır. Tibial mekanik eksen, diz eklem merkezinden ayak bileği merkezine uzanan doğruyu; proksimal tibia eklem hattı ise medial ve lateral tibial platoların en üst noktalarını birleştiren çizgiyi temsil eder. Ağırlık taşıyan tam uzunluk anteroposterior radyografiler üzerinde ölçülen MPTA'nın normal değeri yaklaşık 87° ± 3° olarak kabul edilir. Bu değerden sapmalar, tibial kaynaklı varus veya valgus deformitelerinin belirlenmesinde ve cerrahi planlamada önemli rol oynar [25].7



Şekil 7 aLDFA, anatomik lateral distal femoral açı; aMPTA, anatomik medial proksimal tibial açı; mLDFA, mekanik lateral distal femoral açı; mMPTA, mekanik medial proksimal tibial açı [25]

2.3.4. Diz Biyomekaniğinde Fenotip

Diz biyomekaniği, alt ekstremitenin kemik morfolojisi, aks dizilimi ve yumuşak doku dengesi arasındaki karmaşık etkileşime dayanır. Bu bağlamda fenotip, bireyin diz ekleminin doğal anatomik ve mekanik özelliklerini; femoral ve tibial aks açılarını, eklem hattı oryantasyonunu ve yük dağılım paternlerini ifade eder. Her bireyin diz fenotipi farklı olup, bu farklılıklar diz eklemi üzerindeki mekanik streslerin dağılımını ve dejeneratif süreçlerin gelişimini doğrudan etkiler [28, 29].

Fenotip uyumsuzluğu, femur ve tibianın koronal plandaki anatomik katkılarının birbiriyle dengeli olmadığı durumları tanımlar. Özellikle femoral valgus ile tibial varusun ya da femoral varus ile tibial valgusun birlikte bulunduğu olgularda, mekanik yük hattı diz eklemi merkezinden sapar ve tibiofemoral eklemde asimetrik yüklenme oluşur. Bu uyumsuzluk, belirli bir kompartmanda aşırı stres birikimine yol açarak gonartroz gelişimini hızlandırabilir ve cerrahi tedavi sonrası fonksiyonel sonuçları olumsuz etkileyebilir [29, 30].

Bu değerlendirmede MAAD (Mechanical–Arithmetic Axis Difference) önemli bir biyomekanik parametre olarak öne çıkar. MAAD, femurun mekanik aksı ile aritmetik aksı arasındaki açısal farkı tanımlar [28-30].

Sonuç olarak, diz biyomekaniğinde fenotipin tanımlanması, uyumsuzlukların saptanması ve MAAD gibi açısal parametrelerin birlikte değerlendirilmesi hem gonartroz patogenezinin anlaşılmasında hem de osteotomi ve total diz artroplastisi gibi cerrahi girişimlerin bireye özgü planlanmasında temel öneme sahiptir

2.4. Diz Osteoartriti (Gonartroz) Tarihçesi

Diz osteoartritine ilişkin bulguların tarih öncesi dönemlere kadar uzandığı, çeşitli coğrafyalardan elde edilen insan iskelet kalıntılarında osteofit oluşumu, eklem yüzeyinde düzensizlikler ve subkondral kemik değişikliklerinin tanımlanmasıyla ortaya konmuştur. Antik Mısır mumyalarında da benzer degeneratif izlerin bulunması, gonartrozun yalnızca modern yaşam tarzıyla ilişkili bir hastalık olmadığını; insan biyolojisinin uzun süredir doğal bir parçası olduğunu düşündürmektedir [31].

Antik tıp kaynaklarında gonartroz doğrudan adlandırılmamış olmakla birlikte, osteoartriti çağrıştıran klinik gözlemlere rastlanır. Hipokrat, yaşlanmayla birlikte gelişen eklem sertliği, hareket kısıtlılığı ve şişlikten söz etmiş; ancak bu bulguları genel romatizmal hastalıklar içinde değerlendirmiştir [32]. Roma döneminde Galen de eklem patolojilerinin sınıflandırılmasına katkı sağlamış, ancak gonartrozun bağımsız bir klinik varlık olarak tanımlanması sonraki yüzyıllarda mümkün olmuştur.

Rönesans döneminde anatomi bilgisindeki ilerlemeler diz eklemi yapılarına dair daha ayrıntılı incelemeleri beraberinde getirmiştir. Buna karşın 17. ve 18. yüzyıllarda dejeneratif ve inflamatuvar eklem hastalıklarını kesin çizgilerle ayıran bir sınıflama sistemi henüz mevcut

değildi; yaşlı bireylerde görülen eklem ağrısı ve sertlik çoğunlukla romatizma veya gut başlığı altında ele alınmıştır [32].

Osteoartritin modern anlamda kavramsallaşması 19. yüzyılda hız kazanmıştır. Klinik gözlemler, bazı eklem hastalıklarında belirgin inflamasyon olmaksızın yaşa ve mekanik zorlanmaya bağlı ilerleyici bir tablo bulunduğunu göstermiştir. Garrod'un çalışmaları, osteoartriti romatoid artritten ayırarak gonartrozun dejeneratif ve yaşa bağlı bir süreç olarak anlaşılmasına katkıda bulunmuştur [33]. Bu ayrım hem hastalığın patogenezine bakışı hem de tedavi yaklaşımlarını önemli ölçüde etkilemiştir.

1895'te X-ışınlarının keşfi, diz osteoartritinin değerlendirilmesinde bir dönüm noktası olmuştur. Radyografik incelemeler sayesinde eklem aralığının daralması, osteofitler, subkondral skleroz ve kistik değişiklikler objektif olarak gösterilebilir hâle gelmiş; bu da tanının standartlaştırılmasına ve sınıflandırma sistemlerinin oluşturulmasına olanak tanımıştır. Günümüzde yaygın kullanılan Kellgren–Lawrence sınıflaması bu gelişmelerin kalıcı bir örneğidir [34].

Zamanla gonartrozun yalnızca "aşınma ve yıpranma" modeliyle açıklanamayacağı anlaşılmıştır. Kıkırdak matriksinde proteoglikan kaybı, kollajen ağındaki bozulma, kondrosit yanıtları, sinovyal dokuda düşük düzeyli inflamasyon ve subkondral kemikte yeniden yapılanma, hastalığın karmaşık biyolojik temelini oluşturur [32]. Bu biyolojik süreçlere biyomekanik ve sistemik faktörler de eklenmiştir. Obezite, alt ekstremite dizilim bozuklukları, travmalar, cerrahi girişimler, kas güçsüzlüğü ve tekrarlayan fiziksel stres gibi etkenlerin hastalığın ortaya çıkışında ve ilerleme hızında belirleyici olduğu gösterilmiştir [35].

2.5. Diz Osteoartriti (Gonartroz)

Diz osteoartriti (OA), diz ekleminin en sık görülen dejeneratif hastalığı olup eklem kıkırdağının ilerleyici yıpranması, subkondral kemikte değişiklikler ve çevre dokularda ikincil yapısal bozukluklarla karakterizedir. Genellikle ileri yaşla birlikte artış gösteren bu hastalık, zaman içerisinde eklem yüklenmesine bağlı kıkırdak kaybının derinleşmesi ve eklem biyomekaniğinin bozulması sonucunda ortaya çıkar. Etiyolojik açıdan OA iki grupta değerlendirilir: belirgin bir nedenin saptanamadığı primer osteoartrit ve travma, eklem biyomekaniğindeki bozulmalar ya da romatoid artrit gibi inflamatuvar süreçler sonrası gelişen sekonder osteoartrit [36].

Hastalığın klinik seyri bireyler arasında farklılık göstermekle birlikte genellikle yavaş ve ilerleyici bir tablo izler. Aktivite ile artan diz ağrısı, sabah tutukluğu, eklem sertliği, şişlik ve uzun süre hareketsizlik sonrası ortaya çıkan ağrı en sık bildirilen yakınmalardır[36]. Zamanla hastalığın şiddeti artabilir ve eklem hareket açıklığında belirgin azalma ile fonksiyonel kısıtlılık gelişebilir. Bu ilerleyici süreç, özellikle yaşlı bireylerde yaşam kalitesini olumsuz etkileyen önemli bir engellilik nedeni hâline gelebilir [36].

Diz osteoartritinde tedavi basamaklı şekilde planlanır. İlk aşamada konservatif yaklaşımlar (aktivite düzenlemesi, kilo kontrolü, fizik tedavi uygulamaları ve analjezik tedaviler) tercih edilir. Bu yöntemlerle yeterli yanıt alınamayan durumlarda intraartiküler enjeksiyonlar ve cerrahi tedavi seçenekleri gündeme gelebilir. Günümüzde romatoid artrit gibi inflamatuvar hastalıkların ilerlemesini azaltabilecek hastalık modifiye edici ajanlar mevcut olsa da, osteoartritin doğal seyrini durdurduğu kanıtlanmış farmakolojik bir tedavi henüz bulunmamaktadır [37, 38].

2.5.1. Etiyoloji

Diz osteoartriti etiyolojik açıdan iki ana grupta sınıflandırılır: primer ve sekonder osteoartrit. Primer diz osteoartriti, belirgin bir neden olmaksızın eklem kıkırdağında zamanla gelişen dejenerasyonla karakterizedir ve çoğunlukla yaşlanma ve biyomekanik yıpranmanın doğal bir sonucu olarak kabul edilir. Sekonder diz osteoartriti ise belirli bir nedene bağlı olarak kıkırdak bütünlüğünün bozulmasıyla ortaya çıkar. Bu süreç travma, mekanik yüklenmede değişiklik, metabolik bozukluklar, inflamatuvar eklem hastalıkları veya genetik kökenli durumlarla ilişkilendirilebilir [36, 39, 40].

Sekonder Diz Osteoartriti ile İlişkili Başlıca Nedenler: [36]

- Travma veya cerrahi girişimler sonrası gelişen eklem hasarı
- Alt ekstremite dizilim bozuklukları (varus/valgus)
- Doğumsal deformiteler
- Skolyoz, raşitizm gibi iskelet sistemi bozuklukları
- Metabolik hastalıklar (hemokromatoz, Wilson hastalığı, okronoz, akromegali)
- Kristal artropatileri (gut, psödogut, kondrokalsinoz)
- Avasküler nekroz
- İnflamatuvar artritler (romatoid artrit, psoriatik artrit, enfektif artrit)
- Hemofili, Paget hastalığı, orak hücre hastalığı gibi sistemik durumlar

Tablo 1 Osteoartritte risk faktörleri [36]

Osteoartrit risk faktörleri	
Değiştirilebilir Faktörler	**Değiştirilemez Faktörler**
Eklem travması	Kadın cinsiyeti (postmenopozal dönemde belirgin artış)
Uzun süre ayakta kalmayı veya çömelmeyi gerektiren meslekler	İleri yaş
Kas zayıflığı ya da kas dengesizlikleri	Genetik yatkınlık
Obezite	Etnik/fenotipik farklılıklar
Metabolik sendrom ve diğer sistemik sağlık sorunları	Eklem dizilim bozuklukları
Kemik mineral yoğunluğu	Ligaman yetmezlikleri

2.5.2. Epidemiyoloji

Diz osteoartriti, dünya genelinde en sık görülen artrit türüdür ve hem yaşam süresinin uzaması hem de obezite prevalansının artmasıyla birlikte toplumda yaygınlığı giderek yükselmektedir. Epidemiyolojik veriler, 60 yaş üzerindeki kadınların yaklaşık %13'ünde, erkeklerin ise %10'unda semptomatik diz osteoartriti bulunduğunu göstermektedir. Bu oran 70 yaşın üzerindeki bireylerde %40'a kadar ulaşmaktadır. Kadınlarda hastalığın görülme sıklığı erkeklere kıyasla belirgin biçimde daha yüksektir [41, 42].

Radyografik bulgular ile klinik semptomların her zaman örtüşmediği bilinmektedir; görüntüleme ile OA bulguları saptanan bireylerin yalnızca yaklaşık %15'i semptom göstermektedir. Genel toplumda semptomatik diz osteoartritinin yıllık insidansı ise yaklaşık 100.000 kişide 240 vaka olarak bildirilmektedir [41, 42].

2.5.3. Patofizyoloji

Eklem kıkırdağı; tip II kollajen, proteoglikanlar, kondrositler ve sudan oluşan dinamik bir matrikse sahiptir. Sağlıklı bir eklemde, kıkırdak yapım ve yıkım süreçleri dengede seyreder; kollajen ve proteoglikan kaybı, kondrositlerin sentez kapasitesiyle telafi edilebilir. Bu biyolojik denge bozulmadıkça kıkırdak bütünlüğü korunur[43].

Osteoartrit sürecinde ise bu denge giderek bozulur. Matriks metalloproteinazların (MMP) aşırı ekspresyonu, tip II kollajen ve proteoglikanların parçalanmasını hızlandırırken, kondrositlerin bu yıkımı dengelemeye yönelik onarıcı yanıtı yetersiz kalır. Başlangıç evrelerinde kondrositler, MMP aktivitesini baskılayan TIMP'leri artırmaya çalışsa da süreç ilerledikçe proteoglikan sentezi düşer, su içeriği artar ve kolajen lifleri düzensiz bir yapı kazanır. Bu biyokimyasal değişiklikler, kıkırdağın elastikiyetini azaltarak çatlakların oluşmasına ve ileri evrede eklem yüzeyinin aşınmasına yol açar[36, 43].

Diz osteoartriti yaşlanma ile ilişkilendirilse de, hastalık yalnızca biyolojik yaşlanmanın bir sonucu değildir. OA kıkırdağında gözlenen enzimatik aktivite, yapısal bozulma ve matriks yıkımı, fizyolojik yaşlanmaya özgü değişikliklerden belirgin biçimde farklıdır. Özellikle MMP düzeylerinin osteoartritik kıkırdakta anlamlı derecede yüksek olması, OA'nın ayrı bir patolojik süreç olduğunu desteklemektedir[36].

2.5.4. Klinik Bulgular

Diz osteoartriti olan hastalar çoğunlukla sağlık kuruluşlarına diz ağrısı şikâyetiyle başvurur. Bu nedenle ayrıntılı bir öykü alınması tanısal sürecin temel basamağını oluşturur. Diz kaynaklı gibi görünen ağrının bel omurgası veya kalça eklemi patolojilerinden yansıyabileceği göz önünde bulundurulmalı; ayrıca ikincil osteoartritle ilişkili risk faktörlerini belirlemek amacıyla ayrıntılı tıbbi ve cerrahi geçmiş sorulmalıdır[36].

Öykü; semptomların başlangıcı, ağrının lokalizasyonu, karakteri, süresi, şiddeti, aktivite ile ilişkisi, istirahat sonrası ortaya çıkan tutukluk, fonksiyonel kapasitedeki değişiklikler ve ağrıya eşlik eden şişlik gibi unsurları içermelidir [36].

Diz OA'nın Temel Klinik Bulguları[36]

- Aktivite ile artan ve zaman içinde kötüleşen diz ağrısı
- Hareketsizlik sonrası belirginleşen tutukluk

- Eklemde şişlik
- Yürüme mesafesinde azalma
- Merdiven inip çıkarken artan ağrı

Fizik Muayene [36]

Fizik muayene, hastanın ayakta değerlendirilmesiyle başlar. Varus–valgus deformitesi, periartiküler şişlik, eritem, quadriceps atrofisi ve yürüyüşte bozulma değerlendirilmelidir. Daha sonra cilt bütünlüğü, önceki cerrahi girişim izleri ve yumuşak doku lezyonları incelenir[36].

Hareket Açıklığı (ROM): Diz fleksiyon ve ekstansiyonunun aktif ve pasif hareket açıklıkları ölçülüp kaydedilmelidir[36].

Palpasyon: Diz çevresine sistematik palpasyon uygulanmalı; hassasiyet, ısı artışı ve eklem hattındaki duyarlılık değerlendirilmelidir [36].

Medial kompartman palpasyonu: Vastus medialis, medial patellar faset, MCL, medial eklem hattı, medial menisküs, pes anserinus tendonları ve bursası.

Orta hat palpasyonu: Quadriceps tendonu, suprapatellar bursa, patellar mobilite, prepatellar bursa, patellar tendon ve tibial tüberosit [36].

Lateral kompartman palpasyonu: İliotibial bant, lateral patellar faset, LCL, lateral eklem hattı, lateral menisküs ve Gerdy tüberkülü.

Nörovasküler Değerlendirme: Quadriceps ve hamstring kas gücü değerlendirilir; femoral, peroneal ve tibial sinirlerin duyusal muayenesi yapılır. Popliteal, dorsalis pedis ve tibialis posterior nabızları palpasyonla kontrol edilir [36].

Tablo 2 Özel Diz Testleri [36]

Değerlendirilen Yapı	Testler
Patellofemoral eklem	Patella tutulum testi
	J bulgusu
	Patellar sıkıştırma testi
Menisküsler	Medial McMurray
	Lateral McMurray
	Thessaly testi
Ön çapraz bağlar (ACL)	Lachman testi
	Ön çekmece testi
	Pivot shift testi
Arka çapraz bağlar (PCL)	Arka çekmece testi
	Posterior sarkma
	Quadriceps aktif testi
Kollateral bağlar	Valgus stres testi (MCL)
	Valgus stres testi (LCL)

2.5.5. Radyolojik Değerlendirme

Diz osteoartritinin değerlendirilmesinde kapsamlı bir öykü ve fizik muayenenin yanı sıra radyografik görüntüleme temel tanısal araçtır. Radyografilerin mutlaka ayakta çekilmesi, özellikle eklem aralığı daralmasının doğru değerlendirilmesi açısından kritik önem taşır. Bu nedenle sırtüstü çekilen diz grafikleri, yük taşıma dinamiklerini yansıtmadığı için tanıda yanıltıcı olabilir [36, 44, 45].

Rutin incelemelerde ayakta anteroposterior (AP) ve yan pozisyon, ayrıca patellofemoral eklemi değerlendirmek için patellar (skyline/sunrise) görüntüleri kullanılır. Eklem yüzeyinin yük taşımaya bağlı değişikliklerini ve femoral çentiği daha iyi görmek amacıyla 45° fleksiyonda posteroanterior (PA) görüntü (Rosenberg görünümü) tercih edilebilir. Alt ekstremite dizilim bozukluklarının değerlendirilmesi gerektiğinde bacak uzunluk grafileri (ortoröntgenogram) eklenir [36, 44, 45].

Osteoartritin Radyografik Bulguları [36]

- Eklem aralığında daralma
- Osteofit oluşumu
- Subkondral skleroz

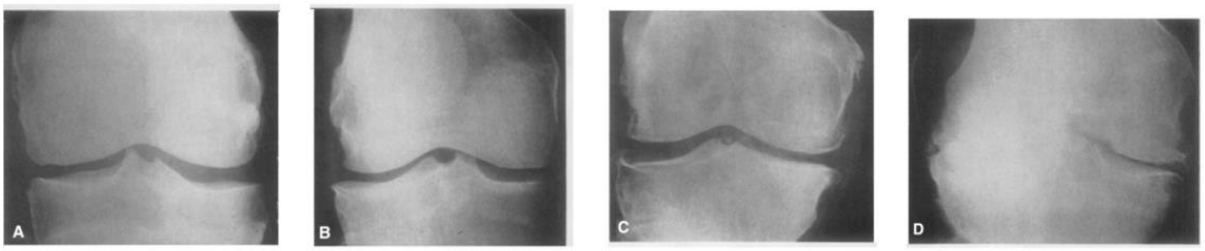
- Subkondral kistler
- Subluksasyon
- Kondral kayıp

Diz osteoartritinin radyolojik evrelemesi yük altında çekilen ön arka grafilerde Kellgren-Lawrence skalasına göre yapılmaktadır [46]

Tablo 3 Kellgren–Lawrence ve modifiye Kellgren–Lawrence sınıflandırma sistemleri [46]

Derece	**Kellgren–Lawrence Sınıflaması**	**Modifiye Kellgren–Lawrence Sınıflaması**
Grade 0	Osteoartrite ait herhangi bir radyografik bulgu yoktur.	Osteoartrite ait herhangi bir radyografik bulgu yoktur.
Grade 1	Eklem aralığında şüpheli daralma ve muhtemel osteofitik çıkıntılar.	Belirsiz/kuşkulu osteofit varlığı.
Grade 2	Kesin osteofit oluşumu ve olası eklem aralığı daralması.	Kesin ve net osteofit varlığı.
Grade 3	Birden fazla orta dereceli osteofit, belirgin eklem aralığı daralması, subkondral skleroz ve kemik uçlarında olası şekil bozukluğu.	Eklem aralığında daralma mevcut.
Grade 4	Büyük osteofitler, belirgin eklem aralığı daralması, ileri derecede skleroz ve kemik uçlarında belirgin şekil bozukluğu.	Kemik uçlarının birbirine temas ettiği görüntü (“bone-on-bone”).

Erken evre osteoartritik değişikliklerin direkt radyografilerle ortaya konamadığı durumlarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) önemli bir tanısal avantaj sağlar. MRG; eklem kıkırdağı, menisküsler, bağ yapıları ve sinovyal dokuların ayrıntılı değerlendirilmesine olanak tanıyan en duyarlı görüntüleme yöntemidir. Ayrıca sinovit, bursit ve eklem içi efüzyon gibi yumuşak doku ve sıvı artışıyla ilişkili patolojilerin değerlendirilmesinde ultrasonografi (USG) de tamamlayıcı bir tetkik olarak kullanılabilir [47].



Şekil 8 Orijinal Kellgren–Lawrence makalesinde sunulan diz anteroposterior (AP) radyografileri, osteoartritin radyografik ilerleyişini sınıflandırmak amacıyla örnek görüntülerle açıklanmıştır (19). Grade 1 düzeyini temsil eden radyografide eklem aralığında şüpheli bir daralma ve başlangıç düzeyinde olabileceği düşünülen osteofit oluşumu izlenir. Grade 2 seviyesinde ise eklem aralığındaki daralma daha belirgin olup kesin osteofit oluşumu mevcuttur. Grade 3 osteoartrit, eklem aralığında net daralma, orta derecede osteofit gelişimi, subkondral skleroz ve kemik uçlarında muhtemel şekil bozuklukları ile karakterizedir. Grade 4 düzeyinde ise ileri derecede eklem aralığı kaybı, büyük osteofitler, belirgin subkondral skleroz ve kemik uçlarında belirgin deformasyon gözlenir. Bu radyografik değişiklikler, osteoartritin evrelemesinde temel referans noktalarını oluşturur [48, 49].

CPAK (Coronal Plane Alignment of the Knee) Sınıflaması

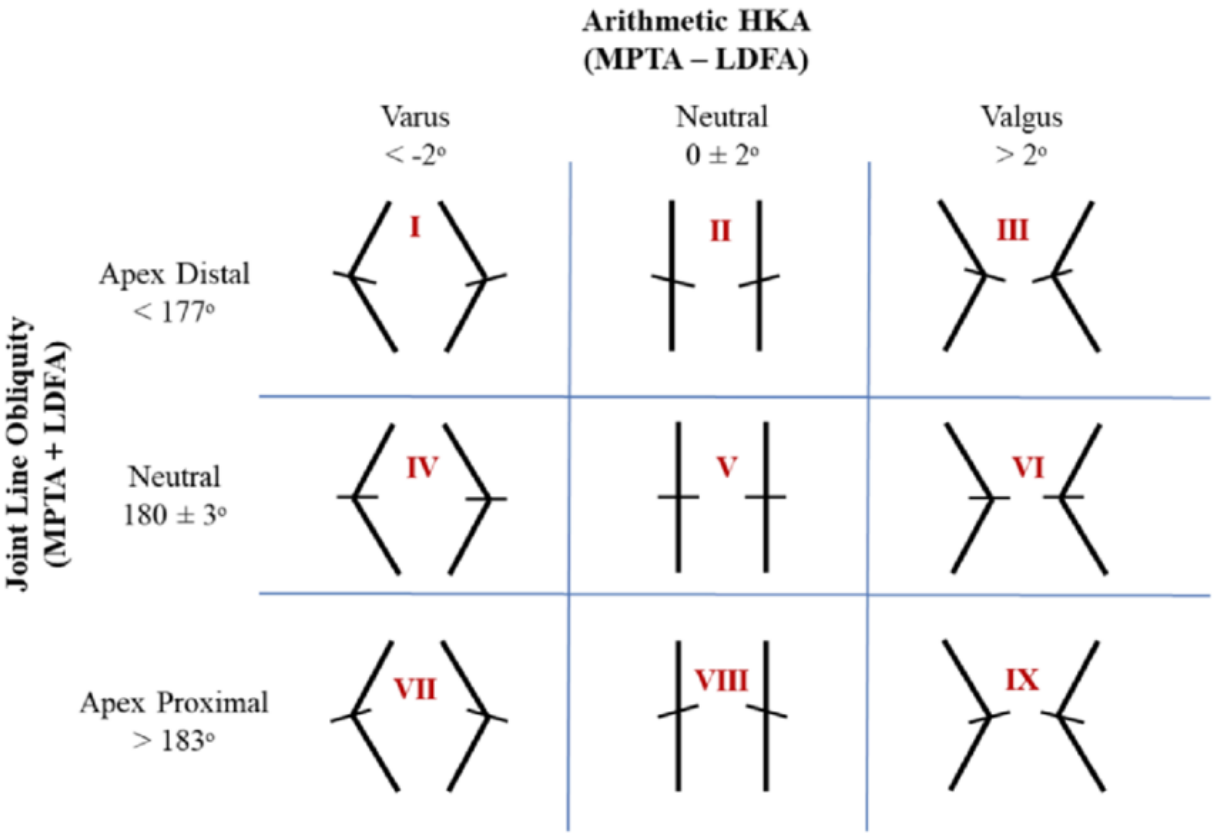
CPAK (Coronal Plane Alignment of the Knee) sınıflaması, diz ekleminin koronal plandaki anatomik hizalanmasını daha ayrıntılı ve bireye özgü şekilde tanımlamak amacıyla geliştirilmiş bir sistemdir. Geleneksel değerlendirmelerde diz hizalanması çoğunlukla yalnızca mekanik aksın nötral olup olmadığına göre ele alınırken, CPAK yaklaşımı femur ve tibianın diz hizalanmasına olan ayrı ayrı katkılarını dikkate alır. Bu yönüyle CPAK, dizin doğal anatomik varyasyonlarını daha iyi yansıtan bir sınıflama sunar [4, 25].

CPAK sınıflaması, temel olarak Lateral Distal Femoral Angle (LDFA) ve Medial Proximal Tibial Angle (MPTA) ölçümlerine dayanır. LDFA femurun, MPTA ise tibianın koronal plandaki yönelimini temsil eder. Bu iki açının normal, varus veya valgus yönünde olmasına göre dizler farklı hizalanma tiplerine ayrılır. Böylece dizin varus ya da valgus diziliminin femoral mi, tibial mi yoksa her iki kemikten mi kaynaklandığı ortaya konabilir [4, 25]. MPTA değerinden LDFA değerinin çıkarılmasıyla aHKA değeri elde edilir ve buna göre hastanın dizinin koronal plandaki deformitesi varus, nötral veya valgus olarak sınıflanır. MPTA ve LDFA değerlerinin toplamı ile ise JLO değeri elde edilir ve hastanın eklem oblisitesi apex proksimal, apex nötral ve apex distal olarak sınıflanır.

Bu sistemde diz hizalanması toplamda dokuz farklı CPAK tipine ayrılır. Her bir tip, femur ve tibianın kombinasyonuna bağlı olarak farklı bir anatomik profil tanımlar. Örneğin bazı bireylerde mekanik aks nötral olsa bile femur ve tibia zıt yönlerde hizalanmış olabilir; bazı bireylerde ise belirgin varus veya valgus dizilimi her iki kemikten kaynaklanabilir.

CPAK sınıflaması, bu anatomik farklılıkları sistematik bir şekilde tanımlamayı amaçlar [4, 25].

