

**T. C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**PROKSİMAL TİBİA MEDİAL AÇIK KAMA OSTEOTOMİLERİNDE
TESPİT İÇİN KULLANILAN BLOKLU PLAKLARIN POSTERİOR TİBİAL EĞİM
AÇISINA ETKİSİ**

Dr. Nihat KAYABAŞI

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

2018

**T. C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**PROKSİMAL TİBİA MEDİAL AÇIK KAMA OSTEOTOMİLERİNDE
TESPİT İÇİN KULLANILAN BLOKLU PLAKLARIN POSTERİOR TİBİAL EĞİM
AÇISINA ETKİSİ**

Dr. Nihat KAYABAŞI

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cumhur Cevdet KESEMENLİ

Ana Bilim Dalı Başkanı: Prof. Dr. Cumhur Cevdet KESEMENLİ

Etik Kurul Onayı: GOKAEK-2017/16.17 2017/353

2018

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Prof. Dr. Cumhur Cevdet Kesemenli 'ye

Uzmanlık eğitimim süresince sonsuz bir emek ve hoşgörülle cerrahi becerimi geliştiren, benden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Levent Buluç'a, Doç. Dr. Kaya Memişoğlu'na, Dr. Öğr. Üyesi Özgür Selek'e ve Dr. Öğr. Üyesi Emre Karadeniz'e

Ayrıca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum araştırma görevlisi arkadaşlarıma, klinik hemşirelerime, sekreterime ve personellerime,

Doktorluk mesleğinde mutlak bulunması gereken sevgi, şevkat, merhamet, etik gibi kavramları bana veren ve beni yetiştiren anne ve babama,

Tüm eğitim süresince bana sevgisiyle güç veren, sabır ve özveri ile her zaman yanımda olan sevgili eşim Dr. Esra Kayabaşı'ya ve biricik oğlum Esat Cemal'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
GRAFİK LİSTESİ.....	vi
RESİM LİSTESİ.....	vii
1.DİZİNLER	iii
2.AMAÇ VE KAPSAM.....	1
3. GENEL BİLGİLER.....	2
3.1. TARİHÇE.....	2
3.2. ANATOMİ.....	3
3.2.1 Kemik Yapılar.....	3
3.2.2 Diz Eklemi.....	4
3.2.3 Kemik Dışı Yapılar.....	5
3.3. DİZ BİYOMEKANİĞİ.....	10
3.3.1. Tibiofemoral Eklem Kinematığı.....	10
3.3.2. Patellofemoral Eklem Kinematığı.....	13
3.3.3. Varus gonartrozunda biyomekanik.....	14
3.4 YÜKSEK TİBİAL OSTEOTOMİ.....	17
3.4.1 Yüksek Tibial Osteotomi Endikasyonları.....	17
3.4.2 Yüksek Tibial Osteotomisi İçin Hasta Hazırlığı.....	18
3.4.2.1 Posterior Tibial Eğim Açısının Ölçümü.....	23
4. GEREÇ VE YÖNTEM	35
5. BULGULAR.....	40
6. TARTIŞMA.....	49
7. SONUÇLAR	54
8. ÖZET.....	55
9. ABSTRACT	56
10. OLGULAR	57
11. EKLER	59
12. KAYNAKLAR.....	61

KISALTMALAR

OA: Osteoartrit

TPAA: Tibia Proksimal anatomik aks

YTO: Yüksek tibial osteotomi

Ark: Arkadaşları

TF: Tibiofemoral

PF: Patellafemoral

AP: Anteroposterior

ÖÇB: Ön çapraz bağ

AÇB: Arka çapraz bağ

Lig: Ligament

LCL: Lateral kollateral bağ

MCL: Medial kollateral bağ

VKİ: Vücut kitle indeksi

İL-1: İnterlökin-1

EHA: Eklem hareket açıklığı

EULAR: European League Against Rheumatism

TENS: Transkutanöz elektiriksel sinir stimülasyonu

MAKO: Medial açık kama osteotomisi

CORA: Center of rotation angulation

PAS: Periyodik asit schiff

PTE: Posterior tibial eğim

WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

VAS: Visuel Analog Skala

HSS: The Hospital for Special Surgery

TDA: Total Diz Artroplastisi

mMPTA: Medial Proksimal Tibial Açığı.

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1:** Diz eklemının önden (A) ve arkadan (B) görünüşü.
- Şekil 2:** Diz eklem kapsülünün görünümü.
- Şekil 3:** Medial kollateral ligamanın görünümü.
- Şekil 4:** Diz eklemının posterior görünümü.
- Şekil 5:** Menisküsler ve diğer bağların anatomik yerleşim yerleri.
- Şekil 6:** Dizin kanlanması.
- Şekil 7:** Diz eklemının 3 plandaki hareketleri.
- Şekil 8:** Femoral kayma ve yuvarlanma hareketi.
- Şekil 9:** Bağlaşık dört bar sistemi.
- Şekil 10:** Gunston'un tarif ettiği anlık dönme merkezleri.
- Şekil 11:** Ekstansiyondan fleksiyona geçişte patellofemoral temas alanları.
- Şekil 12:** Diz eklemi üzerine etkili kuvvetler.
- Şekil 13:** Alt ekstremitenin mekanik ve anatomik aksları.
- Şekil 14:** Düzeltilmiş mekanik aksa göre düzeltme miktarının hesaplanması.
- Şekil-15:** Kubbe Osteotomisi.
- Şekil 16:** Medial Açık Kama Osteotomisi.
- Şekil 17:** Biplanar Açık Kama Osteotomisi.
- Şekil-18:** Giebel Plağı.

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Günlük hareketler sırasında gerekli olan hareket açıklıkları.

Tablo 2: Hastaların cinsiyetlerine göre yaş ortalamaları.

Tablo 3: Açılı –açısız bloklu plakların kullanıldığı hastaların dağılımı.

Tablo 4: Ameliyat öncesi ölçülen PTE açısı değerleri.

Tablo 5: Ameliyat öncesi ölçülen PTE açısının cinsiyet ve taraf ile ilişkisi.

Tablo 6: Ameliyat öncesi ölçülen PTE açısının yaş ve mMPTA ile ilişkisi.

Tablo 7: Ameliyat öncesi ve sonrası ölçülen mMPTA değerleri.

Tablo 8: Açılı –açısız bloklu plak uygulanan hastaların ameliyat öncesi ölçülen PTE açısı değerleri.

Tablo 9: Ameliyat öncesi ölçülen PTE açısının plaklar arasındaki dağılımının değerlendirilmesi.

Tablo 10: Plak çeşidi ile PTE açılarının karşılaştırılması.

Tablo 11: Plak çeşitlerine göre posterior tibial eğim açısı değişikliğinin istatistiksel analizi.

Tablo 12: Ameliyattan hemen sonra ve son takipte ölçülen PTE açısı değerlerinin analizi

Tablo 13: 12 mm açılı bloklu plak kullanılan hastalardaki PTE açısının değerlendirilmesi.

Tablo 14: Varus düzeltme ile PTE açısı arasındaki korelasyon.

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş dağılımı

Grafik 2: Hasta sayısının yaşa göre dağılımı

Grafik 3: Kullanılan plaklara göre ameliyat öncesi (1), ameliyattan hemen sonra (2), son takip zamanında (3) ölçülen PTE açıları.

RESİM LİSTESİ

Resim 1: Alt ekstremitenin mekanik aksı.

Resim 2: Insall-Salvati indeksi.

Resim 3: Blackburne-peel indeksi.

Resim 4: Caton-Deschamps indeksi.

Resim 5: Posterior Tibial Eğim Açısı ölçümü.

Resim 6: Fujisawa ve Noyes'e göre mekanik aksın geçmesi gereken bölgeler.

Resim 7: U Çivisi.

Resim 8: AO Kamalı Plak.

Resim 9: Proksimal Tibia Anatomik Plak.

Resim 10: TomoFix Plak.

Resim 11: Puddu Plak.

Resim 12: Owo Plak.

Resim 13: Obifix plak.

Resim 14: Cerrahi esnasında K tellerinin floroskopi görüntüsü.

Resim 15: Cerrahi esnasında osteotomların yerleştirilmesi.

Resim 16: Cerrahi esnasında bloklu plak ile fiksasyonun sağlanması.

Resim 17: Ameliyat öncesi sağ diz AP/LAT radyografi.

Resim 18: Ameliyat sonrası sağ diz AP/LAT radyografi.

Resim 19: Ameliyat öncesi sol diz AP/LAT radyografi.

Resim 20: Ameliyat sonrası sol diz AP/LAT radyografi.

