



T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
BAKIRKÖY DR. SADİ KONUK
SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

**TEK PLANLI VE BİPLANAR MEDİAL AÇIK KAMA TİBİA PROKSİMAL
OSTEOTOMİSİNİN PATELLA YÜKSEKLİĞİ, TİBİA POSTERİOR EĞİMİ,
PATELLAR TENDON UZUNLUK, KALINLIK VE ELASTİSİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Dr. İbrahim Esad Sapmaz

İSTANBUL/2024



T.C.
SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
BAKIRKÖY DR. SADİ KONUK
SAğLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİğİ

**TEK PLANLI VE BİPLANAR MEDİAL AÇIK KAMA TİBİA PROKSİMAL
OSTEOTOMİSİNİN PATELLA YüKSEKLİğİ, TİBİA POSTERİOR EğİMİ,
PATELLAR TENDON UZUNLUK, KALINLIK VE ELASTİSİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Dr. İbrahim Esad Sapmaz

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa Gökhan Bilgili

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Dr. İbrahim Esad Sapmaz



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca biz asistanlar üzerinde en büyük emeği olan, teorik ve pratik olarak gelişmemize katkısı dışında insan ilişkileri ve hayat görüşü açısından çok büyük katkıları olan klinik şefimiz ve değerli hocam **Prof. Dr. Cemal Kural' a** en içten teşekkürlerimi sunarım.

İhtisasıma başladığım ilk anlardan itibaren samimiyeti, içten yaklaşımı ve sıcaklığıyla hep yanımda olan ve bizlere ortopedi ve travmatoloji asistanlığını sevdiren, en zorlu vakalarda her zaman başarılı olarak bizlere tecrübe kazandırmış, tez ve hayat konusunda yol gösteren değerli hocam **Prof. Dr. Mustafa Gökhan Bilgili' ye**

Kliniğimizin yetiştirdiği ilk asistanlardan olan, zorlu vakalardaki cesareti ve özgüveni ile bizlere tecrübelerini aktaran, teorik ve pratik olarak bizlere her zaman desteklerini aktaran değerli ağabeyim **Prof. Dr. Serdar Hakan Başaran' a**

Yoğun klinik temposunda bizlerden bilgilerini ve ilgilerini esirgemeyen, büyük katkıları olan, kliniğimizin doçentlerinden **Doç. Dr. Emre Baca, Doç. Dr. Altuğ Duramaz, Doç. Dr. Bülent Tanrıverdi, Doç. Dr. Alkan Bayrak ve Doç. Dr. Ersin Erçin' e**

Kliniğimiz uzman hekimlerinden **Dr. Halil Nadir Öneş' e, Dr. Önder Murat Hürmeydan, Dr. Erdem Edipoğlu, Dr. Neşet Tang, Dr. Malik Çelik, Dr. Furkan Çağlayan Aslantaş, Dr. Mehmet Ali Bozca, Dr. Erdi İmre, Dr. Vedat Öztürk ve Dr. Alican Koluman' a**

İhtisasım boyunca bize çok fazla katkısı olan değerli kıdemlilerim **Dr. Burak Belen, Dr. Başar Burak Çakmur, Dr. Ahmet Çanlıoğlu, Dr. Ahmet Yiğitbay, Dr. Tevfik Çatal, Dr. Mehmet Utku Çiftçi, Dr. Miraçhan Kantarci, Dr. Muhammed Can Ari, Dr. Nebi Köksal Yazgan, Dr. Murat Tıngır'a**

Birlikte çalışma fırsatı bulduğum asistan kardeşlerim, **Dr. Furkan Özönder, Dr. Mustafa Görkem Kaya, Dr. Behlül Dönmez, Dr. Osman Fatih Kartekin, Dr. Erim Can Demircan, Dr. Burhan Aktaş, Dr. Alihan Alkaya, Dr. Süleyman Emre Salmanoğlu, Dr. Salih Çağdaşer, Dr. Muhammed Ensar Kılıçkaya, Dr. Yunus Emre Tophan, Dr. Berkay Menus, Dr. Sinan Diril, Dr. Yunus Emre Ertürk, Dr. Ömer Çukurova, Dr. Onur Bayram, Dr. Fatih Civan, Dr. Zafer Boğa, Dr. İbrahim Halil Direk, Dr. Mustafa Zengin, Dr. Emrecan Süleyman, Dr. Hasan Aslan'a**

Birlikte çalışma fırsatı bulduğumuz hemşirelerimiz **Ayten Seller, Merve Özkul, Muhterem Gerçek, Zeynep Şeker, Emine Çay, Beyhan Akbaba, Yağmur Güleç, Hüner Akdağ, Berrin Ece Kaya, Sariye Uygun, Semra Tetik Gümüşsoy, Hanife Çetin, Merve Ercan, Sedanur Dünder'a**

Birlikte çalışma fırsatı bulduğumuz **Hanifi Acar, İsmail Nalbant, Musa Şapla, Nur Muhammet Tunç, Hasan Aygün, Elif Bay, Merve Erdem, Kübra Karahan, Serdar Kurban, Aslı Karabacak, Zeliha Özdemir, Fidan Demircan, Songül Şen'e**

Üzücü bir şekilde aramızdan ayrılan, çok değerli çalışma arkadaşımız **Hamide Başak Şahin'e**

Kliniğimizde ve ameliyathane çalışan tüm hemşire ve personel arkadaşlara

Benim bugünlere gelmemde büyük katkıları olan annem, babam ve kardeşime

Her zorlukta yanımda olan, hayatıma neşe katan, verdiğim en doğru karar olan canımdan çok sevdiğim eşime

Adı burada geçmeyen, üzerimde emeği olan, yetişmemde katkısı olan herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. İbrahim Esad Sapmaz

İstanbul/2024

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1. TARİHÇE.....	2
2.2. DİZ EKLEMİ ANATOMİSİ.....	3
2.2.1. Femur Distal Anatomisi.....	3
2.2.2. Tibia Proksimal Anatomisi.....	4
2.2.3. Patella Anatomisi ve Patellar Tendon.....	5
2.2.4. Eklem Kapsülü ve Sinovya.....	7
2.2.5. Menisküsler.....	7
2.2.6. Çapraz Bağlar.....	8
2.2.6.1. Ön Çapraz Bağ.....	8
2.2.6.2. Arka Çapraz Bağ.....	8
2.2.7. Diz Çevresi Dokuların Kanlanması ve İnnervasyonu.....	9
2.3. DİZ EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ.....	10
2.4. DİZ OSTEOARTRİTİ.....	13
2.5. ALT EKSTREMİTE DEFORMİTE ANALİZİ.....	14
2.6. PATELLAR TENDON ELASTOGRAFİSİ.....	16
3.YÜKSEK TİBİAL OSTEOTOMİ	18
3.1. ANAMNEZ, FİZİK MUAYENE VE HASTA SEÇİMİ.....	18
3.2. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME.....	20

3.3. DİZİLİM DÜZELTME HESAPLAMALARI.....	24
3.4. MEDİAL KOMPARTMAN OSTEOARTRİTİ TİBİAL OSTEOTOMİ TEKNİKLERİ.....	30
3.3.1. Fibula Osteotomisi.....	30
3.3.2. Kapalı Kama Yüksek Tibial Osteotomisi.....	30
3.3.3. Medial Açık Kama Yüksek Tibial Osteotomisi.....	31
3.3.4. Dome Osteotomisi.....	34
3.5. MEDİAL AÇIK KAMA YÜKSEK TİBİAL OSTEOTOMİ SONRASI KOMPLİKASYON.....	35
4. GEREÇ VE YÖNTEM.....	37
4.1. CERRAHİ TEKNİK.....	40
4.2. AMELİYAT SONRASI TAKİP.....	47
4.3. KOMPLİKASYON.....	47
5.BULGULAR.....	49
6.TARTIŞMA	61
7.SONUÇ.....	65
8.KAYNAKLAR	66
9.EKLER	76
10.ÖZGEÇMİŞ.....	85

SİMGELER VE KISALTMALAR

YTO: Yüksek Tibial Osteotomi

OA: Osteoartrit

MAKYTO: Medial Açık Kama Yüksek Tibial Osteotomi

IS: Insall – Salvati

CD: Caton – Deschamp

BP: Blackburne – Peel

MPFL: Medial Patellofemoral Ligament

MCL: Medial Kollateral Ligament

LCL: Lateral Kollateral Ligament

kPa: Kilopaskal

m/s: metre/saniye

mm: milimetre

cm: santimetre

US: Ultrasonografi

ark.: Arkadaşları

VKİ: Vücut kitle indeksi

ACA: Angulation Correction Axis (Açısal Düzeltme Eksen)

CORA: Center of Rotation of Angulation (Açılanmanın Rotasyon Merkezi)

v.: Ven

m.: musculus

DMAH: Düşük molekül ağırlıklı heparin

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: Diz ekleminin anterior, posterior, lateral ve medial görünümü.....	3
Şekil 2.2: Femur kondillerinin aksiyel görüntüsü.....	4
Şekil 2.3: Femur ve tibia aksiyel görünümü.....	5
Şekil 2.4: Patella ön yüzü, arka yüzü ve transvers plan anatomisi.....	6
Şekil 2.5: Menisküslerin superior ve posterior kadavra görüntüsü.....	8
Şekil 2.6: ACL ve PCL nin kadavrada anterior görünümü.....	9
Şekil 2.7: Diz çevresi arteriel anastomoz anatomisi.....	10
Şekil 2.8: Fleksiyon açısına göre tibiofemoral temas alanı şeması.....	11
Şekil 2.9: Femoral kondillerin medial lateral aksının tibia üzerindeki hizasının fleksiyon açısına göre işaretlenmiş şeması.....	12
Şekil 2.10: Teleortoröntgenogram görüntüsü.....	14
Şekil 2.11: Alt ekstremitenin frontal plan ve sagittal plan mekanik ve anatomik aks ve açıları.....	15
Şekil 2.12: ‘Shear wave’ elastografi çalışma prensibi şeması.....	16
Şekil 3.1: Lateral grafide Insall-Salvati indeksi ölçümü.....	21
Şekil 3.2: Lateral grafide Caton-Deschamps indeksi ölçümü.....	22
Şekil 3.3: Lateral grafide Blackburne-Peel ölçümü.....	23
Şekil 3.4: Sagittal ortoröntgenogramda aPPTA ölçümü.....	24
Şekil 3.5: Miniaci’ye göre medial açık kama yüksek tibial osteotomi düzeltme açısı hesaplaması.....	26
Şekil 3.6: Dugdale ve Noyes tarafından tanımlanan düzeltme açısı hesaplaması.....	27
Şekil 3.7: Anatomik femorotibial açı (aFTA).....	28
Şekil 3.8-10: Yazılım destekli düzeltme derecesi hesaplama.....	29-30
Şekil 3.11: Osteotomi ile patella yükseklik değişimleri.....	31
Şekil 3.12: Biplanar ve monoplanar osteotomilerin kama açılmadan ve açıldıktan sonraki şematik çizimleri.....	33
Şekil 3.13: Maquet tipi dome osteotomisi ve fokal dome osteotomisi.....	34
Şekil 3.14: Takeuchi lateral menteşe kırıkları sınıflaması.....	36

Şekil 4.1: Ultrasonografi örnekleri. ‘Shear wave’ elastografisinin aynı hastanın m/sn ve kPa cinsinden örnek ölçümü. Patellar tendon kalınlık ve uzunluk ölçüm örneği.....	38-39
Şekil 4.2: Vakalarda kullandığımız YTO plağı, osteotomlar, lamina ayırıcılar, aks çubuğu gibi malzemeler.....	40
Şekil 4.3-4: Yüksek tibial osteotomi uyguladığımız hastada artroskopik görüntü örneği.....	42-43
Şekil 4.5: Plak-vida uygulanması sonrası Monoplanar ve Biplanar osteotomi uygulanmış hastaların ameliyat görüntüsü.....	45
Şekil 4.6: Floroskopi ile aks kontrolü.....	46
Şekil 5.1: Osteotomi tipi dağılımı.....	50

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Tanımlayıcı Özelliklerin Dağılımı.....	49
Tablo 2. Osteotomi Tipine Göre ‘Shear Wave’ Elastisite Değerleri.....	51
Tablo 3: Elastikiyet ile Hasta Skorlarının İlişkisi.....	52
Tablo 4: Osteotomi Tipine Göre Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırması.....	53
Tablo 5: Osteotomi Tipine Göre Uzunluk Değerlerinin Karşılaştırması.....	54
Tablo 6: Patellar Tendon Kalınlık Değerleri ile Hasta Skorlarının İlişkisi.....	55
Tablo 7: Patellar Tendon Uzunluk Değerleri ile Hasta Skorlarının İlişkisi.....	56
Tablo 8: Osteotomi Tipine Göre Patellar Yükseklik Değerlerinin Karşılaştırması.....	57-58
Tablo 9: Osteotomi Tipine Göre Tibial Eğim Değerlerinin Karşılaştırması.....	60

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı yüksek tibial osteotomide kullanılan monoplanar ve biplanar osteotomi tekniklerinin patellar tendon esnekliği ile patellar tendon kalınlık ve uzunluğu, patella yüksekliği, posterior tibial eğim üzerine olan etkilerini incelemek ve birbirine olan üstünlüklerini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Hastanemiz polikliniğine başvuran 30-65 yaş arası uygun endikasyonu bulunan hastalara prospektif randomize şekilde monoplanar veya biplanar medial açık kama yüksek tibial osteotomi uygulandı. Hastaların takiplerinde ayakta basarak diz grafileri ve bacak uzunluk grafileri çekildi. Deneyimli bir radyolog tarafından ultrasonografi ile patellar tendon uzunluk ve kalınlık, 'shear wave' elastografi ile elastikiyeti ölçüldü. Bu tetkikler ameliyat sonrası 3. ay ve 1. yılda tekrarlandı. İki farklı osteotomi tekniğine ait veriler karşılaştırıldı.

Bulgular: On sekiz monoplanar 18 biplanar medial açık kama yüksek tibial osteotomisi uyguladığımız 36 hasta çalışmaya dahil edildi. Her iki grupta da osteotomi tipine göre patellar tendon 'shear wave' elastisite, kalınlık ve uzunluk değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Monoplanar teknikle ameliyat edilen hastaların 3.aya ve 1.yıl kalınlık değerlerindeki $0,57\pm0,94$ birimlik azalış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,019$; $p<0,05$). Monoplanar teknikle ameliyat edilen hastaların 1.yıl BP ve CD indeks değerleri biplanar olanlardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptandı ($p=0,040$; $p<0,05$). Monoplanar grupta 1.yılda ölçülen PPTA değerleri 3.aya göre biplanar gruptan istatistiksel açıdan anlamlı derecede yüksek saptandı ($p=0,047$; $p<0,05$).

Sonuç: Her iki osteotomi tekniğinde de patellar tendon değişiklikleri benzerdir. Monoplanar osteotomide kalınlık artışı daha erken düzelmektedir. Her iki osteotomi tekniği de patellar yüksekliği azaltır ancak monoplanar osteotomi tekniği patellar yüksekliği daha fazla korumaktadır.

Anahtar kelimeler: yüksek tibial osteotomi, shear wave elastografi, patellar tendon, patellar yükseklik, posterior tibial eğim

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to examine the effects of monoplanar and biplanar osteotomy techniques used in high tibial osteotomy on patellar tendon elasticity, patellar tendon thickness and length, patellar height, and posterior tibial slope, and to investigate their relative superiority.

Materials and Methods: Prospectively randomized monoplanar or biplanar medial open-wedge high tibial osteotomy was performed on patients aged 30 to 65, who presented to our hospital's outpatient clinic and met the appropriate indications. During follow-up, standing knee radiographs and leg length radiographs were obtained. Patellar tendon length and thickness were measured by an experienced radiologist using ultrasonography, and elasticity was assessed using shear wave elastography. These assessments were repeated at the 3rd month and 1st year postoperatively. The data from the two different osteotomy techniques were compared.

Results: Thirty-six patients, comprising 18 monoplanar and 18 biplanar medial open-wedge high tibial osteotomies, were included in the study. No statistically significant differences were found in patellar tendon 'shear wave' elasticity, thickness, and length values between the two osteotomy types in either group ($p>0.05$). A decrease of 0.57 ± 0.94 units in the thickness values from the 3rd month to the 1st year in patients who underwent surgery with the monoplanar technique was found to be statistically significant ($p=0.019$; $p<0.05$). The 1st-year BP and CD index values of patients operated on with the monoplanar technique were significantly higher than those of the biplanar group ($p=0.040$; $p<0.05$). In the monoplanar group, the PPTA values measured at the 1st year were found to be statistically significantly higher than those at the 3rd month in the biplanar group ($p=0.047$; $p<0.05$).

Conclusion: Changes in the patellar tendon are similar in both osteotomy techniques. The increase in thickness resolves earlier in monoplanar osteotomy. Both osteotomy techniques reduce patellar height; however, the monoplanar osteotomy technique better preserves patellar height.

Keywords: high tibial osteotomy, shear wave elastography, patellar tendon, patellar height, posterior tibial slope



1.GİRİŞ VE AMAÇ

Diz osteoartiti dejeneratif bir eklem hastalığıdır. Özellikle orta ve ileri yaşta diz ağrısı ile ortopedi polikliniklerine başvuruların en sık sebeplerindendir (1).

Yüksek tibial valgizasyon osteotomisi (YTO) diz medial kompartman artrozu ve varus dizilimi olan hastalar için başarılı bir eklem koruyucu bir tedavidir (2,3). Sabit açılı kompresyon plaklarının geliştirilmesiyle medial açık kama yüksek tibial osteotomi dizde en sık kullanılan osteotomi çeşiti haline gelmiştir (4).

Aktif, orta yaşlı hastalarda varus dizilimi düzelterek medial kompartmanın taşıdığı yükü azaltmayı amaçlayan YTO kemik stoğunu koruyan, diz ağrısını azaltan, diz artroplastisine olan ihtiyacı geciktiren bir ameliyattır.

Yüksek tibial osteotominin farklı cerrahi teknikleri bulunmakla beraber çalışmamızda en sık kullanılan tekniklerden olan monoplanar medial açık kama yüksek tibial osteotomi ve biplanar medial açık kama yüksek tibial osteotomi tekniklerini karşılaştırılmak hedeflenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda çalışmamızda randomize prospektif olarak uygun endikasyona sahip hastalara monoplanar ve biplanar medial açık kama yüksek tibial osteotomi uygulayarak patellar tendon kalınlığı, uzunluğu, esnekliği, proksimal posterior tibia eğimi, patellar tendon yüksekliği açısından ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 3. Ay ve 1. Yıl değerlerini karşılaştırarak bu iki tekniğin birbirine olan üstünlüklerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. TARİHÇE

Günümüzde osteotomiler diz çevresinde çeşitli patolojilerin tedavisinde kullanılan önemli bir tedavi yöntemidir. 1980'lerden itibaren diz artroplastisinin başarısıyla osteotomi arka planda kalmasına rağmen (5) yüksek tibial osteotominin tarihsel gelişiminde birçok ilerleme kaydedildi.

Deformiteyi gidermek amacıyla kemiğin kasıtlı olarak kırılması ilk olarak 16.yy. da tanımlanmıştır (6). On dokuzuncu yüzyılda da diz ve kalça ankilozuna yönelik düzeltici osteotomileri tanımlayan John Rhea Barton modern osteotominin öncüsü kabul edilir (7).

Majör komplikasyonu olmayan 1800 vakadan oluşan serisi ile osteotomi üzerine yazılmış ilk kitap 1880 yılında Macewen tarafından yayınlandı (5).

Açık kama osteotomisi ilk olarak Lexer tarafından genu rekurvatumlu hastalarda 1931 yılında tanımlanmıştır (8).

Debeyre ve Patte tarafından ilk kez 1951'de açık kama yüksek tibial osteotomi tekniği tarif edilmiştir (9).

Bin dokuz yüz altmış bir yılında Jackson ve Waugh tarafından tanıtılan yüksek tibial osteotomi, Coventry'nin 1965'ten itibaren varus deformitesi olan dizlerde medial kompartman osteoartritini tedavi etmek için kapalı kama osteotomisini kullanmasıyla popülerlik kazanmıştır (10).

Maquet 1976 yılında kubbe osteotomisini tanımlamıştır (11).

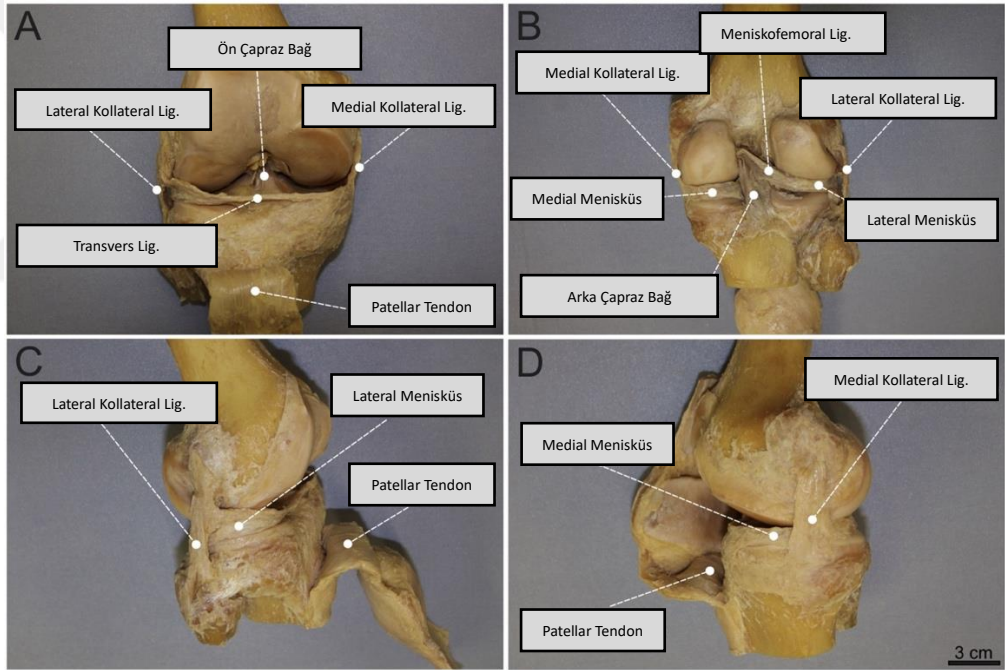
Bin dokuz yüz doksanların sonlarında Giancarlo Puddu tarafından geliştirilen Puddu plak ve 2001 yılında KNEG ve AOTK, Synthes ile iş birliği sonucu üretilen TomoFix plak gelişmeleri sayesinde yüksek tibial osteotomi uygulamaları giderek yaygınlaşmıştır.

2.2. DİZ EKLEMİ ANATOMİSİ

Diz eklemi femur, tibia, patellanın ve indirekt olarak fibulanın oluşturduğu, medial-lateral tibiofemoral ve patellofemoral eklemlerin yer aldığı üç kompartmanlı bir eklemdir (12). (Şekil 2.1) Stabilitesini eklem kapsülü, kemik yapı, statik bağlar, menisküsler, çevresel kas grupların sağladığı karmaşık bir anatomiye sayesinde sağlamaktadır (13).

Femur ve tibia eklem yüzleri tam uyum sağlamadığı için stabilitesi kemik uyumundan daha çok yumuşak doku kısıtlamalarına dayanır.

Fleksiyon ve ektensiyon temel hareket olmakla beraber yuvarlanma ve kayma hareketleriyle beraber aksiyel rotasyon, varus/valgus hareketleri de mevcuttur (14,15).