CPAK yaklaşımının klinik önemi özellikle total diz artroplastisi alanında ortaya çıkmaktadır. Tüm hastalarda mekanik aksın zorunlu olarak nötrale getirilmesi, bazı bireylerde doğal diz kinematiğinin bozulmasına ve hasta memnuniyetinin azalmasına yol açabilmektedir. CPAK sınıflaması, hastanın ameliyat öncesi doğal diz hizalanmasını tanımlayarak, kişiye özgü hizalanma stratejilerinin planlanmasına katkı sağlar. Bu sayede implant yerleşimi, kemik kesileri ve yumuşak doku dengesi daha fizyolojik bir temele oturtulabilir [4, 25].



Şekil 9 CPAK sınıflaması [50]

Ahlback Sınıflaması

Ahlbäck sınıflaması, diz osteoartritinin radyografik şiddetini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş klasik sınıflama sistemlerinden biridir. Bu sınıflama, 1968 yılında İsveçli radyolog Sven Olof Ahlbäck (1927–1995) tarafından Stockholm'deki St. Göran Hastanesi Radyoloji Bölümü'nde yayımlanan kapsamlı bir monografi ile tanımlanmıştır. Ahlbäck,

çalışmasında özellikle ağırlık taşıyan anteroposterior diz radyografilerinin, diğer görüntüleme yöntemleriyle normal kabul edilen eklemlerde dahi osteoartritik değişiklikleri ortaya koymada kritik öneme sahip olduğunu vurgulamıştır. Bu yaklaşım, diz osteoartritinin değerlendirilmesinde yük altında yapılan radyografik incelemelerin önemini ortaya koyan ilk sistematik çalışmalardan biri olarak kabul edilmektedir [51, 52].

Ahlbäck sınıflamasının temelini, osteoartritin ilerleyici doğası doğrultusunda eklem aralığı kaybı ve subkondral kemikte meydana gelen erozyon derecesi oluşturmaktadır. Sınıflama, kıkırdak kaybını doğrudan değil, eklem aralığındaki daralma ve kemik yapıdaki değişiklikler üzerinden dolaylı olarak değerlendirir. Bu yönüyle sistem, özellikle ileri evre diz osteoartritinin tanımlanmasında ve cerrahi tedavi planlamasında klinik açıdan yol gösterici olmuştur [51, 52].

Ahlbäck sınıflaması beş evreden (Grade I–V) oluşur. Erken evrelerde eklem aralığında daralma ön plandayken, ilerleyen evrelerde kemik erozyonu ve deformite belirginleşir.

Tablo 4 Ahlback Sınıflaması [52]

Evre	Tanım
1. Derece	Eklem aralığında daralma mevcuttur ancak henüz tam kayıp yoktur. Bu evrede kıkırdak incelmesi başlıca bulgudur ve kemik yapılar büyük ölçüde korunmuştur. Radyografide erken dejeneratif değişiklikler izlenir.
2. Derece	Eklem aralığında tam kayıp vardır; karşılıklı eklem yüzeyleri birbirine yaklaşmıştır. Ancak bu aşamada belirgin kemik erozyonu veya şekil bozukluğu henüz gelişmemiştir.
3. Derece	Eklem aralığı tamamen kaybolmuştur ve buna ek olarak 0–5 mm arasında kemik erozyonu mevcuttur. Subkondral kemikte destrüksiyon başlar ve eklem yüzeylerinde düzensizlikler ortaya çıkar.
4. Derece	Kemik erozyonu 5–10 mm arasındadır. Eklem yüzeylerinde belirgin destrüksiyon ve deformasyon izlenir. Bu evrede eklem biyomekaniği ciddi şekilde bozulmuştur.
5. Derece	Kemik erozyonu 10 mm'den fazladır ve ileri derecede kemik kaybı mevcuttur. Şiddetli deformite, kemik-kemik teması ve ciddi fonksiyon kaybı söz konusudur. Bu evre genellikle cerrahi tedavi gerektirir.

Günümüzde Ahlbäck sınıflaması, erken evre osteoartritik değişikliklere duyarlılığının sınırlı olması nedeniyle tek başına yeterli kabul edilmemektedir. Bununla birlikte, ileri evre diz osteoartritinin değerlendirilmesinde, özellikle osteotomi ve total diz artroplastisi endikasyonlarının belirlenmesinde hâlen klinik değerini korumaktadır. Bu nedenle Ahlbäck

sınıflaması, sıklıkla Kellgren–Lawrence sınıflaması ile birlikte veya tamamlayıcı bir değerlendirme aracı olarak kullanılmaktadır.

2.5.6. Ayırıcı Tanı

Diz osteoartriti tanısı konulurken, diz ağrısına yol açabilecek diğer lokal ve sistemik nedenlerin dışlanması önemlidir. Ayırıcı tanıda hem eklem içi hem eklem dışı patolojiler göz önünde bulundurulmalıdır [36]. Ayırıcı tanıda değerlendirilebilecek başlıca durumlar şunlardır [36]:

- Kalça osteoartriti ve diğer kalça patolojileri
- Bel kaynaklı ağrı ve lomber radikülopati
- Spinal stenoz
- Patellofemoral ağrı sendromu
- Menisküs yırtıkları
- Pes anserinus bursiti
- Septik artrit
- Kristal artropatileri (gut, psödogut)
- İliotibial bant sendromu
- Lateral veya medial kollateral bağ yaralanmaları
- Ön veya arka çapraz bağ patolojileri

Bu durumların klinik ve radyolojik olarak dışlanması, doğru tanı ve tedavi planlaması açısından kritik önem taşır.

2.5.7. Prognoz

Diz osteoartritinin klinik seyri heterojen bir özellik göstermekle birlikte, hastalığın ilerlemesini öngörmede belirli demografik, klinik ve görüntüleme temelli değişkenlerin anlamlı rol oynadığına dair güçlü kanıtlar mevcuttur. Yapılan çalışmalarda; ileri yaş, etnik köken, yüksek vücut kitle indeksi, eşlik eden komorbidite sayısı, ayrıca manyetik rezonans görüntüleme ile saptanan infrapatellar sinovit ve eklem efüzyonu varlığının, diz osteoartritinin klinik progresyonu ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bunun yanı sıra, hastalığın başlangıcındaki radyografik evre ve klinik şiddet düzeyi, uzun dönem fonksiyonel kaybın önemli belirleyicileri arasında yer almaktadır. Konservatif ve girişimsel tedavilere rağmen semptomların kontrol altına alınamadığı ileri olgularda, hastalık süreci çoğu zaman total diz artroplastisi ile sonuçlanmaktadır [53, 54].

2.5.8. Tedavi ve Yönetim

Diz osteoartritinin tedavisi, cerrahi dışı ve cerrahi yöntemler olarak iki başlık altında değerlendirilir. Tedavi basamaklı ilerler; ilk aşamada cerrahi dışı yöntemler uygulanır ve semptomların kontrol edilemediği durumlarda cerrahi seçenekler gündeme gelir. Cerrahi dışı tedaviler hastalığın biyolojik sürecini durdurmasa da ağrıyı azaltarak ve fonksiyonu iyileştirerek yaşam kalitesini önemli ölçüde artırabilir [36, 55, 56].

2.5.8.1. Cerrahi Dışı Tedavi Yaklaşımları

- **Hasta Eğitimi ve Aktivite Düzenlemesi**

Hastanın hastalık süreci hakkında bilgilendirilmesi ve eklem yükünü azaltacak yaşam tarzı düzenlemeleri, tedavinin temelini oluşturur. Düşük etkili aktiviteler ve uygun egzersiz programlarının benimsenmesi önerilir [36, 45].

- **Fizik Tedavi ve Egzersiz**

Fizik tedavi, diz osteoartritinde birinci basamak tedavidir. Denetimli egzersiz programları ile ev egzersizlerinin birlikte uygulanması en etkili sonuçları sağlar. Egzersiz bırakıldığında faydaların 6 ay içinde kaybolduğu bildirilmiştir. AAOS kılavuzları bu yaklaşımı güçlü şekilde desteklemektedir [36, 45].

- **Kilo Kontrolü**

Vücut kitle indeksi 25'in üzerinde olan hastalarda kilo kaybı önerilir. Kilo azalması diz eklemine binen yükü anlamlı ölçüde azaltır. En etkili yöntem, diyet düzenlemesi ile düşük etkili aerobik egzersizlerin birlikte uygulanmasıdır[36, 45].

- **Diz Ortezleri**

Varus veya valgus hizalanma bozukluklarında boşaltıcı (unloader) dizlikler kompartman üzerindeki yükü azaltarak ağrının hafiflemesine katkı sağlayabilir [36, 45].

- **Farmakolojik Tedavi**

Asetaminofen ve özellikle NSAİİ'ler, semptom kontrolünde yaygın kullanılan birinci basamak ilaçlardır. NSAİİ kullanımı, etkinliği ve yan etki profili açısından dikkatle planlanmalıdır. AAOS, NSAİİ kullanımını güçlü kanıtlarla desteklemektedir.

COX-2 inhibitörleri, NSAİİ'a alternatif olarak seçilebilir [36, 45].

- **Glukozamin ve Kondroitin Sülfat**

Kıkırdak bileşenleri olmasına rağmen diz osteoartritinde belirgin yarar sağladıklarına dair güçlü kanıt bulunmamaktadır. AAOS tarafından kullanımına karşı güçlü öneri vardır; ancak ciddi bir yan etki riskinin olmaması nedeniyle bazı hastalar tarafından denenebilir. Olası yararın büyük ölçüde plasebo etkisine bağlı olduğu düşünülmektedir [36, 45].

- **Eklem İçi Enjeksiyonlar**

Kortikosteroid enjeksiyonları, özellikle sinovyal inflamasyonun eşlik ettiği durumlarda kısa dönem rahatlama sağlayabilir. Sistemik yan etkilerin azaltılması amacıyla lokal uygulanır.

Hyaluronik asit (HA) enjeksiyonları, sinovyal sıvı viskozitesini artırmayı hedefler; ancak etkinlikleri konusunda literatürde çelişkili sonuçlar vardır. AAOS kılavuzları, mevcut kanıtlar doğrultusunda HA kullanımına karşı güçlü öneride bulunmaktadır [36, 45].

2.5.8.2. Cerrahi Tedavi Yaklaşımları

Diz osteoartritinde cerrahi tedavi, konservatif yöntemlerin yetersiz kaldığı ve semptomların günlük yaşamı belirgin şekilde kısıtladığı durumlarda gündeme gelir. Cerrahi seçenekler arasında osteotomi, tek kompartmanlı diz artroplastisi (UDA) ve total diz artroplastisi (TDA) yer alır ([36, 56]).

Yüksek Tibial Osteotomi (YTO)

YTO, özellikle varus deformitesiyle ilişkili medial kompartman osteoartritinde alt ekstremite hizalanmasını düzeltmek amacıyla uygulanan eklem koruyucu bir girişimdir. Temel amaç, yük taşıma aksını yeniden düzenleyerek dejeneratif kompartmana binen yükü azaltmaktır. Gerçek eklem yapılarının, özellikle de çapraz bağların korunması sayesinde operasyon sonrası yüksek düzeyli aktivitelere dönüş mümkündür[36, 56].

Bununla birlikte osteotomi; daha uzun iyileşme süresi, kemik kaynama riskleri ve ağrının tamamen ortadan kalkmama olasılığı gibi dezavantajlar taşır. Yine de uygun hastalarda artroplasti ihtiyacını 10 yıla kadar erteleyebildiği bildirilmektedir [36, 56].

YTO Endikasyonları [36, 56]

- 50 yaş altı, aktif yaşam süren hastalar
- Normal vasküler yapıya sahip, genel sağlık durumu iyi hastalar
- Obez olmayan bireyler
- Günlük yaşamı etkileyen ağrı ve fonksiyon kaybı

- Sadece bir kompartmanın etkilenmiş olması
- Ameliyat sonrası rehabilitasyon sürecine uyum sağlayabilecek hastalar

YTO Kontrendikasyonları [36, 56]

- İnflamatuvar artrit
- Obezite
- 15° üzerinde fleksiyon kontraktürü
- 90°'nin altında diz fleksiyon açısı
- 20°'den fazla varus deformitesi
- Patellofemoral eklem artriti
- Lateral menisektomi öyküsü
- Bağ instabilitesi

Unikondiler Diz Artroplastisi (UDA) [36, 56]

UDA, yalnızca bir kompartmanda sınırlı kalan osteoartrit varlığında tercih edilen ve YTO veya TDA'ya alternatif oluşturabilen bir cerrahi seçenektir. Günümüzde cerrahi tekniklerdeki ilerlemelerle endikasyonların genişlediği görülse de, yöntem özellikle ileri yaştaki, düşük aktivite düzeyine sahip hastalarda etkilidir.

UDA Endikasyonları[36, 56]

60 yaş ve üzeri, düşük talep düzeyine sahip hastalar

Genel sağlık durumu zayıf olan ve TDA için yüksek risk taşıyan hastalar

UDA Kontrendikasyonları[36, 56]

- İnflamatuvar artrit
- ACL yetersizliği
- 10°'den fazla varus deformitesi
- 5°'ten fazla valgus deformitesi
- 90° altında hareket açıklığı
- 10° üzerinde fleksiyon kontraktürü
- Birden fazla kompartmanda artrit
- Yüksek aktivite düzeyi gerektiren meslek veya yaşam tarzı
- Patellofemoral artrit

Total Diz Artroplastisi (TDA) [36, 56]

TDA, birden fazla kompartmanın tutulduğu ileri evre diz osteoartritinde ve konservatif tedaviye yanıt alınamadığında en etkili cerrahi seçenektir. Hem ağrıyı azaltan hem de eklem fonksiyonlarını yeniden kazandıran güvenilir bir yöntemdir.

TDA Endikasyonları[36, 56]

- Multikompartmantal semptomatik osteoartrit
- Konservatif tedavilere yanıtsızlık

Mutlak Kontrendikasyonları

- Aktif veya latent diz enfeksiyonu
- Vücudun başka bölgelerinde aktif enfeksiyon
- Kuadriseps fonksiyonunun ya da ekstansör mekanizmanın yetersizliği

Göreceli kontrendikasyonlar[36, 56]

- Nöropatik eklem (Charcot eklemi)
- Kötü yumuşak doku örtüsü
- Morbid obezite
- Ciddi psikiyatrik durumlar, madde bağımlılığı
- Yetersiz kemik stoğu
- Şiddetli komorbiditeler nedeniyle cerrahiye uygun olmama
- Düşük hasta motivasyonu veya gerçek dışı beklentiler
- İleri periferik damar hastalığı

2.7. Total Diz Artroplastisi

2.7.1. Tarihçe ve Tanım

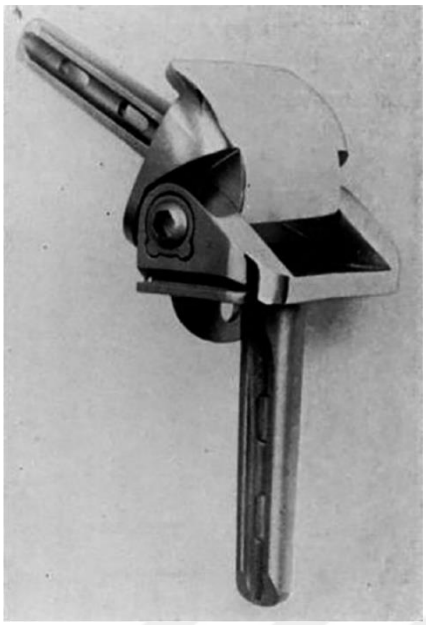
Total diz artroplastisi diz ekleminde medial ve lateral kompartmana birlikte uygulanan veya her üç kompartmanın da dahil olduğu bir implant uygulamasıdır. Seçilen implantlar diz anatomisi ve biyomekaniğine uyum sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir [57]. TDA'nin temel amacı, kronik ağrıyı hafifletmek, eklem fonksiyonunu geri kazandırmak, deformiteyi

düzeltmek ve hastaların fonksiyonelliğini ve bağımsızlığını geri kazandırarak genel yaşam kalitesini iyileştirmektir. Geleneksel total diz artroplastisi (TDA), ortopedi pratiğinde uzun süredir güvenilirliği kanıtlanmış ve maliyet-etkinliği yüksek cerrahi girişimlerden biridir [57]. Literatürde bildirilen %75–92 arasındaki hasta memnuniyet oranları, ileri evre diz artriti bulunan ve cerrahi dışı tedavi seçeneklerinden yeterli fayda göremeyen hastalarda TDA'nın ağrı kontrolü ve fonksiyonel iyileşme açısından etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Artan yaşam süresi ve buna paralel olarak osteoartrit prevalansındaki yükseliş, TDA gereksinimini giderek artırmaktadır [58].

Artroplasti cerrahisi 19. Yüzyılın ilk yarısından itibaren başlayan ve günümüze kadar gelen bir süreçtir. İlk girişimler 19. Yüzyılın ilk yarısından barton ve rodgers' ın osteotomi ile psödoartroz oluşturmasıyla diz eklemini fonksiyonel hale getirme girişimleri ile başlamıştır. 19. Yüzyılın ikinci yarısında ise Ferguson diz ekleminde rezeksiyon artroplastisini tanımlamıştır. Daha sonra Vernuil eklem yüzeylerini rezeke ederek araya eklem kapsülü yerleştirmiştir. Gluck ise 1891'de, eklem yüzlerini ve çapraz bağları rezeke eden, fil dişinden menteşeli bir protez tasarlamıştır [59].

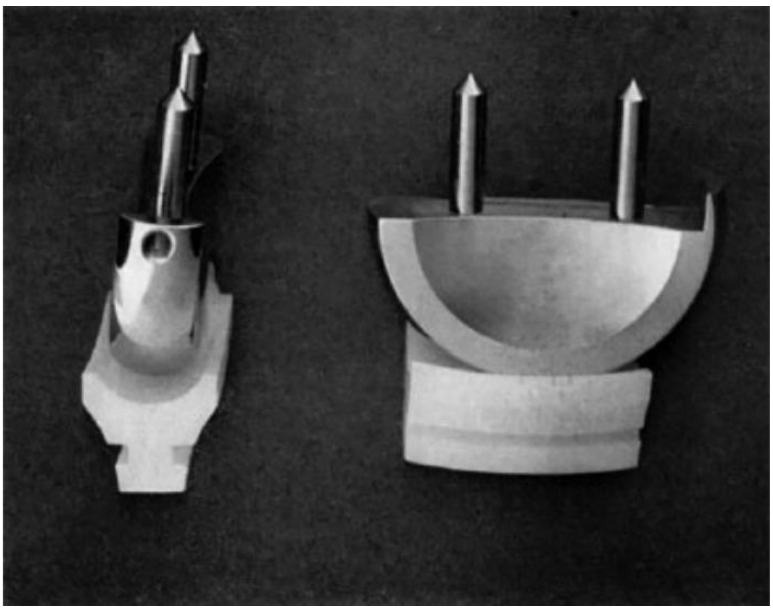
20. yüzyılın başında, farklı interpozisyon artroplastisi girişimleri denenmiştir. 1917'de Lexer yağ dokusu, 1918'de Baer kromatize domuz mesanesi, 1913'te Murphy, 1921'de Putti ve 1928'de Albee yağ ve fasya lata grefti kullanarak interpozisyon artroplastilerini tanımlamışlardır. Benzer şekilde, 1924'te Campbell serbest fasya transplantları, 1949'da Sampson selofan, 1950'de Kuhn naylon, 1958'de ise Brown cilt interpozisyonları ile çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları kısa vadede kısıtlı başarı gösterse de, orta ve uzun vadeli sonuçlarda istenilen başarıya ulaşamamıştır [59].

1950li yıllara gelindiğinde ise hem femoral hem tibial yüzeylerin değiştirildiği menteşe tipi protezler geliştirilmeye başlanmış sırasıyla Waldius, Shiers ve McKee kendi menteşeli protezlerini geliştirmiştir. Bu protezlerde fonksiyonel olarak başarılı sonuçlar alınsa da erken dönemde gevşeme ve aşınma problemleri ortaya çıkmıştır [59].



Şekil 10 Waldius menteşeli protez [60]

Günümüzdeki protezlerin öncüsü, 1967 yılında Gunston tarafından geliştirilmiştir. Gunston, metal komponentleri kemiğe çimento ile tespit etmiş ve aralarına yüksek yoğunluklu polietilen yerleştirerek polisentrik diz protezini ortaya koymuştur. Gunston 1971'de yayımladığı çalışmasında, diz hareketinin tek bir aks üzerinde değil, sürekli değişen rotasyon merkezleri üzerinde gerçekleştiğini ve femurun tibia platosu üzerinde posteriora kayması ile roll-back hareketinin gerçekleştiğini göstermiştir [59].



Şekil 11 Gunston polisentrik protezi [60]

1973’te Insall total kondiler protezi geliştirmiştir. Bu protez modern trikompartmanal protezlerin öncüsü olmuştur. Bu protezlerde arka çapraz bağ kesilmekte ve femoral komponent krom-kobalt alaşımdan meydana gelmektedir. Polietilen bir tibia platosu mevcuttu ve dislokasyonlar ile translasyon tibial komponentin anterior ve posterior dudakları ile engellenmekteydi. Patellar komponent ise kubbe şeklinde ve bir sap yardımıyla patellaya tespit edilmekteydi. Aynı tarihlerde Ranawat ise arka çapraz bağı koruyan, simetrik, bikondiler çimentolu protezi tasarlamıştır. Tibial komponent başlarda iki parça iken daha sonra tek parça haline getirilmiştir [59].

1976’da Goodfellow ve O’Connar, meniskal yüklenmeli protezlerin öncüsü olan Oxford diz protezini geliştirmişlerdir. Bu protezde stabilite, kollateral ligamentler ve her iki çapraz bağ ile sağlanmaktaydı [59].

1980’li yıllarda patellofemoral komplikasyonlar, total diz artroplastisi revizyonlarının başlıca nedenlerinden biri haline gelmiştir. Bu nedenle, patellofemoral eklem rekonstrüksiyonuna yönelik endikasyonlar ve uygulama şekilleri gözden geçirilmiştir. Değiştirilen eklemlerde temas alanı, asimetrik tasarımlarla artırılmış ve patellar komponent, femur üzerinde hareket sırasında daha stabil bir hale getirilmiştir [59].

Sonraki yıllarda, protez tasarımları ve tartışmalar; tespit şekli, çapraz bağların korunup korunmaması, patellanın değiştirilip değiştirilmemesi, hareketli veya sabit polietilen tercihi gibi konulara odaklanmıştır. Tespit ve aşınma sorunlarını aşmak amacıyla, kobalt-krom, titanyum, tantalum, seramik gibi alaşımlar ile yüksek molekül ağırlıklı polietilen komponentlerin birlikte kullanıldığı protezler geliştirilmiştir. Ayrıca, bu cerrahi işlemler bilgisayar yardımlı ya da minimal invaziv tekniklerle de gerçekleştirilebilmektedir. Bilgisayar yardımlı tekniklerin gelişmesinden sonra ise kinematik aksa uygun kesinin uygulanması ile beraber ‘mekanik aksa dik kesi mi daha üstün kinematik aksa uygun kesi mi daha üstün’ tartışması başlamıştır [59].



Şekil 12 MODERN PS PROTEZ [61]

2.7.2. Diz Protez Çeşitleri

Günümüze gelindiğinde diz protezleri kompartman tutulumuna göre, çapraz bağı koruyup korumamasına göre, patellanın değiştirilip değiştirilmemesine göre, fiksasyon şekli, sınırlayıcılık, ara parçanın hareketliliği ve eklem yüzey özelliklerine göre gruplara ayrılmıştır [59].

Tablo 5 Diz Protez Çeşitleri [59]

KOMPARTMAN SAYISI	• Unikompartmanal • Bikompartmanal • Trikompartmanal
ÇAPRAZ BAĞ	• AÇB Koruyan • AÇB Kesen
PATELLA	• Değişen • Değişmeyen
İNSERT	• Mobil • Hareketsiz
FİKSASYON	• Çimentolu • Çimentosuz • Hibrit
EKLEM YÜZEYİ	• Polietilen • Seramik
SINIRLAYICILIK	• Kısıtlayıcı Olmayan o Bağ Koruyan (CR) • Minimal/ Yarı Kısıtlayıcı (Semi CCK) o Bağ Kesen (PS) • Kısıtlayıcı (CCK) o Revizyon TDA (Genelde) • Yüksek Kısıtlayıcı o Menteşeli (Hinge)

2.7.3. Total Diz Artroplastisi Endikasyonları

Total diz artroplastisi (TDA), konservatif tedavi yöntemlerine rağmen şiddetli ağrı**,** belirgin fonksiyon kaybı veya ileri eklem deformitesi gelişen hastalarda uygulanan etkili bir cerrahi tedavi seçeneğidir. TDA için başlıca endikasyonlar aşağıda sıralanmıştır [62, 63]:

- **Primer osteoartrit:** Total diz artroplastisinin en sık görülen endikasyonudur ve ileri evre dejeneratif değişikliklerle karakterizedir.

- **İnflamatuar artritler:** Romatoid artrit başta olmak üzere eklem destrüksiyonu ile seyreden inflamatuar hastalıklar.
- **Posttravmatik artrit:** Travma sonrası gelişen eklem yüzeyi bozuklukları ve sekonder dejeneratif değişiklikler.
- **Avasküler nekroz (osteonekroz):** Eklem yüzeyinin yapısal bütünlüğünü bozan vasküler kaynaklı kemik hasarları.
- **İleri derece eklem deformitesi:** Varus veya valgus diziliminin belirgin olduğu ve fonksiyonel kısıtlılık oluşturan durumlar.

2.7.4. Total Diz Artroplastisi Kesin ve Göreceli Kontrendikasyonları

Total diz artroplastisi birçok hastada belirgin klinik fayda sağlasa da bazı durumlarda cerrahi girişim kesin olarak kontrendikedir veya ertelenmesi önerilir. Bu kontrendikasyonlar hastanın güvenliği ve cerrahi başarının sürdürülebilirliği açısından önem taşır [63].

Göreceli kontrendikasyonlar şunlardır:

- İleri derecede periferik vasküler hastalık
- Şiddetli nörolojik bozukluklar
- Anestezi açısından yüksek risk oluşturan ciddi komorbid hastalıklar
- Morbid obezite
- İleri derecede osteoporoz
- Majör psikiyatrik hastalıklar
- Ameliyat sonrası rehabilitasyon sürecine uyum sağlayamayacak hasta profili

Kesin kontrendikasyonlar şunlardır:

- Dizde veya vücudun herhangi bir yerinde aktif enfeksiyon varlığı
- Ekstansör mekanizmanın yetersizliği
- Başarılı ve ağrısız bir artrodez mevcudiyeti

2.7.5. Total Diz Artroplastisine Hazırlık

Total diz artroplastisi öncesi hazırlık süreci, cerrahi başarının ve ameliyat sonrası fonksiyonel sonuçların belirleyici unsurlarından biridir. Bu süreç; hastanın ayrıntılı tıbbi öyküsünün alınmasını, fiziksel durumunun değerlendirilmesini ve cerrahiye uygunluğunun kapsamlı biçimde analiz edilmesini içerir. Ameliyat öncesi değerlendirmelerin temel amacı, cerrahi sonucu veya iyileşme sürecini olumsuz etkileyebilecek risk faktörlerini

tanımlamak ve mümkün olduğunca optimize etmektir. Aynı zamanda hasta eğitimi, medikal tedavinin düzenlenmesi ve ameliyat sonrası bakım planlaması bu sürecin ayrılmaz parçalarıdır [63].

Cerrahi Öncesi Konservatif Tedavi Yaklaşımları

Amerikan Ortopedi Cerrahlar Akademisi (AAOS) klinik rehberlerine göre, semptomatik diz osteoartritinde cerrahiye geçilmeden önce ameliyatsız tedavi seçeneklerinin etkin biçimde uygulanması önerilmektedir. Bu bağlamda kilo kontrolü, fiziksel aktivite, yapılandırılmış fizik tedavi programları, NSAİİ kullanımı ve tramadol, güçlü ya da orta düzey kanıtla desteklenen tedavi yöntemleri arasında yer almaktadır [64].