2. AMAÇ VE KAPSAM

Ortalama yaşam süresinin arttığı günümüzde, orta ve ileri yaştaki hastalar için gonartroz sık karşılaşılan ortopedik hastalıkların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Gonartrozun cerrahi tedavisinde artroplasti popülarite kazanmasına rağmen, yüksek tibial osteotomi genç ve aktif medial gonartrozlu hastalarda en önemli tedavi seçeneklerinden birisi olarak halen yerini korumaktadır.

Proksimal tibia medial açık kama osteotomisi hem koronal hemde sagittal plandaki deformiteleri düzeltme imkanı sağlar.^{1,2} Bazen cerrah istemeden, tibia platosunun sagittal plandaki posteriora olan eğim açısını (slope) etkiler.³ Posterior tibial eğim (PTE) açısındaki bu değişiklik dizde biyomekanik bozulmayla sonuçlanır.⁴ Tibianın lateral korteksi, posterior kenarına dik konumdadır. Anteromedial tibial korteks ise posterior kenara göre üçgen veya oblik şekle sahiptir. Bu nedenle medial açık kama osteotomisi (MAKO) yapılan hastalarda anteriorda posteromediyaldekine benzer boşluk oluşur. Bu durum PTE açısını artırır. Artan eğim dizde ekstansiyonu azaltır, ÖÇB üzerindeki gerim yüklerini artırır. ÖÇB yetmezliği olan hastada artan eğim posterior tibial platodaki basınç değişikliklerine sebep olmaktadır.^{4,15,94}

Yüksek tibial osteotomilerinde frontal plandaki düzeltmelerin sonuçları geniş bir şekilde araştırılmış olmasına karşın, sagittal planda gerçekleşen değişiklikler daha az ilgi çekmiştir ve bu konu ile ilgili daha az çalışma bulunmaktadır.⁵ Çalışmamızda medial açık kama osteotomisinde tespit yöntemi olarak uygulanan bloklü plakların, PTE açısına etkisinin retrospektif olarak radyolojik incelenmesini ve literatür eşliğinde tartışılmasını amaçladık.

3. GENEL BİLGİLER

3.1. TARİHÇE

Tibial osteotomiye ait tarihteki ilk bilgiler 19.Yüzyılda Alman literatüründe Langenbeck ile karşımıza çıkmaktadır.^{4,6,7} Tarihte ilk olarak Mayer 1853’de valgusdaki bir dizi düzeltmek için tibial osteotomi uyguladığını yayınlamıştır.⁸ Volkmann 1875 yılında diz ekleminde bir deformiteyi düzeltmek amacıyla tibial osteotomi uygulamıştır.^{9,10} Osteotominin asıl gelişimi 20 yüzyıl başında anestezi, asepsi-antisepsi, kanamayı azaltan cerrahi tekniklerin gelişimi ve röntgenin bulunuşu ile hız kazanmıştır. Gonartroz tedavisi için yüksek tibial osteotomiye ise ilk olarak 1940 yılında Steindler tariflemiştir.¹¹ 1951’de Debeyre'nin tibial tüberkülün proksimalinden medial açık kama osteotomisini (MAKO) tanımlaması ve uygulamasını takiben, MAKO Hernigou ve arkadaşları tarafından 1987’de popülerize edilmiştir.¹²

1990’lı yılların başlarında Puddu kendi adıyla anılan, ileride gelişebilecek kollapsı önlemek için üzerinde osteotomi yüzeylerini içeriden destekleyen ve yükseklikleri 5– 17,5 mm arası 9 farklı boyda metal bloğu olan (spacer tooth) plağını geliştirmiştir. (Puddu plağı, Arthrex®) (resim 11).¹³ Fowler 2000’de Puddu'nun tanımladığı açık kama osteotomi tekniğini modifiye etmiştir.¹ Staubli ve DeSimoni tarafından geliştirilen ve daha sonra Lobenhoffer ve arkadaşları tarafından popülerize edilen TomoFix plağı (Synthes®) yaygın olarak kullanılmaktadır.¹⁴ Puddu plağına göre daha az komplikasyon bildirilmiştir.²

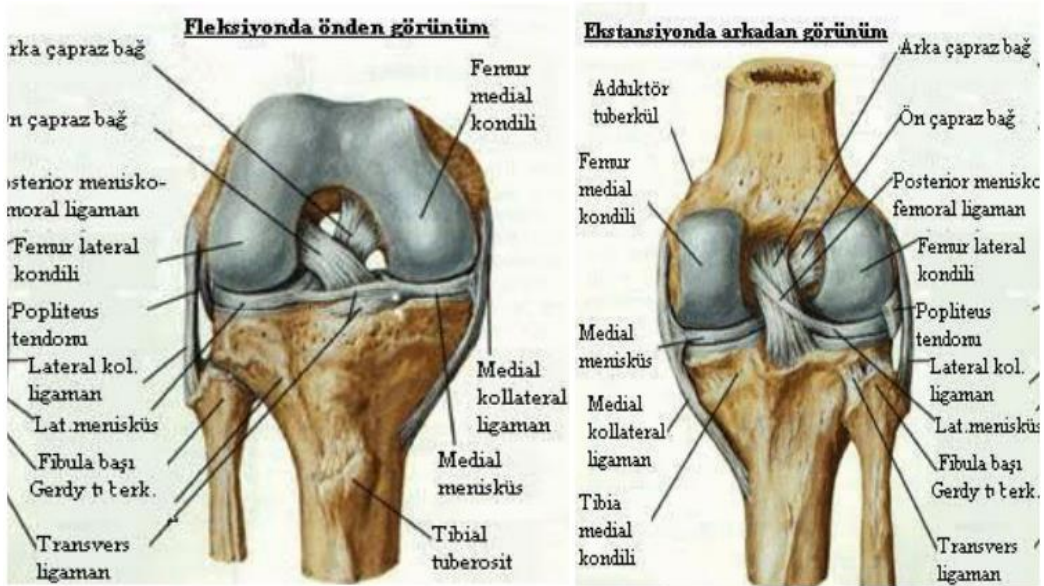
Sonuç olarak, yüksek tibial osteotomi; 1960’lı yılların başlarında yayılmaya başlamış ve 1970’lerde geniş serilerin yayınlanması ve sonuçların genelde iyi olmasıyla kabul görmüş farklı osteotomi teknikleriyle ve farklı tespit materyalleri kullanılarak yapılan bir ameliyatlar grubudur. Uygulama tekniği farklı olsa da hepsinde ortak amaç, alt ekstremitenin bozulan aksının ve yük dağılımının tekrar düzeltilmesidir.

3.2. ANATOMİ

3.2.1 Kemik Yapılar

Femur

Femur'un distal ucu birbirlerinden belirgin olarak farklı medial ve lateral kondillerden oluşur. Femur kondili için tibia platolarının üzerinde uygun eklem alanı bulunur. Lateral femoral kondil hem sagittal hem de frontal düzlemde medialden daha küçük yapıdadır. Lateral femoral kondilin eklem yüzünün dış tarafında ve proksimalinde yer alan lateral epikondil, lateral kollateral bağın yapışma yeridir. Benzer şekilde medial epikondil de medial kollateral bağın yapışma yeridir. İnterepikondiler eksen, femoral kondilleri birleştiren çizgidir ve kabaca 3-5 derece dış rotasyondadır. Femur distaline maksimum fleksiyonda bakıldığında lateral kondil yüzeyi vertikal hatta göre 10 derecelik inklınasyona, medial kondil yüzeyi 25 derecelik slopa sahiptir. Femur lateral ve medial kondilleri anteriorundan çizilen çizgi ile medial kondil tepe noktası 10 derecelik bir açı oluşturur ve buna patellofemoral inklınasyon adı verilir.