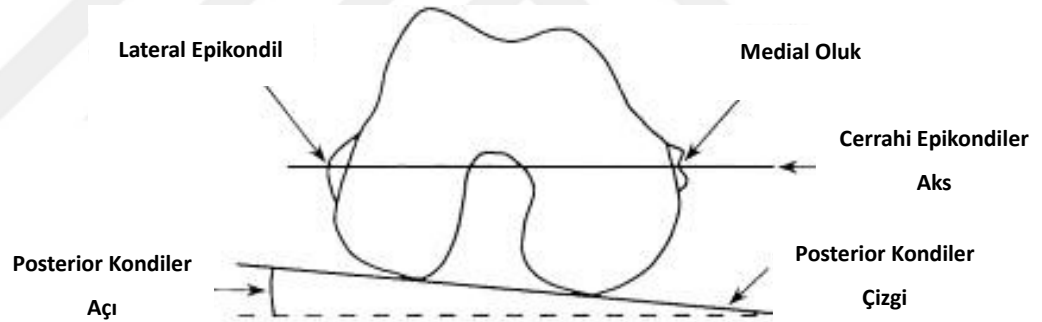
Şekil 2.1: Diz eklemine anterior (A) posterior (B) lateral (C) ve medial (D) görünümü- Meyer, Obmann, Gießler, Schuldis, Brückner, Strohm, Sandeck ve Spittau ‘dan (16)

2.2.1. Femur Distal Anatomisi

Femur distalinde medial ve lateral kondil adı verilen iki büyük konveks yüzey bulunur. Kondiller femur distalin anteriorunda troklear oluk ve posteriorunda interkondiler çentik ile birbirinden ayrılır. Anterior eklem yüzleri ile patellanın eklemleşmesi sağlanır. Medial femoral kondil laterale göre daha

distale uzanır ve tibia ile daha geniş bir temas alanına sahiptir. Lateral kondilin anterioru mediale göre daha öndedir ancak medial kondil ön arka yönde daha uzundur (15).

Kondillerin medial ve lateral yüzlerindeki en çıkıntılı bölgeye epikondil adı verilir. Medial epikondile yüzeysel ve derin medial kollateral ligament (MCL) ve posterior oblik ligament yapışır (17). Lateral kondilin en çıkıntılı yeri lateral epikondildir. Lateral epikondile lateral kollateral ligament (LCL), popliteus tendonu, anterolateral ligament yapışır. Femur medial epikondilinin proksimalinde *m.adductor magnus*un iki yapışma yerinden biri olan adduktor tüberkül bulunur. Gastroknemius, kondillerin posteriorundan orijin alır. Epikondilleri birleştiren transepikondiler aks ile femoral kondillerini posteriordan birleştiren aks arasında yaklaşık 5°'lik açılma mevcuttur (18). (Şekil 2.2)



Şekil 2.2: Femur kondillerinin aksiyel görüntüsü- Smith, Refshauge ve Scarvell'den (19)

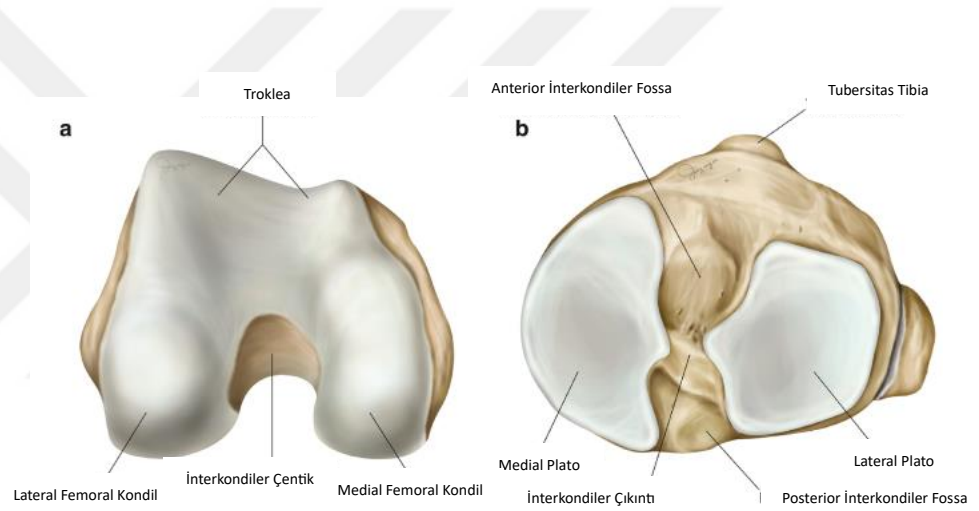
2.2.2. Tibia Proksimal Anatomisi

Tibia kondillerinin eklem yüzü neredeyse düz olması sebebiyle tibia plato olarak adlandırılır. Tibia kondilleri eminentia interkondilaris ve anterior ve posterior interkondiler alan ile birbirinden ayrılır. Eminentia interkondilarise ön çapraz bağ yapışır. Anterior interkondiler alana medial ve lateral menisküslerin anterior kökü yapışırken posterior interkondiler alana arka çapraz bağ, medial ve lateral menisküslerin posterior kökü yapışmaktadır (20).

Medial tibial kondil laterale göre ön arka planda daha uzun ve oval şekilde iken lateral kondil daha yuvarlaktır. (Şekil 2.3) Medial kondil dize gelen yükün yaklaşık %60'ını taşır. Lateral kondil medial kondile göre daha yüksekte ve hafif konveks yapıdadır (21).

Lateral tibial kondilin posterolateralindeki fibular eklem yüzü fibula başı ile eklemleşir. Fibula başına LCL, popliteofibular ligamanet, m. biceps femoris tendonu ve arkuat popliteal ligamanet yapışır (22).

Tibia proksimalde bulunan en çıkıntılı bölgeye tuberositas tibia adı verilir ve patellar tendonun yapışma yeridir. Tibia platosunun posteriora doğru eğimi mevcut olup posterior proksimal tibial açı ortalama 81°dir.



Şekil 2.3: Femur (a) ve tibia (b) aksiyel görünümü- Seo, Le ve Seo'dan (23)

2.2.3. Patella Anatomisi ve Patellar tendon

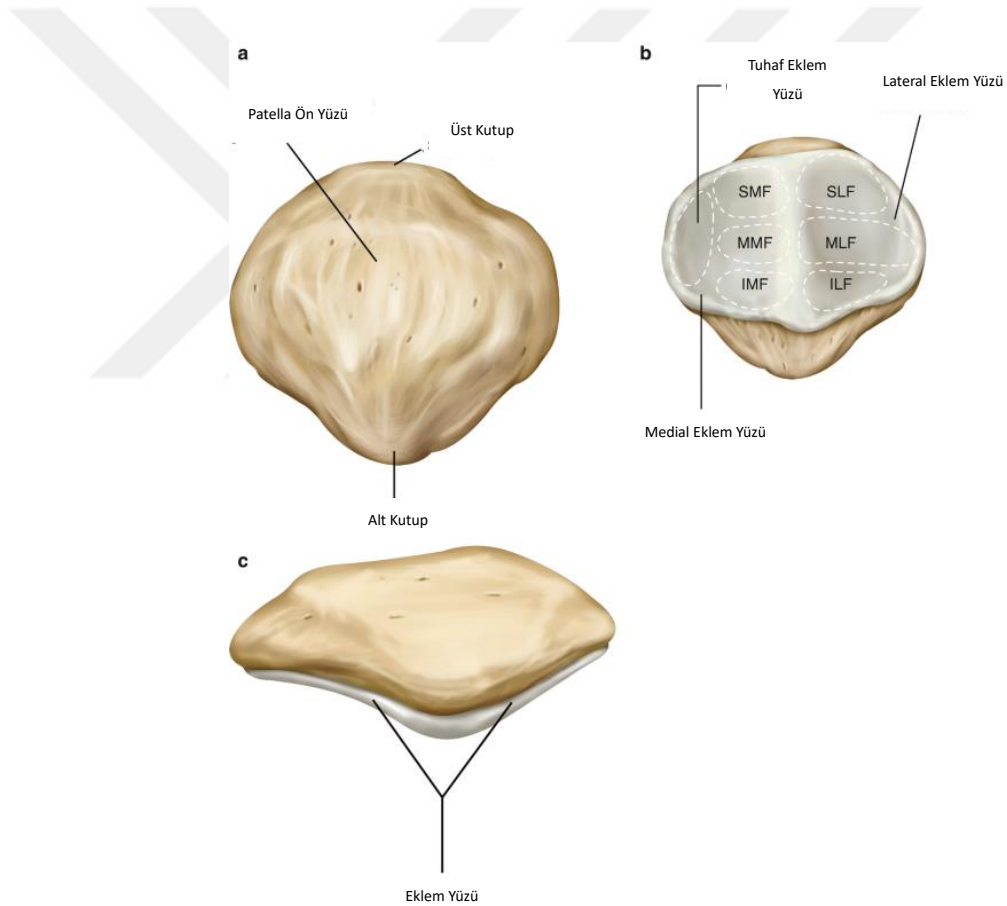
Diz ekleminin ekstansör mekanizması içinde önemli bir yeri olan quadriceps femoris tendonunun ve patellar tendonun yapışma yerini oluşturan dizin ön tarafında bulunan vücuttaki en büyük sesamoid kemiktir. Quadriceps femoris kasının kaldıraç kolunu uzatarak dizin ekstansiyonunu kolaylaştırır. Anterior kısmı konvektir. Quadriceps tendonunun genişleyen kısmı patella üzerinden patellar ligamentin yüzeyel lifleri ile devam eder.

Arka yüzey dikey bir orta hat çıkıntısı ile iki kısma ayrılabilir. Bu orta hat ile distal femur ön yüzünde kondiller arasında yer alan troklear oluk eklemleşir. Arka yüzeyde patellofemoral eklemi oluşturan kalın bir eklem

kıkırdığı bulunur ve bu alan vücuttaki en kalın kıkırdak dokusudur. Patella arka yüzünün inferior kısmında kıkırdak doku yoktur (24). (Şekil 2.4)

Patellar tendon, patella alt polünden uzanarak tuberositas tibiaya yapışır. İnfrapatellar yağ yastıkçığı (Hoffa yağ yastığı) ve infrapatellar bursa patellar tendonun arkasındadır.

Patellanın medial sınırı lateralinden daha kalındır. Her iki tarafta da patellar retinakulum, patellofemoral ligament, eklem kapsülü ve sinovyum bulunur. Vastus lateralis patella lateraline, vastus medialis ise patella medialine yapışır. Patellanın önemli bir stabilizatörü olan medial patellofemoral ligament (MPFL) medial sınıra yapışır.



Şekil 2.4: Patella ön yüzü (a), arka yüzü (b) ve transvers plan (c) yüzeyel anatomisi-Fox, Wanivenhaus ve Rodeo'dan (23)

2.2.4 Eklem Kapsülü ve Sinovya

Eklem kapsülü oldukça sağlam ve fibröz bir yapıya sahiptir. Bu kapsül, eklem yüzeylerinin kenarlarına tutunur ve eklem yan ve arka yüzeylerini çevreler. Patellanın bulunduğu ön kısımda eklem kapsülü bulunmaz; burada sadece sinovyal membranın oluşturduğu bir cep, quadriceps tendonunun altından yukarı doğru uzanarak suprapatellar bursayı oluşturur. Eklem kapsülünün yan tarafları vastus lateralis ve medialis tendonları ve kollateral ligamentler ile kalınlaşır. Eklem kapsülünün iç kısmı sinovyal sıvı salgılayan sinovyal membran ile kaplıdır.

Sinovyal membran girinti ve çıkıntılar oluşturarak kapsülün iç yüzeyini kaplar ve çapraz bağların etrafını kılıf gibi sarar ancak menisküsleri örtmez. Sinovyal kapsül, patellanın çevresine yapışır ve patellar tendondan infrapatellar yağ yastıkçığı ile ayrılır.

2.2.5. Menisküsler

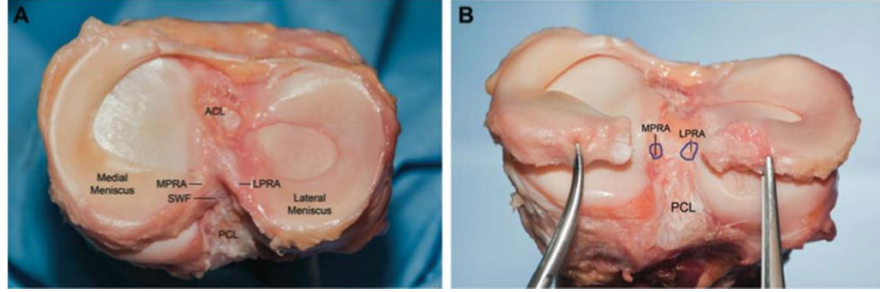
Menisküsler medial ve lateral olmak üzere tibial kondillerin eklem yüzünde bulunan iki adet hilal şeklinde fibrokartilaj yapısıdır. Menisküsler uyumsuz olan tibiofemoral eklemde konkav bir yüzey oluşturur. (Şekil 2.5) Yük dağılımını düzenleyerek eklem kıkırdağı üzerindeki stresi azaltır, stabilite ve propriyosepsiyonda önemli rol oynarlar (25).

Lateral ve medial menisküsler intermeniskal ligament veya diğer adıyla Winslow ligamenti ile birbirine bağlıdır. Menisküsler anterior ve posterior kökleri ile tibiya sıkı şekilde yapışır. Arka kök yırtığının total menisektomiye denk temas basıncında artmaya yol açtığı gösterilmiştir (26). Her iki menisküs de meniskotibial ve meniskofemoral bağlarla kemiğe yapışır.

Lateral menisküs lateral tibial eklem yüzünü mediale göre daha büyük oranda kaplar. Posterolateralinde popliteus tendonu ile komşuluğu vardır. Medial menisküs ise periferde eklem kapsülü ile yapışıktır. Bu yüzden lateral menisküs mediale göre daha hareketlidir (27).

Menisküslerin beslenmesi, merkezde sinovyal sıvıdan difüzyon yolu ile olurken periferik bölgede kan damarlarıyla olur. Tam kanlanan en periferdeki bölge kırmızı-kırmızı bölgedir. Kırmızı-beyaz bölge kısmi

kanlanır. Beyaz-beyaz bölge ise damarlanması olmayan difüzyon yolu ile beslenen bölgedir.



Şekil 2.5: Menisküslerin superior (A) ve posterior (B) planlarda kadavra görüntüsü- Fox, Wanivenhaus, Burge, Warren ve Rodeo'dan (25)

2.2.6. Çapraz Bağlar

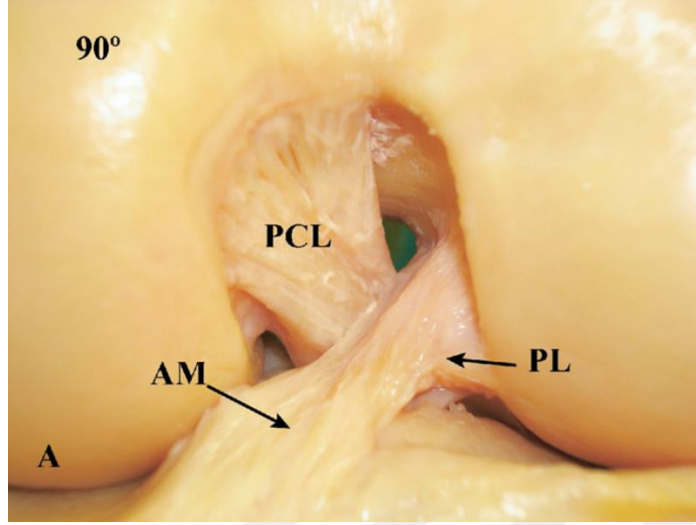
Femur ve tibia arasında birbirini çaprazlayan ve diz stabilitesinde önemli rol oynayan iki adet bağ ön çapraz bağ ve arka çapraz bağdır. Etrafı sinovya ile kaplı olması sebebiyle intraartiküler ekstrasinovyal oldukları kabul edilir (28). Tibiadaki yapışma yerine göre isimlendirilirler.

2.2.6.1. Ön Çapraz Bağ

Tibia interkondiler bölgenin anteromedialinde lateral menisküsün anterior boynuzunun yanından femur lateral kondilinin medial yüzüne uzanır. (Şekil 2.6) Dizde en sık yaralanan bağdır. Anteromedial demet ve posterolateral demet olarak iki fonksiyonel demetten oluşur. Anteromedial demet fleksiyonda daha sıkı iken posterolateral demet ekstensiyonda daha sıkıdır. Temel olarak tibianın anterior translasyon ve iç rotasyonu için destek sağlar (29).

2.2.6.2. Arka Çapraz Bağ

Arka çapraz bağ dizdeki en kalın ve en güçlü bağdır. Medial menisküs posterior boynuzunun arkasından femur medial kondil anterolateral yüzüne uzanır. (Şekil 2.6) Temel olarak tibianın posterior translasyonunu engeller. Ayrıca varus, valgus ve dış rotasyon momentlerine karşı ikincil bir kısıtlayıcı görevi de vardır. Anterolateral ve posteromedial iki adet fonksiyonel demetten oluşur (28).



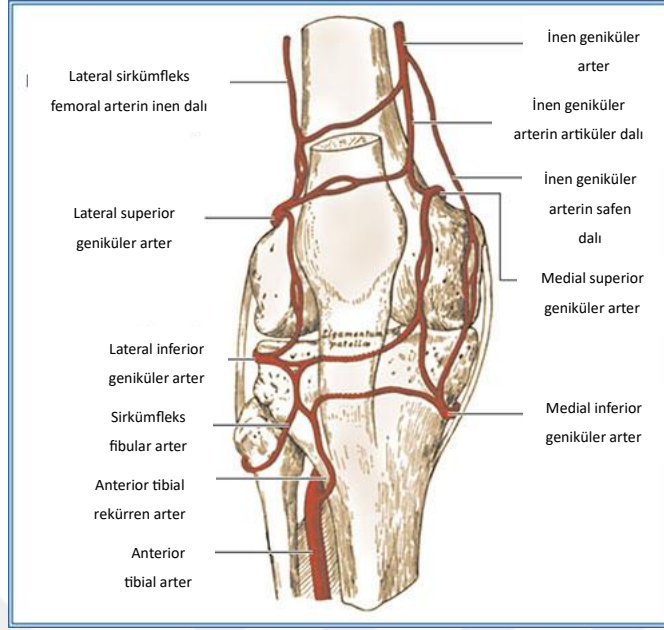
Şekil 2.6: ACL (AM ve PL) ve PCL'nin kadavrada anterior görünümü- Martins, Kropf, Shen, can Eck ve Fu'dan (30)

2.2.7. Diz Çevresi Dokuların Kanlanması ve İnnervasyonu

A. iliaca externa alt ekstremité kanlanmasından sorumlu ana arterdir. Ortak femoral arterin yüzeyel femoral arter dalı hiatus adduktörüstan (Hunter kanalı) geçtikten sonra popliteal arter olarak adlandırılır. Popliteal arter distalde tibialis anterior ve tibialis posterior olarak iki ana dala ayrılır. Diz eklemi çevresinde ise beş yan dal verir:

- Medial ve lateral superior geniküler arter
- Orta geniküler arter
- Medial ve lateral inferior geniküler arter

Bu beş geniküler arter, yüzeyel femoral arterin dalı olan inen geniküler arter, tibialis anterior ve posterior arterlerden dallanan rekürren dallar ile diz etrafında anastomozlar oluşturur. (Şekil 2.7) Patellanın kanlanması büyük ölçüde *a. genu superior lateralis* tarafından sağlanır. Orta geniküler arter sinoviyal membran ve çapraz bağların beslenmesini sağlar (31).



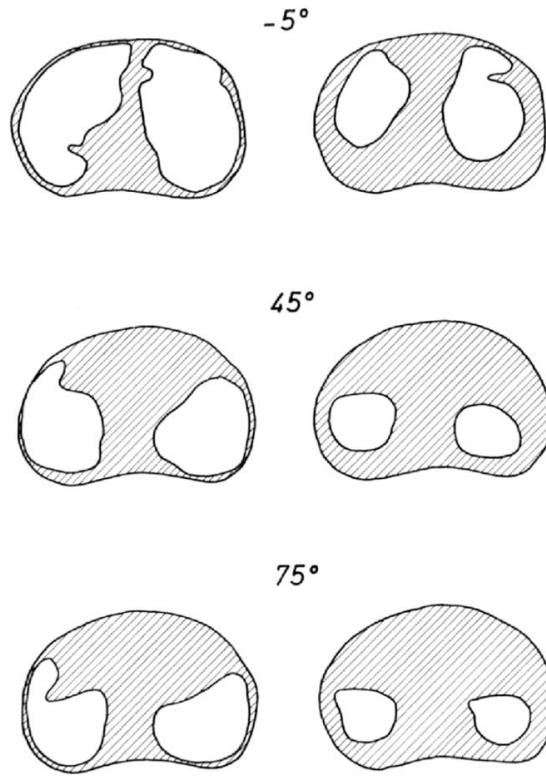
Şekil 2.7: Diz çevresi arteriel anastomoz anatomisi- Ghosh'dan (32)

Diz ekleminin sinirsel innervasyonu femoral, tibial, peroneal ve obturator sinirler tarafından sağlanır. Tibial sinir, siyatik sinirden ayrıldıktan sonra popliteal fossaya girer ve burada gastroknemius, soleus, plantaris ve popliteus kaslarına motor dallar verir. Peroneal sinir ise siyatik sinirden ayrıldıktan sonra popliteal bölgede biceps femoris kası boyunca ilerler ve fibula başının arkasından dolanarak distale doğru uzanır. Patella çevresindeki nöral pleksus, uyluğun dış, orta ve iç femoral duysal siniri ile femoral sinirin arkasından ayrılan safen sinirin patella altındaki dalları arasındaki çok sayıda bağlantı ile oluşur. Safen sinirden, sartorius ve grasilis kasları arasındaki fasyayı delerek ayrılan infrapatellar dal, sartoriusu çaprazlayarak anteromedial kapsül, patellar tendon ve anteromedial bölgedeki cildin duysunu sağlar. Safen sinir, dizin iç kısmından distale doğru uzanır.

2.3. DİZ EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ

Dizin hareketi sırasında pasif 160° fleksiyon, $6-8^\circ$ varus-valgus fleksiyonda $25-30^\circ$ rotasyon görülürken ön arka translasyon 5-10 mm, medial lateral translasyon 1-2 mm'dir (33). Kalça ekstansiyonda iken diz ekleminin fleksiyon ekstansiyon hareket açıklığı $0-120^\circ$ iken kalça fleksiyona alındığında aktif olarak 135° , pasif olarak 160° fleksiyon elde edilir. Fleksiyon esnasında

femur tibia üzerinde yaklaşık 25 ° yuvarlanma hareketi yaparken ilerleyen açılarda hem yuvarlanma hem de kayma hareketi yapar ('femoral roll back' mekanizması). Bu yüzden rotasyon merkezi sabit değildir (34). Tam ekstansiyonda tibia üzerinde orta hatta olan temas noktası erken fleksiyonla posteriora doğru kayarken geç fleksiyonda femoral kayma ile daha posteriora gelir. (Şekil 2.8) Fleksiyon sırasında medial menisküs laterale göre daha fazla hareketlidir.