Akupunktur, glukozamin/kondroitin takviyeleri, hyaluronik asit ve kortikosteroid enjeksiyonları, yan kama tabanlıklar ve boşaltıcı dizlikler gibi yöntemler ise güçlü kanıt desteğine sahip olmamakla birlikte, uygun hastalarda alternatif tedavi seçenekleri olarak değerlendirilebilmektedir [63, 64].

Ameliyat Öncesi Klinik Değerlendirme

TDA planlanan her hastada ayrıntılı bir öykü ve fizik muayene zorunludur. Önceki diz cerrahileri, artroskopik girişimler, protez uygulamaları ve geçirilmiş travmalar mutlaka sorgulanmalı; mevcut cerrahi skarlar cerrahi yaklaşımı etkileyebileceği için dikkatle değerlendirilmelidir. Daha önce diz travması veya cerrahisi geçirmiş hastalarda mekanik eksen bozukluğu, sabit donanım varlığı veya instabilite bulunabileceği unutulmamalıdır [63].

Fizik muayenede alt ekstremitenin mekanik aksı, dizin hareket açıklığı, bağ stabilitesi, yumuşak doku durumu ve deformitelerin redüksiyon potansiyeli ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Varus veya valgus deformitelerinin esnekliği, ameliyat sırasında uygulanacak yumuşak doku gevşetmelerinin ve kemik rezeksiyonlarının planlanmasında yol göstericidir [63, 64].

Ayrıca periferik dolaşım mutlaka değerlendirilmelidir. Ciltte kronik venöz yetmezlik bulguları, ülserasyonlar veya geçirilmiş enfeksiyonlar cerrahi riskleri arttırabilir. Periferik damar hastalığı şüphesi bulunan hastalarda damar cerrahisi konsültasyonu önerilir [63, 64].

Radyografik Değerlendirme

Ameliyat öncesi radyolojik inceleme, tercihen ayakta çekilmiş ağırlık taşıyan anteroposterior diz grafileri ile yapılmalıdır. Bu görüntüler mekanik hizalanmayı, deformite

derecesini ve kemik kaybını değerlendirmede temel rol oynar. Tibiofemoral açı, koronal plandaki deformitenin büyüklüğünü tahmin etmeye yardımcı olur [63].

Yan grafiler, tibianın posterior eğimini ve femoral kondillerdeki posterior osteofitleri değerlendirmek açısından önemlidir. Patellofemoral görüntüleme rutin şablonlama için zorunlu olmasa da, patellofemoral artritin derecesini belirlemede ve cerrahi sırasında patellaya yönelik ek girişimlerin planlanmasında yol gösterici olabilir [63].



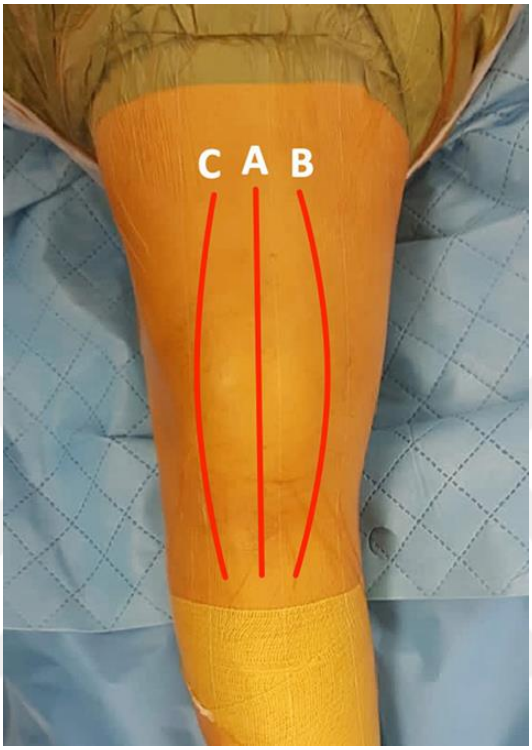
Şekil 13 Her İki Alt Ekstremiteyi Gösteren Ortoröntgenogram

Total Diz Artroplastisinde Cerrahi Teknikler

Tüm cerrahi girişimlerde olduğu gibi TDA öncesinde cerrahi taraf ve alan mutlaka işaretlenmelidir. Hasta supin pozisyonda ameliyat masasına alınır; cerrahın tercihine göre diz fleksiyonunu kolaylaştıran destekler ve kalça dış rotasyonunu engelleyen yan destekler kullanılabilir. Turnike uygulanacaksa, cerrahi alanı etkilemeyecek şekilde en proksimal seviyeden yerleştirilmelidir. Cerrahi alan uygun antiseptik solüsyonlarla temizlendikten sonra steril örtünme sağlanır [63, 65]

İnsizyon ve Cerrahi Yaklaşımlar

Total diz artroplastisinde en sık tercih edilen insizyon orta hat insizyonudur. Bu insizyon distal femurdan başlayarak tuberositas tibianın medialine kadar uzanır. Orta hat insizyon sonrası ekleme ulaşmak için farklı artrotomi teknikleri kullanılabilir [63, 65].



Şekil 14 TDP cerrahisinde kullanılabilecek cilt kesileri (A, orta hat (midline) cilt kesisi; B, paramedial cilt kesisi; C, lateral cilt kesisi) [66]

Medial Parapatellar Yaklaşım

En yaygın kullanılan yaklaşımdır. Quadriceps tendonunun medialinden başlanarak patellaya uzanan artrotomi ile ekleme girilir. Gerekli durumlarda patella eversiyonu sağlanarak eklem ekspozisyonu artırılır [67].

Midvastus Yaklaşım

Quadriceps tendonunun bütünlüğü korunur. Vastus medialis obliqus lifleri boyunca yapılan sınırlı kesi ile patellaya ulaşılır. Daha az kas travması sağlamasına karşın ekspozisyon sınırlı olabilir [66].

Subvastus Yaklaşım

Vastus medialis kası korunarak gerçekleştirilen, daha az yumuşak doku hasarı içeren bir yaklaşımdır. Ancak ileri deformitelerde ve revizyon cerrahilerinde görüş alanı yetersiz kalabileceğinden önerilmez [68].

Lateral Parapatellar Yaklaşım

Özellikle belirgin valgus deformitelerinde tercih edilir. Artrotomi lateralden başlatılarak patellar tendon korunur [69].

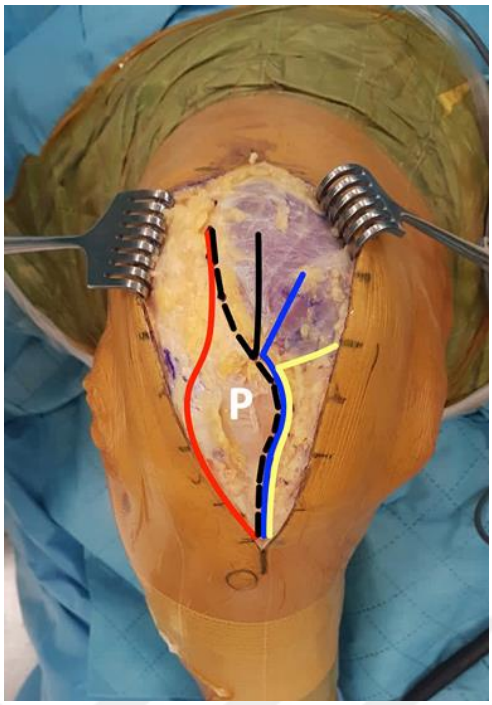
Ekstensil Medial Parapatellar Yaklaşım

Zor ve kompleks vakalarda eklem ekspozisyonunu artırmak amacıyla uygulanır. Quadriceps tendonunun proksimale doğru genişletilmesini içerir [63, 66].

Medial Trivektör Koruyan Artrotomi

Total diz protezi sonrası patellar malpozisyon, sık karşılaşılan komplikasyonlardan biridir. Medial trivektör koruyan artrotominin amacı, kuadriseps kas dengesizliğine bağlı gelişebilecek patellar izlenme bozukluklarını önlemektir. Bu teknik, artrotomi hattının kuadriseps kas vektörünün merkezinden geçirilmesine dayanır; böylece kuadriseps tendonunu stabilize eden kuvvetler dengelenerek patellar yerleşimin normalleştirilmesi hedeflenir [66, 69].

Kuadriseps kas vektörünün merkezi anatomik olarak vastus medialis kasının yaklaşık 1,5–2 cm medialinde yer alır. Bu nedenle artrotomi, kuadriseps tendonunun yaklaşık 1,5–2 cm medialinden vertikal olarak başlatılır ve distalde tibial tüberkülün yaklaşık 1 cm medialine kadar uzatılır. Bu yaklaşım, paramedial artrotomiye anatomik, midvastus artrotomisine ise biyomekanik açıdan benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, medial yumuşak doku kanlanmasının kısmen etkilenmesi ve vastus medialis kasının kesilmesi tekniğin başlıca dezavantajlarıdır [66, 69]



Şekil 15 Subvastus (sarı çizgi), midvastus (mavi çizgi), medial trivek tör koruyan (siyah çizgi) ve lateral (kırmızı çizgi) artrotomi hatları (P, patella; kesikli siyah çizgi, medial parapatellar artrotomi hattı) [66]

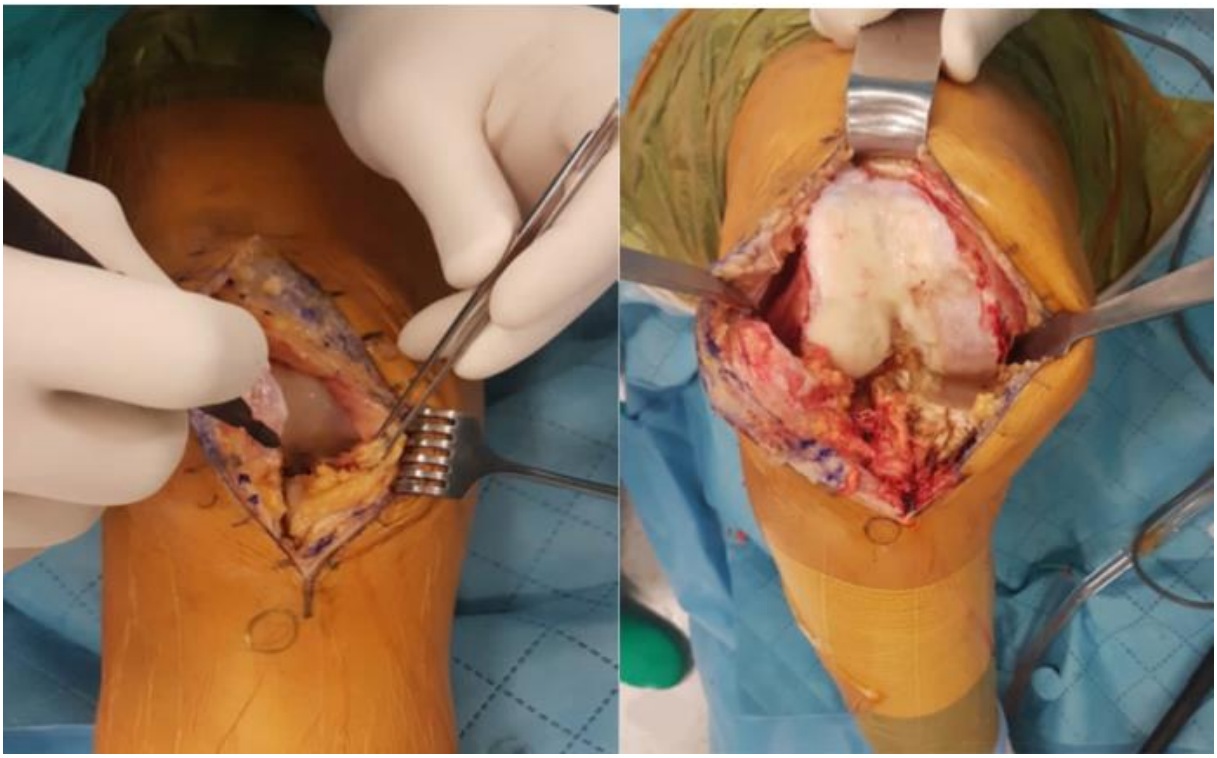
Yumuşak doku gevşetmeleri

İnsizyon ve artrotomilerden sonra yumuşak doku prosedürlerine geçilir. Yağ yastıkçığı(hoffa) cerrahi görüşü sağlayacak kadar alınmalıdır. Varus dizlerde tibianın medial tarafı derin medial kollateral ligamentin ve kapsülün subperiosteal olarak kaldırılmasıyla posteromedial köşeye kadar gevşetilir. Varus dizlerde tibial, valgus dizlerde ise femoral taraftan yumuşak doku gevşetmeleri sağlanarak mediolateral denge sağlanır. Bağlara gevşetmeler uygulanırken transvers kesiler uygulanmamalı, longitudinal kesiler kullanılmalıdır. Varus dizlerde derin medial kollateral ligamentin büyük bölümü gevşetilir bu sayede tibianın anterior translasyonu ve dış rotasyonu sağlanır.

Deneme komponentlerinin yerleştirilmesinin ardından medial kollateral ligament gerginliği kontrol edilir ve hala gerginilk olan dizlerde yüzeyel derin kollateral ligament çoklu delme (pie-crust) tekniği ile gevşetilir. Böylece medial gerginlik bu şekilde gevşetilmişş olur.

Medial kollateral ligament gevşetilmesi ve hoffa eksizyonu sonrası diz eklemi ekstansiyondayken lateral patellofemoral plikalar ve yapışıklıklar eksize edilir. Ardından patella laterale retrakte edilerek veya dışa devrilerek diz tekrar fleksiyona alınır ve yeterli cerrahi görüş sağlanmış olur. Ardından diğer yumuşak doku prosedürleri ile devam edilir.

Ön çapraz bağ temizliği TDA cerrahisinde standart bir prosedürdür. Ardından arka çapraz bağ kesen protez kullanılacaksa genellikle femoral çentik osteotomisi ile beraber temizlenir. Arka çapraz bağın sağlam olduğu ve arka çapraz bağ koruyan protezlerin kullanılacağı durumlarda arka çapraz bağ kesilmez. Çapraz bağlar kesildikten sonra menisektomi işlemi uygulanır ve posterior yapılar temizlenerek gevşetilir. Ardından kemik kesilerine geçilir.



Şekil 16 Peroperatif Medial yapıların gevşetilmesi ardından dizin fleksiyona getirilerek patellanın laterale ekartasyonu [66]

Kemik Kesileri

Doğru kemik kesileri ve dengeli yumuşak doku gevşetmeleri ile yer düzlemine paralel, fleksiyon-ekstansiyon aralığı eşit bir diz eklemi elde edilmelidir. Total diz artroplastisinde dört adet temel kesi iki adet de isteğe bağlı kesi vardır

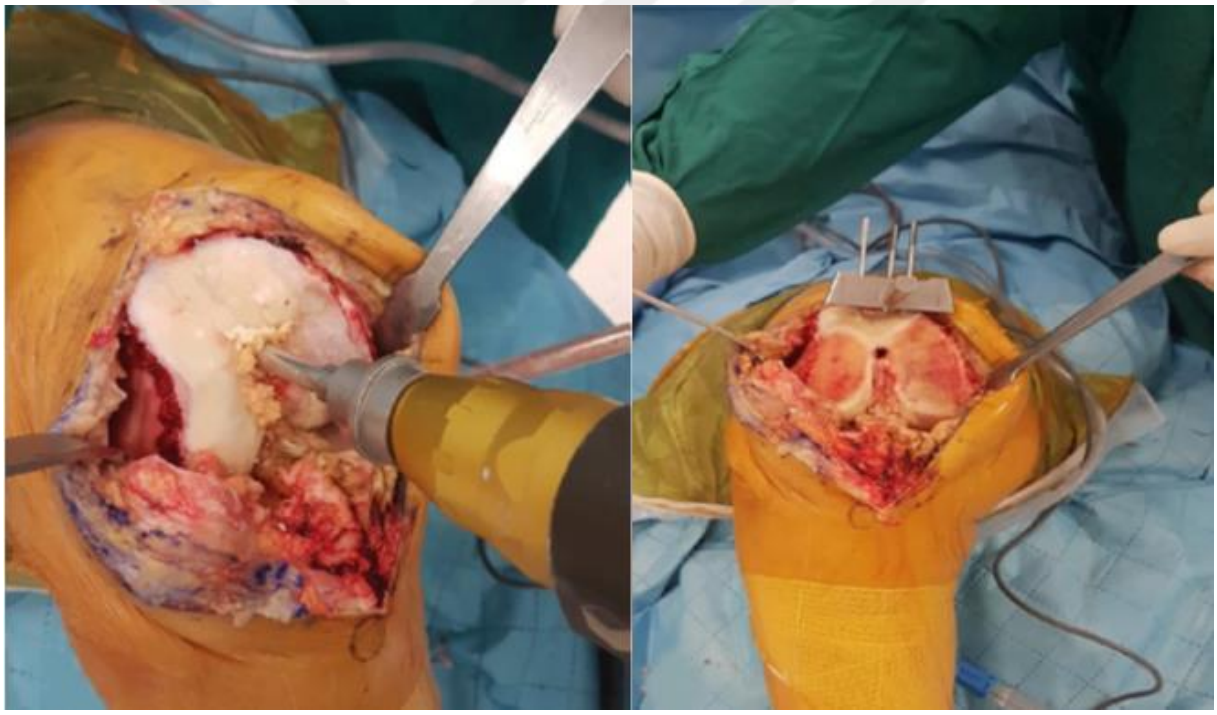
- Distal femoral kesi
- Anterior ve posterior femoral kondil kesileri
- Anterior ve posterior köşe (chamfer) kesileri
- Proksimal tibia kesisi
- Arka çapraz bağ kesen protez uygulanıyorsa interkondiler çentik (notch) kesisi

- Patellar komponent uygulanacaksa patellar kesi

Distal femur kesisi

Genellikle intramedüller kılavuz kullanılarak yapılır. Kılavuzun giriş deliği interkondiler çentik merkezinin 3-4 mm medialinde ve arka çapraz bağın femoral yapışma yerinin 1cm anteriorunda olmalıdır. Kılavuz femoral kanal ortasından gönderilmelidir herhangi bir kortekse temas etmemelidir.

Kılavuz yerleştirildikten sonra 5-7° valgus açısı verilip mekanik aksa dik kesi yapılmalıdır. Bu kesiler hiçbir zaman medial ve lateral kollaterallerin yapışma yerinin proksimaline geçmemelidir.



Şekil 17 Kılavuz giriş deliğinin belirlenmesi- Distal femoral kesi sonrası görüntü [66]

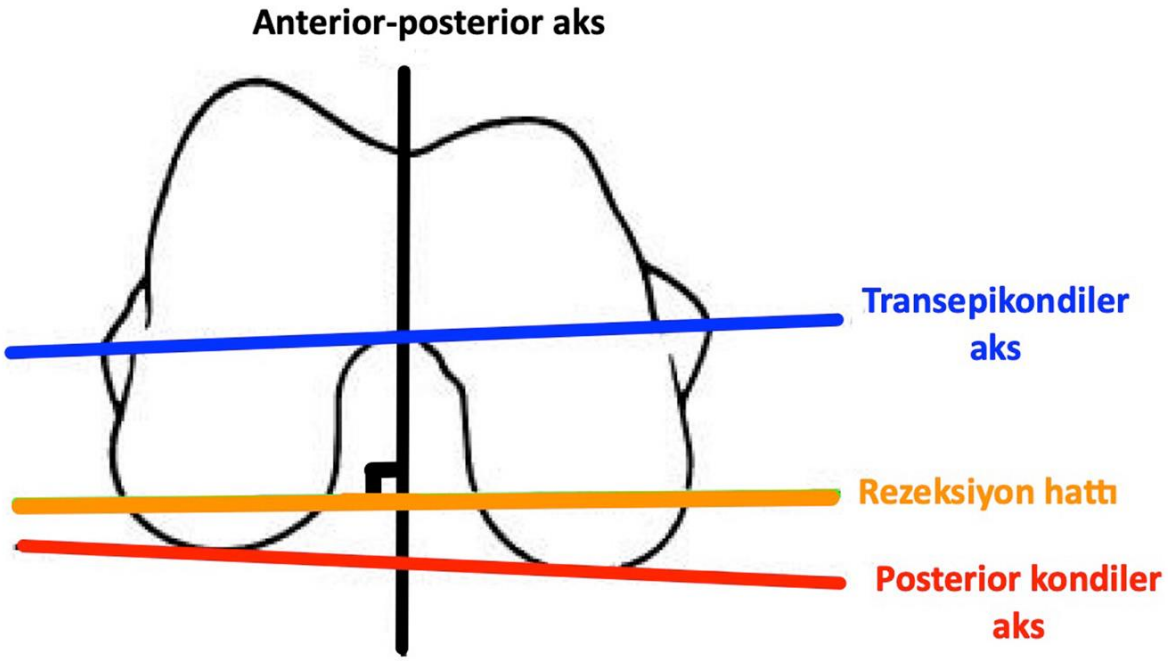
Anterior ve posterior kondil kesileri

Distal femur kesisinin ardından femoral komponent boyutu antero-posterior femoral mesafe ölçülerek yapılır. Genellikle posterior referans tekniği kullanılır. Femoral komponent boyutunu seçerkenki amaç; femoral çentiklenmeye sebep olmayan en küçük boyutlu komponenti yerleştirmektir. Kesi kılavuzu posterior kondillere yerleştirilir ve distal kesi yüzeyi ile tam temas sağlandıktan sonra stilus anterior korteksin en yüksek noktasına temas

ettirilir ve komponent boyutu belirlenir. Büyük boy komponent kullanılması eklemde daralmaya neden olur. Posterior referans tekniğinde posterior kondilden yapılacak kesi miktarı değişmez bu nedenle fleksiyon-ekstansiyon aralıklarında eşitsizlik oluşması beklenmez.

Anterior ve posterior kondil kesileri komponentin rotasyonunu ve fleksiyon aralığını belirler. Fazla dış rotasyon medial aralığın açılmasına ve fleksiyon instabilitesine yol açarken, femoral komponentin fazla iç rotasyonda olması patellofemoral instabileteye yol açar.

Referans noktası olarak transepikondiler aks, anterior-posterior aks (whiteside çizgisi) veya posterior kondiler aks kullanılabilir. Transepikondiler aks kullanılacaksa posterior femoral kesi epikondiller arasındaki izafi çizgiye paralel olmalıdır. Anterior- posterior aks kullanılacaksa posterior kondiler kesi bu eksene dik olmalıdır. Posterior kondiler aks referans alındığında ise kondiler arasında çizgiye 3° dış rotasyon verilerek kesi yapılmalıdır.



Şekil 18 Femoral komponent rotasyonunun ayarlanmasında kullanılabilecek femoral kondiler akslar [66]

Anterior ve posterior köşe kesileri

Köşe kesileri ile femoral komponentin femur ile tam teması sağlanır ve arka çapraz bağ kesen protez yapılıyorsa femoral çentik (notch) kesisine geçilir.

Proksimal tibia kesisi

Tibial plato kesisi eklem seviyesinin yüksekliğini korumak amacıyla çok dikkatli yapılmalıdır. Eklem seviyesi anatomik olarak medial femoral epikondilin 3cm distalinde, fibula başının 1.5cm proksimalindedir. Proksimal tibia kesisi tibianın mekanik ve anatomik aksına dik olmalı bu nedenle ekstramedüller veya intramedüller kılavuzlar kullanılabilir. Standart tibia kesilerinde posteriora 4°-7° arası eğim verilir. Tibia kesisindeki amacımız mümkün olan en az kesiyi yaparak subkondral kemiğe ulaşmak, tibial komponenti subkondral kemiğe yerleştirmek ve mümkün olan en ince polietilen inserti kullanmaktır.

Ekstramedüller kılavuz kullanıldığında kılavuz rodu, talar kubbeyi merkezleyerek yerleştirilmeli ve kılavuz rodu tibia anterior korteksine paralel seyretmelidir. Tibial kesi seviyesini belirlemek için stilus kullanılır. Stilusun iki ayar seçeneği mevcuttur. Birincisi 2mm uzunluğundadır ve defektli tibia kondilinden minimum kesi yapılmasını sağlar. İkincisi ise 9mm uzunluğundadır ve daha iyi durumda olan tibia kondiline yerleştirilerek uygun kesinin yapılmasını sağlar.

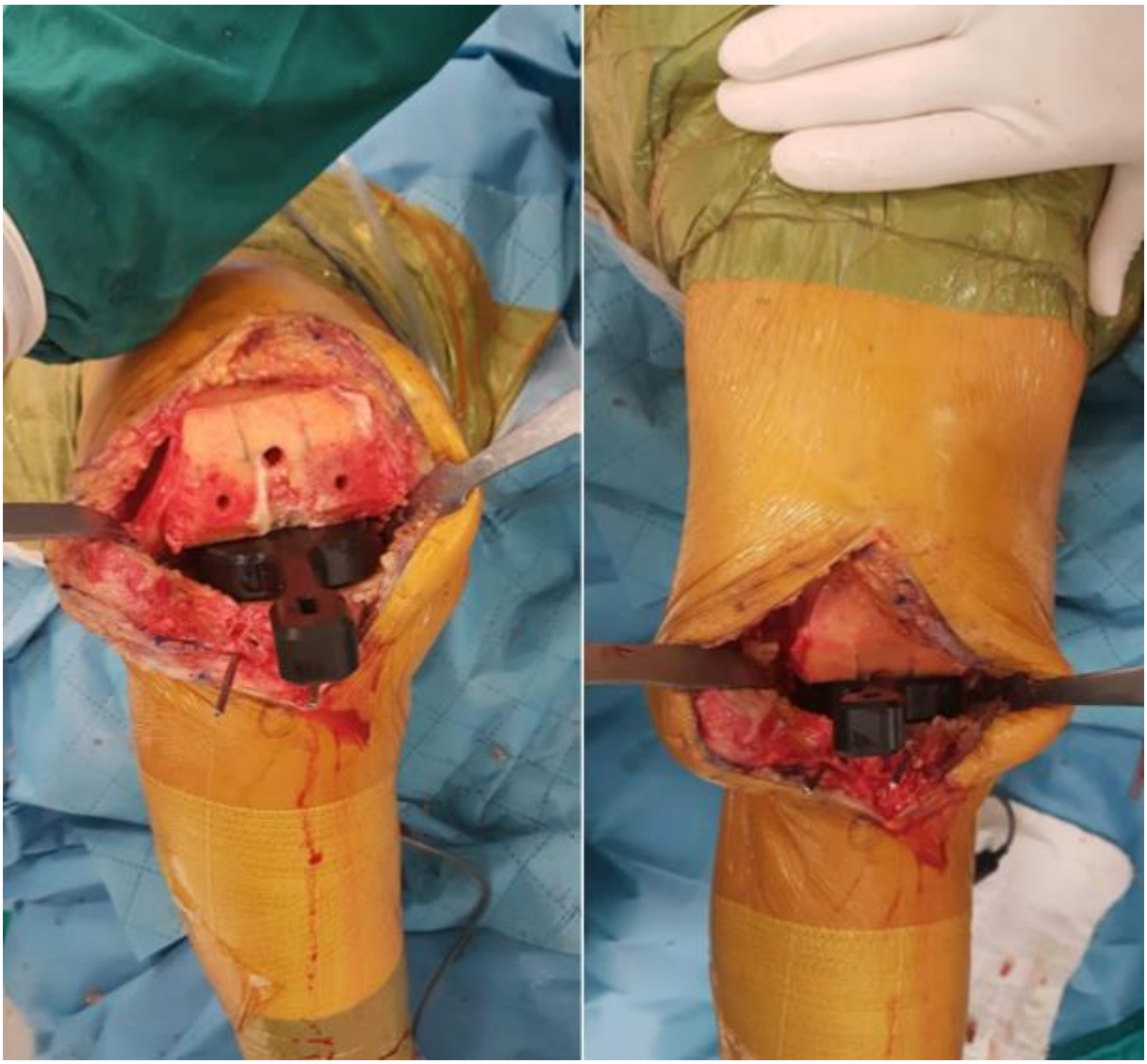
Proksimal tibia kesisinin ardından tibial komponent boyutu ölçülür. Osteofitler temizlendikten sonra deneme tibial komponent pinler yardımıyla uygun rotasyonda yerleştirilir. Tibial komponentin rotasyonu tüberositas tibia, 2.metatars, talar kubbenin merkezi ve tibia plato transvers ekseni referans alınarak belirlenir. Tibial komponentin orta noktası tüberositas tibia medialinde kalmalı ve tibial plato transvers aksı ile komponentin transvers aksı birbirine paralel olmalıdır.