Şekil 1: Diz eklemi'nin önden ve arkadan görünümü.¹⁵

Tibia

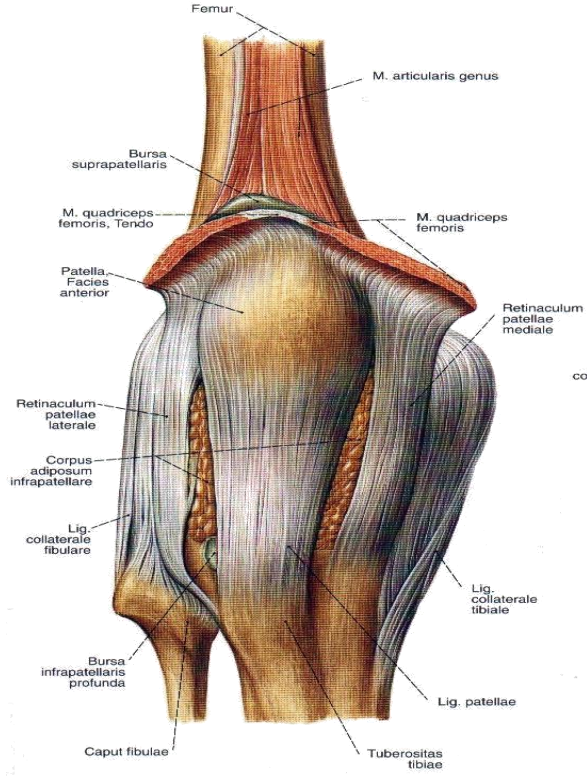
Tibia'nın proksimal ucunda femur'un kondillerinin yerleşeceği medial ve lateral yüzeyler, interkondiler çıkıntı (eminens) denilen bir yapı ile birbirlerinden ayrılırlar. Tibia platosunun lateral görünümü, eğimi arkaya doğru artan şekildedir. Lateral platonun eklem yüzeyi mediale göre daha küçük, konkavlığı daha az ve hatta hafif konvektir, medial femoral yüz oval ve ön arka eksenini daha uzundur. Diz eklemi diğer tüm hareketli eklemler gibi hiyalin kıkırdak ile kaplıdır. Bu hiyalin kıkırdağın kalınlığı medial platoda 3 mm, lateral platoda 4 mm kadardır.¹⁶ Her iki bölümünün de merkezi hafifçe çukur, menisküslerin dayandığı periferik kısmı ise yassılaştırmıştır.

Patella

İnsan vücudunun en büyük sesamoid kemiği olan patella diz eklemine ekstansiyonunda çok önemli bir yapıdır. Hareketi, kuadriseps kasının hareketine bağlıdır. Kemik yapısı lameller kemiktir. Sadece femur ile eklemleşen patella, femur ile iç ve dış faset olmak üzere iki eklemle de ilişkidir. Fakat asla tam ilişki olmaz, çünkü hareket esnasında femur üzerinde yuvarlanma hareketi yapar ve her fleksiyon pozisyonunda sadece eklem yüzünün bir kısmı temas eder.¹⁷ Patellar tendonun hemen arkasında bulunan infrapatellar yağ yastığı (Hoffa yağ yastığı) iyi kanlanan ve zengin sinir ağına sahip bir yapıdır ve alar plika veya infrapatellar plika denilen bir yapı tarafından yerinde tutulur.

3.2.2 Diz Eklemi

Diz eklemi "*Trochlearthrosis Gnglymus*" sınıfına dahildir ve vücudun en büyük eklemidir. Bu eklem sinovyal tip diartroz eklemidir.¹⁸ Tek bir boşluk içerisinde femur ve tibia arasında 'bikondiler tip' ve patella ile femur arasında 'sellar tip' olmak üzere ayrı eklemlerden oluşmaktadır. Diz eklemine genellikle tibiofemoral ve patellofemoral eklemler olmak üzere iki ayrı eklemden oluştuğu kabul edilmektedir. Tibiofemoral eklem ortopedik yaklaşımda medial ve lateral olmak üzere iki bölüme ayrılır.

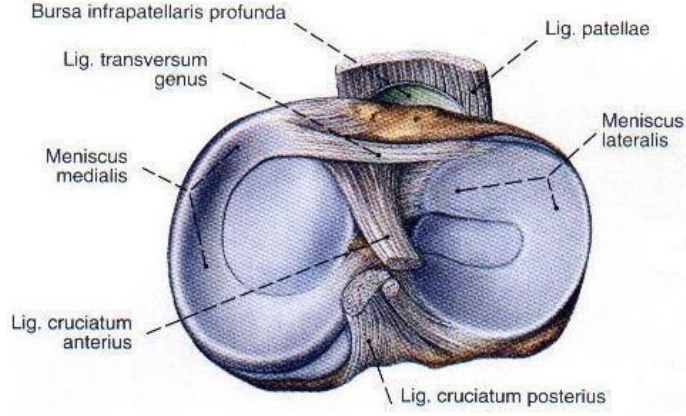


Şekil -2: Diz eklem kapsülünün görünümü.¹⁹

3.2.3 Kemik Dışı Yapılar

Menisküsler

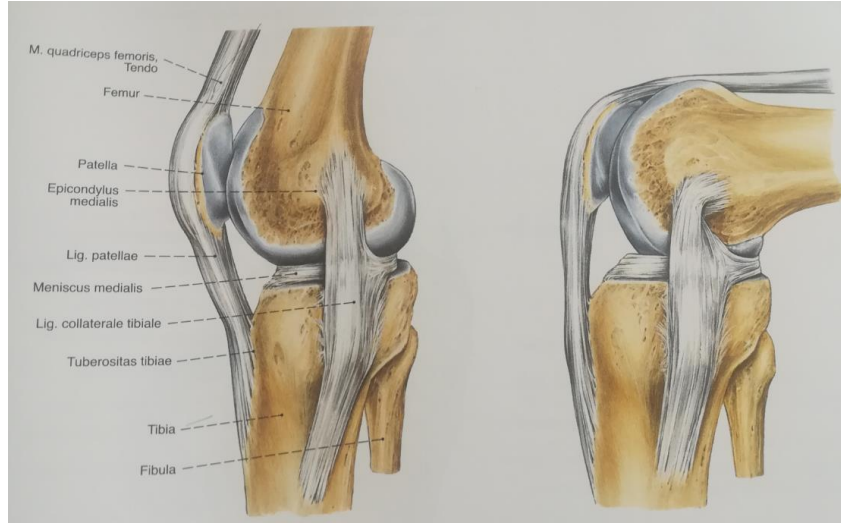
Femur ve tibia kondillerinin birbirlerine uyumluluğunu artıran intrakapsüler, fibröz kıkırdak yapılar olan menisküslerin yapısını incelediğimizde iç 2 /3'lük kısmının ışınal tarzda, dış 1/3'ünün dairesel tarzda uzanan kollajen liflerden oluştuğunu görürüz. Yaklaşık olarak yarım daire şeklinde olan medial menisküs ön ve arka köşeleriyle tibia'ya tutunmuş olmasının yanı sıra, dış kenarı ile de medial kollateral bağa tutunmuş haldedir. Bu nedenle lateral menisküse göre hareket kabiliyeti çok daha sınırlıdır. Lateral menisküs bir dairenin yaklaşık 4 /5'i kadardır ve medial menisküse göre daha fazla bir alanı kaplamaktadır.



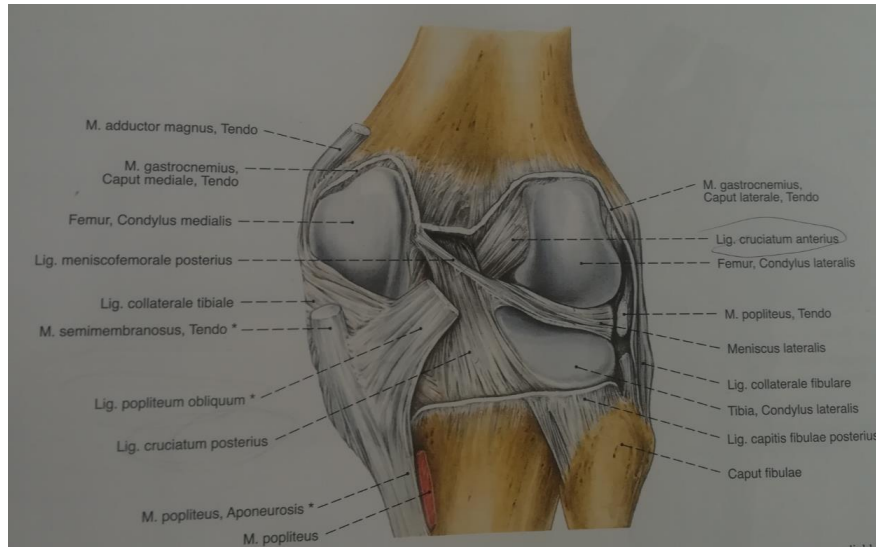
Şekil 5: Menisküsler ve diğer bağların anatomik yerleşim yerleri.¹⁹

Diz Ekleminin Bağları

Medial menisküsün ön boynuzu ile lateral menisküsün ön kenarı arasında her zaman gözlenmeyen transvers (intermeniskal) bağ olarak adlandırılan bir bağ bulunabilir. Bazı anatomik ve radyolojik çalışmalarda bu bağın menisküslerin ön boynuzlarının stabilizasyonunda önemli rolü olduğundan söz edilse de görevi tam olarak ortaya konulamamıştır. Bu bağın dışında lateral menisküsün posterior boynuzunu femur'un medial kondilinin iç yüzüne bağlayan iki ayrı bağ bulunmaktadır. Bu bağlardan öndeki (anterior meniskofemoral bağ) humpry, arka çapraz bağın önünden, arkadaki (posterior meniskofemoral bağ) ise bağın arkasından geçerek arka çapraz bağın proksimal bölümüne tutunur. Arkadaki bağa Wrisberg bağı da denilmektedir. Bu bağların arka çapraz bağı destekledikleri ve fleksiyon sırasında lateral menisküsün hareketini kontrol ettikleri düşünülmektedir. Ayrıca bu bağların, posterior laksitenin kontrolünde yardımcı rol oynadığı ortaya konulmuştur.