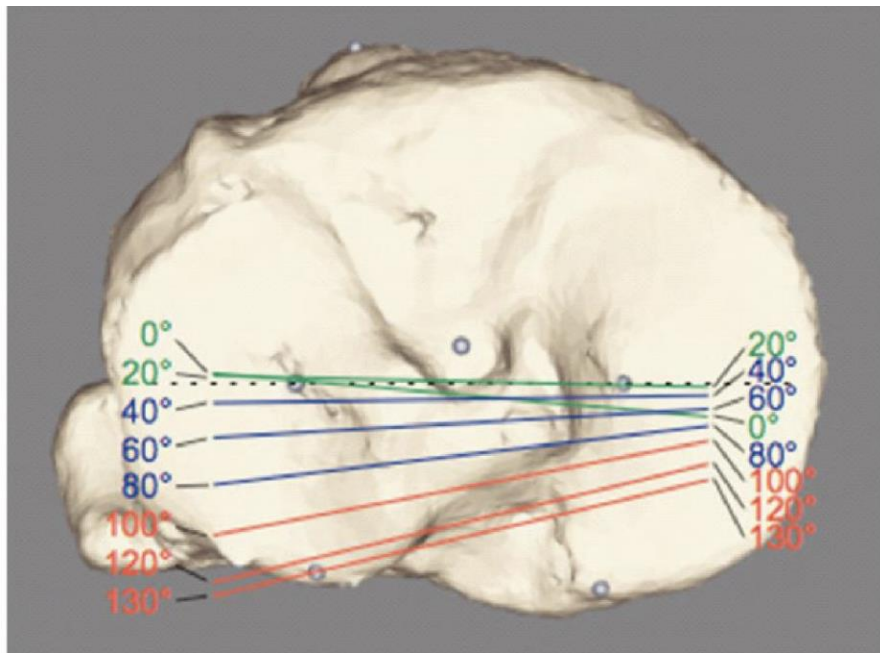


Şekil 2.8: Fleksiyon açısına göre tibiofemoral temas alanı şeması- Scuderi ve Tria'dan (34)

Posterior translasyon lateral kondilde mediale göre daha fazladır. Artan fleksiyon ile tibianın göreceli olarak iç rotasyonuna yol açar. (Şekil 2.9) Terminal ekstansiyonda diz eklemi hafif hiperekstansiyona gelir ve stabilizatörleri sayesinde kilitlenir. Medial femoral kondil ön arka planda laterale göre daha uzun olduğundan ekstansiyonun son 20° sinde tibia yaklaşık 15° dış rotasyona döner. Buna 'screw home' mekanizması denir (35). Bu kilitlenmeyi açık kinetik zincir hareketlerde çözen kas *m.popliteus*'tur.

Günlük aktiviteler sırasında gerekli diz eklem hareket açıklığı da değişkenlik göstermektedir. Normal yürüyüş için 60° fleksiyon, merdiven çıkmak için 80°, sandalyeye oturup kalkmak için 90° fleksiyon yeterlidir.

Tibiofemoral eklem üzerine etkileyen yüklenme kuvveti de değişik fleksiyon derecelerinde farklıdır. Bisiklet sürme sırasında 60-100° fleksiyon yapılır ve tibia üzerinde vücut ağırlığının 1-2 katı yük binerken, yürürken yaklaşık 3 kat, merdiven çıkarken yaklaşık 4 kat, çömelme sırasında 5-6 kat civarında yük binmesi gerçekleşir.



Şekil 2.9: Femoral kondillerin medial lateral aksının tibia üzerindeki hizasının fleksiyon açısına göre işaretlenmiş şeması- Scuderi ve Tria'dan (34)

Patellofemoral eklemden patellanın esas biyomekanik rolü kaldıraç görevi görerek kuvvet kolunu uzatıp aynı işi daha az güç gerektirerek yaptırmayı sağlamaktır. Patellofemoral ekleme uygulanan yüklenme kuvveti değişik fleksiyon derecelerine göre farklılıklar gösterir. Fleksiyon arttıkça yüklenme artar. Yürüme sırasında vücut ağırlığının yarısı kadarken, merdiven çıkma sırasında 5-7 kata, koşma sırasında 9 kata kadar artar.

2.4. DİZ OSTEOARTRİTİ

En yaygın dejeneratif eklem hastalığıdır. Artan yaş, obezite, tekrarlayan mikrotravma ile yaygınlığı artmıştır. Kadınlarda daha sıktır. Esas olarak hyalin kıkırdak kaybı olmakla beraber subkondral kemiğin, periartiküler kasların, sinovyumun da eşlik ettiği bir patolojidir.

Radyografik olarak eklem aralığında daralma, subkondral skleroz, subkondral kist ve osteofitler ile kendini gösterir. Ağrı, şişlik, hareket kısıtlılığı ve krepitasyon hastaların temel şikayetlerini oluşturur.

Yaşlanmayla görülen kıkırdak değişiklikleri ile osteoartritte (OA) görülen kıkırdak değişiklikleri birbirinden farklıdır. Yaşlanmayla su içeriği azalırken OA'de su içeriği artar. OA'de kollajenler düzensizleşir ve elastik modülüs azalmıştır (36).

Diz eklemi kıkırdağı hyalin kıkırdaktır ve yapısını esas olarak tip II kollajen, proteoglikan, kondrosit ve su oluşturur. Kan damarı, lenfatik ve sinir yapısı içermediğinden beslenme ve atılım maddeler atımı kıkırdak matriks aracılığı ile eklem sıvısından difüzyonla gerçekleşir. Histolojik yapısı tip II kollajen dizilimine göre temel olarak 4 tabakaya ayrılır. Bunlar yüzeysel bölge, orta bölge, derin bölge ve kalsifiye bölgedir.

Normal, sağlıklı bir dizde yürüme sırasında medial kompartman dize gelen yükün %60'ını taşıırken varuslu dizlerde bu oran %80-100'e çıkmaktadır (37). Medial tibiofemoral temas kuvveti dizin adduktor momenti ile ilişkilidir (38).

Diz osteoartritini sınıflandırmada radyografik olarak çeşitli sınıflamalar tanımlanmıştır. Özellikle medial kompartman osteoartritli dizlerde daha sık kullanılan sınıflandırmalardan biri Modifiye Ahlback sınıflaması(39) :

Evre 1: Eklem aralığında daralma

Evre 2: Eklem aralığının kapanması

Evre 3: 5 mm.'den az kemik kaybı

Evre 4: 5-10 mm. kemik kaybı

Evre 5: 10 mm.'den fazla kemik kaybı ve tibiofemoral subluksasyon

2.5. ALT EKSTREMİTE DEFORMİTE ANALİZİ

Alt ekstremitte deformite analizi yapabilmek ve mekanik aks ve femur ve tibiayı ilgilerinden çeşitli açıları ölçebilmek pelvis, femur ve tibianın tek bir görüntü içerisine alınmasıyla mümkün olmuştur. İlk olarak 1946 yılında Green tarafından tanımlanmıştır (40).

Kliniğimizde teleortoröntgenogram kullanılmaktadır. (Şekil2.10) Bu yöntemde hasta bir platform üzerinde ayakta yük vererek, patella orta hatta olacak şekilde 10-15° iç rotasyonda, dizde merkezlenen X ışınları ile 180 cm mesafeden çekim yapılır. Boy eşitsizliği varsa pelvik tilt eşitlenecek şekilde kısa uzuv altına yükselti koyulmalı ve bu yükseklik not edilmelidir.



Şekil 2.10: Teleortoröntgenogram görüntüsü

Deformite analizinde uzun kemiklerin mekanik aksı proksimal ve distal eklemler merkezlerini birleştiren çizgiyle belirlenirken, anatomik aksı, kemiğin diafizinin orta noktalarını birleştiren çizgi ile tanımlanır. (Şekil 2.11)

Alt ekstremitenin fizyolojik olarak hafif bir valgus açısı mevcuttur. Anatomik olarak ölçülen femur ve tibia diyafizleri arasındaki (aFTA) açı lateralde 173-175°dir (41). Bu fizyolojik valgus açısı ile alt ekstremitenin mekanik aksı ve vücudun dik eksenini arasında yaklaşık 3°'lik açı oluşur ve adduktor momentin oluşmasını sağlar.

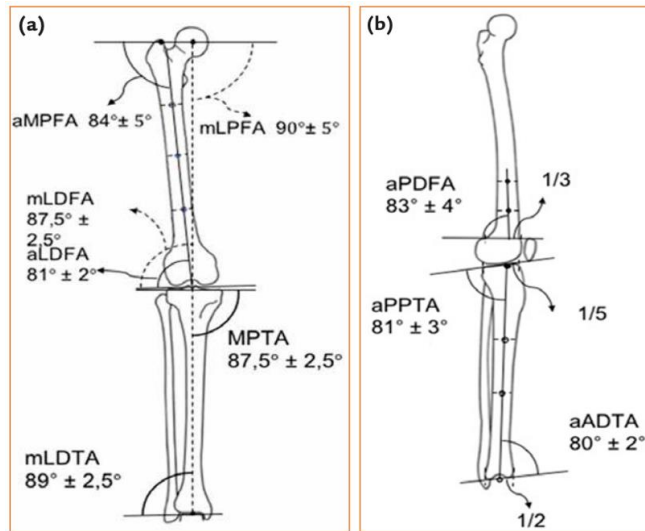
Femurun anatomik yapısı nedeniyle femurun anatomik ve mekanik aksları arasında yaklaşık $7 \pm 2^\circ$ 'lik bir açı farkı bulunurken, tibianın anatomik ve mekanik aksları birbirine paralel olup aynı kabul edilir.

Deformite analizinde ilk bakılması gereken alt ekstremitenin mekanik aksıdır. Femur başı merkezinden ayak bileği merkezine çekilen çizginin (Miculicz çizgisi) diz merkezinin 8 ± 7 mm medialinde yer alması gerekir. On beş mm' den daha fazla olması durumuna varus deformitesi denir. Bazı kaynaklarda bu mekanik aks deviyasyonunun normal değeri 4 ± 2 mm olarak yayınlanmıştır. Daha medialinden geçmesi varus, diz orta hattın 10 mm lateralinden geçmesi ise valgus deformitesini gösterir (41).

Varus deformitesi varlığında deformitenin femurdan mı, tibiadan mı kaynaklandığını bulmak için mLDFA (mekanik lateral distal femoral açı) ve MPTA (medial proksimal tibial açı) ölçülür. Her iki açının da normal değeri $87,5 \pm 2,5^\circ$ 'dir.

Deformitenin kaynağı diz ekleminde de olabilir. Bunun için femur ve tibia oryantasyon çizgileri arasındaki diz eklemin uyum açısı (JLCA) ölçülür. İki dereceye kadar normal sınırlardadır.

Sagittal planda tibianın posterioara olan eğimini belirlemek için tibianın anatomik eksenini ile proksimal tibia eklemin oryantasyon çizgisi arasındaki açı ölçülür. Bu açının ortalama değeri 81° 'dir ($77-84^\circ$).



Şekil 2.11: Alt ekstremitenin frontal plan (a) ve sagittal plan (b) mekanik ve anatomik aks ve açıları- Kürklü, Başbozkurt ve Abay'dan (42)

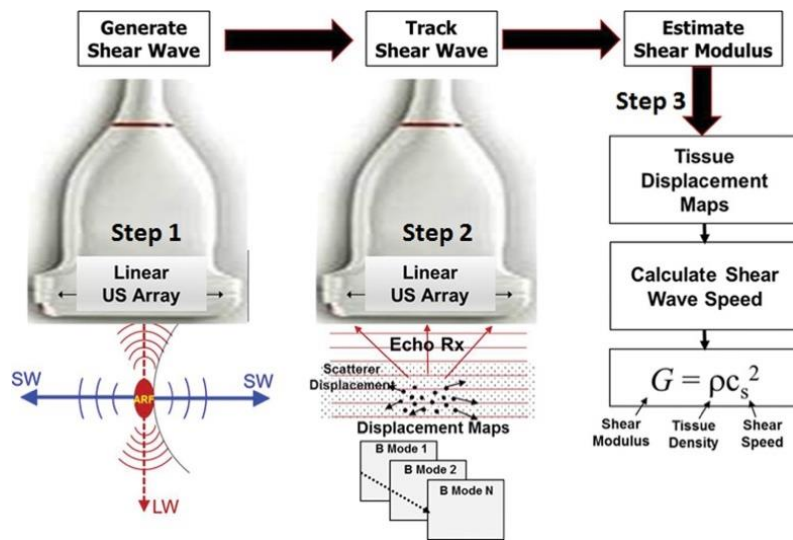
2.6. PATELLAR TENDON ELASTOGRAFİSİ

Kas iskelet sistemine yönelik ultrasonografi (US) incelemeleri, ucuz olması, kolay ulaşılabilmesi, kısa inceleme süresine sahip olması ve dinamik incelemeye imkan tanınması nedeniyle son yıllarda daha fazla kullanılmaktadır.

Dokuların non invaziv, tekrarlanabilir ve ölçülebilir şekilde sertliklerini değerlendirmek için elastografinin klinik uygulamaları ise 1990'lı yıllarda kullanıma girmeye başladı. Elastisite dokunun uygulanan kuvvet ile şekil değiştirdikten sonra bu kuvvet ortadan kalktığında eski şekline geri dönme yeteneği olarak tanımlanabilir.

Temelde iki tür US elastografi tekniği bulunmaktadır. Bunlardan ilki incelemeyi yapan kişinin prob aracılığı ile dokuya dışarıdan ritmik bir basınç uygulamasıyla doku sertliğini, çevre dokulara göre oransal olarak ölçmesine imkan tanıyan gerinim elastografisidir. Dış bası şiddeti kullanıcı bağımlı olup tekrarlanabilir ve karşılaştırılabilir objektif sonuçların alınması zordur (43).

İkinci türü ise 'shear wave' elastografisidir. Bu teknikte prob tarafından üretilen güçlü US dalgası (ARFI-'acoustic radiation force impulse') ile titreşim uygulanır. Bu titreşimlerin doku içerisinde oluşturduğu makaslama dalgasının ('shear wave') hızını metre/saniye (m/s) olarak ölçer ve doku sertliği hakkında kilopaskal (kPa) cinsinden kantitatif veri sağlar. Dokunun sertliği arttıkça yayılan 'shear wave' hızı da paralel olarak artar.



Şekil 2.12: 'Shear wave' elastografi çalışma prensibi şeması- Taljanovic, Gimber, Becker, Latt, Klauser, Melville ve ark.'dan (44)

Hardy ve ark. sağlıklı deneklerde orta hattan yaptıkları ölçümlerde ‘shear wave’ elastografi kullanılarak yaptıkları çalışmalarında (45) farklı diz fleksiyon açılarında patellar tendonun elastikiyetini ölçerek buldukları ortalama değerleri yayınlamıştır.

Tam ekstansiyonda $3,9 \pm 1,2$ m/s $50,9 \pm 33,1$ kPa

30° fleksiyonda $6,7 \pm 1,3$ m/sn 137.5 ± 50.7 kPa

90° fleksiyonda $8,6 \pm 1,3$ m/s 226.5 ± 60.3 kPa

Zhang ve ark. tek taraflı patellar tendon ağrısı olan atletleri incelenmiş ve ağrılı tarafta ağrısız tarafa göre ve sağlıklı atletlerin baskın tarafının daha kalın ve sert olduğunu raporlamışlardır (46). Bu çalışmada ölçümler 30° fleksiyonda ve patellar tendonun proksimalinden gerçekleştirilmiştir.

Botanlıoğlu ve ark. tarafından yapılan ‘shear wave’ incelemesinde kapalı kama yüksek tibia osteotomi sonrası ameliyat olmayan tarafa göre ameliyat olan tarafta patellar tendonun kalınlaştığı ve sertleştiğini bildirmişlerdir (47).

3. YÜKSEK TİBİAL OSTEOTOMİ

3.1. ANAMNEZ, FİZİK MUAYENE VE HASTA SEÇİMİ

Yüksek tibial osteotomi ameliyatı anormal yüklenmenin olduğu hasarlı kompartmanın yükünü azaltmak, hastanın normalden sapmış olan mekanik aksını yeniden düzenlemek için yapılır.

Ameliyat öncesi hazırlığın temeli anamnez ve fizik muayenedir. Uygun endikasyonu belirlemek, hasta beklentisini ve aktivitesini saptamak ve başarılı bir cerrahi sonuç elde edebilmek için hasta ve hekim uyum içerisinde olmalıdır. Cerrahinin amacı, komplikasyonları, rehabilitasyon süreci hakkında hastanın anlayabileceği düzeyde bilgi vermek bu uyumun anahtarıdır.

Geçirilmiş travma, operasyon öyküsü (menisektomi, enfeksiyon) konservatif tedavi, çalışma koşulları (profesyonel sporcu, ağır işçi), ek hastalıkları (romatoid artrit gibi inflamatuvar artropatiler) anamnez sırasında sorgulanmalıdır.

Hasta muayenesi yürürken başlar. Hasta antalgik yürüyüş, varus thrust yürüyüşü, zayıf kuadriseps veya zayıf hamstring yürüyüşü açısından değerlendirilmelidir. Hastanın yürüyüşü, kas kuvveti ve eklem hareket kontraktürleri açısından fikir verebilir. İnstabilite ve dizde boşalma şikayetleri böyle durumlarda detaylıca sorgulanmalı ve bağ rekonstrüksiyonu veya fleksiyon/ekstansiyon osteotomileri açısından değerlendirilmelidir. Varus thrust yürüyüşü olan hastalarda posterolateral köşe yaralanması da olabileceği akılda tutulmalıdır.

Alt ekstremité yumuşak dokusu, lokal enfeksiyon varlığı, eski operasyon skarları, vasküler durum muayene edilmelidir.

Hasta seçiminde ağrının lokalizasyonu önemlidir. Ağrı dizin medialine lokalize olmalı ve patellofemoral ağrısı belirgin olmamalıdır. Patellofemoral osteoartrit rölatif kontraendikasyon kriterlerindendir ve şiddetli ağrı tarifleyen hastalarda osteotomiden uzaklaşmak gerekmektedir. Diffüz osteoartrit ise YTO için kontraendikedir. Lateral kompartmanın kıkırdak hasarı değerlendirilerek osteotomi uygulanmalıdır. Lateral total menisektomi kesin kontraendikasyon kriteridir.

Açık kama yüksek tibial osteotomisinin patellar yüksekliği azalttığı, kapalı kama yüksek tibial osteotomisinin ise patellar yüksekliği arttırdığı kabul edilir. Medial açık kama yüksek tibial osteotomi için patella baja rölatif kontraendikasyon oluşturur (48).

Diz eklem hareket açıklığı endikasyon için önemli bir parametredir. En az 120 derece fleksiyon olmalı, fleksiyon kontraktürü 15°'yi aşmamalıdır (49). Yüz yirmi dereceden daha az eklem hareket açıklığı olan hastalarda erken başarısızlık raporlanmıştır (50).

Hasta muayene masasında belirlen kas atrofileri açısından değerlendirilmeli ve gerekiyorsa ameliyat öncesi egzersizler ile diz çevresi kaslar güçlendirilmelidir.

McMurray ve Apley kompresyon testi gibi menisküs muayeneleri, çapraz bağ patolojileri açısından Lachmann, ön-arka çekmece testleri; varus valgus instabiliteleri açısından tam ekstansiyonda ve 30°'de stres testleri yapılmalıdır.

Patellofemoral ağrıyı patellofemoral öğütme testi ve Clarke testi ile muayene etmek gereklidir.

Birçok yayında 65 yaş altı hastalar daha uygun bulunsa da ileri yaşlarda yapılmış seriler de vardır (51). Altmış beş yaş altı hastalarda 10 yıllık sağ katılım oranı %90 iken daha ileri yaşlarda %70'tir (50).

Obezite diğer rölatif kontraendikasyonu oluşturan durumdur. Ameliyat sağ kalımını ve enfeksiyon oranını etkiler. Ameliyatın VKİ<30'un altında olan hastalarda daha başarılı olduğu bulunmuştur (52).

Düzeltilme ihtiyacı 20°'den fazla olan hastalarda YTO kontraendikedir (53). Bu hasta grubunu eklem çizgisini ve uyumunu korumak için ikili osteotomi veya diğer prosedürler açısından tekrar değerlendirmek gerekir. Sigara içenlerde ve yüksek düzeltme ihtiyacı olan hastalarda kaynamama veya geç kaynama riski vardır.

Yüksek tibial osteotomisi için ideal hasta:

- Aktif ve uyumlu
- Ahlback evre 1-2 medial kompartman artrozu olan
- Patellofemoral ve lateral kompartmanı sağlıklı
- 120°'den fazla eklem hareket açıklığı olan
- 5°'den daha az fleksiyon kontraktürü olan
- İnsabilitesi olmayan
- 15 dereceden daha az varus deformitesi olan
- 65 yaş altı
- Aktif sigara kullanımı olmayan
- VKİ 21'den büyük 30'dan küçük olan
- Patella bjası olmayan
- Vasküler patolojisi olmayan

Kontraendikasyonlar:

- Romatoid artrit gibi inflamatuvar kökenli artritler
- Lateral kompartmanda ciddi kıkırdak ve menisküs hasarı
- İleri derecede patellofemoral artroz
- Fleksiyon kontraktürü 15°'den fazla
- Eklem hareket açıklığı 90°'den az
- 20 dereceden fazla düzeltme ihtiyacı
- Bir cm.'den daha fazla tibiofemoral subluksasyon

3.2. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Radyolojik değerlendirme hasta seçimi, deformite tespiti ve ameliyat planlanması için gereklidir. Bunun için ilk olarak ayakta ön-arka ve lateral diz grafileri incelenir. Grafiler osteoartritte görülen eklem aralığında daralma, subkondral skleroz, osteofit oluşumu, subkondral kist açısından değerlendirilir. Özellikle muayenede ve yan grafide patellofemoral osteoartrit bulguları varlığında Merchant grafisi istenmelidir. Yaklaşık 20-30 derece fleksiyonda çekilen diz lateral grafide patella konumunun tespiti için birçok indeks tanımlanmıştır (54). Bunlardan en sık kullanılanları Insall-Salvati, Caton-

Deschamps ve Blackburne-Peel indekslerdir. Tek kompartmanda osteoartrit bulgusu varsa dizilim kusuru tespiti için ayakta çekilen ortoröntgenogram değerlendirilmelidir. Ortoröntgenogramda bacağın iç rotasyon veya dış rotasyonda durması ölçülen açıları değiştireceğinden her iki patellanın tam ortada olmasına dikkat edilmelidir. Sagittal ortoröntgenogramda aPPTA ölçülerek tibianın posterior eğimi ölçülür.

MR görüntülemesi ile kemik iliği ödemi, kıkırdak hasarı, osteokondral hasar, eklem faresi, menisküs patolojileri, ligament hasarı, stress kırığı, osteonekroz gibi patolojilerin ameliyat öncesi saptanabilmesi ve gerektiğinde malzeme temini yapılabilmesi için değerlendirilmesi gerekir.

Insall-Salvati indeksi (IS), patellar tendonun boyunun patellanın en uzun ekseninin uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir. (Şekil 3.1) Normal değeri 0,8-1,2 aralığıdır. 0,8'den küçük olmasına patella baja, 1,2'den büyük olmasına patella alta denir. Patellar tendonun arka yüzünün patella alt polüne yapıştığı yer ölçülür. Bu değer tuberositas tibia anormalliklerinden etkilenebilir.



Şekil 3.1: Lateral grafide Insall-Salvati indeksi ölçümü

Caton-Deschamps indeksi (CD), patellanın eklem yüzeyine göre yapılan bir ölçümdür. Patellanın eklemsiz yüzü uzun olan kişilerde yapılan hatalı ölçümleri azaltır. Patella eklem yüzünün alt sınırı ile tibia platonun anterior köşesi uzaklığının patella eklem yüzü uzunluğuna bölünmesi ile elde edilir. Normal değeri 0,6-1,3 aralığıdır. 0,6'dan küçük olması patella baja, 1,3'ten büyük olması patella alta olduğunu gösterir.