Şekil 19 Tibia kesi bloğu ve ekstramedüller kılavuzun yerleştirilmesi [66]

Patellar kesi kullanılacaksa osteotomi, patella kalınlığı minimum 15mm kalacak şekilde yapılmalıdır. Patellar faset asimetrisinden dolayı medial taraftan daha fazla kemik almak gerekmektedir.

Kemik kesilerinin ardından ekstansiyon ve fleksiyon aralıkları dengelenmelidir. Distal femoral kesi ile tibial kesi yüzeyleri ekstansiyon aralığını belirlerken tibial kesi ile posterior femoral kondil kesi yüzeyleri fleksiyon aralığını belirler. Hem fleksiyon hem ekstansiyon aralığının dar olduğu durumlarda tibial yüzeye ek kesi yapılmalıdır.



Şekil 20 Fleksiyon ve ekstansiyon aralıklarının ölçümü [66]

Kemik kesileri ve yumuşak doku gevşetmelerinin ardından deneme komponentler ile eklem stabilitesi ve dizilimi değerlendirilir. Ardından deneme komponentler çıkarılır, basınçlı serum fizyolojik ile yıkama ve kurulama işlemleri yapılır. Asıl protezler çimentolanarak yerleştirilirildikten sonra deneme tibial insert yerleştirilir ve diz tam ekstansiyona alındıktan sonra çimentonun donması beklenir. Çimento donduktan sonra deneme insert de orjinali ile değiştirilerek turnike açılır, hemostaz sağlanıp yıkama işlemine geçilir. Ardından artrotomi sahası ve cilt kapatılır. Dren konulduysa cilt kapatılmadan önce drenin hareket edip etmediği kontrol edilir hareket ediyorsa diz eklemi 30° -40° fleksiyonda olacak şekilde cilt kapatılır ve dren cilde tespit edilir.

3. MATERYAL ve METOD

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 10.10.2024 tarihinde, 6 numaralı toplantı sayılı ve 192 karar numarası ile onay alındıktan sonra yürütüldü.

Çalışma Tasarımı

Çalışma, geriye dönük, gözlemsel ve tanımlayıcı bir çalışma olarak tasarlandı.

Çalışmanın Gerçekleştirildiği Yer ve Zaman

Araştırma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde, 01.01.2022- 01.10.2023 tarihleri arasında Ortopedi ve Travmatoloji polikliniklerinde primer diz osteoartriti tanısı almış ve aynı ekip tarafından orta hat insizyonu ve medial parapatellar artrotomi sonrası mekanik aksa dik kesi prensibi ile total diz artroplasti cerrahisi yapılmış 936 hasta taranarak 2 yıllık takip süresinin ardından 01.11.2024-01.11.2025 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Cerrahi sırasında aynı marka protezler kullanılmış olup arka çapraz bağ kesen (PS) protez tercih edilmiştir.

Çalışmaya Dahil Edilme ve Dışlama Kriterleri

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Polikliniği'ne diz ağrısı ile başvuran;

⇒ Primer diz osteoartriti tanısı alan hastalar

⇒ Primer total diz artroplastisi uygulanan hastalar

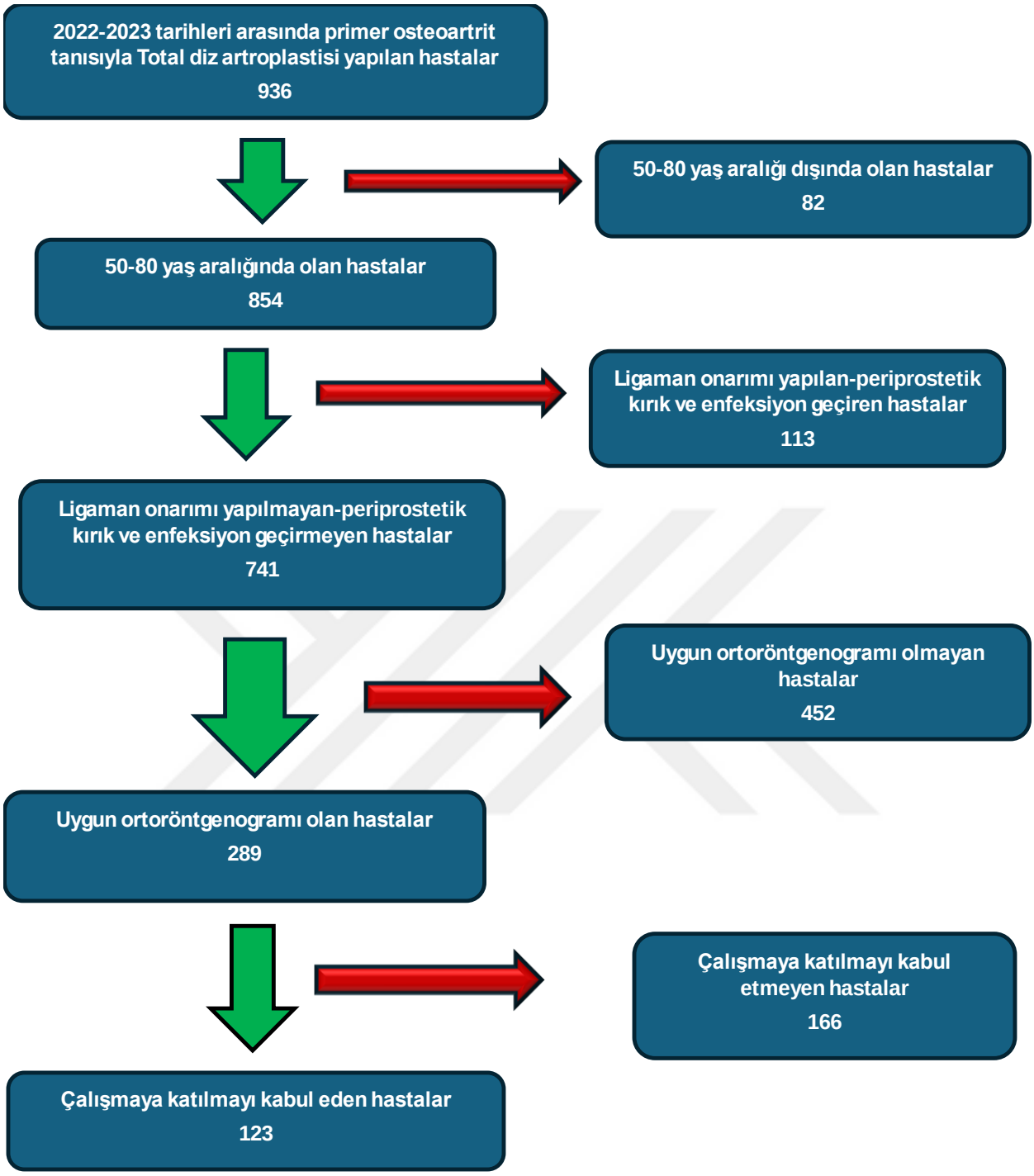
⇒ 50–80 yaş aralığında olan hastalar

⇒ Ameliyat öncesi ortoröntgenogramı bulunan hastalar

⇒ Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar çalışmaya dahil edildi.

⊗ Periprostetik kırık öyküsü bulunan hastalar

- ⊗ Periprostetik eklem enfeksiyonu gelişen hastalar
- ⊗ Patellar tendon onarımı yapılan hastalar
- ⊗ Medial kollateral ligaman onarımı yapılan hastalar
- ⊗ 10° ve üzerinde fleksiyon kontraktürü gelişen hastalar
- ⊗ 50 yaşından küçük olan hastalar
- ⊗ 80 yaşından büyük olan hastalar
- ⊗ Morbid obezitesi mevcut olan hastalar
- ⊗ Ameliyat öncesi uygun ortoröntgenogramı bulunmayan
- ⊗ Takip süresi yetersiz olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

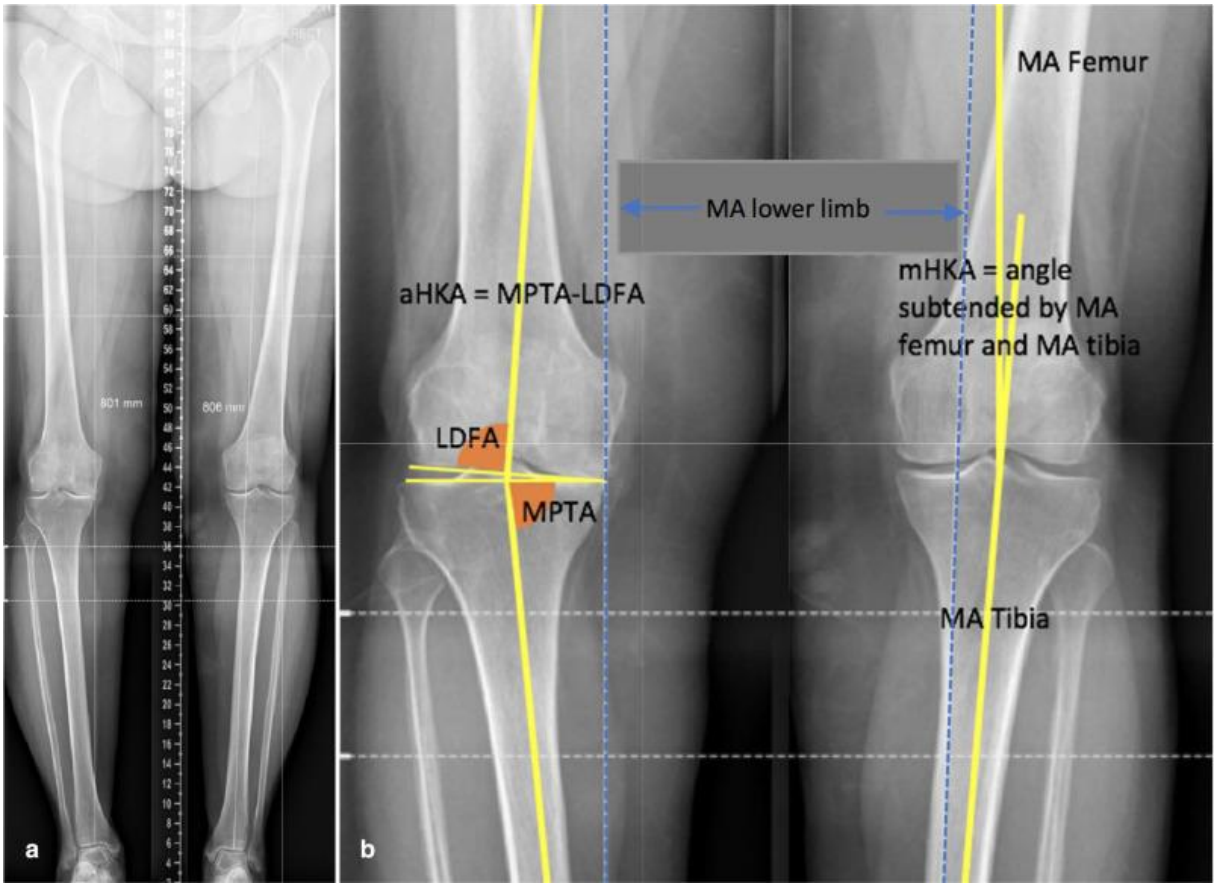


Şekil 21 Çalışmaya dahil edilme ve dışlanma kriterleri

Verilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi

Hastaların yaş, cinsiyet ve ameliyat edilen diz bilgileri hastane otomasyon sistemi üzerinden kaydedildi. Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası lateral distal femoral açı (LDFA), medial proksimal tibial açı (MPTA), aritmetik hip–knee–ankle açısı (aHKA), mekanik hip–knee–ankle açısı (mHKA) ve joint line obliquity (JLO) ölçümleri ortoröntgenogramlar

üzerinden çalışma yürütücüsü tarafından değerlendirildi. Bu ölçümler kullanılarak hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası CPAK sınıflamaları belirlendi; ameliyat sonrası mekanik aks ve ameliyat öncesi aritmetik aks farkı (missmatch) ile ameliyat sonrası mekanik ve aritmetik aks farkı (MAAD) değerleri hesaplandı.



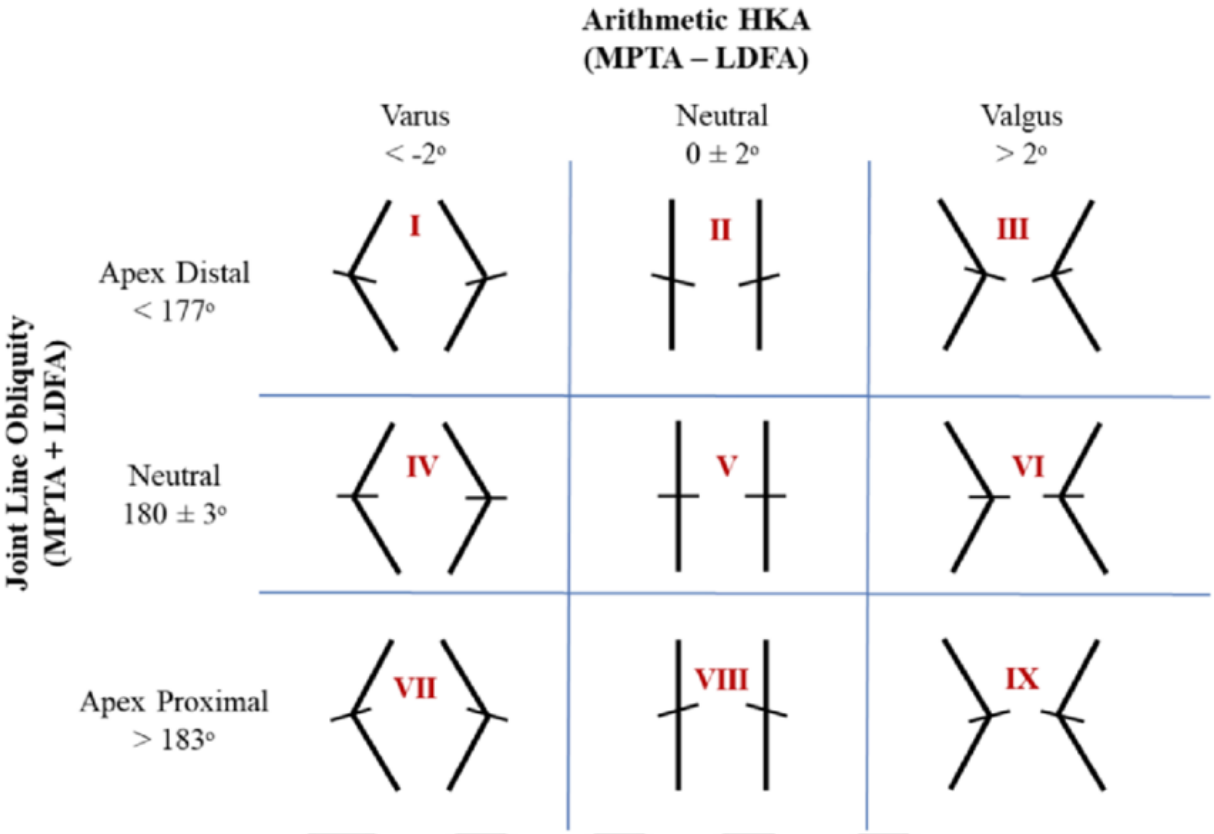
Şekil 22Ortoröntgenogram üzerinde LDFA, MPTA, mHKA ölçümleri [82]

MPTA-LDFA=aHKA

MPTA+LDFA=JLO

Missmatch= (ameliyat sonrası mHKA)-(ameliyat öncesi aHKA)

MAAD= (ameliyat sonrası mHKA)-(ameliyat sonrası aHKA)



Şekil 23 CPAK sınıflaması [50]

Ameliyat sonrası dönemde hastaların fleksiyon ve ekstansiyon açıklıkları ile Knee Society Score (KSS), Fonksiyonel Knee Society Score (F-KSS), WOMAC ve Oxford Knee Score (OKS) değerleri kaydedildi.

Hastalar;

- aHKA ve mHKA değerlerine göre varus, nötral ve valgus,
- JLO değerlerine göre apex distal, apex proksimal ve nötral,
- mismatch ve MAAD değerlerine göre uyumlu ve uyumsuz

şeklinde gruplandırıldı.

CPAK sınıflamasına göre ameliyat öncesi olarak Tip 2, 4, 5, 6 ve 8 olan hastalar merkezi bölge, Tip 1, 3, 7 ve 9 olan hastalar ise periferik bölge olarak sınıflandırıldı.

Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası LDFA, MPTA, aHKA, mHKA ve JLO değerleri arasındaki farklar hesaplanarak sırasıyla ΔLDFA, ΔMPTA, ΔaHKA, ΔmHKA ve ΔJLO değişkenleri oluşturuldu.

Hastaların demografik ve klinik özellikleri tanımlandıktan sonra ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası radyolojik ölçümler karşılaştırıldı. Ardından varus, nötral ve valgus

gruplarının; apex distal, apex proksimal ve nötral JLO alt gruplarının fonksiyonel sonuç skorları analiz edildi. Benzer şekilde missmatch ve MAAD durumuna göre oluşturulan alt grupların fonksiyonel sonuçları değerlendirildi. Oluşturulan delta (Δ) değerlerinin fonksiyonel sonlanım skorları ile ilişkileri korelasyon analizleri ile incelendi. Ameliyat sonrası CPAK sınıflamasının ve CPAK sınıflamasındaki değişimin fonksiyonel skorlar üzerindeki etkisi analiz edildi. Son olarak cinsiyet grupları arasında fonksiyonel sonuçlar açısından fark olup olmadığı değerlendirildi.

Referans Eşik Değerleri ve grup tanımları [50]

✓ **mHKA (mekanik HKA)**

- Varus: mHKA < **−3°**
- Nötral: −3° ile +3° arası
- Valgus: mHKA>**+3°**

✓ **aHKA (aritmetik HKA)**

- Varus: aHKA < −2°
- Nötral aralık: −2° ile +2° arası
- Valgus: aHKA>**+2°**

✓ **JLO (Joint Line Obliquity)**

- Apex distal: JLO <177°
- Apex nötral: 177°–183° arası
- Apex proksimal: JLO >183°

✓ **MISSMATCH**

- Uyumlu grup: −3 ile +3 arası
- Uyumsuz grup: bunun dışındaki tüm değerler

✓ **MAAD (uyum/uyumsuzluk)**

- Uyumlu grup: −3 ile +3 arası
- Uyumsuz grup: bunun dışındaki tüm değerler

Hasta Onamının Alınması ve Klinik Skorlamaların Değerlendirilmesi

Ameliyat sonrası dönemde fonksiyonel değerlendirmelerin yapılabilmesi amacıyla hastalar telefon ile aranarak çalışmaya davet edildi. Hastalara çalışma hakkında ayrıntılı bilgi verildikten sonra, çalışmaya katılmayı kabul edenlerden yazılı bilgilendirilmiş onam alındı. Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar polikliniğe çağrılarak yüz yüze değerlendirildi. Bu

değerlendirmede hastaların diz eklemine ait fleksiyon ve ekstansiyon açıklıkları gonyometre yardımıyla ölçüldü; Knee Society Score (KSS), Fonksiyonel Knee Society Score (F-KSS), WOMAC ve Oxford Knee Score (OKS) skorlamaları standart yöntemlere uygun şekilde yapılarak kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS 27.0 (Statistical Package for Social Sciences, Chicago, USA) yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. Sürekli değişkenlerin dağılımı Shapiro–Wilk testi, histogram ve Q–Q plotlar ile değerlendirildi. Kategorik değişkenler sayı (n) ve yüzde (%) olarak ifade edildi. Normal dağılım gösteren sürekli değişkenler ortalama ± standart sapma, normal dağılıma uymayanlar ise ortanca ve %25–75 çeyrekler arası aralık (%25–75 ÇAA) ile raporlandı.

Kategorik değişkenlerin bağımsız gruplar arasındaki karşılaştırmalarında Pearson ki-kare testi veya Fisher'ın kesin testi kullanıldı. Sürekli değişkenlerin bağımsız gruplar arasındaki karşılaştırmalarında normal dağılım gösterenler için Student t-testi, normal dağılıma uymayanlar için Mann–Whitney U testi uygulandı. Bağımlı grupların karşılaştırmalarında paired t-testi veya Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanıldı. Üç veya daha fazla grubun karşılaştırılmasında Kruskal–Wallis testi tercih edildi. Sürekli değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık için $p<0,05$ değeri kabul edildi.

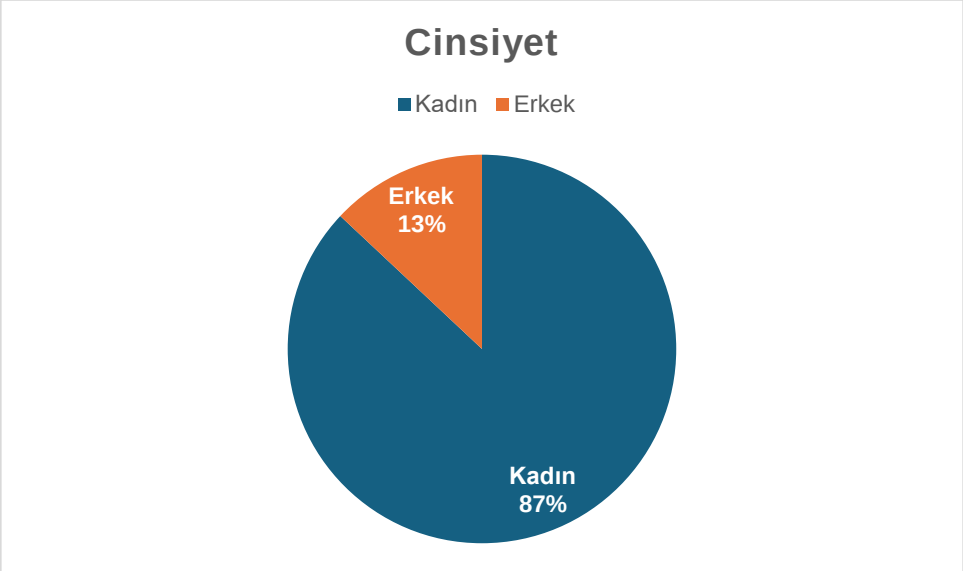
4. BULGULAR

Çalışmaya 123 hasta dahil edildi. Toplamda 155 dize, total diz artroplastisi yapıldı. Hastaların 107'si kadın, 16'sı erkekti. Yaşlarının ortancaları 67 (62-72,5) yıl idi. 32 (%26) hastaya bilateral olmak kaydı ile 74 hastanın sağ dizine, 81 hastanın sol dizine total diz artroplastisi yapıldı. Bulgular şekil 16, ve tablo 6'da gösterildi.

Tablo 6 Hastaların karakteristik özellikleri

Cinsiyet, *n (%)*	Kadın	107 (87)
	Erkek	16 (13)
Yaş (yıl), *ortanca (%25-75 ÇAA)*		67 (62-72,5)
Yapılan diz tarafı, *n (%)*	Sağ	74 (47,7)
	Sol	81 (52,3)

ÇAA, Çeyrekler arası aralık



Şekil 24 Hastaların cinsiyet dağılımları

Hastaların ameliyat öncesi lateral distal femoral açıları, medial proksimal tibial açı, aritmetik HKA, mekanik HKA ve JLO değerleri ile aynı açıların ameliyat sonrası değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p değerleri <0,001). Bulgular tablo 7'de gösterildi.

Tablo 7 Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası diz açıları ve karşılaştırmaları

	Ameliyat öncesi (n=155)	**Ameliyat sonrası (n=155)**	**p**
Lateral Distal Femoral Açı, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	89,8 (88,8-92,2)	92 (89,5-94,4)	**<0,001[a]**
Medial Proksimal Tibial Açısı, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	84 (82,1-85,8)	88,1 (86,2-89,5)	**<0,001[a]**
Aritmetik HKA, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	-5,96 (-9,92 - -3,46)	-4,12 (-6,62 - -1,60)	**<0,001[a]**
Mekanik HKA, *ort±SS*	-12±5,23	-4,93±4,26	**<0,001[b]**
JLO, *ort±SS*	174±3,83	180±4,24	**<0,001[b]**

a, wilcoxon testi; b, paired t testi; ÇAA, Çeyrekler arası aralık

CPAK sınıflamasına göre ameliyat öncesi en sık CPAK 1 sınıfında (101 hasta, %65,2) mevcuttu, daha sonra CPAK 4 sınıfında (28 hasta, %18,1) hastalar mevcuttu. Ameliyat sonrası hastaların en sık CPAK 4 (57 hasta, %36,8) olduğu, sonrasında CPAK 7 (32 hasta, %20,6) ve CPAK 1 (22 hasta, %14,2) olduğu görüldü. Bulgular tablo 8 ve şekil 17-18'de gösterildi.

Tablo 8 Hastaların Ameliyat öncesi ve Ameliyat sonrası CPAK sınıflaması

CPAK, *n (%)*	**Ameliyat Öncesi**	**Ameliyat Sonrası**
1	101 (65,2)	22 (14,2)
2	14 (9)	13 (8,4)
3	1 (0,6)	6 (3,9)
4	28 (18,1)	57 (36,8)
5	7 (4,5)	17 (11)
6	1 (0,6)	3 (1,9)
7	3 (1,9)	32 (20,6)
8	0 (0,0)	4 (2,6)
9	0 (0,0)	1 (0,6)

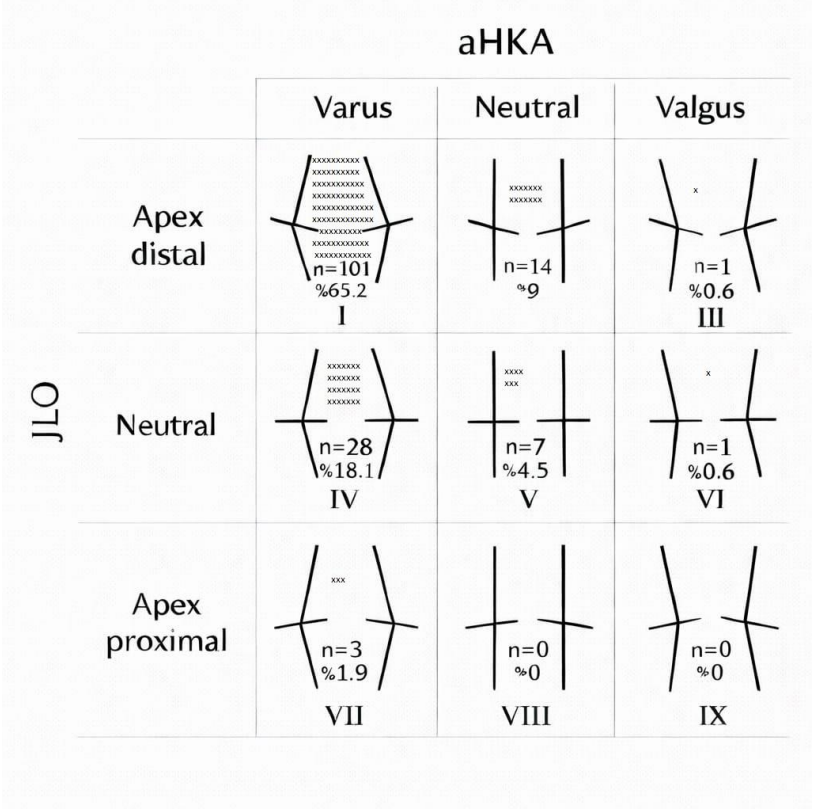
CPAK (Coronal Plane Alignment of the Knee)

Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası CPAK sınıflaması yapılarak oluşturulan değişim matriksi tablo 9'da gösterildi.