Şekil- 3: Medial kollateral ligamanın görünümü.¹⁹



Şekil-4: Diz ekleminin posterior görünümü.¹⁹

Diz ekleminin önemli bağlarını incelediğimizde karşımıza ilk olarak çapraz bağlar çıkar. Çapraz bağlar çok güçlü, intrakapsüler bağlardır ve tibia üzerindeki tutunma yerlerine göre adlandırılır.

Ön Çapraz Bağ: Ön çapraz bağ tibia proksimal yüzündeki ön interkondiler bölgede medial tibial çıkıntının hemen ön yan tarafına tutunur. Bu bölgede hafifçe lateral menisküsün ön boynuzuyla birleşmiştir. Kendi çevresinde kıvrılarak posterolaterale doğru ilerler ve lateral femoral kondilin posteromedialine yapışır. Ön çapraz bağ ortalama 32 mm uzunluğunda ve 7-12 mm genişliğindedir. Bazı araştırmacılara göre iki bazılarına göre üç ayrı banttan meydana gelir. Bu bantlar tibia'da yapışma yerlerine göre anteromedial, intermediate ve posterolateral bantlar olarak adlandırılır. Ön çapraz bağın doğuştan yokluğu nadir de olsa görülebilmektedir. Bu duruma genellikle alt ekstremitte displazileri eşlik eder ve diz ekleminde instabilite nedeni olabilir. Diz eklemindeki en önemli yapılardan biri olan ön çapraz bağ tibia'nın öne doğru kaymasına ve özellikle eklem ekstansiyonda iken iç rotasyonu engelleyici yönde direnç gösterir.

Arka Çapraz Bağ: Arka çapraz bağ femur'da bulunan tutunma yerine göre anterolateral ve posteromedial olmak üzere iki ayrı lif demetinden oluşur. Anterolateral demet fleksiyonda gerilirken posteromedial demet ise ekstansiyonda gerilmektedir. Arka çapraz bağ tibia'nın femur ekseninde arkaya doğru kaymasına engel olur.

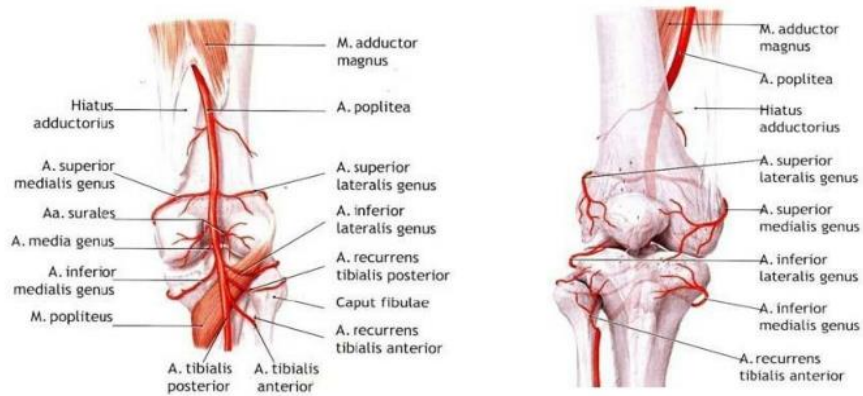
Yan Bağlar: Medial kollateral bağ erişkinlerde ve çocuklarda diz ekleminin en sık yaralanan bağıdır. Üç-dört tabakada incelenen iki ayrı yapıdan oluşur: Yüzeyelde bulunan ve tibial kollateral bağ olarak da adlandırılan yüzeysel medial kollateral bağ ve derinde yerleşmiş kapsüler bir yapı olan derin medial kollateral bağdan oluşmuştur. Bu iki bağ arasında herhangi bir bağlantı bulunmaz ancak derin medial kollateral bağın meniskofemoral ve meniskotibial bölümleri bulunur ve bu bölümler aracılığıyla medial menisküs ile bağlantı halindedir. İç yan bağ diz ekleminin abdüksiyonunu ve rotasyonunu sınırlar. Lateral kollateral bağ dizin iç rotasyonunun sınırlanmasında etkili olan temel yapıdır. Medial kollateral bağın aksine ekstrakapsüler bir bağıdır ve dolayısıyla menisküslerle bağlantısı yoktur. Dış yan bağ hasarlarına sıklıkla ön çapraz bağ yaralanmaları da eşlik eder.

Kaslar: Eklem çevresindeki kas gruplarının gücü de stabiliteye önemli katkıda bulunur ve en önemli kas grubu kuadriseps femoristir.^{17,20,21,22} Kuadriseps kası; Dizin en güçlü ekstansörüdür. Rektus femoris, vastus medialis, lateralis ve intermedius olmak üzere 4 kas grubundan oluşmuştur.

Bu kaslar distalde birleşip kuadriseps tendonunu oluştururlar. Gastroknemius kası; Soleus kasını da içine alarak, distalde aşıl tendonunu oluşturup kalkaneusa yapışır. Hamstring kasları; sartorius, gracilis ve semitendinosus tarafından oluşturulur. Aşağıda bu üç kas pes anserinusu oluşturarak, tibianın iç kondiline yapışır. Semimembranöz kas; Tendonundan ayrılan kalın liflerin bir kısmı, dizin arka oblik bağını meydana getirir. Biceps femoris kası; Uzun başı tuber iskiadikumdan, kısa başı linea asperadan başlar ve her iki bağ distalde birleşerek fibula başında sonlanır. Plantaris kası; Femur kondilinin üst dış kısmından başlayıp, ince bir tendon halinde gastroknemius kasının altında ilerler.

Dizin Kanlanması ve İnnervasyonu

Diz ekleminin beslenmesinde popliteal arterin superior, inferior ve orta geniküler dallarının yanı sıra az da olsa femoral arterin inen geniküler dalı, lateral sirkumfleks femoral arterin inen dalı, sirkumfleks fibuler arter, ön ve arka tibial reküren arterlerinin görev aldığını görürüz. Superior, orta ve inferior geniküler, eklem beslenmesinden sorumlu olan dallardır.



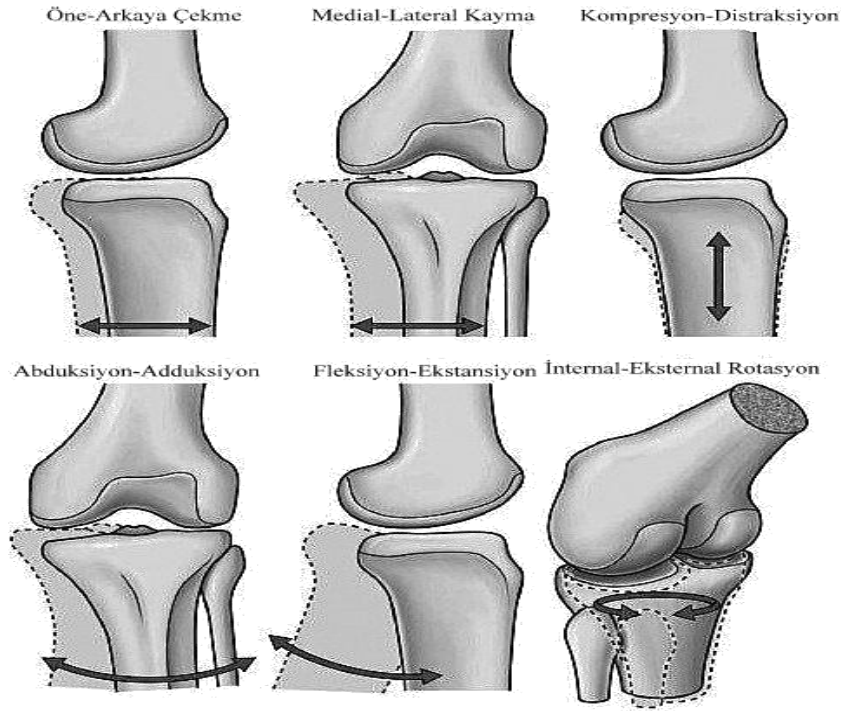
Şekil 6: Dizin kanlanması.²³

Diz ekleminin innervasyonunu obturator, femoral, tibial sinirlerden ve fibularis communis sinirden gelen dallar sağlar.²⁴ Obturator sinirden ayrılan geniküler dal sinirin arka kökünden ayrılırken, femoral sinirin vastus medialis kasını innerve eden terminal dalı buradan diz eklemine geçerek eklem innervasyonuna katılır. Tibial ve fibuler sinirlerin eklem dalları ise geniküler arterlerle beraber seyrederek eklem innervasyonunu sağlarlar.