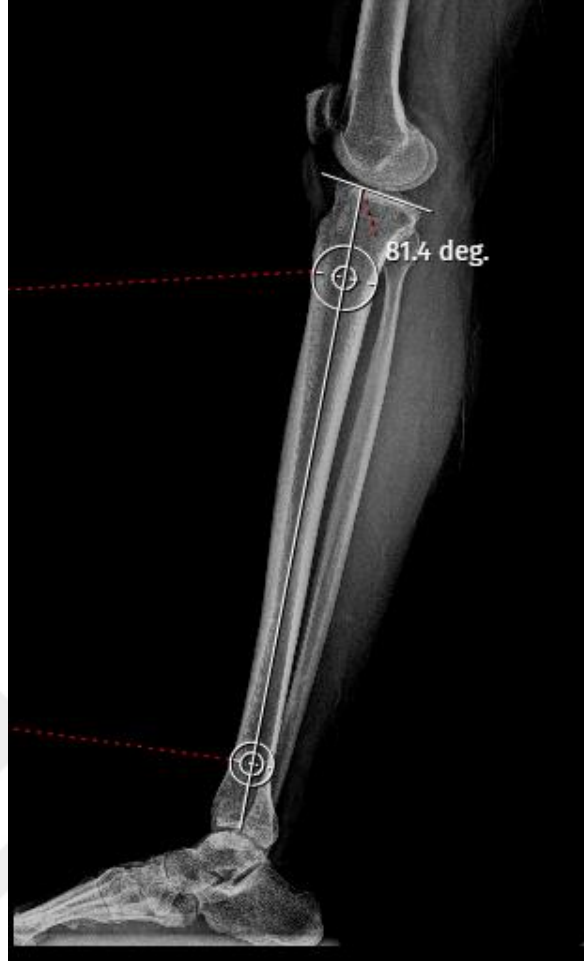
Şekil 3.2: Lateral grafide Caton-Deschamps indeksi ölçümü

Blackburne-Peel indeksi (BP), patella eklem yüzünün alt sınırından tibia platonun devamı olan hayali çizgiye çekilen dikmenin uzunluğunun patella eklem yüzünün boyuna bölünmesi ile elde edilir. (Şekil 3.3) Normal değeri 0,5-1,0 aralığıdır. 0,5'ten küçük değerler patella baja, 1'den büyük değerler patella alta olarak tanımlanır. Bu değer tibianın posteriora olan eğiminden etkilenir ve medial açık kama osteotomisi sonrası değerlendirmede yetersiz olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır (55,56).



Şekil 3.3: Lateral grafide Blackburne-Peel indeksi ölçümü

Posterior tibial eğim sagittal bacak uzunluk grafisinde ölçülebileceği gibi diz lateral grafide de ölçüm yapılabilir. Sagittal tüm tibianın görüldüğü grafide tibia proksimal ve distal metafiz ortasından geçen çizgi ile proksimal tibia oryantasyon çizgisi arasındaki açı aPPTA değerini vermektedir. (Şekil 3.4) Tüm tibianın görüldüğü grafilerde ölçülen posterior tibial eğim açısının diz lateral grafide ölçülen eğim açısından 2° daha fazla olduğu raporlanmıştır (57). Daha doğru sonuç ve tekrar edilebilirlik açısından tüm tibianın lateralden görüldüğü grafiler ile tibial eğimin değerlendirilmesi önerilmektedir (58). Tibial eğim, osteotomi sonrası düzeltme derecesi, yetersiz posterior korteks kesisi, yumuşak doku gerginliği, lamina ayırıcının pozisyonu, lateral menteşe kırığı gibi durumlardan etkilenebilir (59).



Şekil 3.4: Sagittal ortoröntgenogramda aPPTA ölçümü

3.3. DİZİLİM DÜZELTME HESAPLAMALARI

Paley'in üç osteotomi kuralı (60):

1.Osteotomi seviyesi ve ACA ('angulation correction axis'- açısal düzeltme eksen), CORA ('center of rotation of angulation'- açılanmanın rotasyon merkezi)'dan geçiyorsa dizilim translasyon olmadan gerçekleşir.

2.ACA, CORA'dan geçiyor ama osteotomi farklı seviyede ise açılanma ve translasyon ile dizilim sağlanır.

3.Osteotomi ve ACA ile CORA farklı seviyelerde ise dizilimde translasyon ortaya çıkar.

Sekonder deformite oluşmaması için ACA ve CORA mümkün olduğunca yakın olmalıdır. Teorik olarak deformitenin apeksinden düzeltmek gerekse de bazı YTO vakalarında eklem içi ya da ekleme çok yakın CORA

durumlarında osteotomi kuralı 2 kabul edilir. Neyse ki YTO'da ACA ve CORA birbirine çok yakın olduğundan ameliyat sonrası açısal deformite dizilim ile birlikte düzelir (61).

Yüksek tibial osteotomide ameliyat sonraki dizilim hakkında kesin bir görüş birliği olmasa da birçok yazar fazla düzeltmenin daha yararlı olduğu konusunda hemfikirdir.

Coventry ve ark. 1985'te yayınladığı makalede anatomik femorotibial açığı 10 dereceye kadar fazla düzeltme önermektedir (62).

Hernigou ve ark. 1987'de yayınladıkları makalede YTO uygulanan 93 dizin 10 yıllık takip sonuçlarına göre mekanik femorotibial açının 183-186 derece aralığında daha iyi sonucu olduğunu raporladılar (63). Yüz seksen üç derece altında ve 186° üstünde kötü klinik sonuç elde etmiş, 186° fazla düzeltme olan hastaların lateral kompartmanında dejeneratif değişiklikler bildirmişlerdir.

Fujisawa ve ark.'nın 1979'da yaptıkları artroskopi çalışmasında ideal düzeltme için, mekanik aksın orta hatta göre lateral tibial platonun %30-40'ından geçecek şekilde olması gerektiğini bildirdi (64).

Miniaci ve ark. tibial plato genişliğinin medialinin %60-70'ine gelen noktayı uygun bir hedef olarak kabul ederken, Dugdale ve ark. %62-66'sını tercih etmiştir (65,66). Son zamanlarda lateral tibial plato genişliğinin %62,5'ine denk gelen nokta, Fujisawa noktası olarak tanımlanmış ve birçok araştırmacı tarafından bu nokta hedef olarak önerilmiştir.

Martay ve ark. yaptıkları çalışmada lateral kompartman hasarına sebep olmamak için lateral temas yükü artışından nispeten korumayı amaçlamış ve en iyi yük dağılımının mekanik aksın tibia platosunun medialinin %55'ine denk gelecek şekilde sağlandığını savunmuşlardır (67).

Jakob ve Jacobi medial kompartmandaki kıkırdak kalınlığına göre mekanik eksenin düzeltilmesini önermişlerdir. Buna göre medial kompartmandaki kıkırdak yüksekliğinin üçte biri kaybolduğunda, mekanik eksen orta hattın %10-15 lateralinden geçmelidir; kıkırdağın üçte ikisi kaybolduğunda, eksen %20-25 lateralinden geçmelidir ve kıkırdağın tamamı kaybolduğunda ise eksen %30-35 lateralinden geçmelidir (68).

Miniaci'nin tariflediği planlama hesaplaması için ilk olarak alt ekstremitenin mekanik aksının geçmesi istenen hedef bölgeye femur başı merkezinden çizilen ilk çizgi ayak bilek hizasına uzatılır. İkinci çizgi ayak bilek merkezinden osteotominin menteşe noktasına çizilir. Üçüncü olarak osteotomi menteşe noktası ile birinci çizgi birleştirilir. İkinci ve üçüncü çizgi arasındaki açı düzeltme açısıdır. (Şekil 3.5)



Şekil 3.5: Miniaci'ye göre medial açık kama yüksek tibial osteotomi düzeltme açısı hesaplaması. Mavi renkli (ikinci) çizgi: Ayak bilek merkezinden osteotominin menteşe noktasına çizilir. Turuncu renkli (üçüncü) çizgi: Osteotominin menteşe noktasından hedeflenen mekanik aks çizgisine çizilir.

Dugdale ve Noyes tarafından tanımlanan düzeltme açısı hesabına göre ise ilk olarak mekanik aksın geçmesi hedeflenen tibia platoda üzerindeki noktaya femur başı merkezinden çizgi çizilir. Ardından ayak bilek merkezinden bu hedef noktaya ikinci bir çizgi çizilir. Bu iki çizginin arasında oluşan açı düzeltme açısıdır. (Şekil 3.6)



Şekil 3.6: Dugdale ve Noyes tarafından tanımlanan düzeltme açısı hesaplaması.

Coventry tarafından tanımlanan düzeltme açısı hesabında mekanik aks çizgisi yerine femur ve tibianın anatomik aksı kullanılır. Hedeflenen anatomik valgus açısından mevcut aFTA (Şekil 3.7) çıkarılarak bulunur. Coventry tarafından hedeflenen 8-10 derece anatomik valgus açısıdır. Örneğin 9 derece yapmak istediğimizde $9 - (-0,7) = 9,7$



Şekil 3.7: Anatomik femorotibial açı (aFTA)

Düzeltilme derecesini hesaplayabilmek son zamanlarda geliştirilen yazılımlarla da mümkündür. Ücretli veya ücretsiz uygulamalar yardımı ile deformite analizi, ameliyat öncesi planlama, deformite düzeltildikten sonraki simülasyonu yapılabilir. Örneğini inceleyeceğimiz (Şekil 3.8-10)

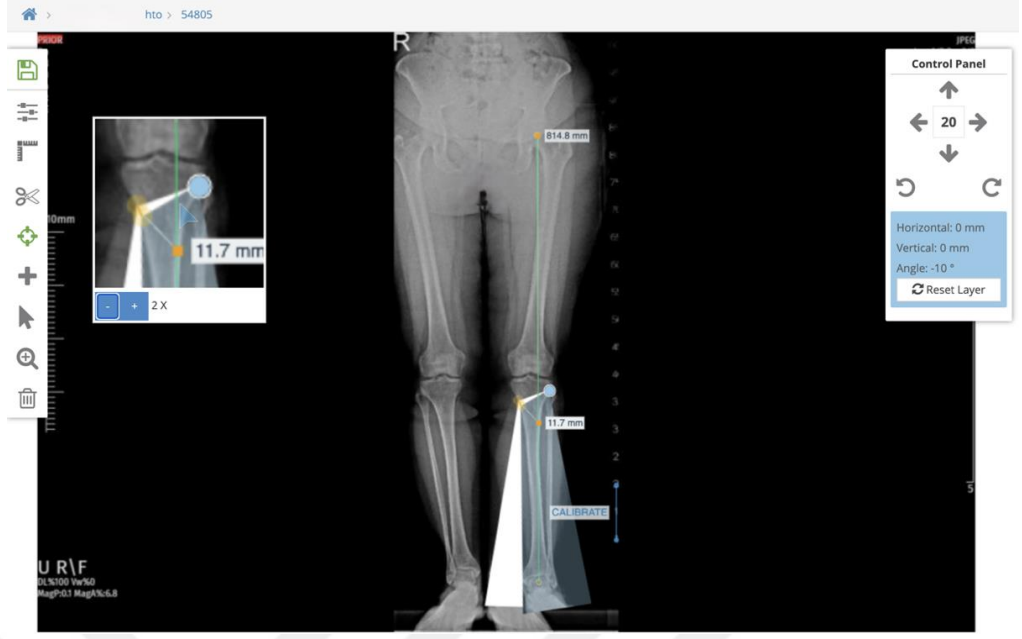
Click2Correct (Response Ortho Teknolojik Üretim A.S., İstanbul, TR) web tabanlı bir yazılımdır.



Şekil 3.8: Yazılım destekli düzeltme derecesi hesaplama. Hastanın ortoröntgenografisi yükledikten mekanik aks çizgisi çekilir. Rotasyon merkezi için osteotominin lateral menteşesi işaretlenir ve osteotomi hattı ile tibia çerçeveye alınır.



Şekil 3.9: Çerçeve seçilince çıkan sağdaki menüden istenen yönde deformite düzeltme simülasyonu uygulanır. Örnekte yaklaşık 10 derece açılma sonrası hedeflenen mekanik aks görülmektedir.



Şekil 3.10: Ortoröntgenografi üzerindeki cetvel ile kalibre edildikten sonra osteotomi de açılacak kamanın boyu ölçülür. Örnekte 11.7 mm kama açılacağı öngörülmüştür.

3.4. MEDİAL KOMPARTMAN OSTEOARTRİTİ TİBİAL OSTEOTOMİ TEKNİKLERİ

3.4.1. Fibula Osteotomisi

Proksimal fibular osteotomi, yüksek tibial osteotomi veya unikondiler diz artroplastisine alternatif olarak önerilen görece daha basit ve ucuz bir tedavi yöntemidir. Alt ekstremitenin taşıdığı toplam yükün ayak bilek nötralde iken ortalama %7,12'sinin fibula tarafından iletildiği rapor edilmiştir (69). Fibula osteotomisinde bu destek kaldırılarak mediale binen yüklenmeyi azaltmak amaçlanır. Fibular osteotominin etkili olması için osteotomi seviyesi fibula'nın proksimal ucundan 6 ila 10 cm arası olarak belirlenmiştir. Bununla beraber peroneal sinir felci en sık görülen komplikasyonlardandır. İyi klinik sonuçlar yayınlansa da mevcut literatür küçük vaka serileri ile sınırlıdır (70).

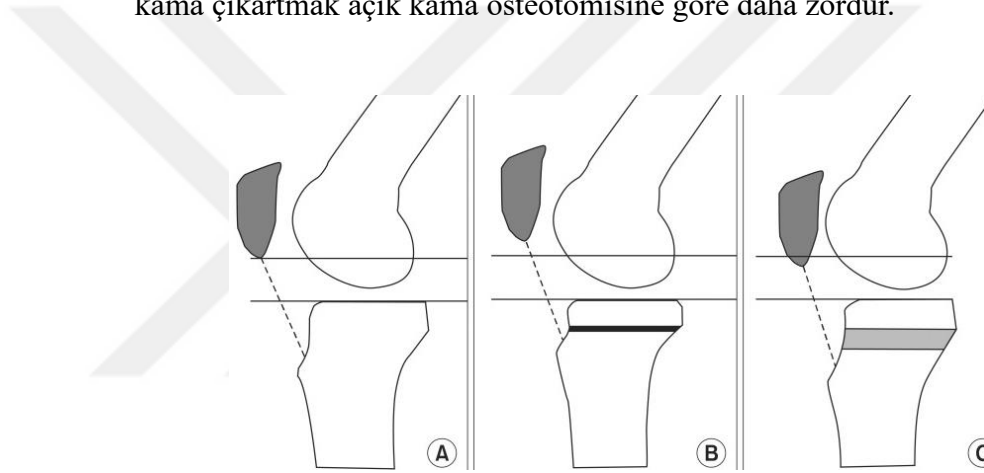
3.4.2. Kapalı Kama Yüksek Tibial Osteotomisi

Proksimal tibia lateralinden kama çıkartarak valgizasyon sağlanan bir tekniktir. Geniş temas yüzeyi, erken yük taşıma ve rehabilitasyon ile greft gereksinimi olmaksızın hızlı kemik iyileşmesi görülür. Düzeltme kaybı riski

düşüktür. Yoğun sigara içen, diyabetes mellitus tanılı, uzun süreli steroid kullanımı olan hastalarda daha uygundur. Aynı zamanda patella baja olan hastalarda endikedir. Kapalı kama yüksek tibial osteotomisi patella yüksekliğini artırır (71). (Şekil 3.11)

Ayrıca yayınlanan meta-analiz sonucunda genellikle kapalı kama osteotomisi posterior tibial eğimi azaltırken açık kama osteotomisinin posterior tibial eğimi arttırdığı gösterilmiştir (72). Sagittal plan dizilimi dikkatle incelenmeli ve kama şekli değiştirilerek hedef dizilime ulaşılmalıdır.

Teknik olarak peroneal sinir diseksiyonu ve proksimal fibula osteotomisi gerektirir. Ayrıca hedeflenen düzeltme açısı için uygun yükseklikte kama çıkartmak açık kama osteotomisine göre daha zordur.



Şekil 3.11: Osteotomi ile patella yükseklik değişimleri (A) Ameliyat öncesi (B) Kapalı kama osteotomisi sonrası (C) Açık kama osteotomisi sonrası – Lee ve Byun'dan (71)

3.4.3. Medial Açık Kama Yüksek Tibial Osteotomisi

Medial açık kama yüksek tibial osteotomisi (MAKYTO) kapalı kama osteotomisine göre fibula osteotomisine gerek duyulmaması, peroneal sinir yaralanma riskinin düşük olması, kolay uygulanabilirliği, düzeltmenin daha hassas şekilde ayarlanabilmesi, kemik stoğunun korunması, daha kolay artoplastiye geçiş sağlaması gibi avantajlar sunar (71). Bu yüzden daha yaygın kullanılması ile önemi giderek artmaktadır. Bununla birlikte bacak boyunun uzaması, lateral korteksin kırılması, düzeltmenin kaybı, kaynamama ve greft ihtiyacı gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

YTO ile yalnızca koronal dizilimi değil aynı zamanda sagittal dizilimi de değiştirmek mümkündür. Tibianın sagittal düzlemdeki dizilimi de eklem

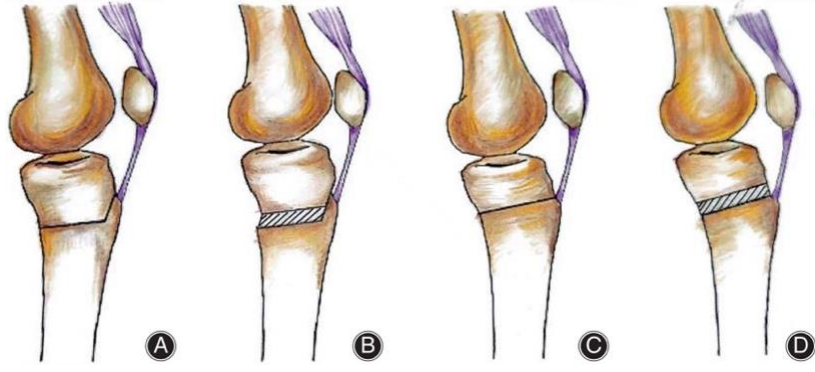
stabilitesinde ve biyomekaniğinde önemli değişikliklere yol açar. Posteromedial ligamentöz kompleks ve pes anserinusun posterior kısmı distraksiyona karşı direnç gösterdiğinden posterior tibial eğim artmaya meyillidir. Tibial eğimin artması ön çapraz bağ üzerindeki kuvvetleri arttırırken; azalması arka çapraz bağa binen kuvvetleri arttırır.

Kesitsel olarak incelendiğinde proksimal tibial korteksin üçgen bir şekli vardır ve tibia'nın anteromedial arka kenarıyla yaklaşık $45 \pm 6^\circ$ 'lık bir açı yapar. Lateral tibial korteks ise tibia'nın arka kenarına neredeyse diktir. Bu anatomik özellikler göz önüne alındığında MAKYTO yalnızca anterior boşluk posterior boşluğa eşit olduğunda posterior tibial eğimi arttırır; anterior boşluk posterior boşluktan daha küçükse tibial eğimde bir değişiklik olmaz (73).

Noyes ve ark. tarafından yapılan hesaplama göre anterior boşluk posterior boşluğun yarısı ise, posterior tibial eğim değişmeyecektir; anterior boşluğun her 1 mm artışı, posterior tibial eğimi 2° arttırır (74).

Medial açık kama yüksek tibial osteotomisini monoplanar ve biplanar olarak iki gruba ayırabiliriz. Biplanar osteotominin tibial tüberkülün proksimalde ve distalde bırakıldığı iki farklı türü bulunur. Çalışmamızda iki gruba ayırdığımız hastalar monoplanar ve tibial tüberkülün distalde bırakıldığı biplanar osteotomi uygulanan hastalardır.

Monoplanar osteotomide medial longitudinal insizyon sonrası pes anserinus korunarak, tibia'nın medial platosunun 3,5-4 cm distalinden fibula başının ucuna tibia'nın lateral platosunun yaklaşık 1 cm altı hedeflenerek kılavuz teller floroskopi eşliğinde yerleştirilir. Salınlı testere yardımı ile lateral tibial korteksten yaklaşık 1 cm kalacak şekilde kesi yapılır. Osteotomlar ile genişletilir ve 'lamina spreader' yardımı ile kama açılır. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12: Biplanar (A, B) ve monoplanar (C, D) osteotomilerin kama açılmadan ve açıldıktan sonraki şematik çizimleri- Zheng, Wang, Lv, Li, Zhuo ve Wang'dan (56)

Tibial tüberkülün distalde bırakıldığı biplanar osteotomi Lobenhoffer ve ark. tarafından popüler olan bir tekniktir. Monoplanar osteotomiyle aynı insizyon kullanılır. Kılavuz teller yerleştirildikten sonra posteriorda benzer osteotomi uygulanırken tibia kalınlığının anterior 1/3ünden 130 derece proksimale yönelecek bir osteotomi hattı uygulanır (75).

Tibial tüberkülün proksimalde bırakıldığı biplanar teknik (retrotüberkül osteotomisi) Gassbeek ve ark. tarafından tanıtilen patella baja oluşumunu önlediği gösterilmiştir. Osteotomi tibial tüberkülden en az 1 cm uzakta kalmalı ve 110-120 derece ile inferiora yönelerek osteotomize tüberkül en az 2,5 cm olması sağlanmalıdır. Kama açıldıktan sonra 2 cm'lik kısım üst üste gelmeli ve 1 adet bikortikal vida ile tüberkül fiks edilmelidir (76).

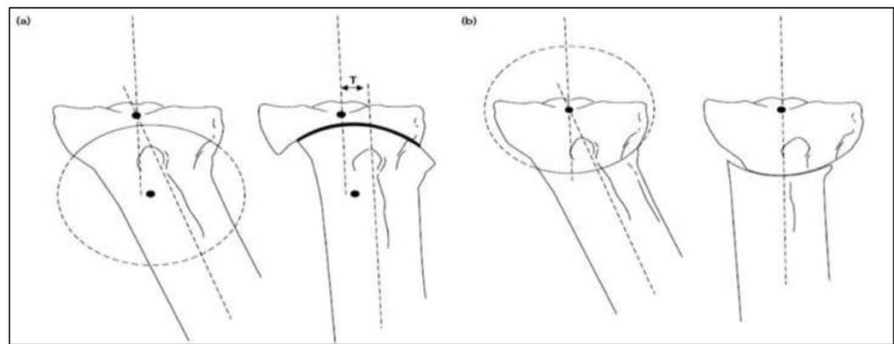
2018 yılında 3D diz modelleri ile yapılan bir çalışmada açık kama yüksek tibial osteotomi sonrası oluşan eklem çizgisi eğikliğinin normalden 5° ve üzerinde olmasının tibia medial kondil kırıkdağında makaslama kuvvetinde artma meydana getirdiğini gösterilmiştir (77). Yapılan bir sistematik incelemede ameliyat sonrası MPTA $>95^\circ$ ve $<95^\circ$ olan hastalar arası karşılaştırmada 1-1,5 yıllık takiplerde medial kırıkdağ rejenerasyonu ve lateral kırıkdağ dejenerasyonunda artroskopik olarak anlamlı fark bulunmadığı belirtilmiştir (78). Özellikle aşırı düzeltme gereken durumlarda eklem çizgisinde ciddi anormalliklere sebep olmamak için mL DFA ve MPTA dikkatle incelenmeli gerekirse femoral veya dual osteotomi planlanmalıdır.