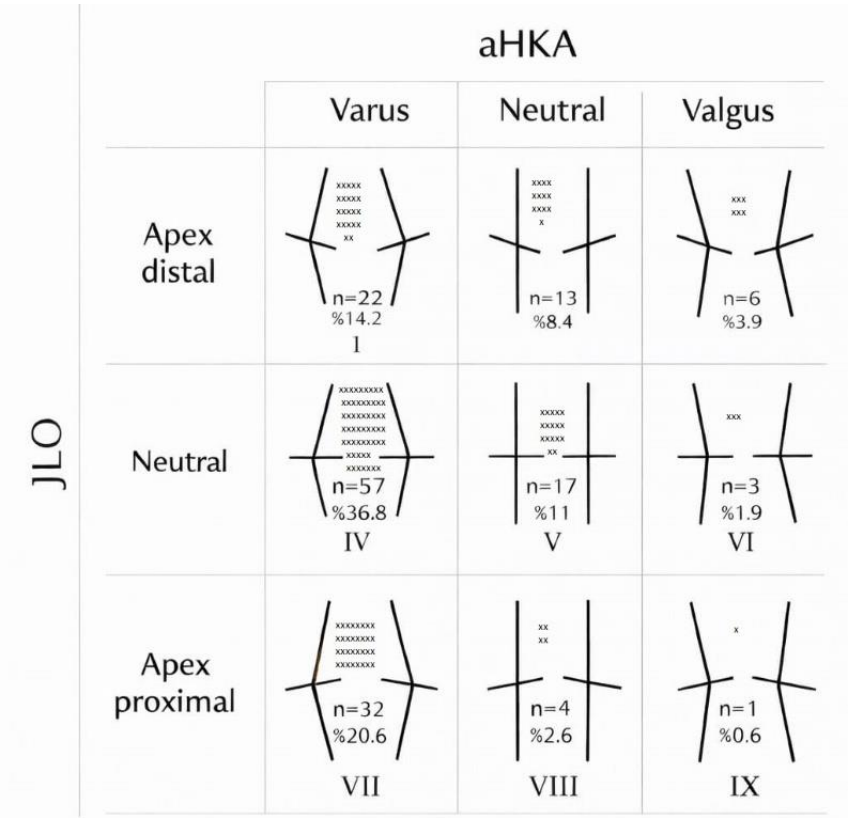
Tablo 9 Hastaların Ameliyat Öncesi ve ameliyat sonrası CPAK sınıflaması değişim matriksi

		Ameliyat Sonrası CPAK								
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Ameliyat Öncesi CPAK, *n* (%)	**1**	19 (18,8)	8 (7,9)	4 (4)	43 (42,6)	10 (9,9)	2 (2,0)	14 (13,9)	1 (1)	0 (0)
	2	2 (14,3)	2 (14,3)	1 (7,1)	5 (35,7)	2 (14,3)	1 (7,1)	1 (7,1)	0 (0)	0 (0)
	3	0 (0)	0 (0)	1 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	4	1 (3,6)	1 (3,6)	0 (0)	6 (21,4)	4 (14,3)	0 (0)	15 (53,6)	1 (3,6)	0 (0)
	5	0 (0)	2 (28,6)	0 (0)	3 (42,9)	1 (14,3)	0 (0)	1 (14,3)	0 (0)	0 (0)
	6	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (100)
	7	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (33,3)	2 (66,7)	0 (0)

CPAK (Coronal Plane Alignment of the Knee)



Şekil 25 Ameliyat öncesi CPAK dağılım görseli



Şekil 26 Ameliyat Sonrası CPAK *dağılım görseli*

Hastaların ameliyat sonrası fleksiyon açıklığı ortancaları 125 (120-135) derece, ekstansiyon açıklığı ortancaları 0 (-2,5-0) derece idi. Ameliyat sonrası memnuniyet skorlamaları incelendiğinde ise KSS skoru ortancası 90 (80-95), F-KSS skoru ortancası 80 (70-100), WOMAC skoru ortancası 92,4 (83,7-96,2), OKS skoru ortancası 42 (36-44) idi. Bulgular tablo 10'da gösterildi.

Tablo 10 Hastaların ameliyat sonrası fleksiyon açıklığı, ekstansiyon açıklığı ve skorlamaları

Fleksiyon açıklığı, *ortanca (%25-75 ÇAA) (n=155)*	125 (120-135)
Ekstansiyon açıklığı, *ortanca (%25-75 ÇAA)(n=155)*	0(-2,5-0)
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA) (n=155)*	90 (80-95)
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA) (n=155)*	80 (70-100)
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA) (n=155)*	92,4 (83,7-96,2)
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA) (n=155)*	42 (36-44)

ÇAA, Çeyrekler arası aralık, KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario

and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastalar ameliyat öncesi mHKA açılarına göre valgus, varus ve nötral olarak gruplandırılarak bu grupların memnuniyet skorları ile olan farkları incelendi. Grupların arasında KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Bulgular şekil 19 ve tablo 11'de gösterildi.



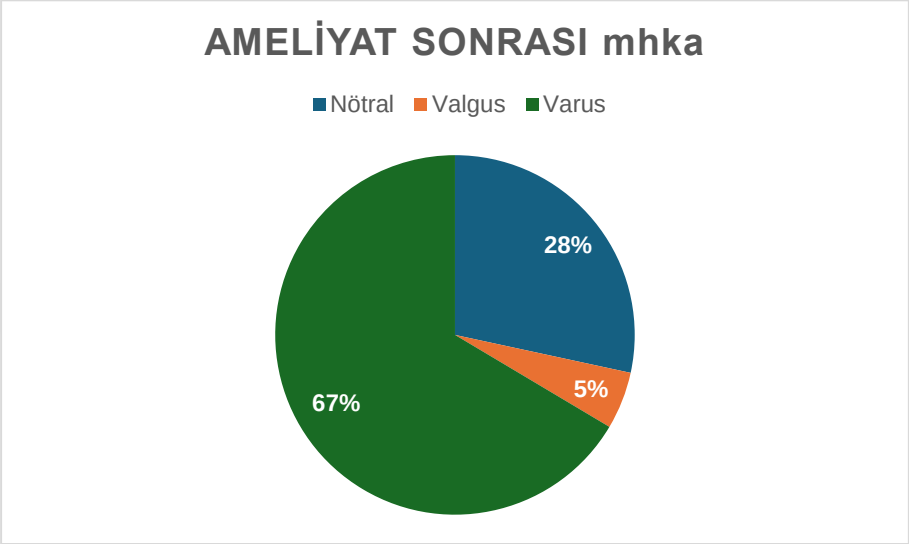
Şekil 27 Hastaların ameliyat öncesi mHKA açılarına göre gruplandırılması

Tablo 11 Hastaların ameliyat öncesi mHKA açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları

Ameliyat öncesi mHKA	**Varus (n=151)**	**Nötral (n=3)**	**Valgus (n=1)**	**p**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	89 (79,5-95)	93 (91,5-95)	86	0,520[c]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (70-100)	80 (80-90)	80	0,890[c]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	92,4 (83,7-96,2)	94,7 (87,9-95,8)	93,7	0,903[c]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	42 (36-44)	42 (37-43)	43	0,898[c]

c, Kruskal Wallis testi, ÇAA, Çeyrekler arası aralık, mHKA (Mechanical Hip–Knee–Ankle Angle) KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastalar ameliyat sonrası mHKA açılarına göre valgus, varus ve nötral olarak gruplandırılarak bu grupların memnuniyet skorları ile olan farkları incelendi. KSS ve F-KSS grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ve bu farkların nötral ve varus grupları arasındaki farklardan kaynaklandığı belirlendi (p<0,001 ve p=0,005). Varus grubunun KSS skoru ortanca değerleri Nötral gruptan, Nötral grubun ise FKSS skoru ortanca değeri Varus grubundan daha yüksekti. Bulgular şekil 20 ve tablo 12'de gösterildi.



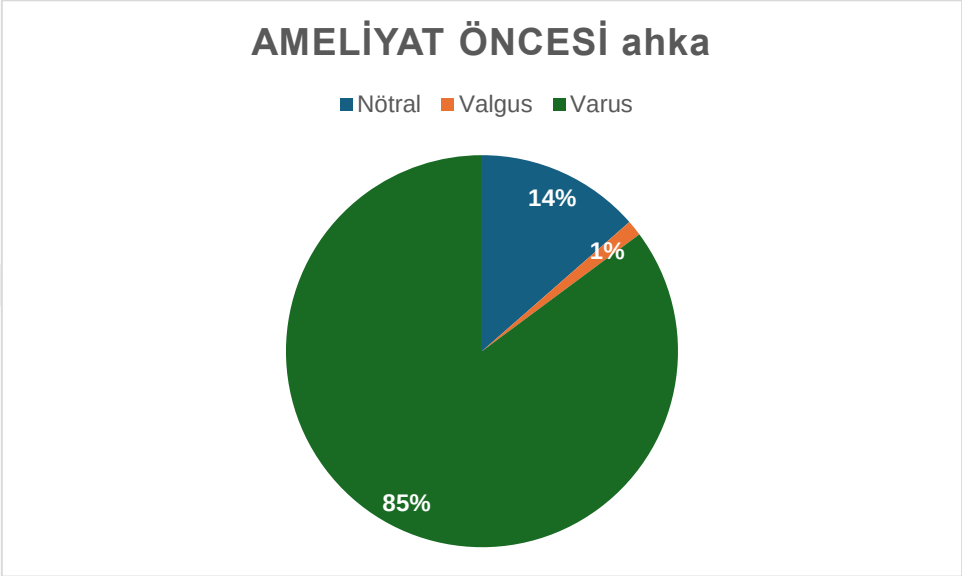
Şekil 28 Hastaların ameliyat sonrası mHKA açılarına göre gruplandırılması

Tablo 12 Hastaların ameliyat sonrası mHKA açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları

Ameliyat Sonrası mHKA	**Varus (n=103)**	**Nötral (n=44)**	**Valgus (n=8)**	**p**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	92 (83,5-95)	82,5 (77-89)	91,5 (86.8-95,5)	**<0,001**[c,*]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (70-100)	95 (80-100)	80 (70-80)	**0,005**[c,*]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	91,2 (84,1-96,2)	93,8 (83,3-96,4)	93,1 (78,9-95,3)	0,680[c]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	41 (35,5-43,5)	44 (39,5-45)	41,5 (36,3-43)	0,051[c]

c, Kruskal Wallis testi; * grupların arasındaki farklar nötral ve varus grubu arasındaki farklardan kaynaklanmaktadır. , ÇAA, Çeyrekler arası aralık, mHKA (Mechanical Hip–Knee–Ankle Angle) KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastalar ameliyat öncesi aHKA açılarına göre valgus, varus ve nötral olarak gruplandırılarak bu grupların memnuniyet skorları ile olan farkları incelendi. Grupların arasında KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Bulgular şekil 21 ve tablo 13'de gösterildi.



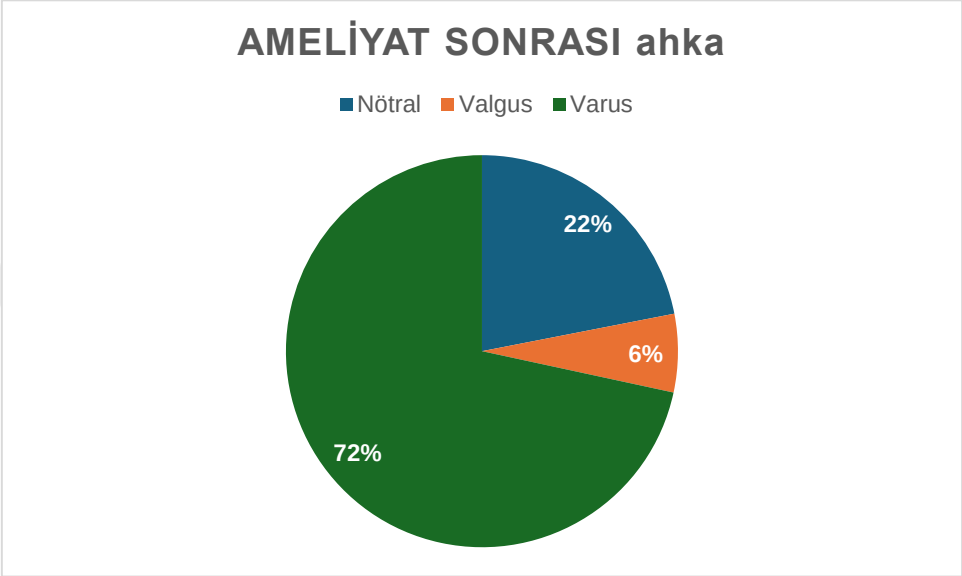
Şekil 29 Hastaların ameliyat öncesi aHKA açılarına göre gruplandırılması

Tablo 13 Hastaların ameliyat öncesi aHKA açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları

Ameliyat Öncesi aHKA	**Varus (n=132)**	**Nötral (n=21)**	**Valgus (n=2)**	**p**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	89,5 (78,8-95)	90 (87-95)	89,5 (87,8-91,3)	0,921[c]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (70-100)	80 (80-80)	90 (85-95)	0,509[c]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	92,4 (84,1-96,2)	87,9 (81,1-94,7)	95,3 (94,5-96,2)	0,361[c]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	42 (36-44)	40 (36-43)	43,5 (43,3-43,8)	0,397[c]

c, Kruskal Wallis testi, ÇAA, Çeyrekler arası aralık, aHKA (Arithmetic Hip–Knee–Ankle Angle) KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastalar ameliyat sonrası aHKA açılarına göre valgus, varus ve nötral olarak gruplandırılarak bu grupların memnuniyet skorları ile olan farkları incelendi. KSS ve F-KSS grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ve bu farkların nötral ve varus grupları arasındaki farklardan kaynaklandığı belirlendi (p=0,005 ve p=0,015). Bulgular şekil 22 ve tablo 14'te gösterildi.



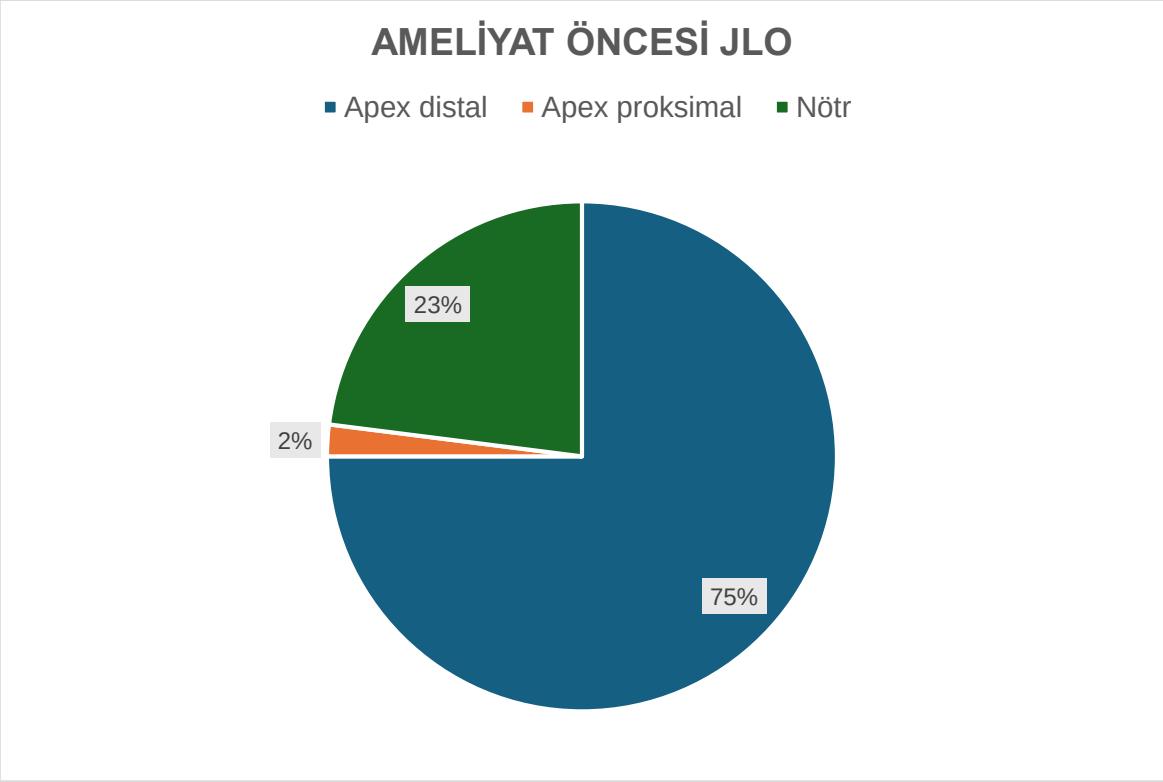
Şekil 30 Hastaların ameliyat sonrası aHKA açılarına göre gruplandırılması

Tablo 14 Hastaların ameliyat sonrası aHKA açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları

Ameliyat Sonrası aHKA	**Varus (n=111)**	**Nötral (n=34)**	**Valgus (n=10)**	**p**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	90 (82-95)	83,5 (78-89)	91,5 (87-94,5)	**0,005**[c,*]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (70-100)	100 (80-100)	80 (72,5-80)	**0,015**[c,*]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	90,9 (81,8-96,2)	93,9 (87,3-96,2)	93,7 (83,3-95,3)	0,465[c]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	42 (35-44)	43,5 (41-44)	42,5 (38-43)	0,172[c]

c, Kruskal Wallis testi; * Grupların arasındaki farklar nötral ve varus grubu arasındaki farktan kaynaklanmaktadır, ÇAA, Çeyrekler arası aralık, aHKA (Arithmetic Hip–Knee–Ankle Angle) KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastalar ameliyat öncesi JLO göre apex distal, apex proksimal ve nötr olarak gruplandırılarak bu grupların memnuniyet skorları ile olan farkları incelendi. Grupların arasında KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Bulgular şekil 23 ve tablo 15'te gösterildi.



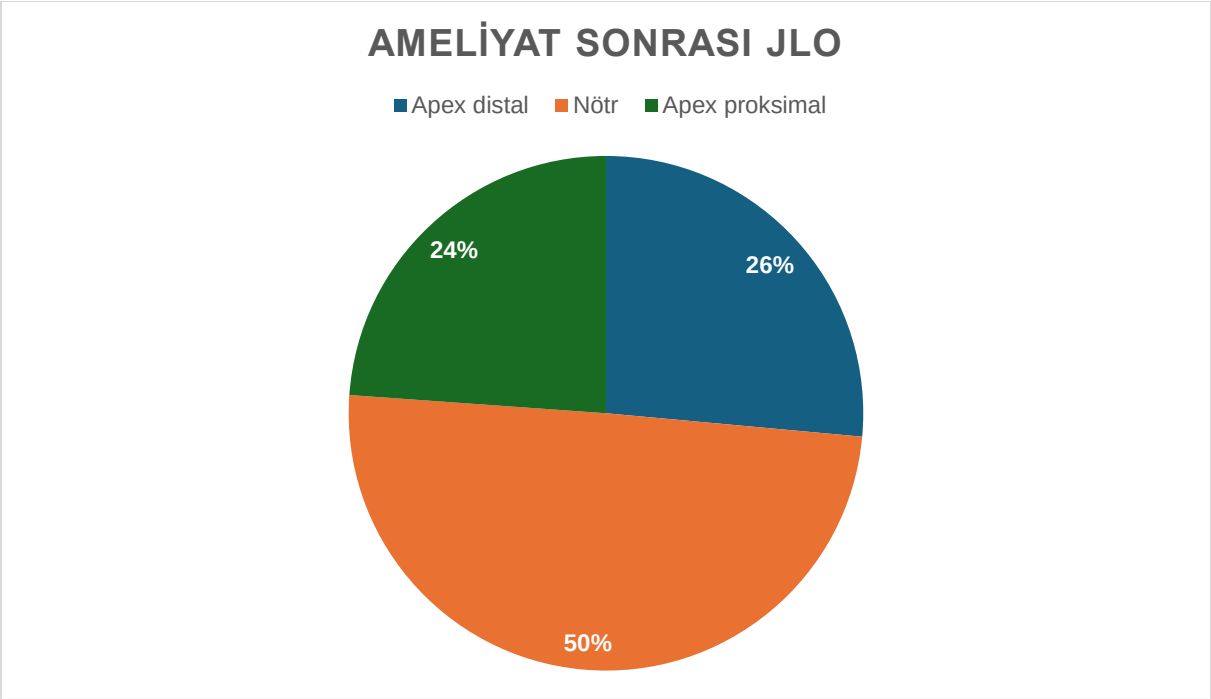
Şekil 31 Hastaların ameliyat öncesi JLO'ya göre gruplandırılması

Tablo 15 Hastaların ameliyat öncesi jlo açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları

Ameliyat Öncesi JLO	**Apex distal (n=116)**	**Nötr (n=36)**	**Apex proksimal (n=3)**	**p**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	89,5 (80-95)	90 (81,5-95)	77 (73,5-81)	0,210[c]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (70-100)	85 (80-100)	90 (55-95)	0,371[c]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	91,7 (82,2-96,2)	93,6 (85,4-97)	95,5 (71,3-97)	0,544[c]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	42 (35,8-44)	43 (37,8-44,3)	45 (31,5-45,5)	0,522[c]

c, Kruskal Wallis testi, ÇAA, Çeyrekler arası aralık, JLO (Joint Line Orientation) KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastalar ameliyat sonrası JLO göre apex distal, apex proksimal ve nötr olarak gruplandırılarak bu grupların memnuniyet skorları ile olan farkları incelendi. Grupların arasında KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Bulgular şekil 24 ve tablo 16'tda gösterildi.



Şekil 32 Hastaların ameliyat sonrası JLO'ya göre gruplandırılması

Tablo 16 Hastaların ameliyat sonrası jlo açıları gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları

Ameliyat Sonrası JLO	**Apex distal (n=41)**	**Nötr (n=77)**	**Apex proksimal (n=37)**	**p**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	87 (77-93)	90 (82-95)	93 (82-97)	0,076[c]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (70-100)	80 (80-100)	80 (70-100)	0,939[c]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	92,4 (76,5-95,5)	92,4 (87,1-96,2)	92,4 (84,1-96,2)	0,276[c]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	41 (34-44)	43 (37-44)	42 (37-44)	0,354[c]

c, Kruskal Wallis testi, ÇAA, Çeyrekler arası aralık, JLO (Joint Line Orientation) KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastaların ameliyat sonrası aHKA açılarının altgrupları, missmatch'e göre kategorize edildi. Buna göre varus grubunda missmatch uyumsuzların KSS, WOMAC ve OKS skorları missmatch uyumlulara göre istatistiksel olarak anlamlı daha yüksekti (sırasıyla p=0,005; p=0,012 ve p=0,022). Valgus grubunda ise missmatch uyumluların F-KSS ve OKS skorları uyumsuzlara göre istatistiksel olarak anlamlı daha yüksekti (sırasıyla p=0,05 ve p=0,038). Nötral olanlarda ise missmatch grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Bulgular tablo 17'de gösterildi.

Tablo 17 Ameliyat sonrası aHKA alt gruplarının missmatch kategorilerinin memnuniyet skorları ile karşılaştırılması

Ameliyat Sonrası aHKA/MISSMATCH	**Varus**		**P[d]**	**Nötral**	**P[d]**	**Valgus**		**P[d]**
	Uyumsuz (n=49)	**Uyumlu (n=62)**		**Uyumsuz (n=18)**	**Uyumlu (n=16)**	**Uyumsuz (n=7)**	**Uyumlu (n=3)**	
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	95 (85-98)	88,5 (78,5-93,8)	0,005	90 (83,5-96)	93 (89,5-93)	88 (74,8-85,3)	88 (83,5-90)	1,00
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (80-100)	80 (70-97,5)	0,312	80 (70-80)	100 (90-100)	95 (80-100)	100 (80-100)	**0,05**
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	93,9 (87,1-97)	88,6 (78-94,7)	0,012	92,4 (77,4-94,2)	95,5 (94,6-96,3)	93,9 (88,3-96,8)	94,3 (86,7-96,2)	0,169
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	43 (38-44)	41 (33-43)	0,022	41 (35,5-42,5)	44 (43,5-45)	43,5 (41,5-44)	43,5 (39,8-44,3)	0,038

d, Mann-whitney u testi , ÇAA, Çeyrekler arası aralık, aHKA (Arithmetic Hip–Knee–Ankle Angle) KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastaların ameliyat sonrası aHKA açılarının altgrupları, MAAD'a göre kategorize edildi. Buna göre varus, valgus ve nötral gruplarda, MAAD gruplarının memnuniyet skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi. Bulgular tablo 18'de gösterildi.

Tablo 18 Ameliyat sonrası aHKA alt gruplarının MAAD kategorilerinin memnuniyet skorları ile karşılaştırılması

Ameliyat Sonrası aHKA/MAAD	Varus		P[d]	Nötral		P[d]	Valgus		P[d]
	Uyumsuz (n=6)	Uyumlu (n=105)		Uyumsuz (n=5)	Uyumlu (n=29)		Uyumsuz (n=1)	Uyumlu (n=9)	
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	94,5 (85,5-99,8)	90 (82-95)	0,344	90 (90-94)	82 (78-88)	0,076	93	90 (86-95)	0,861
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (72,5-87,5)	80 (70-100)	0,919	100 (60-100)	100 (80-100)	0,708	100	80 (70-80)	0,191
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	94,3 (91,1-95,8)	90,2 (81,1-96,2)	0,561	96,2 (96,2-97)	93,9 (87,1-96,2)	0,354	95,5	93,7 (80,3-94,7)	0,484
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	42 (39,8-42,8)	41 (35-44)	0,990	41 (41-44)	44 (41-44)	0,475	46	42 (37-43)	0,159

d, Mann-whitney u testi ÇAA, Çeyrekler arası aralık, MAAD (Mechanical–Arithmetic Axis Difference), KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastaların ameliyat sonrası mHKA açılarının altgrupları, missmatch'e göre kategorize edildi. Varus grubunda missmatch uyumsuzların KSS skor ortancaları, uyumlulardan daha yüksek bulundu (p=0,013). Varus grubundaki missmatch kategorilerinde FKSS, WOMAC ve OKS skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Valgus ve nötral gruplarda, missmatch gruplarının memnuniyet skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi. Bulgular tablo 19'da gösterildi.