3.3. DİZ BİYOMEKANİĞİ

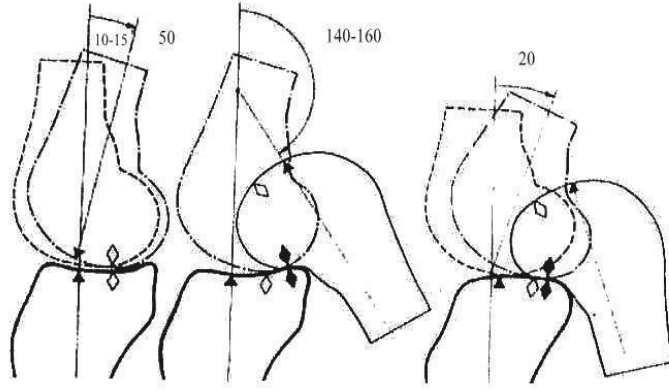
3.3.1 Tibiofemoral Eklem Kinematığı

Diz eklemi menteşe tipi bir eklem olarak kabul edilse de, sadece tek düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yapmayıp, yürüme siklusu boyunca her 3 düzlemde ve değişen akslarda karmaşık hareket biçimleri göstermektedir (Şekil 7).



Şekil 7: Diz eklemine ait üç plandaki hareketleri.²⁵

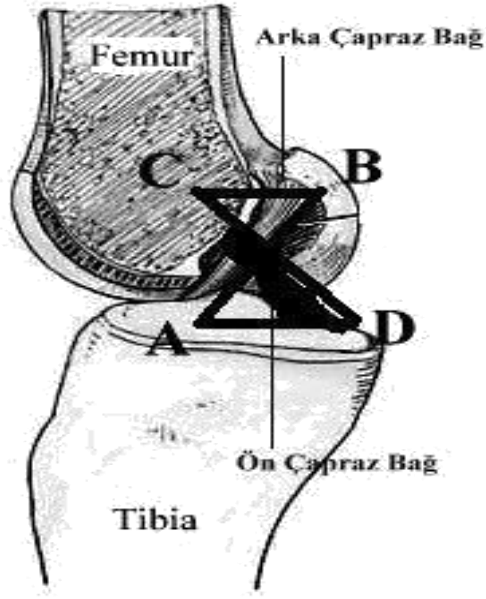
Diz eklemi ilk 20 derece fleksiyonu yaparken, kayma olmaksızın, sadece yuvarlanma hareketi yapar. 20 derece fleksiyondan sonra yuvarlanma hareketine kayma hareketi eklenir ve fleksiyon derecesi arttıkça yuvarlanma yerini kayma hareketine bırakır. Fleksiyon hareketinin ilk 20° sine kadar, her fleksiyon derecesi için yaklaşık 0,5° iç rotasyon hareketi gerçekleşir. Bu burğu şeklindeki harekete dizin 'screw home' mekanizması denir. Diz tam ekstansiyonda iken femoral ve tibial kondillerin kilitlemesinden dolayı rotasyon neredeyse kısıtlanır. Diz fleksiyonuyla dönme aralığı artar ve 90 derece fleksiyonda en büyük değerine ulaşır. Bu konumda dizin eksternal rotasyonu 45 derece, internal rotasyonu 30 dereceye varabilmektedir.²⁶



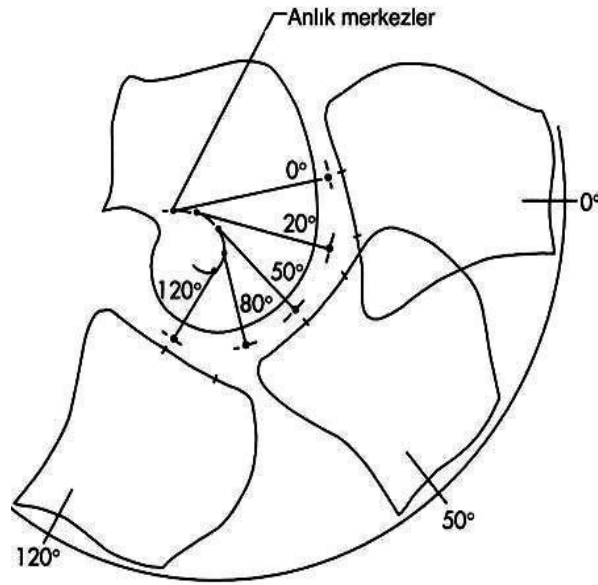
Şekil 8: Femoral kayma ve yuvarlanma hareketi.²⁶

Femurun, diz flexiyona gelirken arkaya doğru olan kayma-yuvarlanma hareketine femoral roll-back denir. Bu hareketten birinci derecede arka çapraz bağ sorumludur. Diz 0 derece flexiyondan 90 derece flexiyona gelince tibiofemoral değme noktası 14 mm geriye doğru kayar. Bağlaşık dört bar sistemi ile geriye kayma sırasında femurun tibianın arkasına düşmesi engellenir (Şekil 9). Ön ve arka çapraz bağların kesişme noktasındaki anlık dönme merkezi, diz flexiyonu ile arkaya doğru giderek femoral roll-back'i sağlar (Şekil 8). Flexiyon ve ekstansiyonun her kademesindeki bu dönme merkezleri birleştirildiğinde 'j' tarzında bir kurve ortaya çıkar (Şekil 10).²⁶ Değişken dönme merkezi sayesinde, diz eklemine aktarılan yük her zaman diktir. Bu anlık hareket merkezi kuramını bağlaşık dört çubuk sistemi destekler.²⁷

Diz eklemine ekstansiyon 5-10 derece hiperekstansiyon şeklindedir. Hamstring kas kütlesi, quadricepsin pasif gerimi ve arka çapraz bağın gerimi diz flexiyonunu kısıtlarken, kemiksel temas, hamstringlerin pasif gerimi ve ön çapraz bağ diz ekstansiyonunu kısıtlar.²⁷ Dizin tam ekstansiyonu frontal düzlemdeki tüm hareketleri neredeyse engeller. Dizin 30 derece flexiyonunda pasif abduksiyon ve adduksiyonu artar. Normal yürüme esnasında maksimum abduksiyon ve adduksiyon 11 derece kadardır. Yürüme siklusunda maksimum abduksiyon topuk vuruşu fazında, maksimum adduksiyon salınım fazındadır.²⁷



Şekil 9: Bağlaşık dört bar sistemi.²⁶



Şekil 10: Gunston'un tarif ettiği anlık dönme merkezleri ve bunların oluşturduğu J eğrisi.¹⁴

Yürüme	0-67 derece
Merdiven çıkma	0-83 derece
Merdiven inme	0-90 derece
Oturma	0-93 derece
Ayakkabı bağlama	0-106 derece
Yerden bir nesneyi alma	0-117 derece

Tablo 1: Günlük hareketler sırasında sagittal ekseninde asgari gerekli hareket açıklıkları.²⁶

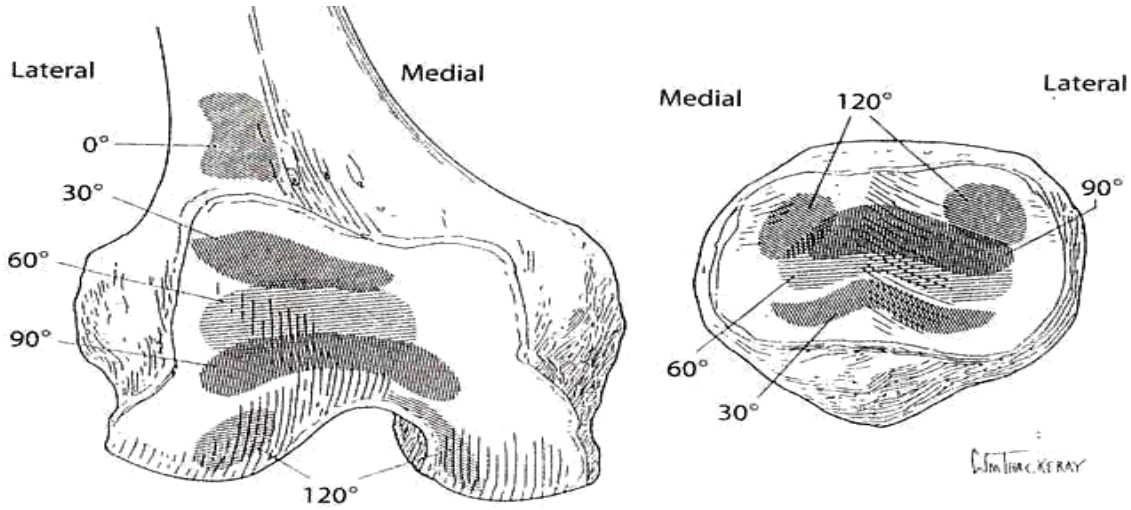
3.3.2 Patellofemoral Eklem Kinematığı

Patellanın çekme kuvvetinin kaldıraç kolu uzunluğu (patellar tendondan çapraz bağların birbirini kestiği noktaya dik çizilen doğrunun uzunluğu) çeşitli çalışmalarda 37,9-52,8 mm arasında değişmektedir. Tuberositas tibianın öne transferi ile bu mesafenn arttırılması sonucu eklem yüzeyine patellanın baskısı azalır ve patellofemoral sürtünme en aza indirgenerek patellofemoral artrozda ağrı önlenir.²⁷ Bu durumda tam diz ekstansiyonu için normalden %30 daha güçlü quadriceps kuvveti gerekir.²⁷