Medial açık kama osteotomilerinde önemli sorunlardan bir tanesi de greft ihtiyacı olabilmesidir. Ancak ne kadarlık bir kamada greft uygulanması

gerektiği konusunda kesin bir görüş yoktur. Zorzi ve ark. 12,5 mm'den küçük açık kama yüksek tibial osteotomili hastalarda kemik grefti uygulanan ve uygulanmayanların arasında yaptığı karşılaştırmada anlamlı fark olmadığını belirtmişlerdir (79). Rossi ve ark ise 10 mm üzeri açılmada greft uygulanması gerektiğini bildirmiştir (80). Staubli ve ark. 15 mm'den küçük açık kama osteotomide greftsiz iyi sonuçlar göstermiş, El-Assal ve Kolb tarafından yapılan ayrı çalışmalarda 14 mm'ye kadar olan boşlukların greftsiz iyileşebildiğini göstermişlerdir (81). Greft ihtiyacı sıklıkla iliak kanattan sağlanır. Greft alınması ve sonrasında ağrı, iritasyon, iliak krest kırığı, lateral femoral kütanöz sinir hasarı gibi komplikasyonlara yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

3.4.4.Dome Osteotomisi

Yarı silindirik şekilli, deformitenin merkezi etrafında döndürülerek uygulanan bir osteotomidir. Alt ekstremité uzunluğunu etkilemez ve iyi kemik teması sağlanır. Patellar yükseklikte değişikliğe neden olmadan $\geq 20^\circ$ açısal düzeltme gereken deformitelerde kullanışlıdır (71). Maquet tarzı osteotomide açıklık aşağı yönlü ve tüberositas tibia proksimalinden yapılırken Paley tarafından tanımlanan fokal dome osteotomisinin açıklığı yukarı yönlüdür ve osteotominin tepe noktası tübeositas tibianın distalinde yer alır.



Şekil 3.13: Maquet tipi dome osteotomisi (a) ve fokal dome osteotomisi (b)- Geith ve Naggar'dan (82)

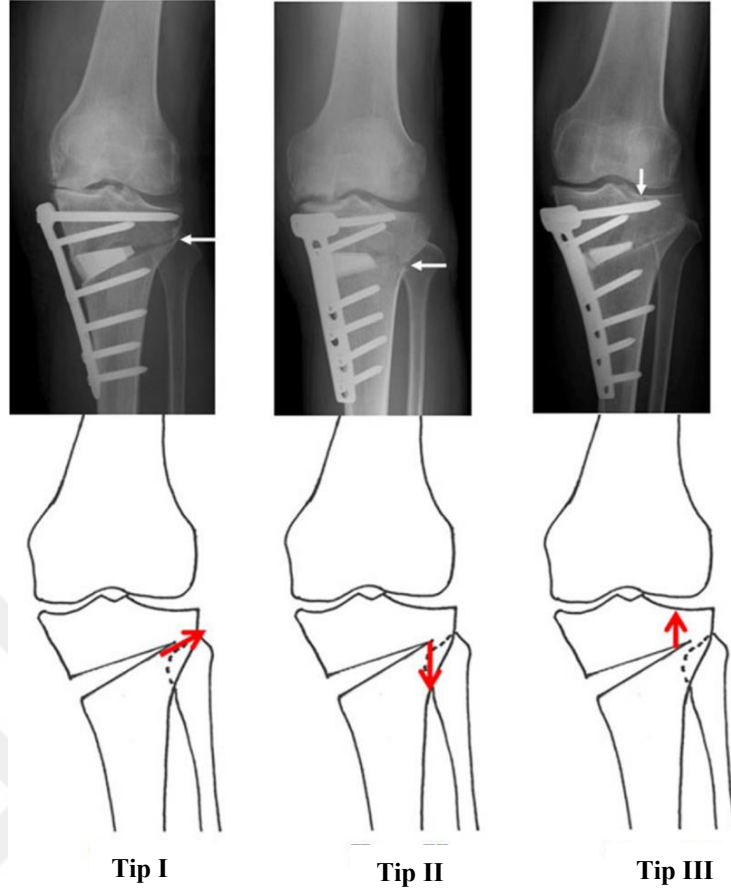
3.5.MEDİAL AÇIK KAMA YÜKSEK TİBİAL OSTEOTOMİSİ SONRASI KOMPLİKASYON

Her ameliyatta olduğu gibi medial açık kama yüksek tibial osteotominin de çeşitli komplikasyonları bulunmaktadır. Bazı komplikasyonlar osteotomi tipinden bağımsız enfeksiyon, derin ven trombozu, kompartman sendromu, damar yaralanmaları, yetersiz veya aşırı düzeltme vb. sebepler olabileceği gibi açık kama osteotomisinin kendine has komplikasyonları da bulunmaktadır.

Açık kama osteotomilerinde kapalı kama osteotomisine göre posterior tibial eğimde artma ve patella yüksekliğinde azalma olduğunu gösteren çok sayıda çalışma vardır (83–86).

Literatürde gecikmiş kaynama ya da kaynamama insidansı %0 ile %14 arasında değişebilmektedir. Yüksek dereceli düzeltmeler, sigara içiciliği, diyabetes mellitus gibi durumlar göz önüne alınarak greft seçenekleri değerlendirilmelidir (87).

Lateral menteşe kırığı, düzeltme kaybı, geç kaynama veya kaynamama ile ilişkilendirilen bir komplikasyondur. Düzeltme derecesi 8° ve üzerinde kortikal kemiğin kısıtlı plastisitesinden dolayı lateral korteks kırık oranı %90'lara varabilmektedir (88). Takeuchi ve ark. yaptıkları çalışmada kendi serilerinde %25 oranında lateral korteks kırığı saptamışlar ve bunu sınıflandırmışlardır. Buna göre tip 1 tibiofibular ekleme uzanan, tip 2 lateral kortekte osteotomi hattının distaline uzanan, tip 3 lateral tibiofemoral ekleme uzanan kırıklardır (89). (Şekil 3.14) Lateral korteks kırığından korunmak için osteotomi güvenli bölge olan fibula başının üst 1/3'ü hizasında ve ortalama 1,6 cm uzaklıkta sonlanmalıdır (88).



Şekil 3.14: Takeuchi lateral menet ş kırıkları sınıflaması- Takeuchi, Ishikawa, Kumagai, Yamaguchi, Chiba, Akamatsu ve ark.'dan (89)

İmplant yetersizliği, T tipi sabit açılı kompresyon plağı kullanılan vakalarda U staple, Puddu plak vb. implantlara göre daha nadir görülmektedir. Ancak tibia anteromedial anatomisi nedeniyle implant iritasyonu sık karşılaşılan bir komplikasyondur.

4. GEREÇ VE YÖNTEM

Tek planlı ve biplanar medial açık kama yüksek tibial osteotomisinin patella yüksekliği, tibia posterior eğimi, patellar tendon uzunluk, kalınlık ve elastisite üzerine etkilerini araştırmak amacıyla 2022-09-21 etik kurul onayı sonrası prospektif olarak SBÜ Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Polikliniği'ne başvuran uygun endikasyona sahip 18 monoplanar ve 18 biplanar yüksek tibial osteotomi uyguladığımız hastanın sonuçlarını karşılaştırdık.

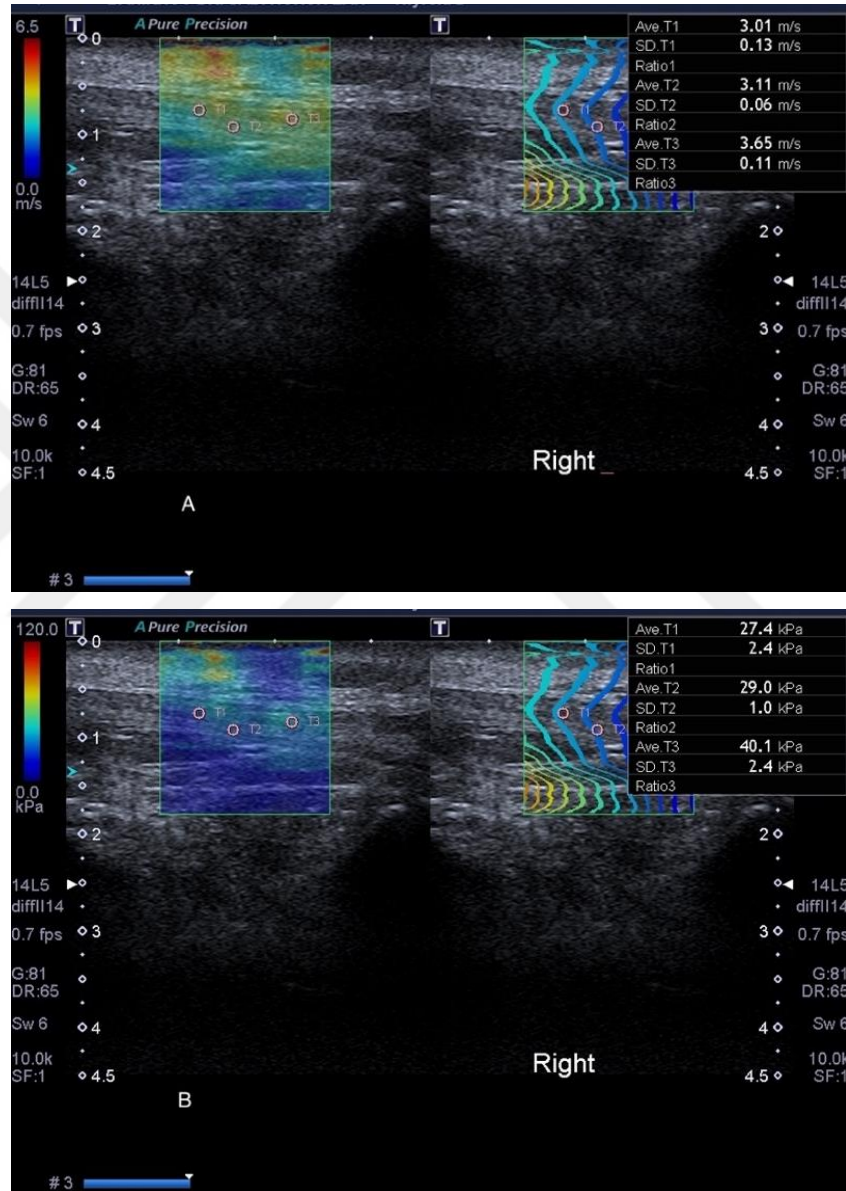
Otuz – altmış beş yaş arası, dizin medialinde ağrı şikayeti ve medial kompartman artrozu olan, muayenede ve grafilerinde belirgin patellofemoral artrozu olmayan, fleksiyon kontraktürü 10°'den az olan 120°'den fazla eklem hareket açıklığına sahip ve çalışma için ameliyat bilgilerinin, poliklinik kayıtlarının ve görüntülemelerinin kullanımına izin veren hastalar çalışmaya dahil edildi. Çalışma için rızası olmayan, inflamatuvar artrit tanılı, yaygın dejeneratif artrit bulunan, lateral menisektomi öykülü, yeterli eklem hareket açıklığına sahip olmayan hastalar çalışmaya alınmadı.

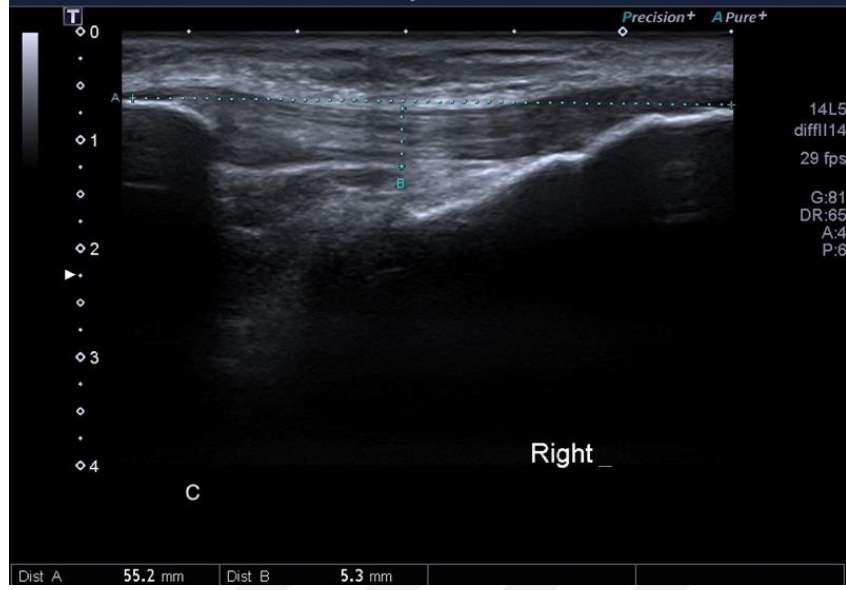
Hastaların osteotomi tipi kapalı zarf tekniği ile çalışma dışı birine çektilirerek belirlendi, hastaya ve radyoloğa osteotomi tipi hakkında bilgi verilmedi.

Hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 3. ay ve 1. yıl çekilen ön-arka ve sagittal ortoröntgerenografi ile deformite analizleri yapıldı, ayakta çekilen diz grafilerinde Insall-Salvati, Caton-Deschamps, Blackburne-Peel indeksleri değerlendirildi. Radyolog tarafından patellar tendon uzunluk, kalınlık ve elastikiyet ölçümleri yapıldı. Hastaların fonksiyonel skorlamaları ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 3.ay ve 1. yılında Hospital for Special Surgery (HSS) diz skoru, Oxford diz skoru ve Diz İncinme ve Osteoartrit Sonuç Skoru (KOOS) ile değerlendirildi.

Çalışmamızda diz tam ekstansiyonda ve tam rahatlamış pozisyonda patellar tendonun orta kısmından tendonun uzun aksına paralel olacak şekilde aynı radyolog tarafından uygulanan sabit basınç ile 'shear wave' uygulamasını gerçekleştirdik. Kırk beş derece fleksiyonda iken patellar

tendonun orta kısmından B modda patellar tendonun kalınlık ölçümlerini gerçekleştirdik. Patellar tendonun uzunluğu 45° fleksiyonda patellanın distal kutuptan tüberositas tibia arası mesafe ölçüldü. Ölçümlerde Aplio500 (Toshiba Medical Systems, Japan) ultrasonografi cihazı ve PLT-1005BT (10 mhz) transdüser kullanıldı.





Şekil 3.15: Ultrasonografi örnekleri. ‘Shear wave’ elastografisinin aynı hastanın m/sn (A) ve kPa (B) cinsinden örnek ölçümü. Patellar tendon kalınlık ve uzunluk ölçüm örneği (C)

Power Analiz:

Örnekleme sayısını belirlemek amacıyla G*Power (v3.1.7) programı kullanılarak güç analizi yapılmıştır. Çalışmanın gücü $1-\beta$ (β = II. tip hata olasılığı) olarak ifade edilir ve genel olarak araştırmaların %80 güce sahip olmaları gerekmektedir. İki ameliyat tekniği uygulanarak yapılan çalışmada yapılan hesaplama sonucu etki büyüklüğü $d=1.000$ olarak hesaplanmış olup $\alpha=0,05$ düzeyinde %80 güç elde etmek için gruplarda en az 17’şer kişi, toplamda 34 kişi olması gerektiği hesaplanmıştır.

İstatistiksel İncelemeler:

Çalışmada elde edilen bulguların analizi için SPSS 2027 programı kullanıldı. Verilerin değerlendirilmesinde, nicel değişkenler ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler ile; nitel değişkenler ise frekans ve yüzde gibi tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerle ifade edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu, Shapiro-Wilks testi ve Box Plot grafikleri ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren iki nicel grup için Student t-testi uygulandı.

Gruplar içi takip karşılaştırmalarında, normal dağılım gösteren değişkenler için Repeated Measures testi ve post hoc analizlerde Bonferroni testi kullanıldı.

İki takip arasında ise normal dağılım gösterenlerde Paired Samples test kullanıldı.

Değişkenler arasındaki ilişkiler, dağılıma bağlı olarak Pearson veya Spearman korelasyon analizi ile incelendi

Sonuçlar %95 güven aralığında ve anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak değerlendirildi.

4.1. CERRAHİ TEKNİK

Hasta kullanılacak ekipman ve malzemelerin steril olduğundan emin olduktan sonra genellikle rejyonel anestezi altında femur başının rahatça floroskopiyle görülebildiği uygun radyolüsen mesafesi olan ameliyat masasına alındı. Uyluk proksimaline pnömatik turnike yerleştirildi. Cerrahi antibiyotik profilaksisi sonrası son kararı vermek ve diz içi patolojileri değerlendirmek için artroskopik muayene yapıldı.

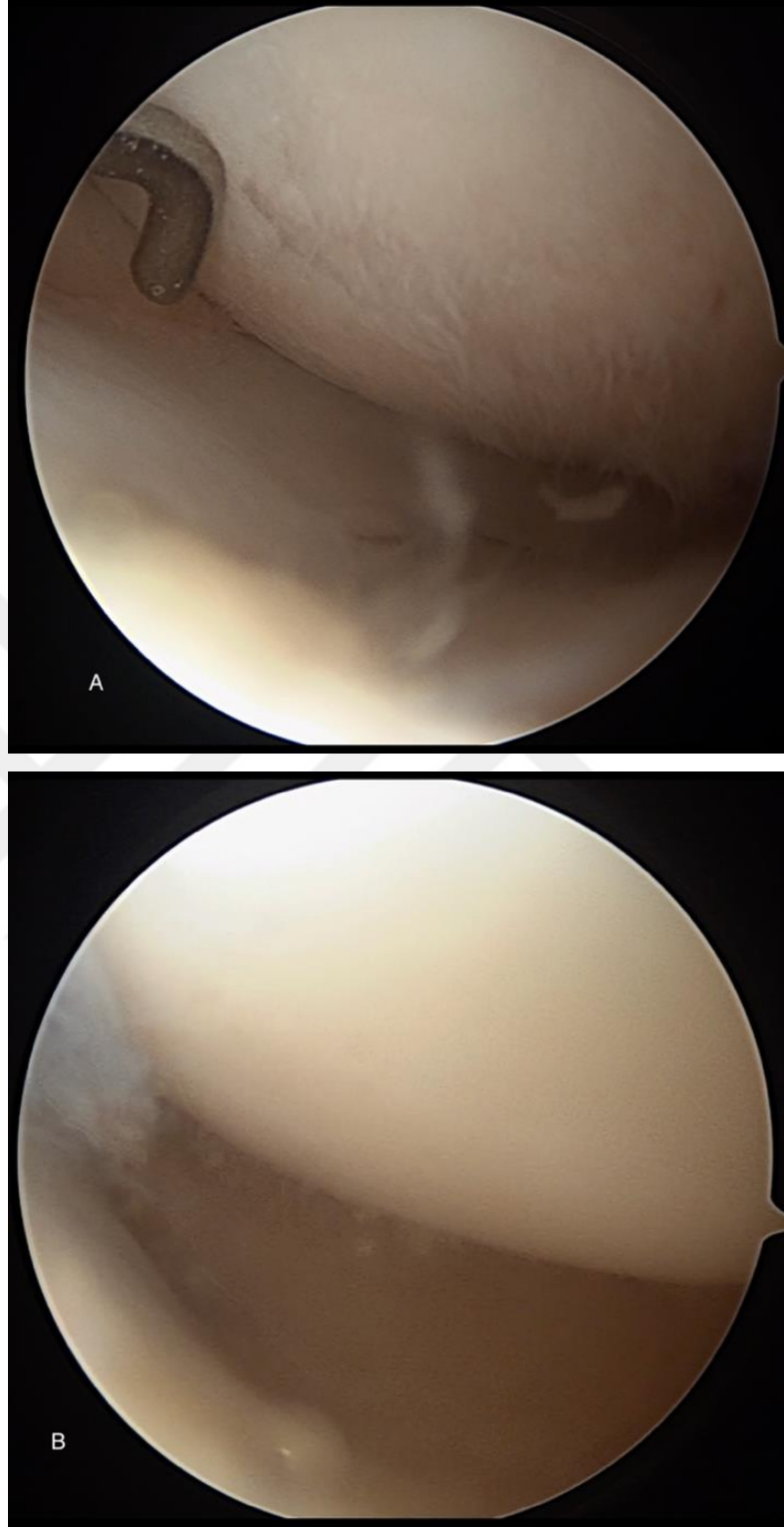


şekil 4.1: Vakalarda kullandığımız YTO plağı, osteotomlar, lamina ayırıcılar, aks çubuğu gibi malzemeler

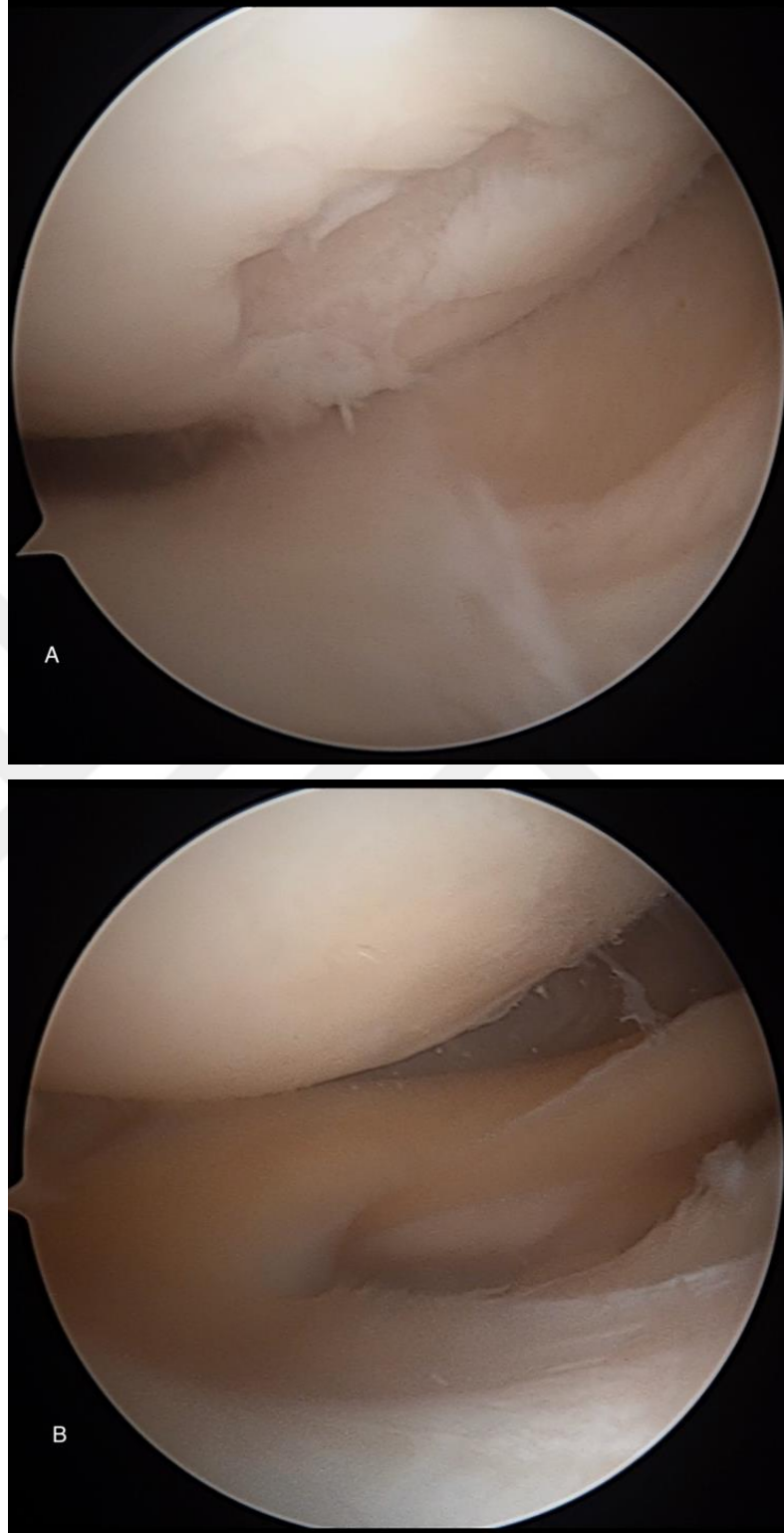
Artroskopik muayeneye suprapatellar boşluk ile başlandı. Sinovyal hipertrofi, serbest cisim, suprapatellar plika araştırıldı. Ardından patellofemoral uyum, patella ve troklea kıkırdak lezyonları değerlendirildi. Medial ve lateral çıkmazlara girilerek olası patolojiler dışlandı. İnterkondiler çentik, ön çapraz bağ ve sıklıkla *ligamentum mukozum* orta hatta araştırıldı. Ön çapraz bağ sağlamlığı ve menisküs ön boynuzları değerlendirildi. Ardından medial kompartmana ve lateral kompartmana geçildi. Medial kompartmanın özellikle posterior kısımlarının gözlenebilmesi için çeşitli fleksiyon açılarında diz valgusa alındı. Lateral kompartman için bacak 4 pozisyonuna alındı. Kıkırdak hasarı ve menisküsler hem görsel hem de muayene probu ile değerlendirildi. (Şekil 3.15) Kıkırdak hasarı için Outerbridge sınıflaması kullanıldı (90). Gerekliyse parsiyel menisektomi, menisküs onarımı, mozikplasti, mikrokırık vb. kıkırdak müdahaleleri uygulandı.