Tablo 19 Ameliyat sonrası mHKA alt gruplarının missmatch kategorilerinin memnuniyet skorları ile karşılaştırılması

Ameliyat Sonrası mHKA/MISSMATCH	Varus		P[d]	Nötral		P[d]	Valgus		P[d]
	Uyumsuz (n=45)	Uyumlu (n=58)		Uyumsuz (n=22)	Uyumlu (n=22)		Uyumsuz (n=7)	Uyumlu (n=1)	
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	95 (85-98)	90 (80,5-94)	0,013	79,5 (74,8-88,3)	86,5 (81,3-88,8)	0,259	90 (83,5-96)	93	1,00
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (80-100)	80 (60-97,5)	0,416	95 (80-100)	95 (80-100)	0,691	80 (70-80)	100	0,160
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	93,2 (84,8-96,2)	90,2 (82,8-95,5)	0,09	94,7 (90-97)	89,7 (78,3-96,2)	0,110	92,4 (77,4-94,2)	97	0,272
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	42 (37-44)	41 (33,5-43)	0,176	44 (43-45)	42 (32,5-44,8)	0,148	41 (35,5-42,5)	44	0,188

d, Mann-whitney u testi, ÇAA, Çeyrekler arası aralık, mHKA (Mechanical Hip–Knee–Ankle Angle), KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

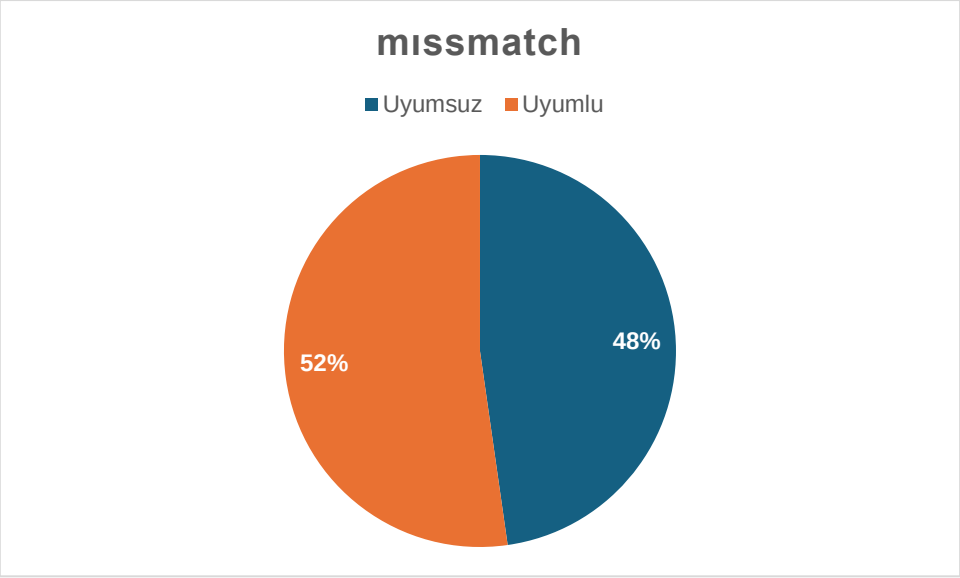
Hastaların ameliyat sonrası mHKA açılarının altgrupları, MAAD'a göre kategorize edildi. Varus grubunda, MAAD uyumlu ve uyumsuz olanların memnuniyet skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Bulgular tablo 20'de gösterildi.

Tablo 20 Ameliyat sonrası mHKA alt gruplarının MAAD kategorilerinin memnuniyet skorları ile karşılaştırılması

Ameliyat Sonrası mHKA/MAAD	Varus		P[d]	Nötral		P[d]	Valgus		P[d]
	Uyumsuz (n=12)	Uyumlu (n=91)		Uyumsuz (n=0)	Uyumlu (n=44)		Uyumsuz (n=0)	Uyumlu (n=8)	
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	91,5 (88,5-98,3)	92 (83-95)	0,581	-	82,5 (77-89)	-	-	91,5 (86,8-95,5)	-
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	85 (67,5-100)	80 (70-100)	0,501	-	95 (80-100)	-	-	80 (70-80)	-
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	95,8 (93-96,4)	90,2 (83,7-95,5)	0,137	-	93,8 (83,3-96,4)	-	-	93,1 (78,9-95,3)	-
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	42 (40,5-44)	41 (35-43)	0,567	-	44 (39,5-45)	-	-	41,5 (36,3-43)	-

d, Mann-whitney u testi ÇAA, Çeyrekler arası aralık, mHKA (Mechanical Hip–Knee–Ankle Angle), , MAAD (Mechanical–Arithmetic Axis Difference), KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Missmatch'e göre hastaların oranları şekil 25'te gösterildi.



Şekil 33 Missmatche göre hasta grupları

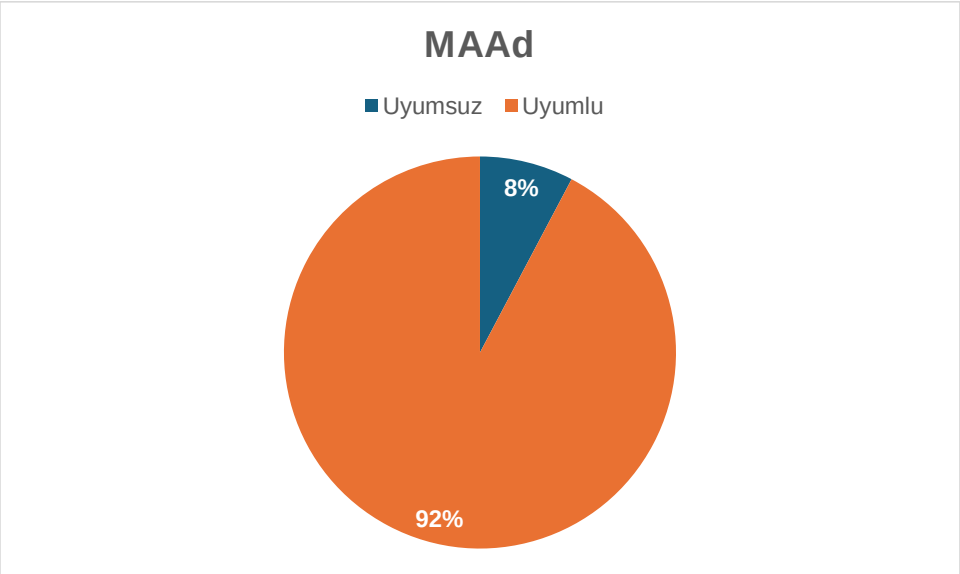
Hastaların missmatch'e göre uyumlu veya uyumsuz olması ile memnuniyet skorları karşılaştırıldı. Uyumsuz olanların WOMAC skoru uyumlu olanlara göre daha yüksek bulundu. Grupların arasında KSS, F-KSS ve OKS skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Bulgular tablo 21'de gösterildi.

Tablo 21 Hastaların missmatch gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları

MISSMATCH	**Uyumsuz (n=74)**	**Uyumlu (n=81)**	**p**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	90 (79-96,5)	88 (81-93)	0,141[d]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (80-100)	80 (80-100)	0,517[d]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	93,9 (85,4-97)	90,2 (81,1-95,5)	**0,041[d]**
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	43 (38-44)	41 (33-44)	0,059[d]

d, Mann-whitney u testi ÇAA, Çeyrekler arası aralık, KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

MAAD'a göre hastaların oranları şekil 26'da gösterildi.



Şekil 34 MAAD'ye göre hasta grupları

Hastaların MAAD'a göre uyumlu veya uyumsuz olması ile memnuniyet skorları karşılaştırıldı. Grupların arasında KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Bulgular tablo 22'de gösterildi.

Tablo 22 Hastaların MAAD gruplarına göre KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları

MAAD	**Uyumsuz (n=12)**	**Uyumlu (n=143)**	**p**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	91,5 (88,5-98,3)	89 (79,5-95)	0,208[d]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	85 (67,5-100)	80 (70-100)	0,842[d]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	95,8 (93-96,4)	91,7 (82,9-96,2)	0,209[d]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	42 (40,5-44)	42 (36-44)	0,928[d]

d, Mann-whitney u testi ÇAA, Çeyrekler arası aralık, KSS (Knee Society Score), , MAAD (Mechanical–Arithmetic Axis Difference), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastaların ameliyat sonrası ve ameliyat öncesi LDFA, MPTA, aHKA, mHKA ve JLO arasındaki farklar ile oluşturulan delta (Δ) değerleri ile KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS karşılaştırmaları yapıldı. Delta LDFA ile KSS arasında pozitif yönlü zayıf ilişki, ΔmHKA ile KSS arasında pozitif yönlü çok zayıf ilişki, ΔJLO ile KSS arasında pozitif yönlü zayıf ilişki, ΔLDFA ile F-KSS arasında negatif yönlü çok zayıf ilişki, ΔaHKA ile F-KSS arasında pozitif yönlü zayıf ilişki, ΔaHKA ile WOMAC arasında pozitif yönlü çok zayıf ilişki, ΔaHKA ile OKS arasında pozitif yönlü çok zayıf ilişki tespit edildi. Bulgular tablo 23'de gösterildi.

Tablo 23 Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası açı farkları ile memnuniyet skorları arasındaki korelasyonlar

		ΔLateral Distal Femoral Açısı	ΔMedial Proksimal Tibial Açısı	ΔAritmetik HKA (MPTA - LDFA)	ΔMekanik HKA	Δ JLO Eklem çizgisi eğimi
KSS (knee society score)	**Spearman's rho**	0.243**	0.085	-0.067	0.173*	0.214**
	df	153	153	153	153	153
	p-value	0.002	0.293	0.409	0.032	0.008
F-KSS (fonksiyonel)	**Spearman's rho**	-0.178*	0.122	0.201*	-0.093	-0.034
	df	153	153	153	153	153
	p-value	0.027	0.132	0.012	0.249	0.670
WOMAC	**Spearman's rho**	-0.037	0.154	0.162*	-0.069	0.068
	df	153	153	153	153	153
	p-value	0.648	0.056	0.044	0.394	0.398
OKS (oxford knee skoru)	**Spearman's rho**	-0.107	0.132	0.178*	-0.104	0.018
	df	153	153	153	153	153
	p-value	0.185	0.103	0.026	0.200	0.828

Not. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001 d, Mann-whitney u testi ÇAA, Çeyrekler arası aralık, MPTA (Medial Proximal Tibial Angle), LDFA (Lateral Distal Femoral Angle), aHKA (arithmetic Hip-Knee-Ankle Angle), mHKA (Mechanical Hip–Knee–Ankle Angle), JLO (Joint Line Orientation) KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

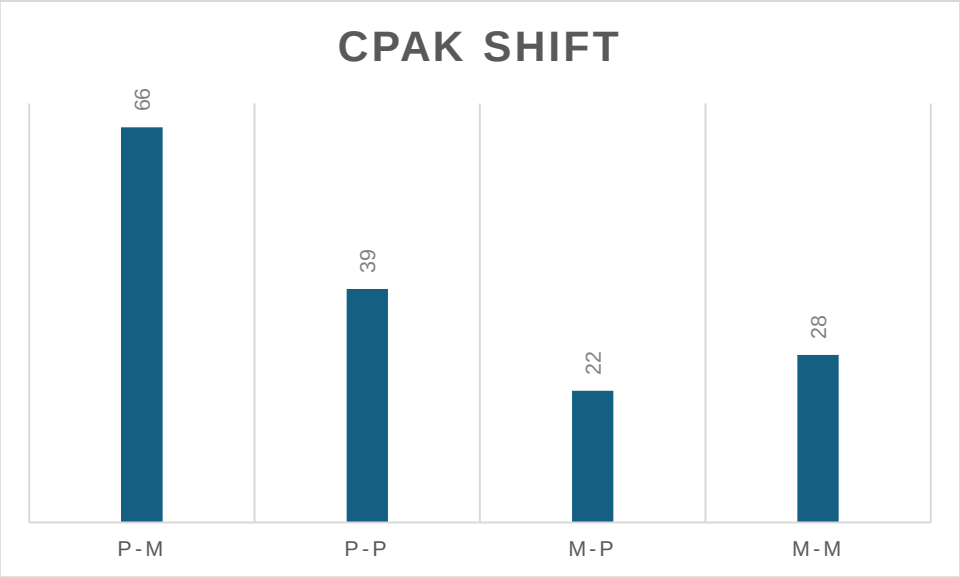
Ameliyat sonrası değerlendirilen CPAK sınıflamasına göre KSS skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ancak F-KSS, WOMAC, OKS skorları ile istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Yapılan posthoc analizde KSS skorları arasındaki farkın CPAK 4 ve 5 grupları arasındaki farktan kaynaklandığı belirlendi. Bulgular tablo 24'te gösterildi.

Tablo 24 Ameliyat sonrası CPAK sınıflamasına göre KSS, F-KSS, WOMAC, OKS skorları

Ameliyat Sonrası CPAK, ***ortanca (%25-75 ÇAA)***	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**p**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	85 (70,3-92,8)	86 (78-90)	91,5 (87-94,5)	92 (84-95)	83 (78-88)	90 (80-93,5)	93,5 (85-97)	79 (75,3-84,3)	93 (93-93)	0,007[c,*]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (70-97,5)	80 (80-100)	80 (72,5-80)	80 (70-100)	100 (80-100)	80 (65-80)	80 (70-100)	95 (72,5-100)	100 (100-100)	0,145[c]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	85,6 (72,5-94,7)	93,9 (85,6-96,2)	93,7 (83,6-95)	91,2 (87,1-96,2)	93,9 (89,4-97)	92,4 (75,3-93,6)	91,7 (83,7-95,7)	93,6 (80,5-95,7)	97 (97-97)	0,409[c]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	40,5 (32,3-42)	41 (39-44)	42 (38-43)	42 (36-44)	44 (43-44)	42 (29,5-42,5)	42 (36,5-43,3)	42,5 (35,3-44,5)	44 (44-44)	0,376[c]

c, Kruskal Wallis testi; * istatistiksel olarak anlamlı fark CPAK 4-5 grupları arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. ÇAA, Çeyrekler arası aralık, KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score) CPAK (Coronal Plane Alignment of the Knee)

Hastaların CPAK sınıflamasına göre ameliyat öncesi değerleri 2-4-5-6-8 olanlar merkezi bölgede, 1-3-7-9 olanlar perifer bölgede olarak gruplandı. Daha sonra hastalar ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değişimlerine göre gruplandırıldı ve memnuniyet skorları gruplarda karşılaştırıldı. Grupların arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi. Bulgular şekil 27 ve tablo 25'te gösterildi.



Şekil 35 Hastaların CPAK değişimi grupları (P-Perifer gruplar, M-Merkez gruplar)

Tablo 25 Hastaların CPAK sınıflamasındaki değişimlerine göre memnuniyet skorlarının karşılaştırılması (P-Perifer gruplar, M-Merkez gruplar)

	P-M (n=66)	**P-P (n=39)**	**M-P (n=22)**	**M-M (n=28)**	**P**
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	89,5 (79,3-95)	88 (77,5-93)	94,5 (83-95)	88,5 (82-91,3)	0,554 [c]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	80 (70-100)	80 (70-100)	80 (62,5-100)	80 (80-100)	0,525 [c]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	92,4 (87,1-96,2)	90,2 (77,7-95,5)	91,7 (80,5-95,5)	93,8 (83,9-96,2)	0,463 [c]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	43 (36,3-44)	41 (35-43)	41,5 (34,3-44)	43 (38,8-44)	0,549 [c]

ÇAA, Çeyrekler arası aralık, KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

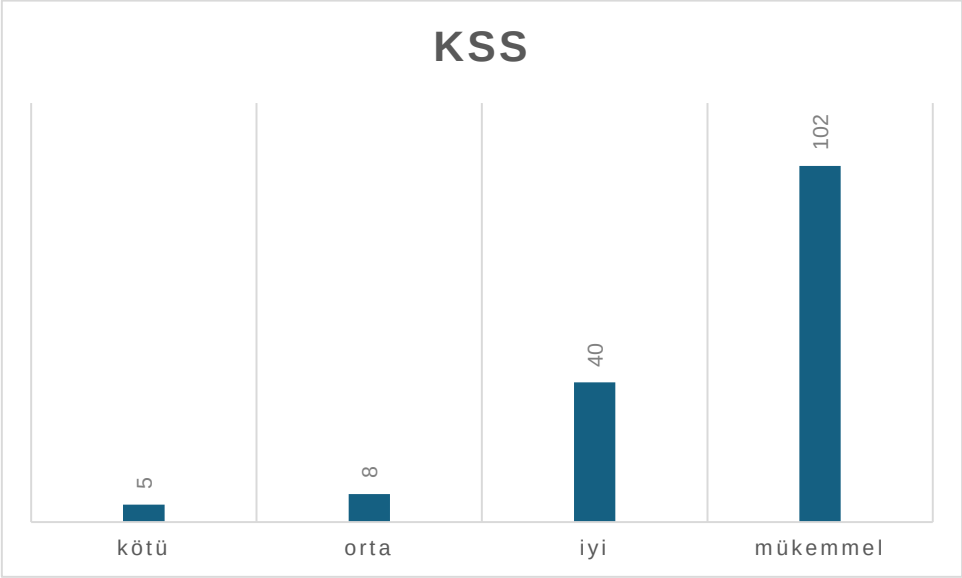
Hastaların cinsiyetleri ile memnuniyet skorları karşılaştırıldığında erkeklerin F-KSS, WOMAC, OKS skorları ortanca değerleri kadınlarınkinden daha yüksekti (p değerleri <0,001). KSS ortancaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı. Bulgular tablo 26'te gösterildi.

Tablo 26 Cinsiyet grupları ile memnuniyet skorlarının karşılaştırılması

	Cinsiyet		p
	Erkek (n=16)	**Kadın (n=107)**	
KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	93 (83,3-95)	88 (78,5-94)	0,230[d]
F-KSS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	100 (90-100)	80 (70-100)	<0,001[d]
WOMAC, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	96,6 (95,3-99,4)	90,2 (78-95,1)	<0,001[d]
OKS, *ortanca (%25-75 ÇAA)*	45 (41,8-47)	41 (34,5-44)	<0,001[d]

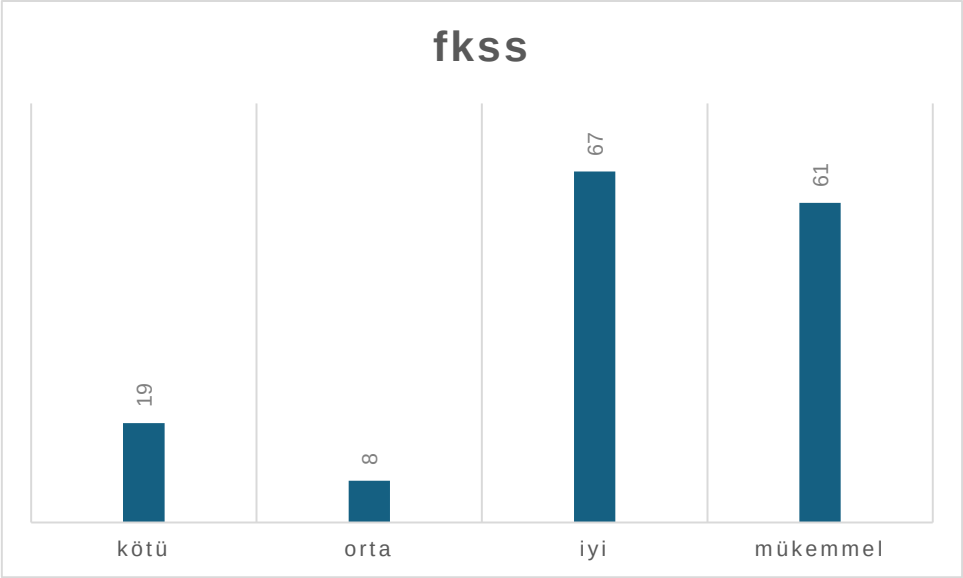
d, Mann-whitney u testi ÇAA, Çeyrekler arası aralık, KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), OKS (Oxford Knee Score)

Hastaların KSS skoruna göre memnuniyet dereceleri şekil 28'de gösterildi.



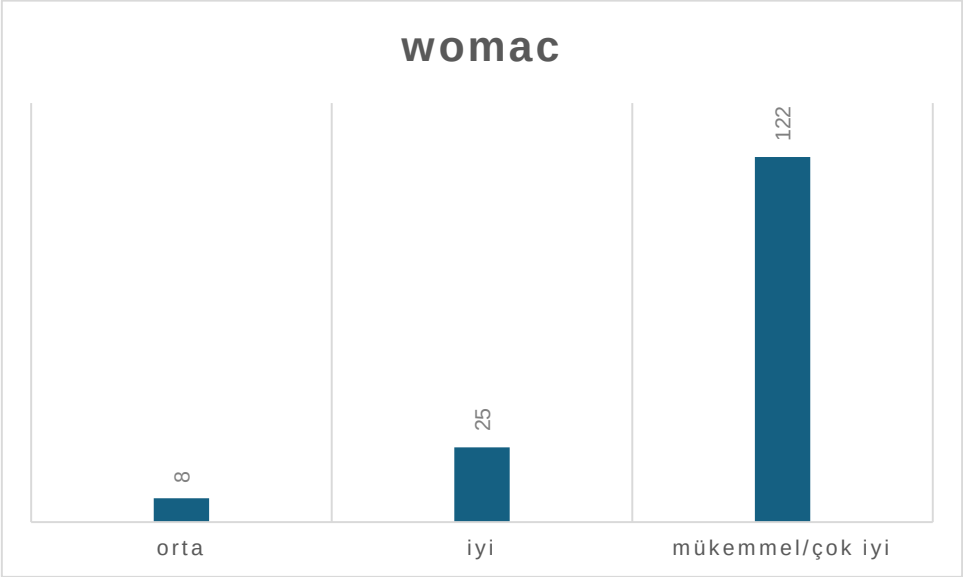
Şekil 36 Hastaların KSS skoruna göre memnuniyet dereceleri

Hastaların FKSS skoruna göre memnuniyet dereceleri şekil 29'da gösterildi.



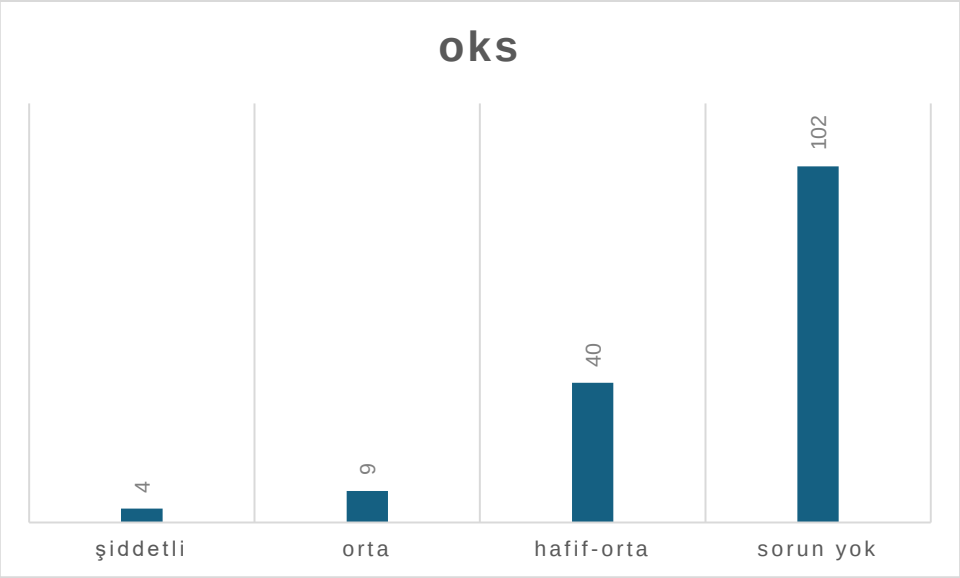
Şekil 37 Hastaların FKSS skoruna göre memnuniyet dereceleri

Hastaların WOMAC skoruna göre memnuniyet dereceleri şekil 30'da gösterildi.



Şekil 38 Hastaların WOMAC skoruna göre memnuniyet dereceleri

Hastaların OKS skoruna göre memnuniyet dereceleri şekil 31'de gösterildi.



Şekil 39 Hastaların OKS skoruna göre memnuniyet dereceleri

5. TARTIŞMA

Çalışmamız, total diz artroplastisi uygulanan hastalarda dizin koronal plan dizilimini, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası dönemde CPAK (Coronal Plane Alignment of the Knee) sınıflamasına göre değerlendirilmiş ve elde edilen radyolojik verilerin fonksiyonel sonuçlar ve hasta memnuniyeti üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tüm hastalarda cerrahi girişim, mekanik aksa dik kesi prensibi esas alınarak gerçekleştirildi; böylece standart mekanik dizilim yaklaşımının, farklı diz fenotiplerine sahip hastalarda ortaya koyduğu klinik sonuçlar karşılaştırmalı olarak analiz edildi. Bu yönüyle çalışmamız, mekanik aksa dayalı total diz artroplastisi uygulamasının, bireysel diz dizilim farklılıkları bağlamında değerlendirilmesine odaklanmaktadır.

Çalışmamızda ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası dönemde ölçülen mekanik ve aritmetik aks açıları, CPAK alt grupları, mismatch ve MAAD parametreleri ile birlikte ele alındı; bu radyolojik bulgular KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS gibi geçerliliği kanıtlanmış fonksiyonel skorlar ve hasta memnuniyeti düzeyleri ile ilişkilendirildi. Ameliyat öncesi yüksek oranda varus deformitesi ile seyreden hasta popülasyonumuzda ameliyat öncesi-ameliyat sonrası mekanik ve aritmetik aksın, ameliyat sonrası-ameliyat öncesi açı değişimlerinin ve CPAK gruplarının fonksiyonel sonuçlarla ilişkisi değerlendirilmiş ve hastaların çoğunda varus deformitesini yenememiş olmamıza rağmen nötral eksene yakınlığın klinik açıdan belirleyici rol oynadığı görülmüştür. Ritter ve arkadaşları da 2011 yılında yayımladığı çalışmada implant sağkalımı ve fonksiyon açısından en optimal dizilimin nötral dizilim olduğunu söylemişlerdir. [72]

Çalışmamızda total diz artroplastisi uygulanan 123 hasta ve 155 diz değerlendirilmiş olup, hasta popülasyonunun büyük çoğunluğunu kadınların (%87) oluşturduğu görülmüştür. Diz osteoartritinin kadınlarda daha sık görülmesi ve ileri evrede cerrahi gereksinimin artması, literatürde hormonal faktörler, kemik mineral yoğunluğu değişiklikleri ve biyomekanik farklılıklarla ilişkilendirilmiştir. Daha önce yapılan geniş serili çalışmalarda da TDA uygulanan hastaların çoğunluğunun kadın olduğu bildirilmiş olup, çalışmamızdaki cinsiyet dağılımı literatürle uyumludur [70, 71].

Hastaların yaş ortancasının 67 yıl olması, total diz artroplastisinin genellikle 6. ve 7. dekatta uygulandığını bildiren çalışmalarla paralellik göstermektedir. Bourne ve ark. ile Ritter ve ark.'nın çalışmalarında, TDA uygulanan hastaların ortalama yaşlarının 65–70 yıl aralığında

olduğu bildirilmiştir [9, 72]. Bu durum, diz osteoartritinin progresif doğası ve konservatif tedavi seçeneklerinin genellikle bu yaş aralığında yetersiz kalmasıyla açıklanabilir.

Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası diz açıları karşılaştırıldığında; lateral distal femoral açı, medial proksimal tibial açı, aritmetik HKA, mekanik HKA ve JLO değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişim saptanmıştır (Tablo 6). aHKA ve mHKA değerleri ameliyat sonrası nötral değerlere yaklaşmış olsa da mekanik aksa dik kesi prensibi ile gerçekleştirdiğimiz bu vakalarda istediğimiz nötralizasyonu tam olarak sağlayamadığımız görülmüştür. Bu bulgular, mekanik aksa dik kesi prensibiyle yapılan total diz artroplastisinin, koronal plan dizilimini anlamlı düzeyde düzelttiğini göstermektedir. Benzer şekilde, Paley ve ark. ile Parratte ve ark., mekanik dizilim esaslı TDA uygulamalarında mekanik aksın ve eklem hattı oryantasyonunun cerrahi sonrası anlamlı şekilde düzeldiğini bildirmiştir [73, 74].