Patellanın üst $\frac{3}{4}$ 'lük kısmı eklem içindedir. Patella, tam ekstansiyonda femurun eklem yüzüne değmez. Dizin 10-20 derece fleksiyonu ile patella alt ucu ile troklea arası temas başlar. En fazla temas diz 90 derece fleksiyonda iken olur. Patella, 45 derece üzeri fleksiyonda açılarak dış yana döner. Patellanın orta eklem yüzeyi 60 derece fleksiyonda ve üst eklem yüzeyi 90 derece fleksiyonda trokleyaya değer. Fleksiyon daha da arttığında ise medial ve lateral eklem yüzleri femoral kondillerle ayrı ayrı eklemler (Şekil 11).²⁷

Patellanın değme yüzeyi tam ekstansiyonda 0,8 cm² iken, 30 derece fleksiyonda 2 cm², 60 derece fleksiyonda 3,1 cm², 90 derece fleksiyonda 4,7 cm²'dir. Değme alanı hiçbir zaman patellanın $\frac{1}{3}$ 'ünden fazla değildir.²⁷ Yavaş yürüme sırasında patellofemoral ekleme binen yük vücut ağırlığının yarısı kadarken, merdiven inip çıkma sırasında, vücut ağırlığının 3-4 katına, çömelme ve koşma sırasında ise 7 katına çıkar.

Dizin hiperfleksiyonunu gerektiren sportif etkinliklerde bu yüzden sıklıkla patellar kondropati gelişir. 60-90 derece fleksiyon aralığında patella eklem yüzeyine gelen yük en büyüktür. Ekstansiyonda iken bu kuvvet en az değerine iner.²⁸



Şekil 11: Ekstansiyondan fleksiyona geçişte patellofemoral temas alanları.²⁹

Q Açısı: Normal dizde, quadriceps ve patellar tendon çekme yönleri arasında oluşan valgus açısıdır. Q açısı denen bu açı, 'screw home' mekanizmasına bağlı olarak, terminal ekstansiyonda tibianın dış rotasyonu ile daha da artar. Fleksiyon sırasında ise tam tersi bir mekanizma ile Q açısı daha da azalır. Q açısının artması ile patellayı laterale çeken kuvvet vektörü artar, bu da patellar instabiliteye zemin hazırlar.³⁰

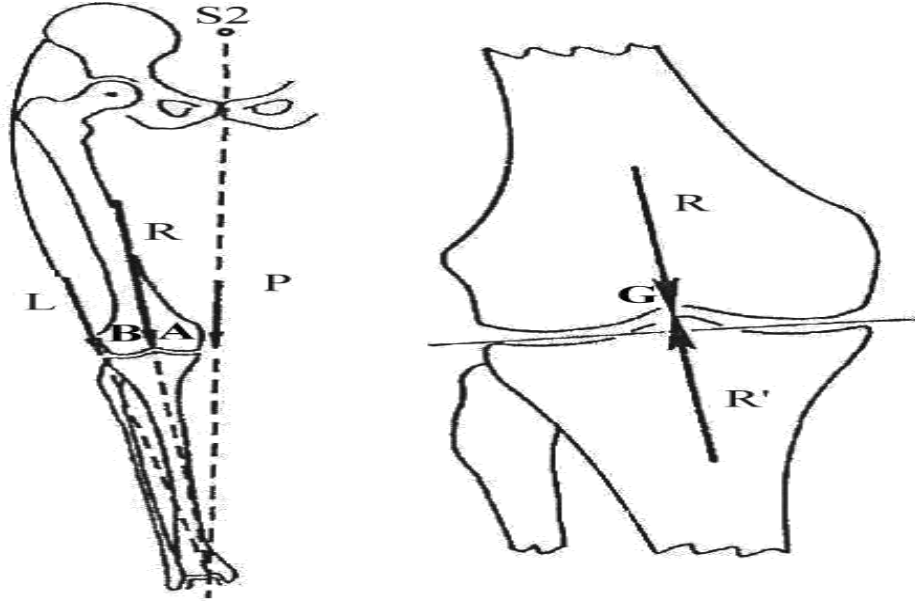
3.3.3 Varus Gonartrozunda Biyomekanik

Ayakları üstünde dik duran bir kişide her bir diz vücut ağırlığının %43'ünü taşır. Tek ayak üstünde durulması halinde ise dize binen yükler, yere basan bacağın diz altında kalan kısmı hariç tüm vücut ağırlığıdır. Bu durumda diz, vücut ağırlığının %93'ünü taşır. Bu yüklenmenin çoğu medial kompartmana olur. Normal bir dizde medial kompartman dize olan yüklenmenin %70'ini karşılarken, 4-6 derece varusta bu oran %90'a kadar çıkmaktadır.³¹

Maquet ve ark.³² normal dizin stabilitesinin dize gelen iki kuvvet arasındaki dengeye bağlı olduğunu öne süren biyomekanik bir teori kurmuştur. Frontal planda vücut ağırlığının oluşturduğu medial kompartmandan geçen P kuvveti lateralde gluteus maksimus, iliotalibial trakt ve tensor fasya lata'nın oluşturduğu L kuvveti ile dengelenir. P ve L kuvvetlerinin vektörel bileşkesi (R), Maquet'e göre eminentia interkondilaris çıkıntılarının ortasından (G) geçer. R kuvveti yük taşıma yüzeyine dik ve yerçekimi eksenine paraleldir. Sistemdeki dengenin korunabilmesi için $P.A=L.B$ olmalıdır. Kas kuvveti azalmış ve kilosu artmış bir kişide bu dengeyi koruyabilmek için G noktası daha medialden geçer. Kiloya bağlı olarak artan P kuvvetinin, zayıflamış kas gücünü temsil eden L kuvveti ile dengelenebilmesi için $P.A=L.B$ formülündeki eşitliği sağlayabilmek amacıyla L kuvvetinin dizin merkezine olan uzaklığının (B) artması gerekir. Bu durumda yüklenme dizin dönme merkezinin daha medialinden olacak, dizin iç yanındaki basma kuvvetinin şiddeti artacaktır (Şekil 12).^{31,32} Sonuçta artan yüklenme ile eklem kıkırdağında dejenerasyon ve incelme gelişir. Medial eklem aralığının daralması, varus açısını arttırarak bileşke kuvvetin daha da mediale kaymasına neden olur. Bu durum kısır bir döngü yaratarak varus gonartrozuna neden olur.³¹

Varus gonartrozunda tipik değişim medial plato tibianın anteromedialinde gözlenen kıkırdak dokusu kaybıdır. Hastalığın erken dönemlerinde femur medial kondilinde özellikle 15-40 derece fleksiyondaki yüklenme alanında kıkırdak kaybı izlenir. Yürümenin *stance* fazında mediale doğru çökme ve laterale doğru itilmeye neden olan yüklenme olur. Gonartrozun ilerlemesiyle gelişen kısır döngü plato tibianın anteromedialindeki lezyonun posteriora doğru ilerlemesi ve varus açısında artış görülür. Patellanın, patellofemoral oluğa yönelimindeki bozukluk ve ilerleyici ön çapraz bağ zedelenmesi neticesinde patellofemoral dejenerasyon gelişir. İleriki dönemlerde interkondiler bölgedeki osteofitler nedeniyle ön çapraz bağ yırtılır. Ön çapraz bağın yırtılması ile frontal planda eklem aşınması artar ve lezyon lateral kompartmana da geçer.¹⁷

Kemik yoğunluğu ve sertliği uygulanan strese bağlıdır. Medial gonartrozlu hastalarda medial femoral kondil ve medial plato tibiadaki kemik yoğunluğu lateral kompartmandakinden daha fazladır ve bu oran artrozun derecesine göre artış göstermektedir. Yüksek tibial osteotomi ile aks düzeltilmesi yapılan hastalarda ameliyat sonrası bir yıl içinde medialdeki kemik yoğunluğunda hızlı bir düşüş olduğu gösterilmiştir.³³ Akamatsu ve ark.³⁴ medial gonartrozlu dizlerde Dual x-ray absorbsiyometresi ile yaptığı çalışmada medial femoral kondil ve tibial platoda artmış olan kemik yoğunluğunun yüksek tibial osteotomiyi takiben 1 yıl içinde azaldığını göstermiştir.