Outerbridge sınıflaması:

- Evre 0: intakt kıkırdak
- Evre 1: yumuşama, muayene probu ile şişlik hissi
- Evre 2: kıkırdak kalınlığının %50'den azına ulaşan lezyonlar
- Evre 3: kıkırdak kalınlığının %50'den fazlasına ulaşan defektler
- Evre 4: Subkondral kemiğin görünür olması



Şekil 4.2: Yüksek tibial osteotomi uyguladığımız bir hastanın artroskopik görüntüsü.
A: Medial femoral kondilde B: Lateral femoral kondil

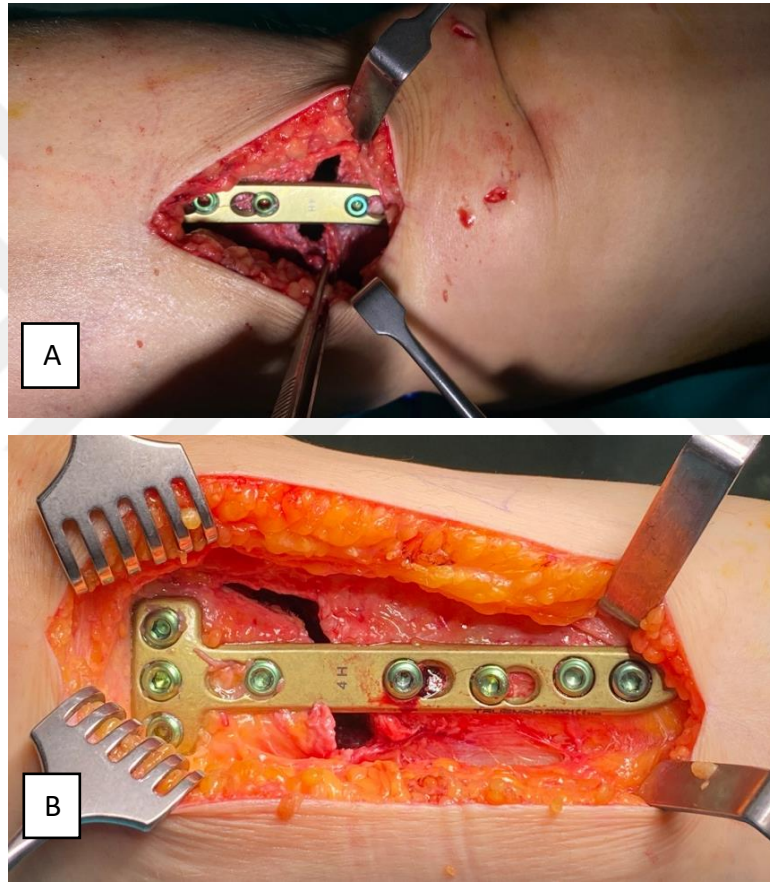


Şekil 4.3: Yüksek tibial osteotomi uyguladığımız başka bir hastanın artroskopik görüntü örneği. A: Medial femoral kondil B: Lateral femoral kondil

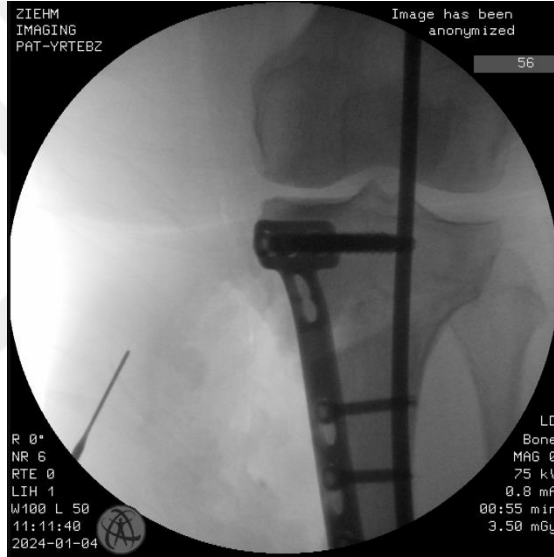
Artroskopik muayene sonrası yüksek tibial osteotomi sonrası uygun olduğu düşünülen hastalar için artroskopi sonlandırıldı ve tibia anteromedialine yönelik cilt insizyonu gerçekleştirildi.

Monoplanar medial açık kama yüksek tibial osteotomi için eklem çizgisinin yaklaşık 1 cm distalinde tibia anterior ve posteromedial korteks ortasından longitudinal insizyon ile girildi. Cilt ve cilt altı dokular geçildi. Pes anserinus korunarak osteotomi hattına ulaşıldı. T tipi sabit açılı kompresyon plağı geçici olarak tibia proksimalde tutularak proksimal vidalar osteotomi hattının proksimalinde şekilde eklem çizgisinin yaklaşık 3,5-4 cm distalinden osteotomi hattı belirlendi. Osteotomi hattında yüzeyel MCL bistüri yardımı ile kaldırıldı. Tam ekstansiyonda, patella orta hatta iken floroskopi eşliğinde fibula başının ucunu hedefleyerek yerleştirilen 2 ya da 3 kılavuz tel (tibia kalınlığına göre) hizasından salınlı testere ile osteotomi uygulandı. Osteonekrozdan korumak için kesi sırasında SF irigasyonu uygulandı. Lateral menteşeyi korumak için lateral korteksten yaklaşık 1-1,5 cm uzakta kalındı. Damar yaralanmasından kaçınmak için posterior kortekse ekartör yerleştirildi ve çoklu drillleme ve osteotom yardımı ile posterior korteks kesisi tamamlandı. Osteotomi hattı lateral korteksi koruyarak inceden kalına giden 4 adet osteotom ile kontrollü olarak genişletildi. Açılı lamina ayırıcı ile önceden belirlenmiş açıda osteotomi hattı yavaşça açıldı. Lamina sprader posteriora yakın şekilde yerleştirildi ve aks çubuğu ile floroskopi eşliğinde mekanik aks değerlendirildi. Tibia plato genişliğinin medialinin %55-62'sinden geçen aks sağlandığında plak yerleştirildi ve proksimal vidalar subkondral bölgeye yakın olacak şekilde 3 adet proksimal kilitli vida yerleştirildi. Ardından osteotomi distalinde bulunan kompresyon vida deliğinden kilitli vida deliği ile birleşmeyecek şekilde serbest drill ile açıldı. Bir adet kompresyon vidası uygulandıktan sonra kalan kilitli vidalar uygulandı. Son olarak kompresyon vidası çıkarılarak kilitli vida uygulandı. Floroskopi ile iki yönlü görüntü elde edildi. Aks çubuğu ile mekanik aks kontrolü yapıldı. Bol yıkama sonrası turnike açılarak kanama kontrolü yapıldı. İmplant üstü yumuşak dokular ile kapatılarak cilt cilt altı katlar sütüre edildi. Jones bandajı uygulandı.

Biplanar medial açık kama osteotomisinde benzer teknik ile osteotomi hizası belirlendikten sonra patellar tendon ve posterior yapıları korumak için anterior ve posterior ekartör yerleştirildi. Tibial tüberkülün yaklaşık 2 cm posteriorunda kalacak şekilde proksimale yaklaşık 120-130° yönelerek osteotomi hattı belirlendi. Salınlımlı testere yardımı ile lateral korteksten yaklaşık 1-1,5 cm uzakta kalındı. Tibial tüberkül distalde kalacak şekilde patellar tendon korunarak lateralden ve superiorından osteotomi hattı tamamlandı. Aks kontrolleri ve plak vida uygulaması aynı şekilde tamamlandı.



Şekil 4.4: Plak-vida uygulanması sonrası Monoplanar (A) ve Biplanar (B) osteotomi uygulanmış hastaların ameliyat görüntüsü



Şekil 4.5: Floroskopi ile aks kontrol

4.2. AMELİYAT SONRASI TAKİP

Hastalara cerrahi antibiyotik profilaksinin ardından ameliyat sonrası ilk 24 saat 3*1 gr sefazolin ve 1*0,4 IU düşük molekül ağırlıklı heparin (DMAH) profilaksisi uygulandı. İki hafta DMAH profilaksisi ardından bir ay asetilsalisilik asit profilaksisi ile devam edildi. Ameliyat sonrası ilk gün eklem hareket açıklığı, topuk kaydırma egzersizi, izometrik kuadriseps egzersizleri başlandı. İki hafta içinde tam ekstansiyon ve 90° fleksiyon hedeflendi. Yük vermeden kanedyen veya yürüteç yardımı ile mobilizasyonu sağlandı. Ev egzersizleri öğretilerek üç günde bir pansuman önerildi. İkinci hafta kontrolünde yara yerinin durumuna göre sütürleri alındı ve parsiyel yük verme önerildi. Hastalara tam ekstansiyon yapabilmesi ve 120° fleksiyon yapabilmesi için egzersizler önerildi. Altıncı haftada tam yük verildi. Yük altında kuvvetlendirme egzersizleri, başlangıç denge egzersizleri öğretildi. Üçüncü ay kontrolünde denge, propriosepsiyon, kapalı kinetik zincir egzersizleri öğretildi ve egzersizlere devam etmesi sağlandı.

Ameliyat öncesi yapılan skorlamalar, grafiler ve ultrasonografi tetkikleri 3. ay ve 1. yıl kontrollerinde tekrar edildi. Ortoröntgenografi ile mekanik aks kontrolleri yapıldı. Sagittal bacak uzunluk grafisinde PPTA ölçüldü. Lateral diz grafide Insall-Salvati, Caton-Deschamps ve Blackburne-Peel indeksleri hesaplandı. Radyolog tarafından yapılan ultrasonografi sonuçları dökümanate edildi.

4.3. KOMPLİKASYON

Ameliyat sırasında deplase olmamış lateral korteks kırığı olan bir hastada birinci hafta sonunda osteotomi hattı deplase oldu ve çift plak ile revizyon uygulanarak çalışmadan çıkarıldı. Kaynama gecikmesi yaşanmadı.

Bir hastada derin enfeksiyon gelişti erken dönem yıkama sonrası şikayetleri devam eden hastanın plağı çıkarıldı ve intravenöz antibiyotik tedavisi sonrası tekrar yto plağı uygulandı. Çalışmadan çıkarıldı. Aktif şikayeti yok ancak hastanın takibi devam etmektedir.

İki hastada kaynamama gelişti. Bir hasta ağır sigara içicisiydi. Diğer hastanın takipleri sırasında intraartiküler bölgeye uzanan fissür hattı görüldü.

Psödoartroz sahası kürete edildi ve iliak kanat grefti ile revizyon yapıldı. Çalışmadan çıkarıldı.

Bir hastada ameliyat sonrası 5. ayda insizyon distalinde yara açılması gelişti ve plak çıkarıldı. Yara yeri sütüre edildi ve İlizarov uygulandı. Alınan kültürlerde üreme gözlenmedi.

Üç hasta yıllık kontrol süresinde şehir dışında olması sebebiyle çalışmaya dahil edilemedi.

İki hastada servis yatışı sırasında yara çevresinde geçici kızarıklık ve seröz bül gözlemlendi. Takiplerinde problem yaşanmadı.

Bir hastada kaynama gecikmesi gözlemlendi. Altıncı aydan sonra kallus dokusu görüldü. On sekizinci ayda tam kaynamaya ulaşıldı.

Dört hastanın tam kaynama sonrası plak ve vidaları implant iritasyonu nedeniyle çıkarıldı.

5. BULGULAR

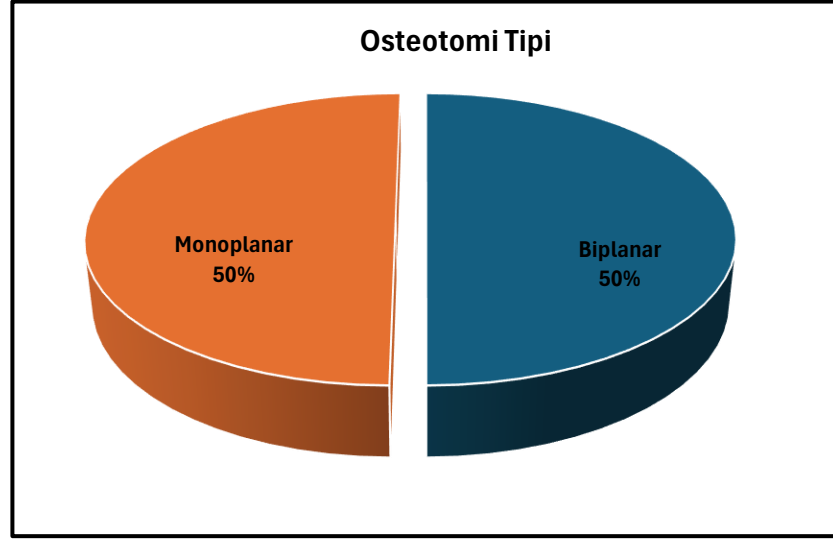
Çalışmamız Mayıs 2022 ve Temmuz 2024 tarihleri arasında SBÜ Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesinde %69,4'ü (n=25) kadın ve %30,6'sı (n=11) erkek olmak üzere toplam 36 olguyla yapılmıştır. Çalışmaya katılan olguların yaşları 33 ile 63 arasında değişmekte olup, ortalama yaş $50,31 \pm 5,88$ olarak hesaplandı.

Tablo 1: Tanımlayıcı Özelliklerin Dağılımı

		n (%)
Cinsiyet	Kadın	25 (69,4)
	Erkek	11 (30,6)
Yaş	<i>Ort±Ss</i>	50,31±5,88
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	50,5 (33-63)
BMI	<i>Ort±Ss</i>	29,76±4,41
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	29,9 (23,1-40,2)
Taraf	Sağ	16 (44,4)
	Sol	20 (55,6)
Ahlback	Evre 1	34 (94,4)
	Evre 2	2 (5,6)

Çalışmaya katılan olguların boyları 150 ile 192 cm arasında değişmekte olup, ortalama boy $165,58 \pm 9,55$ cm; olguların kiloları 56 ile 110 kg arasında değişmekte olup, ortalama kilo $81,39 \pm 12,1$ kg; olguların BMI değerleri 23,1 ile 40,2 arasında değişmekte olup, ortalama BMI $29,76 \pm 4,41$ kg/m² olarak hesaplandı.

Olguların %44,4'ü (n=16) sağ taraf ve %55,6'sı (n=20) sol taraftır. Olguların %50'sinin (n=18) biplanar, %50'sinin (n=18) ise monoplanar osteotomi tipi uygulandığı görülmektedir.



Şekil 5.1: Osteotomi tipi dağılımı

Olguların %25'inde (n=9) hiç ek girişim yapılmadı, %58,3'ünde (n=21) parsiyel menisektomi, %11,1'inde (n=4) parsiyel menisektomi ve mikrokırık, %2,8'inde (n=1) mozaikplasti ve %2,8'inde (n=1) menisküs onarımı yapıldı.

Tablo 2: Osteotomi Tipine Göre ‘Shear Wave’ Elastisite Değerleri

Elastisite (kPa)		Toplam	Osteotomi tipi		^a p
			Monoplanar (n=18)	Biplanar (n=18)	
Preop	<i>Ort±Ss</i>	37,37±20,79	33,42±12,88	41,32±26,28	0,261
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	30,1 (12,8-101,3)	28,6 (22-64)	32 (12,8-101,3)	
3.ay	<i>Ort±Ss</i>	40,41±23,53	35,08±13,99	45,73±29,73	0,178
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	34,2 (11,6-141,6)	31,9 (16,7-72,5)	37,5 (11,6-141,6)	
1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	33,60±16,55	36,08±16,11	31,12±17,08	0,376
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	29,9 (12,3-74,5)	32,4 (12,3-67,9)	25,9 (16,4-74,5)	
	^b p	0,295	0,828	0,141	
Değişim Δ					
Preop-3.ay	<i>Ort±Ss</i>	3,04±24,91	1,66±18,26	4,42±30,66	0,745
	^{bb} p	1,000	1,000	1,000	
Preop-1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	-3,77±26,14	2,66±19,35	-10,20±30,75	0,143
	^{bb} p	1,000	1,000	0,532	
3.ay-1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	-6,81±26,83	1,00±17,81	-14,61±32,19	0,081
	^{bb} p	0,411	1,000	0,213	

^aStudent-t Test^bRepeated Measures Test & ^{bb}Bonferroni Test^cPaired Samples t-Test

**p<0,01

*p<0,05

Her iki osteotomi karşılaştırmasında ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 3. ay ve 1. yıl takiplerinde elastikiyet açısından istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmadı (p>0,05). Bununla beraber istatistiksel açıdan anlamlılık bulunmasa da tüm hastaların ortalama değerleri incelendiğinde ameliyat öncesine göre 3. ayda ameliyat öncesine göre sertlik görülmüş ve bu sertlik 1. yılda azalmıştır. Tüm hastaların ortalama elastikiyet değerleri kPa cinsinden ameliyat öncesi 37,37±20,79, ameliyat sonrası 3. ay 40,41±23,53 ve ameliyat sonrası 1. yıl 33,60±16,55 şeklinde ölçülmüştür.

Tablo 3: Elastikiyet ile Hasta Skorlarının İlişkisi

			Elastikiyet		
			Preop	3.ay	1.yıl
HSS	Preop	r	-0,091		
		p	0,598		
	3.ay	r		-0,042	
		p		0,806	
	1.yıl	±r			-0,183
		p			0,286
OKS	Preop	r	-0,128		
		p	0,455		
	3.ay	r		-0,054	
		p		0,752	
	1.yıl	±r			-0,029
		p			0,865
KOOS	Preop	r	-0,081		
		p	0,639		
	3.ay	r		-0,199	
		p		0,245	
	1.yıl	±r			-0,046
		p			0,790

r:Pearson Correlation Test

±r:Spearman's Correlation Test

Takiplerde hastaların tümünün skorlarında iyileşme olduğu görüldü. Preop, 3.ay ve 1.yıl elastikiyet değerleri ile HSS, OKS ve KOOS skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 4: Osteotomi Tipine Göre Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırması

<i>Kalınlık</i>		<i>Toplam</i>	<i>Osteotomi tipi</i>		<i>^ap</i>
			Biplanar (n=18)	Monoplanar (n=18)	
Preop	<i>Ort±Ss</i>	3,64±0,61	3,57±0,66	3,71±0,57	0,519
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	3,7 (2,6-5,2)	3,7 (2,6-5,2)	3,7 (2,9-4,9)	
3.ay	<i>Ort±Ss</i>	4,3±0,85	4,08±0,87	4,53±0,78	0,112
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	4,4 (2,4-5,8)	4,3 (2,4-5,6)	4,6 (2,9-5,8)	
1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	4,02±0,78	4,09±0,76	3,96±0,83	0,617
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	4 (2,8-5,5)	3,9 (2,9-5,4)	4,3 (2,8-5,5)	
	^bp	0,001**	0,023*	0,001**	
<u>Değişim Δ</u>					
Preop-3.ay	<i>Ort±Ss</i>	0,66±0,82	0,51±0,89	0,82±0,73	0,251
	^{bb}p	0,001**	0,028*	0,001**	
Preop-1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	0,38±0,83	0,52±0,83	0,25±0,82	0,341
	^{bb}p	0,026*	0,018*	0,215	
3.ay-1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	-0,28±0,93	0,01±0,86	-0,57±0,94	0,060
	^{bb}p	0,240	0,957	0,019*	

^aStudent-t Test^bRepeated Measures Test & ^{bb}Bonferroni Test^cPaired Samples t-Test

**p<0,01

*p<0,05

Preopa göre 3.ay kalınlık değerlerindeki 0,66±0,82 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,001; p<0,01).

Preopa göre 1.yıl kalınlık değerlerindeki 0,38±0,83 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,026; p<0,05).

Biplanar olanların preopa göre 3.ay kalınlık değerlerindeki 0,51±0,89 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,028; p<0,05).

Biplanar olanların preopa göre 1.yıl kalınlık değerlerindeki 0,52±0,83 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,018; p<0,05).

Monoplanar olanların preopa göre 3.ay kalınlık değerlerindeki $0,82 \pm 0,73$ birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,001$; $p<0,01$).

Monoplanar olanların 3.aya göre 1.yıl kalınlık değerlerindeki $0,57 \pm 0,94$ birimlik azalış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,019$; $p<0,05$).