Çalışmamızda ameliyat öncesi mHKA ve ameliyat öncesi aHKA grupları değerlerinin büyük oranda varus yönünde olduğu ve ameliyat sonrası dönemde bu deformitenin belirgin şekilde düzeltildiği görülse de hedeflediğimiz nötralizasyonunu azımsanmayacak kadar yüksek bir hasta grubunda sağlayamadığımız görülmüştür. Literatürde diz osteoartritinin özellikle medial kompartman tutulumu ile seyreden olgularda varus dizilimin baskın olduğu ve bu hasta grubunun TDA adaylarının büyük kısmını oluşturduğu bildirilmektedir [75, 76]. Bu açıdan çalışmamızdaki ameliyat öncesi dizilim profili literatürle uyumludur. Ameliyat öncesi mHKA gruplarına göre fonksiyonel skorlar değerlendirildiğinde, varus, nötral ve valgus grupları arasında KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları açısından anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 10). Bu durum, ameliyat öncesi mekanik aks sapmasının tek başına ameliyat sonrası klinik sonuçların belirleyicisi olmadığını düşündürmektedir. Benzer şekilde, Abdel ve ark., ameliyat öncesi dizilim farklılıklarının TDA sonrası fonksiyonel skorlar üzerinde sınırlı etkisi olduğunu bildirmiştir [77].

Buna karşılık, ameliyat sonrası mHKA grupları değerlendirildiğinde, KSS ve F-KSS skorları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş; bu farkın özellikle nötral ve varus grupları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı görülmüştür (Tablo 11). Varus grubunda KSS skorları, nötral grupta ise F-KSS skorları daha yüksek bulunmuştur. Varus grubunda F-KSS skoru 80 iken bu skor nötral grupta 95 idi. KSS skorunun ağrı, stabilite ve radyolojik parametleri içermesi, F-KSS skorunun ise hastaları sadece fonksiyonları üzerinden değerlendiriyor olması nötral grubun fonksiyon açısından varus kalan gruptan daha başarılı olduğunu göstermektedir. R. Michael Meneghini ve ark. da 2017'de

yaptıkları çalışmada rezidü varus dizilim sağlanarak yapılan diz protezi sonuçlarının nötralizasyon sağlanan gruptan daha iyi fonksiyonel sonuçlar vermediğini göstermişlerdi [78].

Bulgularımız, mekanik aksın mutlak nötralizasyonunun tüm hastalar için optimal sonuçları sağlamasa bile günümüzde tartışılmakta olan hastaya özgü dizilim stratejilerinin aksine, nötralizasyon sağlanan hasta grubunda rezidü varus veya valgus hizalamasına getirilen hasta grubuna oranla daha başarılı fonksiyonel sonuçlar elde edildiğini göstermiştir. Johan Bellemans ve ark. 2012'de yaptığı çalışmanın aksine ileri varus dizlerde nötralizasyonun sağlanmasının rezidü varus kalan dizlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. [28]

Aynı şekilde ameliyat sonrası aHKA grupları değerlendirildiğinde, KSS ve F-KSS skorları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş; bu farkın özellikle nötral ve varus grupları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı görülmüştür (Tablo 11). Varus grubunda KSS skorları, nötral grupta ise F-KSS skorları daha yüksek bulunmuştur. Varus grubunda F-KSS skoru 80 iken bu skor nötral grupta 100 idi. Hastalar ameliyat sonrası hem mekanik aks hem de aritmetik aks dizilimleri üzerinden değerlendirildi. Her iki dizilime baktığımızda da nötral grupta yer alan hastaların fonksiyonel skorlar açısından daha başarılı olduğu görüldü.

Çalışmamızda hastalar ameliyat öncesi aHKA açılarına göre varus, nötral ve valgus olarak gruplandırıldığında, ameliyat sonrası KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 12). Bu bulgu, ameliyat öncesi aritmetik dizilimin tek başına ameliyat sonrası fonksiyonel sonuçları öngörmede yeterli olmadığını düşündürmektedir. Literatürde de ameliyat öncesi koronal plan dizilim farklılıklarının, TDA sonrası klinik sonuçlar üzerinde sınırlı etkisi olduğu bildirilmektedir [28, 77]. Aynı şekilde CPAK sınıflamasını tanımlayan MacDessi de ameliyat öncesi aritmetik aksın veya CPAK grubunun ameliyat sonrası sonuçları etkilemeyebileceğini söylemiştir. [4]

Eklem hattı oryantasyonu (JLO) açısından yapılan ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değerlendirmelerde, apex distal, nötral ve apex proksimal gruplar arasında memnuniyet skorları açısından anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 14, 15). Bu bulgular, JLO'nun fizyolojik sınırlar içerisinde kaldığı durumlarda kısa dönem klinik sonuçlar üzerinde belirleyici bir etkisinin olmayabileceğini düşündürmektedir. Literatürde eklem hattının aşırı oblikleşmesinin diz kinematiğini olumsuz etkileyebileceği belirtilmekle birlikte, sınırlı değişimlerin fonksiyonel sonuçlara etkisinin daha az olduğu bildirilmektedir [30, 78]. Daha uzun süreli takiplerde JLO değerinin eklem içi yük aktarım yönünü değiştirmesinden kaynaklı

oluşabilecek polietilen aşınması, aseptik gevşeme, osteoliz gibi komplikasyonların takip edilmesi gerekmektedir.

Mismatch analizlerinde ise dikkat çekici sonuçlar elde edilmiştir. Missmatch (ameliyat sonrası mHKA- ameliyat öncesi aHKA) bizim için yapısal hizalamadan başka bir deyişle hastanın ameliyat öncesi alt ekstremite hizalanmasından sapmayı göstermektedir. Hastalarımızın %48'i missmatch uyumsuz grupta idi ve bu uyumsuz grubun WOMAC skorlarının daha yüksek olduğu görüldü. Bu da bize ameliyat öncesi varus osteoartritik dizlerde varus diziliminden uzaklaştıkça hastaların daha konforlu olduğunu ve ameliyat sonrası yabancı bir implant hissiyatının daha az olduğunu göstermektedir. Hirschmann ve ark., diz fenotipi ile ameliyat sonrası dizilimin uyumlu olmasının hasta algısı ve fonksiyonel sonuçlar üzerinde belirgin etkileri olduğunu bildirse de bizim sonuçlarımız ameliyat öncesi diz fenotipinden uzaklaşarak nötral fenotipi sağlamanın ya da nötral fenotipe yaklaşmanın daha iyi skorlar verdiğini gösteriyor. [81]

Ameliyat sonrası aHKA alt gruplarında yapılan değerlendirmede, varus grubunda mismatch uyumsuz hastaların KSS, WOMAC ve OKS skorlarının daha yüksek bulunması, bu hasta grubunda varus dizilimden ne kadar uzaklaşırsak nötral dizilime ne kadar yaklaşırsak fonksiyonel sonuçlarımızın o kadar iyileştiğini göstermektedir. (Tablo 16). Buna karşılık valgus grubunda mismatch uyumlu hastaların fonksiyonel skorlarının daha yüksek olması ise ameliyat öncesi hastalarımızın çok yüksek oranda varus grubunda olmasından kaynaklı ameliyat sonrası valgus dizilim elde etmiş olsak bile missmatch derecesinin daha düşük olduğu bir başka deyişle valgus ama nötral dizilime daha yakın olan grubun daha iyi fonksiyon gösterdiğini ve hastaların subjektif olarak daha iyi hissettiğini göstermektedir. Nötral grupta ise yapısal dizilimden sapma (missmatch) miktarının anlamsız olmasının ve memnuniyet skorlarının genel olarak yüksek olmasının sebebi olarak ise optimal dizilimin zaten sağlanmış olmasından kaynaklı olduğu görülmektedir. Missmatch (ameliyat sonrası mHKA- ameliyat öncesi aHKA) çalışması ve yapısal dizilimden sapma derecesinin fonksiyonel skorlara etkisi bizim literatüre katkımız olmuştur.

MAAD (ameliyat sonrası mHKA- ameliyat sonrası aHKA) alt grup analizlerinde ise varus, nötral ve valgus gruplarında MAAD uyumuna göre memnuniyet skorları arasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 17). Bu durum, MAAD'ın tek başına klinik sonuçları belirleyen bir parametre olmadığını, diğer dizilim bileşenleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Benzer şekilde MacDessi ve ark., MAAD'ın bir diğer deyişle mekanik ve aritmetik aks uyumsuzluğunun bireysel anatomik farklılıkları yansıtmasına

rağmen fonksiyonel sonuçların multifaktöriyel yapısı nedeniyle tek başına belirleyici olmadığını vurgulamıştır [82]. Yine de MAAD kaynaklı eklem içi yük aktarım yönünün değişebileceği, aritmetik-mekanik aks arasındaki uyumsuzluğun diz içi biyomekaniği etkileyebileceği öngörülmektedir. Bu nedenle MAAD ve biyomekanik ilişkisi ile ilgili daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Ameliyat sonrası mekanik HKA (mHKA) alt grupları MAAD uyumuna göre değerlendirildiğinde, varus grubunda MAAD uyumlu ve uyumsuz hastalar arasında KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (Tablo 19). Bu bulgu, MAAD'ın tek başına klinik sonuçları belirleyen bağımsız bir parametre olmadığını düşündürmektedir. Literatürde MAAD'ın femoral aritmetik ve mekanik aks arasındaki bireysel farklılıkları yansıtan önemli bir ölçüm olduğu vurgulanmakla birlikte, fonksiyonel sonuçların yalnızca aks ölçümleriyle değil; yumuşak doku dengesi, kas gücü, hasta beklentileri ve rehabilitasyon süreci gibi çok sayıda faktörün etkileşimiyle şekillendiği bildirilmektedir [77, 82]. Çalışmamızda MAAD uyumuna göre klinik skorlar arasında anlamlı fark saptanmamış olması, birkaç faktörle açıklanabilir. Öncelikle, MAAD uyumsuz hasta sayısının sınırlı olması, istatistiksel gücü azaltmış olabilir. Ayrıca cerrahilerin tamamının mekanik aksa dik kesi prensibiyle yapılmış olması, MAAD kaynaklı biyomekanik farklılıkların cerrahi sırasında kısmen dengelenmiş olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, MAAD uyumsuzluğunun kısa dönem klinik sonuçlara yansımasını sınırlamış olabilir. Yine de ameliyat sonrası mekanik aks ve aritmetik aks arasındaki uyumsuzluğun uzun dönemde yüklenme paternini değştirerek aşınma, aseptik gevşeme gibi mekanik komplikasyonlara sebep olması muhtemeldir. Bu veri ile ilgili elimizde yeterli çalışma ve takip süresi bulunmamaktadır. Ameliyat sonrası mekanik ve aritmetik dizilim arasındaki uyumsuzluk üzerinde durulması gereken ve daha detaylı çalışmalar yapılması gereken bir konudur.

Mismatch dağılımı değerlendirildiğinde ise hastaların önemli bir bölümünün uyumsuz grupta yer aldığı görülmüştür (Şekil 22). Mismatch uyumuna göre yapılan karşılaştırmalarda, uyumsuz grupta WOMAC skorlarının anlamlı derecede daha yüksek bulunması, bu hastalarda ağrının daha az ve fonksiyonel iyiliğin daha belirgin olabileceğini düşündürmektedir (Tablo 20). WOMAC skorunun ağrı ve günlük yaşam aktivitelerine daha duyarlı bir ölçek olması, yapısal dizilimden uzaklaşan hastaların total diz protezi sonrası daha konforlu hissettiğini göstermektedir. Buna karşılık KSS, F-KSS ve OKS skorları açısından gruplar arasında

anlamlı fark saptanmamış olması dikkat çekicidir. Bu durum, mismatch etkisinin tüm klinik skorlar üzerinde homojen bir biçimde ortaya çıkmadığını düşündürmektedir.

Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası diz açıları arasındaki farklardan elde edilen delta (Δ) değerleri ile memnuniyet skorları arasındaki korelasyon analizlerinde, bazı parametreler arasında zayıf veya çok zayıf ilişkiler saptanmıştır (Tablo 22). Özellikle ΔLDFA ve ΔJLO ile KSS arasındaki pozitif yönlü zayıf ilişkiler, femoral komponent dizilimi ve eklem hattı oryantasyonundaki değişimlerin klinik sonuçlara sınırlı düzeyde yansıyabileceğini düşündürmektedir. Bu verilerin yanı sıra ΔaHKA ile F-KSS, WOMAC, OKS skorlarının zayıf da olsa korelasyon göstermesi ameliyat öncesi aritmetik akstan sapma miktarının fonksiyonel skorları iyileştirebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte korelasyon katsayılarının düşük olması, diz dizilimi değişikliklerinin tek başına fonksiyonel sonuçları açıklamakta yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır. Literatürde de TDA sonrası klinik sonuçların, aks değişimlerinden ziyade yumuşak doku dengesi, kas gücü ve hasta beklentileri gibi faktörlerle daha güçlü ilişki gösterdiği bildirilmektedir [28, 83].

Hastalar ameliyat öncesi CPAK gruplarına göre değerlendirildiğinde 155 dizden 101 tanesinin CPAK 1 grubunda yer aldığı 28 tanesinin CPAK 4 grubunda yer aldığı görülmektedir. Bu aynı zamanda Adana bölgesindeki osteoartritik dizlerin fenotipinin belirlenmesinde de bize yol gösterici bir veridir. Osteoartritik dizlerimizin %65,2'si varus-apex distal grupta yer alırken %18,1'i varus-apex nötral grupta yer almaktaydı. Ameliyat öncesi CPAK grupları ile fonksiyonel sonuçlar arasında ise anlamlı bir korelasyon görülmemiştir. Bu verilerimiz Macdessi ve arkadaşlarının 2021 yılında yaptığı çalışmada belirttiği gibi ameliyat öncesi CPAK grupları hastanın diz fenotipini ve yapısal dizilimini belirlemeye yardımcı olurken fonksiyonu etkilememektedir. [4]

Hastalar ameliyat sonrası CPAK gruplarına göre değerlendirildiğinde en sık CPAK 4 (%36,8) ikinci sıklıkta ise CPAK 7 (%20,6) grubunda yer almıştır. Mutlak nötralizasyon hedefi ile yaptığımız cerrahilerde ise hedefimiz olan CPAK 5 grubunda ise yalnızca 17 diz mevcuttu. Hastaların CPAK değişim matriksi incelendiğinde ise en sık geçiş 43 diz ile CPAK 1-CPAK 4 grubu arasında olmuş olup ikinci sırada 19 diz ile CPAK 1- CPAK 1 geçişi 3.sırada ise 15 diz ile CPAK 4-CPAK 7 grupları arasında olmuştur. CPAK gruplarını merkez ve perifer gruplar olarak ikiye ayırdığımızda ise ameliyat öncesi olarak 155 dizden 105 dizin perifer grupta 50 dizin ise merkez grupta yer aldığı görülmektedir. Ameliyat sonrası 155 dizden ise 61'i perifer grupta yer alırken 94'ü merkez grupta yer almaktadır. Perifer-merkez geçişi 66 dizde sağlanırken 39 diz periferde kalmıştır. Merkezde yer alan dizlerin 28'i

merkezde kalmaya devam ederken geri kalan 22 diz ise perifer gruplara kaymıştır. Bu da bize mekanik aks nötralizasyonu hedeflediğimiz bu vakalarda geleneksel yöntemlerle mutlak nötralizasyonu sağlamada yetersiz olduğumuzu göstermiştir.

Literatürde CPAK sınıflamasının, dizin koronal plan fenotipini tanımlamada önemli bir araç olduğu vurgulanmakla birlikte, fenotip değişiminin klinik sonuçlara etkisinin multifaktöriyel olduğu belirtilmektedir. Hirschmann ve ark., CPAK sınıflamasının cerrahi planlamada yol gösterici olduğunu ancak ameliyat sonrası fonksiyonel sonuçların yalnızca fenotip değişimi ile açıklanamayacağını bildirmiştir [79]. Benzer şekilde Elsheikh ve ark., CPAK temelli dizilim değişikliklerinin kısa dönem klinik skorlar üzerinde sınırlı etkisi olabileceğini, ancak uzun dönem biyomekanik adaptasyon süreçlerinin daha belirleyici olabileceğini belirtmiştir [84]. Çalışmamızda CPAK değişim grupları arasında anlamlı fark saptanmamış olması, bu görüşlerle uyumludur ve kısa takip süresinin bu sonuca katkı sağlamış olabileceği düşünülmektedir.

Cinsiyet gruplarına göre yapılan değerlendirmede, erkek hastalarda F-KSS, WOMAC ve OKS skorlarının kadın hastalara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 25). Buna karşın KSS skorları açısından cinsiyetler arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Literatürde erkek hastaların total diz artroplastisi sonrası fonksiyonel aktivite düzeylerinin ve hasta bildirimi skorlarının daha yüksek olabileceği, bunun kas gücü, fiziksel aktivite düzeyi ve beklenti farklılıkları ile ilişkili olabileceği bildirilmektedir [85, 86]. KSS'nin daha çok klinik ve objektif değerlendirmeleri içermesi, buna karşılık F-KSS, WOMAC ve OKS'nin hasta algısına dayalı bileşenleri daha fazla yansıtması, çalışmamızda gözlenen bu farkı açıklayabilir.

Hastaların KSS, F-KSS, WOMAC ve OKS skorlarına göre memnuniyet derecelerinin dağılımı incelendiğinde (Şekil 25–28), genel olarak yüksek memnuniyet düzeylerinin ön planda olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, farklı skor sistemlerinin memnuniyeti farklı boyutlardan değerlendirmesi, bazı hastalarda skorlar arasında uyumsuzluk oluşmasına neden olabilmektedir. Literatürde de hasta memnuniyetinin tek bir skorla tanımlanmasının yetersiz olduğu, çoklu değerlendirme araçlarının birlikte kullanılmasının daha doğru sonuçlar verdiği vurgulanmaktadır [87].

Genel olarak bu bulgular, total diz artroplastisi sonrası memnuniyetin yalnızca dizin koronal plan fenotipi veya CPAK değişimi ile açıklanamayacağını; cinsiyet, hasta algısı, fonksiyonel beklentiler, biyomekanik adaptasyon ve başarılı bir şekilde mekanik ve aritmetik aks nötralizasyonun sağlanması gibi çok sayıda faktörün etkileşimi sonucu şekillendiğini

göstermektedir. Bu durum, mekanik aksa dik kesi prensibi ile cerrahi yapıyor olsak bile ameliyat öncesi planlamanın detaylı yapılması gerektiğini, diz fenotipinin ameliyat öncesi belirlenmesi, açıların doğru şekilde ölçülmesi ve cerrahi sırasında gelişen teknolojiden yararlanılarak bilgisayar destekli kesilerin yapılıp dizin ameliyat sonrası mekanik ve aritmetik aksının doğru bir şekilde nötralize edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Çalışmamızın en önemli kısıtlayıcı faktörü retrospektif planlanmış olması ve total diz protez cerrahisi için kısa dönem sayılabilecek sonuçların incelenmiş olmasıdır. CPAK sınıflamasının 9 grupta inceleniyor olması nedeniyle çalışmanın örneklem büyüklüğü istatistiksel değerlendirmenin gücünü düşürmüş olabilir. Çok merkezli ve daha büyük hasta grubu ile çalışma planlanabilir. Aynı zamanda çalışmamızın bir diğer limitasyonu aksiyel ve sagital plan dizilimlerinin çalışılmamış olmasıdır.

6. SONUÇLAR

- Total diz artroplastisi uygulanan hastalarda, ameliyat öncesi koronal plan dizilim özelliklerinin tek başına ameliyat sonrası klinik sonuçları belirlemediği görülmüştür. Ameliyat öncesi mekanik ve aritmetik aks grupları arasında memnuniyet skorları açısından anlamlı fark saptanmamıştır.
- Ameliyat sonrası dönemde değerlendirilen mekanik ve aritmetik aks dizilimlerinin ise bazı fonksiyonel skorlar üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle ameliyat sonrası mHKA ve aHKA gruplarında KSS ve F-KSS skorları açısından anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.
- CPAK sınıflamasına göre yapılan ameliyat sonrası değerlendirmede, KSS skorları açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmuş; bu farkın özellikle CPAK 4 ve CPAK 5 grupları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı saptanmıştır. Buna karşın F-KSS, WOMAC ve OKS skorları CPAK grupları arasında benzer bulunmuştur.
- CPAK değişim paternlerine göre yapılan analizlerde, hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası merkezi veya periferik dizilim gruplarına geçişleri ile memnuniyet skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.
- Eklem hattı oryantasyonu (JLO) açısından yapılan hem ameliyat öncesi hem de ameliyat sonrası değerlendirmelerde, klinik skorlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bu bulgu, fizyolojik sınırlar içinde kalan eklem hattı değişimlerinin kısa dönem fonksiyonel sonuçlara belirgin etkisinin olmadığını düşündürmektedir.
- Mismatch analizlerinde, bazı alt gruplarda belirli klinik skorlar açısından anlamlı farklılıklar izlenmiş olmakla birlikte, bu etkinin tüm hasta gruplarına genellenebilir düzeyde olmadığı görülmüştür. Özellikle WOMAC skorlarının mismatch uyumsuz grupta daha yüksek bulunması, hasta algısına dayalı sonuçların yapısal dizilimden sapma miktarından etkilenebileceğini göstermektedir.
- Aritmetik aks ve mekanik aks gruplarına göre missmatch uyumlu ve uyumsuz alt gruplar arasındaki fonksiyonel skor farklılıkları da bize ameliyat sonrası dizilimi

nötral ve nötrale daha yakın olan hastaların daha yüksek fonksiyonel skorlara sahip olduğunu göstermektedir.

- MAAD parametresine göre yapılan analizlerde gerek alt grup gerekse tüm hasta popülasyonu düzeyinde klinik skorlar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu durum, MAAD'ın tek başına klinik sonuçları belirleyen bir faktör olmadığını düşündürmektedir.
- Cinsiyetler arası karşılaştırmada erkek hastalarda F-KSS, WOMAC ve OKS skorlarının kadınlara kıyasla daha yüksek olduğu saptanmış; KSS skorları açısından ise anlamlı fark izlenmemiştir.

Çalışmamızın bulguları total diz artroplastisi sonrası klinik sonuçların yalnızca mekanik ya da aritmetik aks ölçümleri ile açıklanamayacağını ortaya koymaktadır. Diz fenotipi, cerrahi sonrası dizilim değişimi ve bireysel biyomekanik özellikler, klinik sonuçlar üzerinde birlikte etkili olan çok boyutlu faktörlerdir. Elde edilen sonuçlar, tüm hastalarda mutlak mekanik nötralizasyonun hedeflenmesinin günümüzde en uygun yaklaşım olsa da başarılı bir cerrahi için detaylı bir ameliyat öncesi planlama, yumuşak dokuya saygılı atravmatik bir cerrahi, doğru cerrahi teknikler, aritmetik ve mekanik aks nötralizasyonun doğru şekilde sağlanması gerekmektedir. Az düzeltme yapılarak rezidü varus bırakmamak veya aşırı düzeltme yapıp valgus dizilime sebep olmamak için navigasyon yardımlı kesilerin kullanılması uygun nötral dizilimin sağlanmasına yardımcı olabilir.

7. VAKA ÖRNEKLERİ

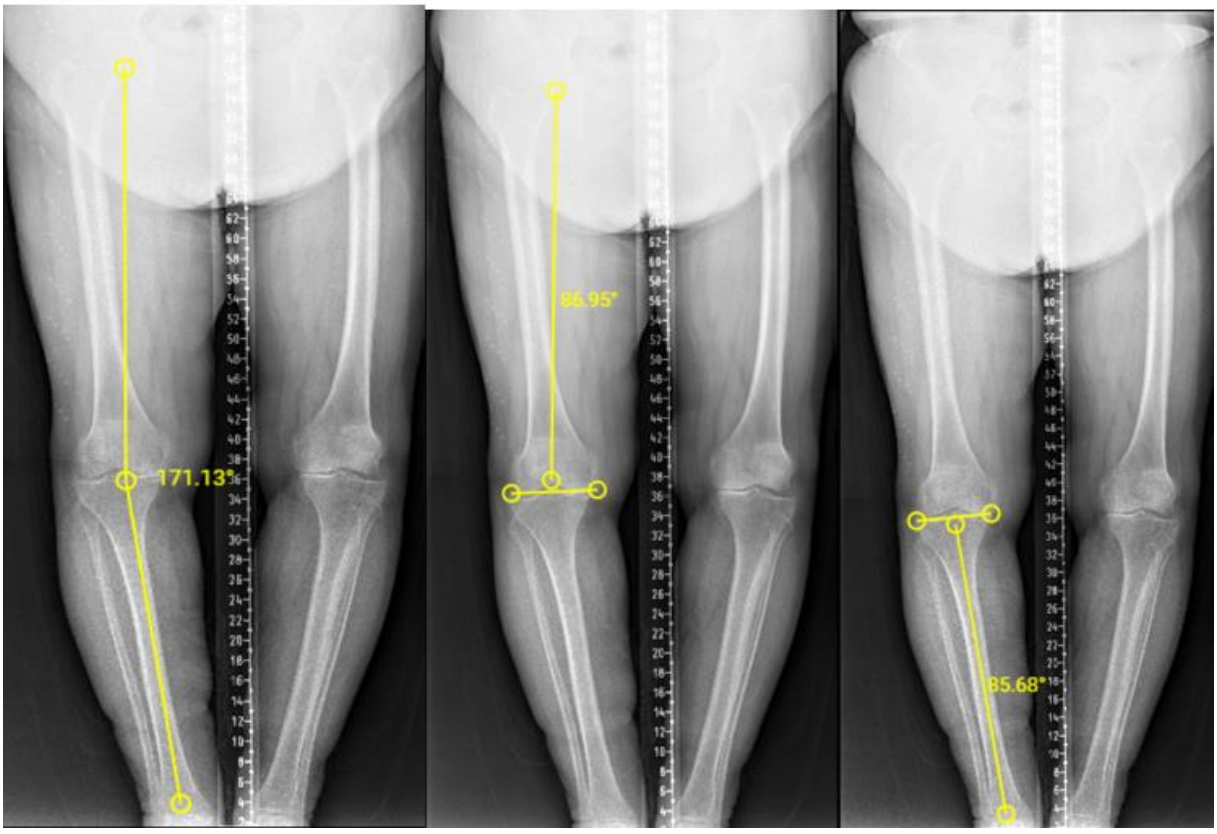
VAKA 1: 58 yaşında kadın hasta özellikle sağ dizde olmak üzere dizlerde ağrı, şişlik, merdiven çıkamama, gece uykudan uyandıran ağrı şikayetleri mevcuttu. Sağ dizde kellgren Lawrence grade 4 osteoartriti mevcuttu. Hasta 2022 yılında opere edildi ve sağ diz TDA uygulandı. Hastanın takiplerinde herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Hastanın ameliyat sonrası 3.senesinde:

Fleksiyon derecesi: 125° KSS:82 WOMAC:95.5

Ekstansiyon derecesi: +5° F-KSS:80 OKS: 44

⇒ Ameliyat Öncesi SAĞ DİZ:

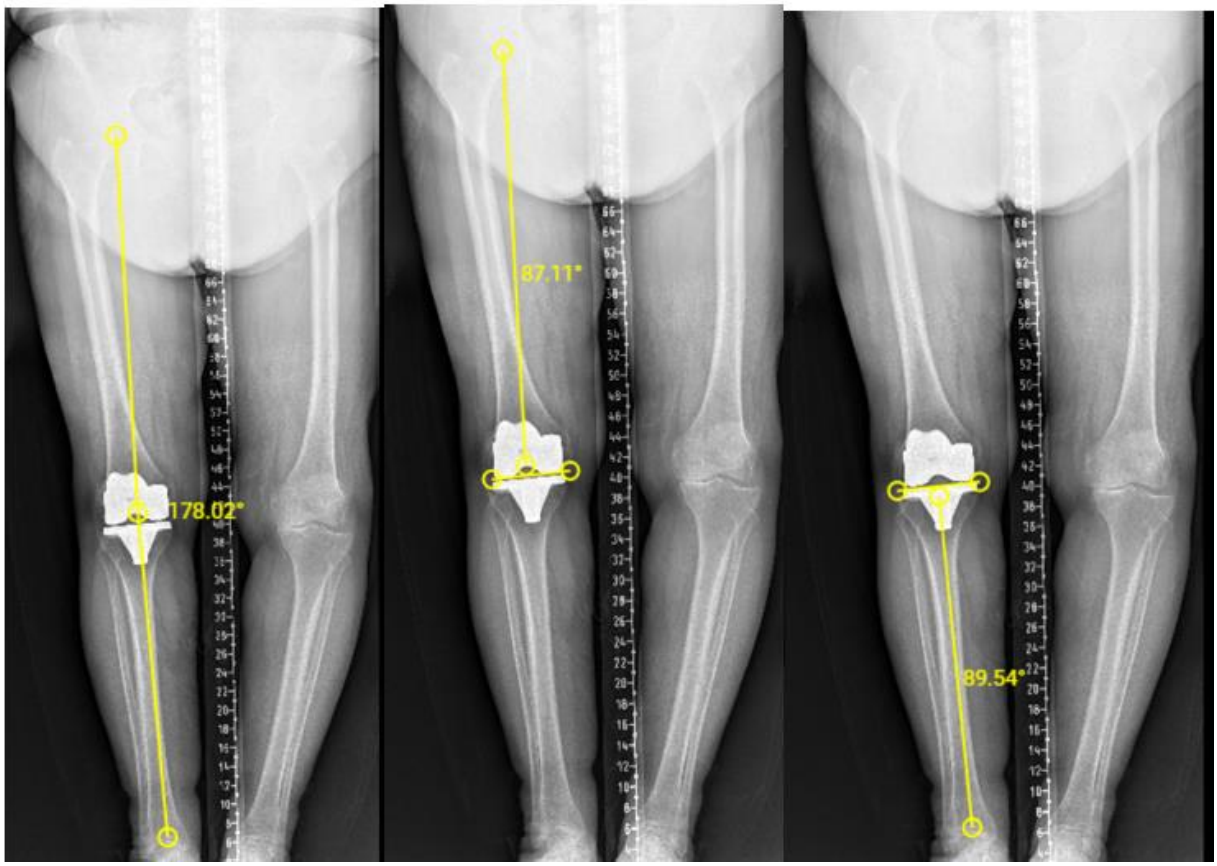
- ✓ mHKA: -8,87° (VARUS)
- ✓ LDFA:93,05°
- ✓ MPTA: 85,68°
- ✓ aHKA= -7,37° (VARUS)
- ✓ JLO= 178,73° (APEX NÖTRAL)
- ✓ CPAK: GRUP 4



Şekil 40: Ameliyat öncesi hasta ortoröntgenogramları: sağ diz mHKA:171,13-180=-8,87 LDFA=180-86,95=93,05 MPTA=85,68

⇒ Ameliyat Sonrası SAĞ DİZ

- ✓ mHKA: -1.98° (NÖTRAL)
- ✓ LDFA: 92.89°
- ✓ MPTA: 90.46°
- ✓ aHKA: -2.43° (VARUS)
- ✓ JLO: 183.35° (APEX PROKSİMAL)
- ✓ CPAK: GRUP 7



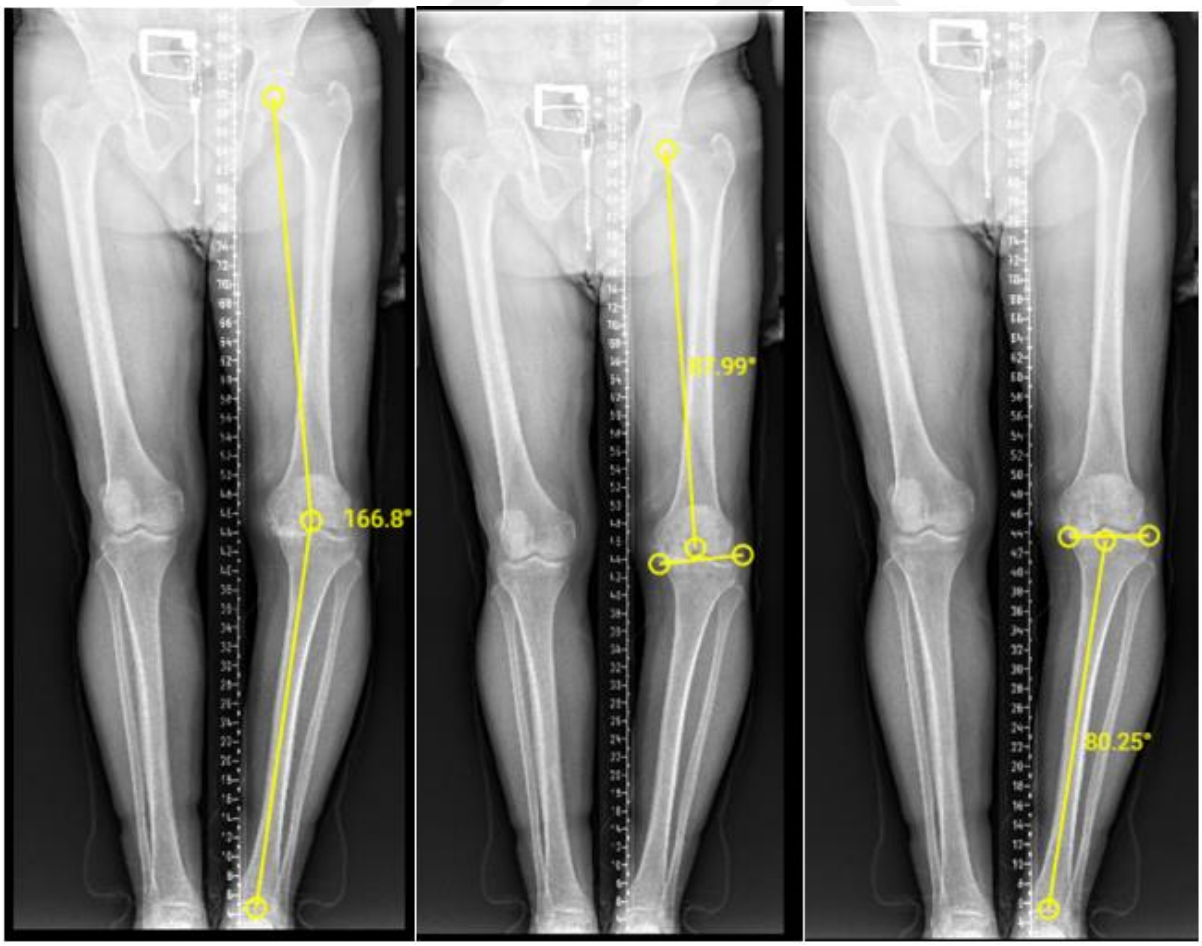
Şekil 41:Ameliyat sonrası hasta ortoröntgenogramları: sağ diz mHKA:178,02-180=-1,98 LDFA=180-87,11=92,89 MPTA=180-89,54=90,46

VAKA 2: 59 yaşında erkek hasta özellikle sol dizde olmak üzere dizlerde ağrı, , merdiven çıkamama, gece uykudan uyandıran ağrı, deformite şikayetleri mevcuttu. Sol dizde kellgren Lawrence grade 4 osteoartriti mevcuttu. Hasta 2023 yılında opere edildi ve sol diz TDA uygulandı. Hastanın takiplerindde Herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Hastanın ameliyat sonrası 2.senesinde:

Fleksiyon derecesi: 130°	KSS:95	WOMAC:99.2
Ekstansiyon derecesi: 0	F-KSS:100	OKS: 47

⇒ Ameliyat öncesi sol diz:

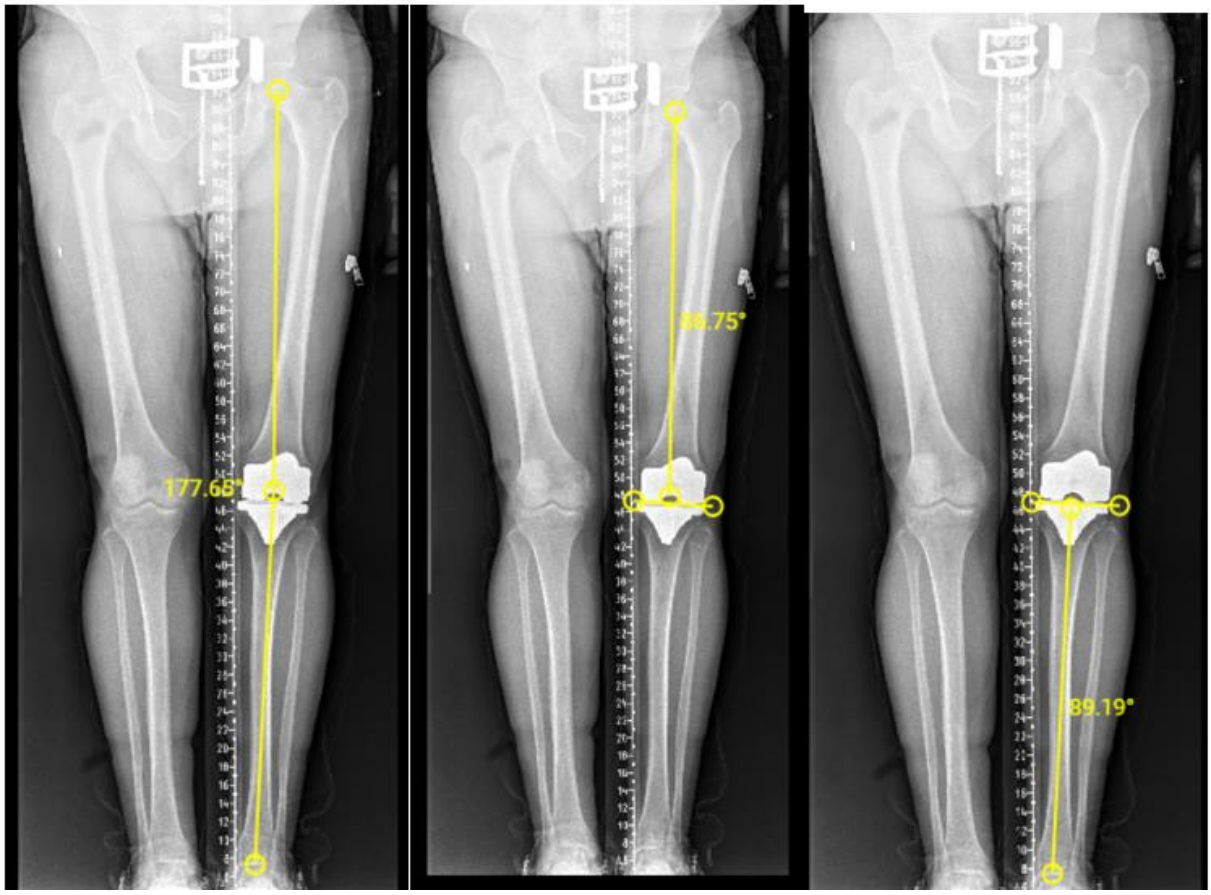
- ✓ mHKA: -13.2° (VARUS)
- ✓ LDFA: 87,99°
- ✓ MPTA: 80,25°
- ✓ aHKA: -7.74° (VARUS)
- ✓ JLO: 168,24° (APEX DİSTAL)
- ✓ CPAK: GRUP 1



Şekil 42: Ameliyat öncesi hasta ortoröntgenogramları: Sol diz mHKA:166,8-180=-13,2 LDFA=87,99 MPTA=80,25

⇒ Ameliyat Sonrası SOL DİZ:

- ✓ mHKA: -2.32° (NÖTRAL)
- ✓ LDFA: 93,25°
- ✓ MPTA: 89,19°
- ✓ aHKA: -4.06° (VARUS)
- ✓ JLO: 182,44° (APEX NÖTRAL)
- ✓ CPAK: GRUP 4



Şekil 43: Ameliyat sonrası hasta ortoröntgenogramları: Sol diz mHKA:177,68-180=-2,32 LDFA=180-86,75=93,25 MPTA=89,19

8. KAYNAKLAR

1. **Kolasinski, S.L., et al.,** *2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee.* Arthritis Rheumatol, **2020**. 72(2): p. 220-233.

2. **Narkbunnam, R., et al.,** *The association between perception of patients and their actual ability to do floor activities after mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty: A prospective, cross-sectional study.* Jt Dis Relat Surg, **2023**. 34(2): p. 245-252.

3. **Başkanlığı, S.T.D.D.,** *Total diz artroplastisi klinik protokolü*. **2017**.

4. **MacDessi, S.J., et al.,** *Coronal Plane Alignment of the Knee (CPAK) classification.* Bone Joint J, **2021.** 103-b(2): p. 329-337.

5. **Gupton, M., et al.,** *Anatomy, bony pelvis and lower limb, knee*, in *StatPearls [Internet]*. **2023**, StatPearls Publishing.

6. **Hyland, S., M.A. Sinkler, and M.A. Varacallo,** *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Popliteal Region*, in *StatPearls*. **2025,** StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

7. **Chang, A., et al.,** *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Femur*, in *StatPearls*. **2025**, StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

8. **Donlagic, D., et al.,** *A Patient-specific Knee Joint Computer Model Using MRI Data and'in vivo'Compressive Load from the Optical Force Measuring System.* Journal of Computing and Information Technology, **2008**. 16(3): p. 209-222.

9. **Bourne, M., M.A. Sinkler, and P.B. Murphy,** *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Tibia*, in *StatPearls*. **2025**, StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

10. **Martin, G.,** *Patient education: Total knee replacement (arthroplasty)(Beyond the Basics).* UpToDate. com, **2025**.

11. **Matsueda, M. and R.B. Gustilo,** *Subvastus and medial parapatellar approaches in total knee arthroplasty.* Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007), **2000**. 371: p. 161-168.

12. **Abukar, A. and D. Li,** *Lateral Patellar Compression Syndrome*, in *StatPearls*. **2025**, StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

13. **Bandovic, I., et al.,** *Anatomy, Bone Markings*, in *StatPearls*. 2025, StatPearls Publishing Copyright © **2025,** StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

14. **Beutler, A. and A. Alexander,** *Physical examination of the knee.* Musculoskeletal physical examination: an evidence-based approach. 2nd ed. Philadelphia, USA: Elsevier Health Sciences, **2017**.

15. **Cox, C.F., et al.,** *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Patella*, in *StatPearls*. **2025**, StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

16. **Fox, A.J., F. Wanivenhaus, and S.A. Rodeo,** *The basic science of the patella: structure, composition, and function.* J Knee Surg, **2012**. 25(2): p. 127-41.

17. **Loudon, J.K.,** *Biomechanics And Pathomechanics Of The Patellofemoral Joint.* Int J Sports Phys Ther, **2016**. 11(6): p. 820-830.

18. **Özturan, B. and S. Erinç**, *Total diz protezi ve biyomekanik.*

19. **Roaas, A. and G.B. Andersson,** *Normal range of motion of the hip, knee and ankle joints in male subjects, 30-40 years of age.* Acta Orthop Scand, **1982**. 53(2): p. 205-8.

20. **Goldblatt, J.P. and J.C. Richmond,** *Anatomy and biomechanics of the knee.* Operative techniques in sports medicine, **2003**. 11(3): p. 172-186.

21. **Amis, A.A., et al.,** *Anatomy of the posterior cruciate ligament and the meniscofemoral ligaments.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, **2006**. 14(3): p. 257-63.

22. **Zhang, L.K., et al.,** *Relationship between Patellar Tracking and the "Screw-home" Mechanism of Tibiofemoral Joint.* Orthop Surg, **2016**. 8(4): p. 490-495.

23. **Koluaçık, S., et al.,** *Bağ Kesen Total Diz Protezinde Post Geometrisinin Konveks ve Konkav Durumunun Aşınmaya Etkisinin SEA ile Araştırılması.* Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, **2019**. 9(1): p. 45-57.

24. **Carvalho Júnior, L.H., et al.,** *Femoral Roll Back In Total Knee Arthroplasty: Comparıson Between Prostheses That Preserve And Sacrıfice The Posterior Crucıate Ligament.* Rev Bras Ortop, **2011**. 46(4): p. 417-9.

25. **Marques Luís, N. and R. Varatojo,** *Radiological assessment of lower limb alignment.* EFORT Open Rev, **2021**. 6(6): p. 487-494.

26. **Rivière, C., et al.,** *The Kinematic Alignment Technique for Total Knee Arthroplasty*, in *Personalized Hip and Knee Joint Replacement*, C. Rivière and P.A. Vendittoli, Editors. **2020**, Springer Copyright 2020, The Author(s). Cham (CH). p. 175-95.

27. **Nisar, S., et al.,** *Kinematic alignment in total knee arthroplasty.* EFORT Open Rev, **2020**. 5(7): p. 380-390.

28. **Bellemans, J., et al.,** *The Chitranjan Ranawat award: is neutral mechanical alignment normal for all patients? The concept of constitutional varus.* Clin Orthop Relat Res, **2012**. 470(1): p. 45-53.

29. **Kılıçaslan Ö, F., et al.,** *Effect of cartilage thickness mismatch in osteochondral grafting from knee to talus on articular contact pressures: A finite element analysis.* Jt Dis Relat Surg, **2021**. 32(2): p. 355-362.

30. **Hirschmann, M.T., et al.,** *Functional knee phenotypes: a novel classification for phenotyping the coronal lower limb alignment based on the native alignment in young non-osteoarthritic patients.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, **2019**. 27(5): p. 1394-1402.

31. **Rogers, J. and T. Waldron,** *A field guide to joint disease in archaeology.* (No Title), **1995**.

32. **Dieppe, P.A. and L.S. Lohmander,** *Pathogenesis and management of pain in osteoarthritis.* The Lancet, **2005**. 365(9463): p. 965-973.

33. **Garrod, A.E.,** *A treatise on rheumatism and rheumatoid arthritis*. **1890**: Griffin.

34. **Kellgren, J.H. and J. Lawrence,** *Radiological assessment of osteo-arthrosis.* Ann Rheum Dis, **1957**. 16(4): p. 494-502.

35. Felson, D.T., *Osteoarthritis of the knee.* New England Journal of Medicine, 2006. 354(8): p. 841-848.

36. **Hsu, H. and R.M. Siwiec,** *Knee Osteoarthritis*, in *StatPearls*. **2025**, StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

37. **Elsiwy, Y., et al.,** *Risk factors associated with cardiac complication after total joint arthroplasty of the hip and knee: a systematic review.* J Orthop Surg Res, **2019**. 14(1): p. 15.

38. **Springer, B.D.,** *Management of the Bariatric Patient. What Are the Implications of Obesity and Total Joint Arthroplasty: The Orthopedic Surgeon's Perspective?* J Arthroplasty, **2019**. 34(7s): p. S30-s32.

39. Hulshof, C.T.J., et al., *WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational ergonomic risk factors and of the effect of exposure to occupational ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases.* Environ Int, **2019**. 125: p. 554-566.

40. Manlapaz, D.G., et al., *Risk Factors for Falls in Adults with Knee Osteoarthritis: A Systematic Review.* Pm r, **2019**. 11(7): p. 745-757.

41. Magnusson, K., A. Turkiewicz, and M. Englund, *Nature vs nurture in knee osteoarthritis - the importance of age, sex and body mass index.* Osteoarthritis Cartilage, **2019**. 27(4): p. 586-592.

42. Li, J.S., et al., *Weight loss changed gait kinematics in individuals with obesity and knee pain.* Gait Posture, **2019**. 68: p. 461-465.

43. Kisand, K., et al., *New insights into the natural course of knee osteoarthritis: early regulation of cytokines and growth factors, with emphasis on sex-dependent angiogenesis and tissue remodeling. A pilot study.* Osteoarthritis Cartilage, **2018**. 26(8): p. 1045-1054.

44. Alrushud, A.S., et al., *Effect of a combined programme of dietary restriction and physical activity on the physical function and body composition of obese middle-aged and older adults with knee OA (DRPA): protocol for a feasibility study.* BMJ Open, **2018**. 8(12): p. e021051.

45. Afzali, T., et al., *Cost-effectiveness of treatments for non-osteoarthritic knee pain conditions: A systematic review.* PLoS One, **2018**. 13(12): p. e0209240.

46. Doherty, M., et al., *Clinical manifestations and diagnosis of osteoarthritis.* UpToDate [Internet], **2017**: p. 1-30.

47. Liu, Y., et al., *Senescence in osteoarthritis: from mechanism to potential treatment.* Arthritis Res Ther, **2022**. 24(1): p. 174.

48. Kellgren, J.H. and J.S. Lawrence, *Radiological assessment of osteo-arthrosis.* Ann Rheum Dis, **1957**. 16(4): p. 494-502.

49. Kohn, M.D., A.A. Sassoon, and N.D. Fernando, *Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis.* Clin Orthop Relat Res, **2016**. 474(8): p. 1886-93.

50. Remer, H.B., et al., *Does Restoration of Constitutional Alignment Improve Outcomes in Total Knee Arthroplasty?* Arthroplast Today, **2025.** 34: p. 101776.

51. Ahlbäck, S., *Osteoarthrosis of the knee. A radiographic investigation.* Acta Radiol Diagn (Stockh), **1968**: p. Suppl 277:7-72.

52. Gali, J.C., et al., *Has The Ahlbäck Classıfıcatıon Been Accurately Descrıbed And Cıted?* Acta Ortop Bras, **2025**. 33(6): p. e296115.

53. Rivero-Santana, A., et al., *Effectiveness of a decision aid for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial.* Osteoarthritis Cartilage, **2021**. 29(9): p. 1265-1274.

54. Bastick, A.N., et al., *Prognostic factors for progression of clinical osteoarthritis of the knee: a systematic review of observational studies.* Arthritis Res Ther, **2015**. 17(1): p. 152.

55. Martel-Pelletier, J., et al., *A new decision tree for diagnosis of osteoarthritis in primary care: international consensus of experts.* Aging Clin Exp Res, 2019. 31(1): p. 19-30.

56. Aweid, O., et al., *Treatment modalities for hip and knee osteoarthritis: A systematic review of safety.* J Orthop Surg (Hong Kong), **2018**. 26(3): p. 2309499018808669.

57. **Saber, A.Y., R. Marappa-Ganeshan, and A. Mabrouk,** *Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty*, in *StatPearls*. **2025**, StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

58. **Kayani, B. and F.S. Haddad,** *Robotic total knee arthroplasty: clinical outcomes and directions for future research.* Bone Joint Res, **2019**. 8(10): p. 438-442.

59. **ŞAHİN, V.,** *Ortopedi ve Travmatoloji 3 Cilt.* Güneş Tıp Kitabevleri, İstanbul, **2022**. 1: p. 1692-1693.

60. **Patel, N.G., et al.,** *50 years of total knee arthroplasty.* Bone & Joint 360, **2019.** 8(3): p. 3-7.

61. **Song, E.K., et al.,** *The Evolution of Modern Total Knee Prostheses*, in *Arthroplasty - Update*, P. Kinov, Editor. **2013**, IntechOpen: London.

62. **Walker, L.C., N.D. Clement, and D.J. Deehan,** *Predicting the Outcome of Total Knee Arthroplasty Using the WOMAC Score: A Review of the Literature.* J Knee Surg, **2019**. 32(8): p. 736-741.

63. **Varacallo, M.A., et al.,** *Total Knee Arthroplasty Techniques*, in *StatPearls*. **2025**, StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

64. **Krych, A.J., et al.,** *Non-operative management of medial meniscus posterior horn root tears is associated with worsening arthritis and poor clinical outcome at 5-year follow-up.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, **2017**. 25(2): p. 383-389.

65. **Gomez, S., et al.,** *Draping technique for total knee arthroplasty*, in *Surgical techniques in total knee arthroplasty*. **2002**, Springer. p. 168-173.

66. **Ömer Yonga, B.K., Melih Güven,** *Surgical techniques and main principles in total knee arthroplasty.* Totbid Dergisi, **2021**: p. 516-532.

67. **Egloff, C., T. Hügle, and V. Valderrabano,** *Biomechanics and pathomechanisms of osteoarthritis.* Swiss Med Wkly, **2012**. 142: p. w13583.

68. **Roysam, G.S. and M.J. Oakley,** *Subvastus approach for total knee arthroplasty: a prospective, randomized, and observer-blinded trial.* J Arthroplasty, 2001. 16(4): p. 454-7.

69. **Vaishya, R., et al.,** *Surgical approaches for total knee arthroplasty.* J Clin Orthop Trauma, **2016**. 7(2): p. 71-9.

70. **Felson, D.T., et al.,** *Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors.* Ann Intern Med, **2000**. 133(8): p. 635-46.

71. **Srikanth, V.K., et al.,** *A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis.* Osteoarthritis Cartilage, **2005**. 13(9): p. 769-81.

72. **Ritter, M.A., et al.,** *The Effect of Alignment and BMI on Failure of Total Knee Replacement.* JBJS, **2011**. 93(17).

73. **Lin, Y.H., et al.,** *Mismatch between femur and tibia coronal alignment in the knee joint: classification of five lower limb types according to femoral and tibial mechanical alignment.* BMC Musculoskelet Disord, **2018**. 19(1): p. 411.

74. **Parratte, S., et al.,** *Effect of postoperative mechanical axis alignment on the fifteen-year survival of modern, cemented total knee replacements.* J Bone Joint Surg Am, **2010**. 92(12): p. 2143-9.

75. **Sharma, L., et al.,** *The mechanism of the effect of obesity in knee osteoarthritis: the mediating role of malalignment.* Arthritis Rheum, **2000**. 43(3): p. 568-75.

76. **Elahi, S., et al.,** *The association between varus-valgus alignment and patellofemoral osteoarthritis.* Arthritis Rheum, **2000**. 43(8): p. 1874-80.

77. **Abdel, M.P., et al.,** *Effect of Postoperative Mechanical Axis Alignment on Survival and Functional Outcomes of Modern Total Knee Arthroplasties with Cement: A Concise Follow-up at 20 Years.* J Bone Joint Surg Am, **2018**. 100(6): p. 472-478.

78. **Meneghini, R.M., et al.,** *Leaving Residual Varus Alignment After Total Knee Arthroplasty Does Not Improve Patient Outcomes.* J Arthroplasty, **2017**. 32(9s): p. S171-s176.

79. **Hirschmann, M.T., et al.,** *Phenotyping the knee in young non-osteoarthritic knees shows a wide distribution of femoral and tibial coronal alignment.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, **2019.** 27(5): p. 1385-1393.

80. **Victor, J., S. Banks, and J. Bellemans,** *Kinematics of posterior cruciate ligament-retaining and -substituting total knee arthroplasty.* The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume, **2005**. 87-B(5): p. 646-655.

81. **Hirschmann, M. and H. Behrend,** *Functional knee phenotypes: a call for a more personalised and individualised approach to total knee arthroplasty?* Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, **2018**. 26.

82. **MacDessi, S.J., et al.,** *The arithmetic HKA (aHKA) predicts the constitutional alignment of the arthritic knee compared to the normal contralateral knee: a matched-pairs radiographic study.* Bone Jt Open, **2020**. 1(7): p. 339-345.

83. **Howell, S.M., T.J. Shelton, and M.L.** Hull, *Implant Survival and Function Ten Years After Kinematically Aligned Total Knee Arthroplasty.* J Arthroplasty, **2018**. 33(12): p. 3678-3684.

84. **Elsheikh, R., et al.,** *Phenotyping the knee joint-A critical appraisal of CPAK for alignment classification.* J Exp Orthop, **2025**. 12(3): p. e70409.

85. **Gandhi, R., J.R. Davey, and N. Mahomed,** *Patient expectations predict greater pain relief with joint arthroplasty.* The Journal of arthroplasty, **2009**. 24(5): p. 716-721.

86. **Bourne, R.B., et al.,** *Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not?* Clin Orthop Relat Res, **2010**. 468(1): p. 57-63.

87. **Hirschmann, M.T. and R. Becker,** *The unhappy total knee replacement: a comprehensive review and management guide.* **2015**.