Şekil 12: Diz eklemi üzerine etkili kuvvetler.³⁵

Addüksiyon Momenti: Normal bir yürüme sırasında dizin medialine vücut ağırlığının yüklenmesi sonucu dizde bir varus (addüksiyon) momenti oluşarak medial kompartmanda kompresyon, lateral kompartmanda ise germe gücü oluşur. Varus dizilimli hastalar addüksiyon momentlerini azaltmaya yönelik dış rotasyonda basarak kısa adımlarla yürüme gibi kompensasyon mekanizmaları geliştirmektedir. Dizinin addüksiyon momenti medialden laterale yük aktarımının esas belirleyicisidir ve varus deformiteli dizlerde medial eklem kuvvetini oluşturur. Dizinin addüksiyon momenti bu nedenle, medial gonartrozdaki biyomekanik anormallikten sorumludur. Sharma ve ark.³⁶ yürüme sırasındaki dinamik yüklerin tibiofemoral osteoartrit şiddeti ile ilişkili olduğunu saptamışlardır. Diz addüksiyon momentinin büyüklüğü muhtemelen medial kompartman artrozundaki yapısal değişikliklerin sorumlusudur.³⁶ Dizinin bazal addüksiyon momenti gonartrozun radyolojik progresyonu ile ilişkilidir.³⁶ Wang ve ark.³⁷ osteotominin başarılı olmasında, addüksiyon kuvvetinin hareket sırasındaki büyüklüğünün önemli olduğunu vurgulamışlardır. Çalışma sonucuna göre ameliyat öncesi düşük addüksiyon momenti olan dizlerde yüksek addüksiyon momentlilere göre ameliyat sonrası daha iyi sonuçlar alınmaktadır.³⁷ Ramsey ve ark.³⁸ 15 hastanın ameliyat öncesi ve ameliyattan bir yıl sonra yaptıkları yürüme analizlerinde medial laksite ve addüksiyon momentinin önemli ölçüde düzeldiğini saptamışlardır.

3.4 YÜKSEK TİBİAL OSTETOMİ

3.4.1 Endikasyonlar

- 1) İzole medial kompartman varus gonartrozu ve anlamlı ağrı.
- 2) Varus veya valgus deformitesine uyan kompartmanda yük altında çekilen röntgen ile görülen tek kompartman tutulumu,
- 3) 5°-15° kadar olan varus deformitesi (kongenital tibia vara vs.)
- 4) Ön çapraz bağ yetmezliği ile birlikte varus gonartrozu
- 5) Yeterli kas gücüne sahip ve rehabilitasyon programını uygulayabilecek olması
- 6) Nörovasküler problemlerin (arteryel yetmezlik, büyük varisler) olmaması,
- 7) 65 yaşın altındaki hastalar veya daha yaşlı fakat aktif hastalar
- 8) En az 90° fleksiyonu, 5° den az fleksiyon kontraktürü olan tam ekstansiyona gelebilen stabil diz.^{35,39}
- 9) Anterior-posterior instabilitesi grade 3 ve daha az olan hastalar.
- 10) Medial- lateral instabilitesi grade 2 ve daha az olan hastalar.
- 11) Medial kompartmanda geniş OCD'si olan ve varus dizilime sahip hastalar.

Kontrendikasyonlar

- 1) Diffüz dejenratif artrit
- 2) Tibiofemoral sublüksiyon
- 3) 15°den fazla varus deformitesi
- 4) 90°den az diz fleksiyonunun olması
- 5) 20°den fazla düzeltmeye ihtiyaç duyulması
- 6) Romatoid artrit ve/veya inflamatuvar kökenli artritler
- 7) Lateral menisektomili hastalar
- 8) Ciddi osteoporoz
- 9) Ciddi dolaşım bozuklukları

Göreceli Kontrendikasyonlar

- 1) Obez hastalar
- 2) 65 yaşın üzerindeki hastalar
- 3) Ciddi patellofemoral semptom varlığı
- 4) Patella infera veya alta olması

3.4.2 YÜKSEK TİBİAL OSTETOMİ İÇİN HASTA HAZIRLIĞI

Varus ve Valgus Stres Grafileri: Aşırı düzeltmeden sakınmak için yumuşak doku laksite derecesi toplam valgus düzeltme derecesinden çıkarılır.⁴⁰

Ortoröntgenografi: Aksiyal uzanımı hesaplamak için kullanılacak en iyi grafi ayakta basarak çekilen ortoröntgenografidir. Son zamanlarda ağırlı tarafa yük vermekten sakınan hastalarda yanlış sonuç verebileceği için tutulan tarafa yük vererek tek ayak üzerine basarak çekilen grafiler önerilmiştir.⁴¹ En çok kullanılan yöntem patellaların tam karşıya baktığı pozisyonudur. Lateral grafiler için en güvenilir teknik; floroskopi kontrolünde femur kondillerinin arka kortekslerinin süperpoze edildiği pozisyonudur.⁴¹

Anatomik aks ve mekanik aks parametrelerine göre değerlendirme yapılır. Deformite korreksiyonundaki esas amaç, dizilimi sağlamak değil, her eklemin mekanik aksına göre normal oryantasyonunu korumaktır. Oryantasyonunun bozulması eklemden anormal yüklenmeye sebep olur. Bu kuvvetler kıkırdağı ve çevredeki kapsül ve ligamentöz yapıları zorlar, zamanla da artroz gelişir.⁴² Aşağıdaki parametreler hasta hazırlığı aşamasında önemlidir.

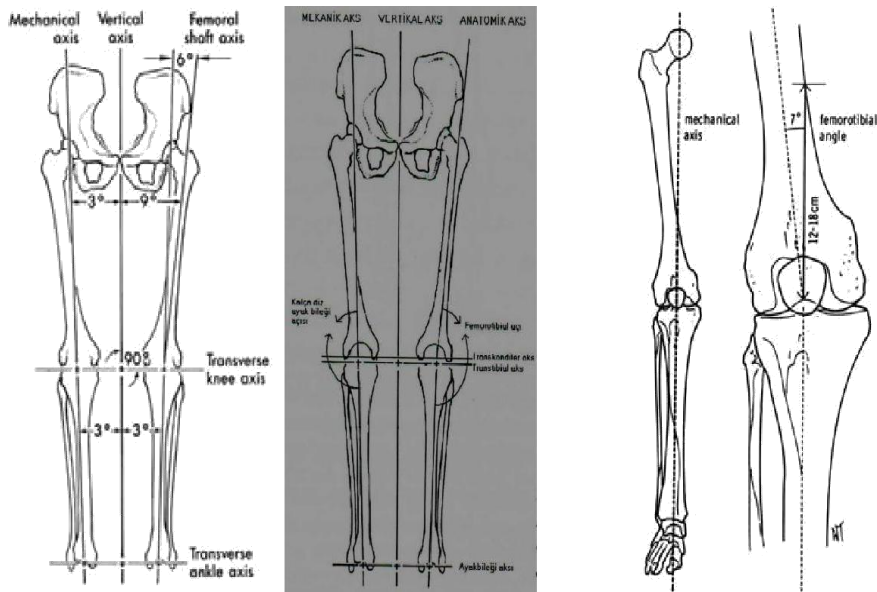
Femorotibial Açık (FTA) veya Anatomik Aks (AA): Femur ve tibia'nın anatomik aksları arasında oluşan açıdır. Femorotibial açı femur ile tibia'nın lateralde yaptığı açı olarak; AA ise tibia şaftının femura göre nötral hattan varus veya valgusa sapma derecesi olarak ifade edilir. Moreland iki anatomik aks tanımlamıştır. (şekil 13)

Anatomik Aks 1 (AA-1): Femur diafiz orta noktası ile dizin merkezini birleştiren çizgi femurun anatomik aksı olarak alınır. Bu çizgi ile tibianın anatomik aksı arasındaki açı hesaplanır.

Anatomik Aks 2(AA-2): Femur diafiz orta noktası ile diz ekleminin 10 cm yukarısından alınan femur diafiz ortasını birleştiren çizginin, tibianın anatomik aksı ile arasındaki açı hesaplanır. AA-1'i 4 derece valgusta, AA-2'yi 6 derece valgusta bulunmuştur.⁴³

Proksimal Anatomik Aks: T. minörün altından femur orta noktası ile 1/3 proksimal ve orta kısım bileşkesinde alınan orta noktaları birleştiren çizgidir.