Tablo 5: Osteotomi Tipine Göre Uzunluk Değerlerinin Karşılaştırması

Uzunluk		Toplam	Osteotomi tipi		^a p
			Biplanar (n=18)	Monoplanar (n=18)	
Preop	Ort±Ss	50,88±4,69	50,52±4,28	51,23±5,17	0,656
	Medyan (Min-Maks)	51 (42,9- 63,1)	50,3 (44- 57,2)	51,1 (42,9-63,1)	
3.ay	Ort±Ss	50,55±4,16	50,71±3,69	50,39±4,7	0,823
	Medyan (Min-Maks)	51 (40,7- 58,4)	51,2 (40,7- 55,1)	50,5 (41,1-58,4)	
1.yıl	Ort±Ss	51,35±4,63	51,51±4,19	51,19±5,15	0,841
	Medyan (Min-Maks)	52,8 (40,7- 57,8)	52,8 (44,8- 57,6)	52,8 (40,7-57,8)	
	^b p	0,623	0,727	0,660	
Değişim Δ					
Preop-3.ay	Ort±Ss	-0,33±4,93	0,18±5,05	-0,84±4,89	0,539
	^{bb} p	1,000	1,000	1,000	
Preop-1.yıl	Ort±Ss	0,47±4,98	0,98±5,96	-0,04±3,88	0,544
	^{bb} p	1,000	1,000	1,000	
3.ay-1.yıl	Ort±Ss	0,80±4,91	0,8±5,52	0,8±4,37	1,000
	^{bb} p	1,000	1,000	1,000	

^aStudent-t Test

^bRepeated Measures Test & ^{bb}Bonferroni Test

^cPaired Samples t-Test

Osteotomi tipine göre hasta olan tarafın preop, 3.ay ve 1.yıl uzunluk değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Tablo 6: Patellar Tendon Kalınlık Değerleri ile Hasta Skorlarının İlişkisi

			Kalınlık		
			Preop	3.ay	1.yıl
HSS	Preop	<i>r</i>	-0,046		
		<i>p</i>	0,788		
	3.ay	<i>r</i>		-0,164	
		<i>p</i>		0,338	
	1.yıl	$\pm r$			-0,193
		<i>p</i>			0,259
OKS	Preop	<i>r</i>	0,106		
		<i>p</i>	0,537		
	3.ay	<i>r</i>		0,222	
		<i>p</i>		0,194	
	1.yıl	$\pm r$			0,221
		<i>p</i>			0,195
KOOS	Preop	<i>r</i>	0,123		
		<i>p</i>	0,475		
	3.ay	<i>r</i>		0,120	
		<i>p</i>		0,485	
	1.yıl	$\pm r$			0,166
		<i>p</i>			0,334

r:Pearson Correlation Test

$\pm r$:Spearman's Correlation Test

Preop, 3.ay ve 1.yıl kalınlık değerleri ile HSS, OKS ve KOOS skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 7: Patellar Tendon Uzunluk Değerleri ile Hasta Skorlarının İlişkisi

			<i>Uzunluk</i>		
			Preop	3.ay	1.yıl
HSS	Preop	r	0,376		
		p	0,024*		
	3.ay	r		0,102	
		p		0,555	
	1.yıl	±r			-0,127
		p			0,461
OKS	Preop	r	0,225		
		p	0,187		
	3.ay	r		-0,064	
		p		0,712	
	1.yıl	±r			-0,022
		p			0,897
KOOS	Preop	r	0,444		
		p	0,007**		
	3.ay	r		-0,112	
		p		0,517	
	1.yıl	±r			0,102
		p			0,556

r:Pearson Correlation Test

±r:Spearman's Correlation Test

**p*<0,05

***p*<0,01

Hasta tarafın preop uzunluk ölçümü ile preop HSS skoru arasında pozitif yönlü (uzunluk arttıkça, HSS skoru artan) istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde ilişki saptandı ($r=0,376$; $p=0,024$; $p<0,05$).

Hasta tarafın preop uzunluk ölçümü ile preop KOOS skoru arasında pozitif yönlü (uzunluk arttıkça, KOOS skoru artan) istatistiksel olarak anlamlı orta düzeyde ilişki saptandı ($r=0,444$; $p=0,007$; $p<0,01$).

Tablo 8: Osteotomi Tipine Göre Patellar Yükseklik Değerlerinin Karşılaştırması

		Toplam	Osteotomi tipi		^a p
			Biplanar (n=18)	Monoplanar (n=18)	
İ-S					
Preop	Ort±Ss	1,07±0,11	1,06±0,10	1,08±0,13	0,508
	Medyan (Min-Maks)	1,1 (0,7-1,3)	1,1 (0,9-1,3)	1,1 (0,7-1,3)	
3.ay	Ort±Ss	1,07±0,13	1,06±0,11	1,08±0,14	0,620
	Medyan (Min-Maks)	1 (0,7-1,4)	1 (0,9-1,3)	1,1 (0,7-1,4)	
1.yıl	Ort±Ss	1,08±0,14	1,08±0,14	1,09±0,14	0,841
	Medyan (Min-Maks)	1,1 (0,8-1,4)	1,1 (0,8-1,3)	1,1 (0,8-1,4)	
^b p		0,737	0,635	0,999	
Değişim Δ					
Preop-3.ay	Ort±Ss	0,00±0,07	0,00±0,08	0,00±0,07	0,857
	^{bb} p	1,000	1,000	1,000	
Preop-1.yıl	Ort±Ss	0,01±0,10	0,02±0,12	0,00±0,08	0,637
	^{bb} p	1,000	1,000	1,000	
3.ay-1.yıl	Ort±Ss				0,592
	^{bb} p	0,01±0,06 1,000	0,01±0,07 1,000	0,00±0,06 1,000	
C-D					
Preop	Ort±Ss	0,92±0,11	0,92±0,14	0,92±0,09	0,942
	Medyan (Min-Maks)	0,9 (0,6-1,2)	0,9 (0,6-1,2)	0,9 (0,8-1,1)	
3.ay	Ort±Ss	0,83±0,12	0,82±0,13	0,85±0,10	0,501
	Medyan (Min-Maks)	0,8 (0,6-1,1)	0,8 (0,7-1,1)	0,8 (0,6-1,1)	
1.yıl	Ort±Ss	0,81±0,13	0,77±0,13	0,86±0,12	0,041*
	Medyan (Min-Maks)	0,8 (0,6-1,1)	0,8 (0,6-1)	0,9 (0,6-1,1)	
^b p		0,001**	0,001**	0,005**	
Değişim Δ					
Preop-3.ay	Ort±Ss	-	-	-	0,516
	^{bb} p	0,09±0,11 0,001**	0,10±0,12 0,009**	-0,08±0,09 0,007**	
Preop-1.yıl	Ort±Ss	-	-	-	0,040*
	^{bb} p	0,11±0,13 0,001**	0,15±0,14 0,001**	-0,06±0,10 0,062	
3.ay-1.yıl	Ort±Ss	-	-	-	0,115
		0,02±0,12	0,05±0,13	0,01±0,10	

	^{bb} p	1,000	0,409	1,000	
B-P					
Preop	<i>Ort±Ss</i>	0,80±0,12	0,77±0,13	0,82±0,11	0,228
	<i>Medyan</i>				
	<i>(Min-Maks)</i>	0,8 (0,5-1)	0,8 (0,5-1)	0,8 (0,7-1)	
3.ay	<i>Ort±Ss</i>	0,74±0,14	0,73±0,16	0,76±0,11	0,560
	<i>Medyan</i>				
	<i>(Min-Maks)</i>	0,7 (0,5-1,2)	0,7 (0,5-1,2)	0,8 (0,5-1)	
1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	0,73±0,13	0,69±0,12	0,77±0,12	0,034*
	<i>Medyan</i>				
	<i>(Min-Maks)</i>	0,7 (0,5-1)	0,7 (0,5-1)	0,8 (0,5-0,9)	
	^b p	0,002**	0,093	0,015*	
Değişim					
Δ					
Preop-3.ay	<i>Ort±Ss</i>	-	-	-	0,570
		0,06±0,12	0,04±0,15	-0,07±0,07	
	^{bb} p	0,020*	0,666	0,003**	
Preop-1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	-	-	-	0,366
		0,07±0,13	0,09±0,14	-0,05±0,11	
	^{bb} p	0,009**	0,060	0,221	
3.ay-1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	-	-	-	0,105
		0,01±0,11	0,04±0,12	0,02±0,10	
	^{bb} p	1,000	0,431	1,000	

^aStudent-t Test

^bRepeated Measures Test & ^{bb}Bonferroni Test

**p<0,01

*p<0,05

İ-S;

Biplanar olanların preop, 3.ay ve 1.yıl İ-S değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p>0,05).

Monoplanar olanların preop, 3.ay ve 1.yıl İ-S değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p>0,05).

C-D;

Monoplanar olanların 1.yıl C-D değerleri, Biplanar olanlardan anlamlı yüksektir (p=0,041; p<0,05).

Biplanar olanların preopa göre 3.ay C-D değerlerindeki 0,10±0,12 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,009; p<0,01).

Biplanar olanların preopa göre 1.yıl C-D değerlerindeki 0,15±0,14 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,001; p<0,01).

Monoplanar olanların preopa göre 3.ay C-D değerlerindeki $0,08 \pm 0,09$ birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,007$; $p<0,01$).

B-P;

Monoplanar olanların 1.yıl B-P değerleri, Biplanar olanlardan anlamlı yüksekti ($p=0,034$; $p<0,05$).

Biplanar olanların preop, 3.ay ve 1.yıl B-P değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Monoplanar olanların preopa göre 3.ay B-P değerlerindeki $0,07 \pm 0,07$ birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,003$; $p<0,01$).

Tablo 9: Osteotomi Tipine Göre Tibial Eğim Değerlerinin Karşılaştırması

		Toplam	Osteotomi tipi		^a p
			Biplanar (n=18)	Monoplanar (n=18)	
PPTA					
Preop	<i>Ort±Ss</i>	77,79±3,65	76,96±3,83	78,62±3,36	0,177
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	77,4 (70,1- 84,9)	77,4 (70,1- 84,6)	77,5 (73,9- 84,9)	
3.ay	<i>Ort±Ss</i>	78,88±3,17	78,57±3,58	79,19±2,76	0,568
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	79,4 (73- 85)	78,9 (73- 85)	79,4 (73,5- 84,7)	
1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	79,01±3,20	78,07±2,98	79,94±3,21	0,078
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	78,7 (73,7- 86,1)	77,2 (73,7- 84,3)	79,3 (74,6- 86,1)	
	^b p	0,016*	0,023*	0,148	
Değişim Δ					
Preop-3.ay	<i>Ort±Ss</i>	1,09±2,99	1,61±2,76	0,57±3,20	0,303
	^{bb} p	0,106	0,024*	1,000	
Preop-1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	1,22±2,70	1,11±2,40	1,33±3,04	0,810
	^{bb} p	0,032*	0,201	0,245	
3.ay-1.yıl	<i>Ort±Ss</i>	0,13±1,92	-0,51±2,03	0,76±1,61	0,047*
	^{bb} p	1,000	0,916	0,188	

^aStudent-t Test^bRepeated Measures Test & ^{bb}Bonferroni Test

*p<0,05

Preopa göre 1.yıl PPTA değerlerindeki 1,22±2,70 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,032; p<0,05).

Biplanar olanların preopa göre 3.ay PPTA değerlerindeki 1,61±2,76 birimlik artış, istatistiksel olarak anlamlı saptandı (p=0,024; p<0,05).

Monoplanar olanların 3.aya göre 1.yıl PPTA değerleri arasındaki farklar, monoplanar grubunda biplanar olanlardan anlamlı düzeyde yüksek saptandı (p=0,047; p<0,05).

6. TARTIŞMA

Uygun endikasyonda uygulandığında medial açık kama yüksek tibial osteotomisi medial kompartman artrozunda uygulanan eklem koruyucu, yüksek hasta memnuniyeti sağlayan başarılı bir cerrahi tekniktir (2,91). Farklı yöntemlerle uygulanabilen bu cerrahi teknik monoplanar ve tüberositas tibia proksimaline uzanan biplanar medial açık kama yüksek tibial osteotomisi olarak yapılabilir. Çalışmamızda bu iki farklı yöntemle ameliyat edilen hastaların ‘shear wave’ ultrasonografi ile ölçülerek patellar tendon elastikiyeti ve posterior eğim, patellar yükseklik ve hasta skorları ile ilişkisini incelemek amaçlandı. Çalışmamız güncel literatürde bu şekilde planlanan ilk çalışmadır.

‘Shear wave’ elastografi tekniği ultrasonografi ile dokuların sertlik derecesini noninvazif, hızlı, kantitatif ve tekrarlanabilen şekilde ölçmeyi sağlamaktadır (92). Patellar tendon kalınlık ve uzunluk değerleri de ultrasonografi ile hızlı, kolay ve ucuz şekilde ölçülebilir. Ancak ultrasonografi tetkiklerinin uygulayıcı bağımlı değişebileceğini akılda tutmak gerekir.

Literatürde farklı branşlarda kullanımı olan ve ortopedide de kullanım alanı bulan ‘shear wave’ elastografi literatürde yüksek tibial osteotomi ile yapılmış fazla çalışma bulunmamaktadır.

Hardy ve ark. tarafından sağlıklı gönüllüler üzerinde yapılan ‘shear wave’ elastografi çalışmasında tam ekstansiyonda, 30° ve 90° fleksiyonda yaptığı ölçümlerin birbirinden farklı olduğunu ve en düşük değerin tam ekstansiyon pozisyonunda olduğunu belirtmişlerdir (45). Çalışmamızda ölçümümüzü bu nedenle tam ekstansiyonda patellar tendon ortasından gerçekleştirdik.

Botanlıoğlu ve ark. yaptığı 20 hastalık kapalı kama osteotomisi yapılmış taraf ile opere olmamış tarafı karşılaştırdığı takip süresi ortalama 11 yıl olan çalışmasında 15° fleksiyonda uzunluk ve kalınlık ölçümlerini ve tam ekstansiyonda yapılan ‘shear wave’ elastografi ölçümlerini incelenmişlerdir. Kalınlık ve elastografi ölçümleri patellar tendon ortasından gerçekleştirilmiştir. Opere olan tarafta patellar tendonda kalınlaşma ve sertlik geliştiği bulunmuştur. (47)

Çiloğlu ve ark. tarafından ‘strain’ (gerinim) elastografi tekniğini kullanarak medial açık kama osteotomisi uygulanmış 53 hastanın ameliyat olan ve olmayan tarafları karşılaştırılmıştır. Uzunluk ve kalınlık ölçümleri 15° fleksiyonda, elastografi ise tam ekstansiyonda gerçekleştirilmiştir. Kalınlık ve elastografi ölçümleri patellar tendonun orta kısmından ölçülmüştür. Ameliyat olan tarafın patellar tendonunun daha kalın, daha kısa ve daha sert olduğu raporlanmıştır (3).

Kudo ve ark. tarafından Ağustos 2024’te yayınlanan makalede medial açık kama osteotomisi uygulanan 24 hasta ‘shear wave’ elastografisi ve patellar tendon uzunluk ve kalınlık ölçümleri ile izlenmiş, ölçümler 30° fleksiyonda gerçekleştirilmiştir (93). Kalınlık ve elastografi ölçümleri patellar tendonun distal, proksimal ve orta kısımlarından ölçülmüş, elastikiyet değerlerinin özellikle tendonun distal kesimlerinde arttığı belirtilmiştir. Bu çalışmada ameliyat sonrası patellar tendonda kalınlaşma ve sertleşme olduğu; patella yüksekliğindeki azalmanın patellar tendondaki kontraktür nedeniyle olabileceği raporlanmıştır. Patellar tendon kontraktürünün ameliyattan sonra 3 ay içinde önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir.

Çalışmamızda diğer çalışmalardan farklı olarak hastalara randomize şekilde monoplanar ve biplanar osteotomi uygulanmış ve bunlar ‘shear wave’ elastografisi ile karşılaştırılmıştır. Elastikiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Çalışmamızda patellar tendon kalınlıkları incelendiğinde her iki osteotomide de ameliyat öncesine göre 3. ay kontrolünde kalınlaşma artışı anlamlı derecede yüksektir. 1. yıl sonuçlarında monoplanar osteotomi uygulanan hastalarda 3. aya göre tendon kalınlığı azalma eğilimindedir. Biplanar osteotomide ise az da olsa kalınlıkta artış görülmüştür. Bu sonuç monoplanar osteotomi uygulanan hastaların daha hızlı iyileşme potansiyeline sahip olabileceğini gösterebilir.

Patellar tendon uzunluklarına göre karşılaştırdığımızda osteotomiler arasında ve grup içi takipte anlamlı farklılık bulunamadı ancak tüm hastaların ortalama değerlerinde ameliyat öncesine göre ameliyat sonrası 3. ayda hafif kısalma ve 1. Yıl kontrollerinde ise hafif uzama gözlemlenmektedir.

Ameliyat sonrası klinik skorlarda tüm hastalarda iyileşme görüldü ancak bu skorların kalınlık ve uzunluk ölçümü ile arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki saptanmadı. Kalınlık ve uzunluk değişimleri ile elastografi değerleri arasında anlamlı korelasyon saptanamadı. Ameliyat öncesi uzunluk ölçümü daha yüksek olan hastaların ameliyat öncesi HSS ve KOOS skorlarında pozitif yönlü istatistiksel olarak zayıf ve orta düzeyde anlamlı ilişki saptandı.

Patella yüksekliğinin değerlendirmesinde çeşitli ölçüm teknikleri tanımlasa da en sık kullanılan Insall – Salvati, Caton – Deschamps ve Blackburne – Peel indeksleridir. Çalışmamızda bu teknikleri kullanarak karşılaştırma yaptık.

Lauwers ve ark. yaptıkları çalışmada (94) 71 monoplanar ve 32 biplanar osteotomi yapılan hastaları ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 3. ay ve 1. yıl ölçümlerini karşılaştırmış ve patella yüksekliğinde (CD, IS, BP) ve tibianın posterior eğiminde ameliyat öncesi ve sonrası ölçümlerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmadığını raporlamışlardır.

Zheng ve ark yaptıkları çalışmada (56) biplanar ve emilebilir kama uyguladıkları monoplanar osteotomi hastasını karşılaştırılmış ve biplanar osteotomide tibial tüberkülün posteriora kaydığını ve bunun patellar yüksekliği azalttığını belirtmişlerdir. Her iki osteotomide de patellar yükseklikte azalma görülmüş, monoplanar osteotomi uyguladıkları hastaların patellar yüksekliğinde daha az değişiklik olduğu görülmüş ve 2 yıllık takipte patellofemoral ağrılarının daha az olduğunu raporlamışlardır. Posterior tibial eğimde biplanar grupta artış gözlenirken monoplanar grupta istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olmadığı belirtilmiştir.

Wu ve ark. yaptığı çalışmada(59) 79 dizde biplanar osteotomi sonrası tibianın posterior eğiminde artış olduğu ve patellar yükseklikte azalma olduğunu göstermişlerdir.

Elmalı ve ark. monoplanar ve retrotüberkül biplanar osteotomi yaptıkları hastaları karşılaştırdıkları çalışmalarında(95) retrotüberkül biplanar osteotominin patella yüksekliği ve posterior eğimde belirgin değişikliğe neden olmadığını, monoplanar osteotominin ise patella yüksekliğinde azalmaya ve posterior tibial eğimde artmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Rodner ve ark. tarafından yapılan kadavra çalışmasında (96) medial açık kama osteotomisi ile kamalı Puddu plağı uyguladıkları kadavralarda plak yerleşimine göre posterior eğimin değiştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmaya göre plağı anterior yerleşimli uygulamak tibial eğimde ortalama 5,5° artmaya neden olurken posterior plak yerleşiminde ameliyat öncesine göre istatistiksel açıdan anlamlı değişim olmadığını göstermişlerdir.

Çalışmamızda her iki osteotomide de anlamlı düzeyde patella yüksekliğinde azalma olduğunu ancak genel olarak bu azalmanın patella baja oluşturacak kadar olmadığını gördük.

CD indeksi her iki osteotomide de ameliyat öncesi duruma göre anlamlı olarak düşme saptandı. Ameliyat öncesine göre 1. yıl CD indeks değerleri monoplanar olanlarda istatistiksel açıdan olarak daha yüksek saptandı.

BP indeksine göre bakıldığında monoplanar osteotomi uygulanan hastaların ameliyat öncesi değerlere göre ameliyat sonrası anlamlı düzeyde düşük olduğu saptandı. Biplanar osteotomi uygulanan hastaların ameliyat öncesine göre 3. ay ve 1. yıl değerlerinde düşüklük olmasına rağmen anlamlı farklılık saptanmadı. 1. yıl değerlerine göre incelendiğinde monoplanar osteotomi uygulanan hastaların değerleri biplanar olanlardan istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksek olduğu bulundu.

IS indeksine göre her iki osteotomide de ameliyat öncesi ve sonrası değerler arasında anlamlı düşme saptanmamıştır ve osteotomiler arasında ilişkide istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunamamıştır.

CD ve BP indeksine göre monoplanar osteotominin biplanara göre patellanın yüksekliği daha fazla koruduğu görülmektedir. BP indeksinde takiplerde biplanar osteotomide istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmaması bu hasta grubunda ameliyat öncesi randomizasyonda patella yüksekliği ortalamasının daha düşük hastalarda uygulanmasından kaynaklı olabilir.

Çalışmamızda posterior tibial eğim diğer çalışmalardan farklı olarak tüm tibianın görüldüğü lateral bacak uzunluk grafilerinden ölçülmüştür. Bu ölçüm tekniği daha doğru sonuç vermektedir. Posterior tibial eğimde tüm hastalarda ortalama 1,22° azalma olduğu görüldü. Normal sınırlar arasında tutulduğu görüldü. Monoplanar grupta 1. yılda 3. aya göre eğimin anlamlı

olarak azaldığı görüldü. Monoplanar osteotomide anterior düzeltme kaybının bu farklılığa sebep olduğunu gözlemledik. Biplanar osteotomide ise ameliyat sonrası 3. ay ve 1. yıl arasında istatistiksel açıdan anlamlı değişiklik gözlenmedi. Posterior proksimal tibial açı ile patellar tendon elastikiyeti açısından istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki saptanamamıştır. Açık kama osteotomisinin prensiplere uygun şekilde uygulanması tibial eğim üzerine olan etkisini azaltmaktadır.

Çalışmamızın hasta sayısı az olması ve takip süresinin kısa dönem olması zayıf yönleri olarak değerlendirilebilir. Hastaların ilerleyen takiplerinde mevcut sonuçların değişebileceği unutulmamalıdır. İkinci olarak hastaların semptom süresinin ve yaşlarının patellar tendonun yapısını değiştirebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca hastalara randomize olarak osteotomi uygulanmasına rağmen hastaların fizik tedaviye uyumunun birbirlerinden farklılığı mevcut sonuçlara etki gösterebilir. Son olarak ölçümler iki yönlü grafiler ile değerlendirilmiştir. İlerleyen çalışmalarda 3 boyutlu görüntülemeler üzerinden yapılacak ölçümler çalışmanın güvenilirliğini arttıracaktır.

7. SONUÇ

Medial kompartman artrozunda hem monoplanar hem de biplanar medial açık kama yüksek tibial osteotomisi hasta skorlarında ciddi iyileşme sağlayan başarılı bir cerrahidir. Çalışmamızda incelediğimiz iki osteotomi tekniğinde de patellar tendonda ameliyat sonrası kalınlaşma görülmektedir. İki osteotomi arasında patellar tendon elastikiyeti açısından anlamlı fark bulunmamaktadır. Monoplanar osteotominin, biplanara göre patellar tendon kalınlığı açısından daha erken iyileşme görülmektedir. Her iki osteotomide de patella yüksekliğinde azalma olduğu ancak monoplanar osteotomide patellar yüksekliğin daha fazla korunduğu görülmektedir. Monoplanar osteotomide patolojik sonuca yol açmayan anterior düzeltme kaybı olduğu görülmektedir.

8.KAYNAKLAR

1. Vad VB, Adin DR, Solomon J. Knee Osteoarthritis. Crit Rev Phys Rehabil Med [Internet]. 2023 Jun 26 [cited 2024 Jul 26];16(3):211–31. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507884/>
2. Kurien T, East J, Mandalia V. The effects of open wedge high tibial osteotomy for knee osteoarthritis on the patellofemoral joint. A systematic review. Knee [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2024 Feb 15];40:201–19. Available from: <http://www.thekneejournal.com/article/S0968016022002071/fulltext>
3. Ciloglu O, Karaali E, Gorgulu FF, Ekiz T. Ultrasonographic evaluation of the patellar tendon length and elasticity after open-wedge high tibial osteotomy: A comparison with radiological and clinical parameters. Knee [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2024 Feb 15];27(4):1128–34. Available from: <http://www.thekneejournal.com/article/S0968016020301356/fulltext>
4. Brinkman JM, Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, Staubli AE, Wymenga AB, Van Heerwaarden RJ. Osteotomies around the knee: patient selection, stability of fixation and bone healing in high tibial osteotomies. J Bone Joint Surg Br [Internet]. 2008 [cited 2024 Jul 26];90(12):1548–57. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19043123/>
5. Smith JO, Wilson • A J, Thomas • N P. Osteotomy around the knee: evolution, principles and results.
6. Dabis J, Templeton-Ward O, Lacey AE, Narayan B, Trompeter A. The history, evolution and basic science of osteotomy techniques. Strategies Trauma Limb Reconstr [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2024 Jul 16];12(3):169. Available from: </pmc/articles/PMC5653603/>
7. Di Matteo B, Tarabella V, Filardo G, Viganò A, Tomba P, Marcacci M. John Rhea Barton: the birth of osteotomy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc [Internet]. 2013 Sep [cited 2024 Jul 16];21(9):1957–62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23334626/>
8. Die gesamte Wiederherstellungschirurgie - Erich Lexer - Google Books [Internet]. [cited 2024 Jul 23]. Available from: https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=ke0hAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA443&ots=cVawg9yRzf&sig=stqpRXa4t5btANO-8UoaIGkUd7M&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
9. Woodacre T, Ricketts M, Evans JT, Pavlou G, Schranz P, Hockings M, et al. Complications associated with opening wedge high tibial osteotomy — A review of the literature and of 15 years of experience. Knee. 2016 Mar 1;23(2):276–82.

10. Lee DC, Byun SJ. High Tibial Osteotomy. *Knee Surg Relat Res* [Internet]. 2012 Jun 1 [cited 2024 Jul 23];24(2):61. Available from: [/pmc/articles/PMC3374001/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2374001/)
11. Valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee - PubMed [Internet]. [cited 2024 Jul 23]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/975649/>
12. Jiang W Bin, Sun SZ, Li C, Adds P, Tang W, Chen W, et al. Anatomical basis of the support of fibula to tibial plateau and its clinical significance. *J Orthop Surg Res* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2024 Jul 24];16(1). Available from: [/pmc/articles/PMC8164332/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/398164332/)
13. Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev* [Internet]. 2011 Jun [cited 2024 Jul 23];19(2):82–92. Available from: https://journals.lww.com/sportsmedarthro/fulltext/2011/06000/normal_anatomy_and_biomechanics_of_the_knee.2.aspx
14. M G, O I, AC B, MV L, RR T. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee. *StatPearls* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jul 23]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29763193/>
15. Harput G. Kinesiology of the knee joint. *Comparative Kinesiology of the Human Body: Normal and Pathological Conditions*. 2020 Jan 1;393–410.
16. Meyer JJ, Obmann MM, Gießler M, Schuldis D, Brückner AK, Strohm PC, et al. Interprofessional approach for teaching functional knee joint anatomy. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*. 2017 Mar 1;210:155–9.
17. Cohen M, Astur DC, Branco RC, de Souza Campos Fernandes R, Kaleka CC, Arliani GG, et al. An anatomical three-dimensional study of the posteromedial corner of the knee. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [Internet]. 2011 Oct 22 [cited 2024 Jul 24];19(10):1614–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-011-1615-9>
18. Eckhoff D, Hogan C, DiMatteo L, Robinson M, Bach J. Difference between the epicondylar and cylindrical axis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2007 [cited 2024 Jul 24];461:238–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17549027/>
19. Smith PN, Refshauge KM, Scarvell JM. Development of the concepts of knee kinematics. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003 Dec 1;84(12):1895–902.
20. Chaitow L, DeLany J. The knee. *Clinical Application of Neuromuscular Techniques, Volume 2* [Internet]. 2011 Jan 1 [cited 2024 Jul 24];447–501. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780443068157000139>
21. Malik S, Herron T, Mabrouk A, Rosenberg N. Tibial Plateau Fractures. *StatPearls* [Internet]. 2023 Apr 22 [cited 2024 Jul 24]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470593/>

22. Sarma A, Borgohain B, Saikia B. Proximal tibiofibular joint: Rendezvous with a forgotten articulation. *Indian J Orthop* [Internet]. 2015 Sep 1 [cited 2024 Jul 26];49(5):489. Available from: [/pmc/articles/PMC4598538/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25125315/)
23. Seo SS, Lee GH, Seo KJ. Anatomy and Biomechanics. A Strategic Approach to Knee Arthritis Treatment: From Non-Pharmacologic Management to Surgery [Internet]. 2021 Oct 13 [cited 2024 Jul 25];1–33. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-4217-3_1
24. Fox AJS, Wanivenhaus F, Rodeo SA. The basic science of the patella: structure, composition, and function. *J Knee Surg* [Internet]. 2012 [cited 2024 Jul 25];25(2):127–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22928430/>
25. Fox AJS, Wanivenhaus F, Burge AJ, Warren RF, Rodeo SA. The human meniscus: a review of anatomy, function, injury, and advances in treatment. *Clin Anat* [Internet]. 2015 Mar 1 [cited 2024 Jul 25];28(2):269–87. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25125315/>
26. Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, Harner CD. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus: Similar to total meniscectomy. *Journal of Bone and Joint Surgery* [Internet]. 2008 Sep 1 [cited 2024 Jul 25];90(9):1922–31. Available from: https://journals.lww.com/jbjsjournal/fulltext/2008/09000/biomechanical_consequences_of_a_tear_of_the.15.aspx
27. Kurzweil PR, Cannon WD, Dehaven KE. Meniscus Repair and Replacement. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2018 Dec 1;26(4):160–4.
28. Logterman SL, Wydra FB, Frank RM. Posterior Cruciate Ligament: Anatomy and Biomechanics. *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2024 Jul 26];11(3):510. Available from: [/pmc/articles/PMC6105479/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3105479/)
29. Domnick C, Raschke MJ, Herbert M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop* [Internet]. 2016 Feb 2 [cited 2024 Jul 26];7(2):82. Available from: [/pmc/articles/PMC4757662/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2757662/)
30. Martins CAQ, Kropf EJ, Shen W, van Eck CF, Fu FH. The Concept of Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Oper Tech Sports Med*. 2008 Jul 1;16(3):104–15.
31. Bowers Z, Nassereddin A, Sinkler MA, Bordoni B. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Popliteal Artery. 2023 Jul 24 [cited 2024 Jul 26]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537125/>
32. Ghosh BDeb. Human anatomy for students. Jaypee Brothers Medical Publishers; 2007. 691 p.
33. Kanatlı U. DİZ ARTROSKOPİSİ. DİZ ARTROSKOPİSİ. 2021 Apr 13;
34. Scuderi GR, Tria AJ. The knee: A comprehensive review. *The Knee: A Comprehensive Review* [Internet]. 2010 Jan 1 [cited 2024 Jul 27];1–594. Available

from:

https://books.google.com/books/about/The_Knee.html?hl=tr&id=ZLNxmAEACAAJ

35. Kim HY, Kim KJ, Yang DS, Jeung SW, Choi HG, Choy WS. Screw-Home Movement of the Tibiofemoral Joint during Normal Gait: Three-Dimensional Analysis. *Clin Orthop Surg* [Internet]. 2015 Sep 1 [cited 2024 Jul 27];7(3):303. Available from: </pmc/articles/PMC4553277/>
36. Vad VB, Adin DR, Solomon J. Knee Osteoarthritis. *Crit Rev Phys Rehabil Med* [Internet]. 2023 Jun 26 [cited 2024 Jul 27];16(3):211–31. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507884/>
37. Felson DT. Treatment of Osteoarthritis. *Kelley and Firestein's Textbook of Rheumatology: Volumes 1-2, Tenth Edition*. 2017 Jan 1;2:1719–29.
38. Kutzner I, Trepczynski A, Heller MO, Bergmann G. Knee Adduction Moment and Medial Contact Force – Facts about Their Correlation during Gait. *PLoS One* [Internet]. 2013 Dec 2 [cited 2024 Jul 31];8(12). Available from: </pmc/articles/PMC3847086/>
39. Keyes GW, Carr AJ, Miller RK, Goodfellow JW. *Acta Orthopaedica Scandinavica* The radiographic classification of medial gonarthrosis Correlation with operation methods in 200 knees. 1992 [cited 2024 Jul 31]; Available from: <https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=iort20>
40. Sabharwal S, Kumar A. Methods for Assessing Leg Length Discrepancy. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2008 [cited 2024 Jul 29];466(12):2910. Available from: </pmc/articles/PMC2628227/>
41. Luís NM, Varatojo R. Radiological assessment of lower limb alignment. *EFORT Open Rev* [Internet]. 2021 [cited 2024 Jul 31];6(6):487. Available from: </pmc/articles/PMC8246117/>
42. Kürklü M, Başbozkurt M, Abay B. Deformite analiz ve planlama prensipleri. *TOTBİD Dergisi* [Internet]. 2020 Jun 3 [cited 2024 Jul 29];19(2):169–85. Available from: <https://dergi.totbid.org.tr/abstract.php?lang=en&id=337>
43. Rossetto G, Scalona E, Comotti P, Gatti L, Di Maso D, Gobbo M, et al. Ultrasound Elastography in the Evaluations of Tendon-Related Disorders—A Systematic Review. *Applied Sciences (Switzerland)* [Internet]. 2023 Apr 1 [cited 2024 Jul 29];13(8):4920. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/8/4920/htm>
44. Taljanovic MS, Gimber LH, Becker GW, Latt LD, Klauser AS, Melville DM, et al. Shear-Wave Elastography: Basic Physics and Musculoskeletal Applications. *Radiographics* [Internet]. 2017 [cited 2024 Jul 30];37(3):855–70. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28493799/>
45. Hardy A, Rodaix C, Vergari C, Vialle R. Normal Range of Patellar Tendon Elasticity Using the Sharewave Elastography Technique: An In Vivo Study in Normal

- Volunteers. Surg Technol Int [Internet]. 2017 [cited 2024 Jul 29];31:1–7. Available from: <https://hal.science/hal-03156476>
46. Zhang C, Duan L, Liu Q, Zhang W. Application of shear wave elastography and B-mode ultrasound in patellar tendinopathy after extracorporeal shockwave therapy. J Med Ultrason (2001) [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2024 Sep 8];47(3):469–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31754888/>
 47. Botanlioglu H, Kaynak G, Kantarci F, Guven MF, Zengin G, Aydingoz O. Length, thickness, and elasticity of the patellar tendon after closed wedge high tibial osteotomy: a shear wave elastographic study. J Orthop Surg (Hong Kong) [Internet]. 2016 Aug 1 [cited 2024 Jul 30];24(2):194–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27574262/>
 48. Gürsan O, Açan AE, Tatari H. Diz çevresi osteotomilerinde modern endikasyonlar, kontrendikasyonlar ve hasta seçimi. TOTBİD Dergisi [Internet]. 2020 Jun 3 [cited 2024 Jul 31];19(3):339–42. Available from: <https://dergi.totbid.org.tr/abstract.php?lang=en&id=354>
 49. Lee DC, Byun SJ. High Tibial Osteotomy. Knee Surg Relat Res [Internet]. 2012 Jun 1 [cited 2024 Jul 31];24(2):61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2374001/>
 50. Loia MC, Vanni S, Rosso F, Bonasia DE, Bruzzone M, Dettoni F, et al. High tibial osteotomy in varus knees: indications and limits. Joints [Internet]. 2016 [cited 2024 Jul 31];4(2):98. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2693553/>
 51. Otoshi A, Kumagai K, Yamada S, Nejima S, Fujisawa T, Miyatake K, et al. Return to sports activity after opening wedge high tibial osteotomy in patients aged 70 years and older. J Orthop Surg Res [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2024 Jul 31];16(1):576. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3477492/>
 52. Flecher X, Parratte S, Aubaniac JM, Argenson JNA. A 12-28-year followup study of closing wedge high tibial osteotomy. Clin Orthop Relat Res [Internet]. 2006 [cited 2024 Jul 31];452:91–6. Available from: https://journals.lww.com/clinorthop/fulltext/2006/11000/a_12_28_year_followup_study_of_closing_wedge_high.18.aspx
 53. Loia MC, Vanni S, Rosso F, Bonasia DE, Bruzzone M, Dettoni F, et al. High tibial osteotomy in varus knees: indications and limits. Joints [Internet]. 2016 [cited 2024 Jul 31];4(2):98. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2693553/>
 54. Phillips CL, Silver DAT, Schranz PJ, Mandalia V. The measurement of patellar height: a review of the methods of imaging. J Bone Joint Surg Br [Internet]. 2010 Aug [cited 2024 Aug 3];92(8):1045–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20675745/>
 55. Kaper BP, Bourne RB, Rorabeck CH, MacDonald SJ. Patellar infera after high tibial osteotomy. Journal of Arthroplasty [Internet]. 2001 Feb 1 [cited 2024 Sep

- 16];16(2):168–73. Available from:
<http://www.arthroplastyjournal.org/article/S0883540301717020/fulltext>
56. Zheng Y, Wang Z, Lv H, Li J, Zhuo R, Wang J. Patellofemoral Joint after Opening Wedge High Tibial Osteotomy: A Comparative Study of Uniplane versus Biplane Osteotomies. *Orthop Surg* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2024 Sep 16];14(10):2607–17. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/os.13472>
 57. Ni QK, Song GY, Zhang ZJ, Zheng T, Cao YW, Zhang H. Posterior tibial slope measurements based on the full-length tibial anatomic axis are significantly increased compared to those based on the half-length tibial anatomic axis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2024 Aug 3];30(4):1362–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33977310/>
 58. Faschingbauer M, Sgroi M, Juchems M, Reichel H, Kappe T. Can the tibial slope be measured on lateral knee radiographs? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2014 Nov 20 [cited 2024 Aug 3];22(12):3163–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24482216/>
 59. Wu K, Zeng J, Han L, Feng W, Lin X, Zeng Y. Effect of the amount of correction on posterior tibial slope and patellar height in open-wedge high tibial osteotomy. *Journal of Orthopaedic Surgery* [Internet]. 2021 Oct 20 [cited 2024 Sep 20];29(3). Available from: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/23094990211049571?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed
 60. Paley D. Principles of Deformity Correction. Principles of Deformity Correction. 2002;
 61. Savarese E, Bisicchia S, Romeo R, Amendola A. Role of high tibial osteotomy in chronic injuries of posterior cruciate ligament and posterolateral corner. *J Orthop Traumatol* [Internet]. 2011 Mar [cited 2024 Aug 3];12(1):1. Available from: </pmc/articles/PMC3052423/>
 62. Coventry MB. Upper Tibial Osteotomy for Osteoarthritis*t [Internet]. 1985. Available from: <http://journals.lww.com/jbjsjournal>
 63. Hernigou P MDDJGD. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 1987 Mar;69(3):332-54. PMID: 3818700. 1987 [cited 2024 Aug 3]. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study - PubMed. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3818700/>
 64. Y Fujisawa KMSS. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am* . 1979;
 65. Miniaci A, Ballmer FT, Ballmer PM, Jakob RP. Proximal tibial osteotomy. A new fixation device. *Clin Orthop Relat Res*. 1989 Sep;(246):250–9.

66. Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length. *Clin Orthop Relat Res*. 1992 Jan;(274):248–64.
67. Martay JL, Palmer AJ, Bangerter NK, Clare S, Monk AP, Brown CP, et al. A preliminary modeling investigation into the safe correction zone for high tibial osteotomy. *Knee* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2024 Aug 12];25(2):286–95. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29395747/>
68. Jakob RP, Jacobi M. [Closing wedge osteotomy of the tibial head in treatment of single compartment arthrosis]. *Orthopade* [Internet]. 2004 Feb [cited 2024 Aug 3];33(2):143–51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14872305/>
69. Goh JC, Mech AM, Lee EH, Ang EJ, Bayon P, Pho RW. Biomechanical study on the load-bearing characteristics of the fibula and the effects of fibular resection. *Clin Orthop Relat Res*. 1992 Jun;(279):223–8.
70. Shanmugasundaram S, Kambhampati SBS, Saseendar S. Proximal fibular osteotomy in the treatment of medial osteoarthritis of the knee – A narrative review of literature. *Knee Surg Relat Res* [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2024 Aug 5];31(1). Available from: </pmc/articles/PMC7219610/>
71. Lee DC, Byun SJ. High Tibial Osteotomy. *Knee Surg Relat Res* [Internet]. 2012 Jun 1 [cited 2024 Aug 5];24(2):61. Available from: </pmc/articles/PMC3374001/>
72. Smith TO, Sexton D, Mitchell P, Hing CB. Opening- or closing-wedged high tibial osteotomy: A meta-analysis of clinical and radiological outcomes. *Knee* [Internet]. 2011 Dec 1 [cited 2024 Aug 5];18(6):361–8. Available from: <http://www.thekneejournal.com/article/S0968016010001778/fulltext>
73. Savarese E, Bisicchia S, Romeo R, Amendola A. Role of high tibial osteotomy in chronic injuries of posterior cruciate ligament and posterolateral corner. *J Orthop Traumatol* [Internet]. 2011 Mar [cited 2024 Aug 5];12(1):1. Available from: </pmc/articles/PMC3052423/>
74. Noyes FR, Goebel SX, West J. Opening wedge tibial osteotomy: the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope. *Am J Sports Med* [Internet]. 2005 Mar [cited 2024 Aug 5];33(3):378–87. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15716253/>
75. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2003 [cited 2024 Aug 6];11(3):132–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12774149/>
76. Gaasbeek RDA, Sonneveld H, Van Heerwaarden RJ, Jacobs WCH, Wymenga AB. Distal tuberosity osteotomy in open wedge high tibial osteotomy can prevent patella infera: A new technique. *Knee* [Internet]. 2004 Dec [cited 2024 Aug 6];11(6):457–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15581764/>

77. Nakayama H, Schröter S, Yamamoto C, Iseki T, Kanto R, Kurosaka K, et al. Large correction in opening wedge high tibial osteotomy with resultant joint-line obliquity induces excessive shear stress on the articular cartilage. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2024 Aug 6];26(6):1873–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28831525/>
78. Xie T, Brouwer RW, van den Akker-Scheek I, van der Veen HC. Clinical relevance of joint line obliquity after high tibial osteotomy for medial knee osteoarthritis remains controversial: a systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [Internet]. 2023 Oct 1 [cited 2024 Aug 6];31(10):4355. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4010471655/>
79. Zorzi AR, da Silva HGPV, Muszkat C, Marques LC, Cliquet A, de Miranda JB. Opening-wedge high tibial osteotomy with and without bone graft. *Artif Organs* [Internet]. 2011 [cited 2024 Aug 7];35(3):301–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21128980/>
80. Rossi R, Bonasia DE, Amendola A. The role of high tibial osteotomy in the varus knee. *J Am Acad Orthop Surg* [Internet]. 2011 [cited 2024 Aug 7];19(10):590–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21980024/>
81. Han JH, Kim HJ, Song JG, Yang JH, Bhandare NN, Fernandez AR, et al. Is Bone Grafting Necessary in Opening Wedge High Tibial Osteotomy? A Meta-Analysis of Radiological Outcomes. *Knee Surg Relat Res* [Internet]. 2015 Dec 1 [cited 2024 Aug 7];27(4):207. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/264678241/>
82. Geith MAA, Naggar AMEL. Modified dome shaped proximal tibial osteotomy for treatment of infantile tibia vara. *Int J Res Orthop*. 2016 Nov 19;2(4):394.
83. Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SMA, van Koeveeringe AJ, Verhaar JAN. Patellar height and the inclination of the tibial plateau after high tibial osteotomy. The open versus the closed-wedge technique. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 2005 Sep [cited 2024 Aug 8];87(9):1227–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16129748/>
84. El-Azab H, Glabgly P, Paul J, Imhoff AB, Hinterwimmer S. Patellar height and posterior tibial slope after open- and closed-wedge high tibial osteotomy: a radiological study on 100 patients. *Am J Sports Med* [Internet]. 2010 Feb [cited 2024 Aug 8];38(2):323–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20044496/>
85. Wang Z, Zeng Y, She W, Luo X, Cai L. Is opening-wedge high tibial osteotomy superior to closing-wedge high tibial osteotomy in treatment of unicompartmental osteoarthritis? A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg* [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2024 Aug 8];60:153–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30445197/>
86. Ducat A, Soriali E, Lebel B, Mertl P, Hernigou P, Flecher X, et al. Posterior tibial slope changes after opening- and closing-wedge high tibial osteotomy: a comparative

- prospective multicenter study. *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2012 Feb [cited 2024 Aug 8];98(1):68–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22244250/>
87. Doral MN, Ayık G, Karagüven D. Diz çevresi osteotomileri; komplikasyonlar, komplikasyonlardan korunma ve çözümleri. *TOTBİD Dergisi* [Internet]. 2020 Jun 3 [cited 2024 Aug 8];19(3):449–63. Available from: <https://dergi.totbid.org.tr/abstract.php?lang=en&id=368>
 88. Chae DJ, Shetty GM, Wang KH, Montalban ASC, Kim JI, Wook Nha K. Early complications of medial opening wedge high tibial osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft and T-plate fixation. *Knee* [Internet]. 2011 Aug [cited 2024 Aug 8];18(4):278–84. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20801046/>
 89. Takeuchi R, Ishikawa H, Kumagai K, Yamaguchi Y, Chiba N, Akamatsu Y, et al. Fractures around the lateral cortical hinge after a medial opening-wedge high tibial osteotomy: a new classification of lateral hinge fracture. *Arthroscopy* [Internet]. 2012 Jan [cited 2024 Aug 8];28(1):85–94. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21982387/>
 90. Mederake M, Scheibe V, Dalheimer P, Schüll D, Marina D, Hofmann UK. Reliability and Accuracy of the Outerbridge Classification in Staging of Cartilage Defects. *Orthop Surg* [Internet]. 2024 May 1 [cited 2024 Aug 12];16(5):1187. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4011062859/>
 91. Zheng Y, Wang Z, Lv H, Li J, Zhuo R, Wang J. Patellofemoral Joint after Opening Wedge High Tibial Osteotomy: A Comparative Study of Uniplane versus Biplane Osteotomies. *Orthop Surg* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2024 Aug 6];14(10):2607–17. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/os.13472>
 92. Abu-Awwad A, Ioan Faur C, Tudoran M, Horatiu Petrescu P, Motoc A, Loredana Grigoras M, et al. Evaluation of Normal and Pathological Patellar Tendon by Real-Time Shear Wave Elastography *Orthopedics and Rheumatology. Ortho & Rheum Open Access J.* 2021;18(2).
 93. Kudo Y, Maeyama A, Ishimatsu T, Matsunaga T, Nakayama S, Yamamoto T. Patellar height changes sequentially after medial open wedge high tibial osteotomy: Evaluation using shear wave elastography. *J Orthop Sci* [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 8]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39142971/>
 94. Lauwers R, van Beek N, Goossens D, Claes S, Bartholomeeusen S, Claes T. Clinical and radiological outcomes of medial opening-wedge monoplanar and biplanar high tibial osteotomy using a triangular allograft impaction technique: A retrospective single centre study. *Knee* [Internet]. 2023 Oct 1 [cited 2024 Sep 8];44:21–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37487379/>
 95. Elmali N, Esenkaya I, Can M, Karakaplan M. Monoplanar versus biplanar medial open-wedge proximal tibial osteotomy for varus gonarthrosis: a comparison of

clinical and radiological outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2013 Dec [cited 2024 Sep 20];21(12):2689–95. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22644071/>

96. Rodner CM, Adams DJ, Diaz-Doran V, Tate JP, Santangelo SA, Mazzocca AD, et al. Medial opening wedge tibial osteotomy and the sagittal plane: the effect of increasing tibial slope on tibiofemoral contact pressure. *Am J Sports Med* [Internet]. 2006 Sep [cited 2024 Sep 20];34(9):1431–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16636350/>