Distal Anatomik Aks: Orta ve distal 1/3 femur diafizinin orta noktası ile diz merkezi arasındaki çizgidir. Tüm femur anatomik aksı olarak, femur boynu aksı ile proksimal anatomik aksın kesiştiği noktadan diz merkezine uzanan aksı almıştır. Diz merkezi olarak interkondiler notch ile eminentiaların arasını almıştır.⁴⁴



Şekil 13: Alt ekstremitenin mekanik ve anatomik aksları.⁴³

Alt Ekstremitenin Mekanik Aksı (MA): Femur başı merkezi ile ayak bileği merkezinden geçen aks arasındaki açıdır. (Resim 1). Femurun anatomik aksı ile mekanik aksı arasında 5-6 derecelik fark söz konusudur. Koronal planda tibianın mekanik ve anatomik aksı birbirine paraleldir ve aralarında sadece birkaç mm'lik aralık vardır. İki eksen arasındaki açı 0 derecedir. Bu nedenle pratikte tibianın anatomik ve mekanik aksı aynı kabul edilir. Normal dizilimde alt ekstremitte mekanik aksının dizin merkezinden geçtiği ve 180 derecelik düz bir çizgi olduğu kabul edilmekle beraber pratikte mekanik aks 4-5 mm medialden geçer ve ortalama 1,2 derece varustadır.⁴⁵ Moreland, 25 erkekte yaptığı araştırmada femur ve tibia mekanik aksı arasında 1,3 derece varus dizilimi saptamıştır.⁴³



Resim 1: Alt ekstremitenin mekanik aksı. (KOÜ arşivi)

Lateral Distal Femoral Açı (mLDFA): Femurun mekanik aksı ile distal femoral kondillere teğet çizilen çizgi arasında lateralde oluşan açıdır. Ortalama değeri 87 ± 2 derecedir. Yani distal femurun eklem yüzeyi hafif valgustadır (Resim 1).⁴⁶

Medial Proksimal Tibial Açığı (mMPTA): Tibianın eklem yüzeyinin subkondral mesafesinden çizilen transvers çizgi ile tibianın mekanik aksı arasında medialde oluşan açıdır. Ortalama değeri 87 ± 2 derecedir. Eğer femur ve tibia eklem çizgileri birbirine paralellik göstermiyorsa eklem laksitesi veya kıkırdak kaybı sözkonusudur (Resim 1).^{43,46}

Ayak Bileği Oryantasyon Açısı (ABOA): Ayak bileği transvers aksı ile tibia mekanik aksı arasındaki açıdır. Ortalama değeri 90 derecedir (Resim 1).⁴⁶

Diz Eklemi Konverjans Açısı: Femur medial ve lateral kondillerine teğet çizilen çizgi ile tibia platolarına teğet çizilen çizgi arasında kalan açıdır. Normalde bu iki hat birbirine medialde yaklaşır. $0,4^\circ$ - $3,0^\circ$ arası değerler normal kabul edilir. Ortalama değeri 1,7 derecedir (şekil 13).⁴⁷

Dizilim Bozukluğunun Kaynağının Saptanması

Dizde varus deformitesi femurdan, tibiadan, bağ laksitesinden veya üçünün kombinasyonundan dolayı gelişebilir. Dizilim bozukluğunun kaynağını saptamada Paley testi kullanılır. Medial proksimal tibial açı ve lateral distal femoral açı hesaplanır. Bu açılardan hangisinde normalden sapma varsa deformitenin kaynağı o kemiktir ve düzeltme deformiteye sebep olan kemikten başlanmalıdır. Deformitenin apeksini bulmak için femurun mekanik aksı distale uzatılır. Bu aksın tibia mekanik aksı ile kesiştiği nokta deformitenin apeksini verir (CORA: Center of rotation of angulation).⁴⁷ Eğer eklem konverjans açısı 3 dereceden fazla ise lateralde ligaman laksitesi olabilir. Bu amaçla hasta supin pozisyonda yatarken çekilen aks grafileri değerlendirilir. Böylece eklem üzerine yük binmez ve varus deformitesine katkıda bulunan ligaman laksitesi ortadan kalkar. Eklemdeki gerçek varus deformitesini hesaplamak mümkün olur. Lateral eklem her 1 mm açılması varus deformitesinde 1 derece artışa sebep olur. Aşırı düzeltmeyi önlemek için planlamada her 1 mm tibiofemoral açılma için düzeltme açısının 1° azaltılması gerekir.⁴⁷ Medial laksitenin nedenleri medialdeki aşırı kıkırdak ve kemik doku kaybı ve tibianın laterale sublukse olmasıdır.⁴⁵ Medial laksite ölçümü için varus ve valgus stres grafisi çekilmelidir. Bu grafilerde medial eklem aralığı mm cinsinden ölçülür. Moore yöntemiyle medial bağ laksitesinin miktarı, valgus stres grafisinde eklem aralığı ile

varus stres grafisinde eklem aralığı (mm) arasındaki fark kadardır. Eklem aralığı medial femoral kondil ile medial plato tibia arasındaki en yakın mesafeden ölçülür.

Patella Yüksekliğinin Değerlendirilmesi

Insall-Salvati İndeksi; patellanın en alt noktası-tuberositas tibia arasındaki (patellar tendon uzunluğu) mesafe (b) ile patellanın en uzun iki noktası arasındaki uzunluğun (a) birbirine oranı (resim 2). Normalde $b/a = 0,8-1,2$ 'dir. $0,80$ 'den küçükse patello baja, $1,20$ 'den büyükse patella alta olarak kabul edilir. Blackburne-Peel indeksi; Patella eklem yüzey uzunluğu (c) ile tibial eklem yüzeyine dik olarak çizilen çizginin (d) mesafesi arasındaki orandır (d/c) (Resim 3).Normal değerler $0,54 -1,06$ arasındaki oranlardır. $0,54$ 'ün altındaki değerler patella baja olarak değerlendirilir. Caton-Deschamps İndeksi; patellanın eklem yüzünün en üst ve alt noktaları işaretlenerek aradaki mesafe ölçülür (e). Patella eklem yüzünün en alt noktası ile tibianın eklem yüzünün antero-superior kenarını birleştiren uzunluk ölçülür (f). Bunların birbirine olan oranı (f/e) bulunur (resim 4). Normal değerler erkeklerde $0,96 \pm 0,134$; kadınlarda $0,99 \pm 0,129$ arasındadır. $0,6$ 'nın altındaki değerler patella baja olarak değerlendirilir.



Resim 2: Insall-Salvati (KOÜ arşiv)

Resim 3: Blackburne-peel (KOÜ arşiv)

Resim 4: Caton-Deschamps

3.4.2.1 Posterior Tibial Eğim Açısı (Tibial Slope)

Lateral grafide tibia proksimal anatomik aks çizgisi (TPAA) belirlenir. Diz eklem aralığının 15 cm distali ve tuberositas tibiyanın 5 cm distalinde tibia uzun aksına dikey olarak çizilen çizgilerin orta noktalarını birleştiren çizgi. Medial platodan çizilen tanjansiyel çizgi ile TPAA çizgisi arasındaki açının 90° den çıkartılmasıyla Posterior tibial eğim açısı değeri elde edilir. Normal değeri 6° - 13° arasındadır. Ortalama değeri 10° dir. (Resim 5)



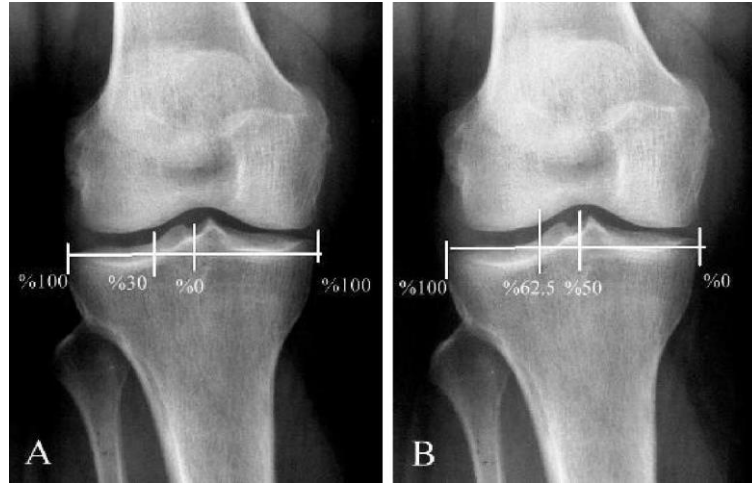
Resim 5: Posterior Tibial Eğim Açısı ölçümü (KOÜ arşiv)

DÜZELTME MİKTARININ HESAPLANMASI

Anatomik Aksa göre Düzeltme Miktarının Planlanması: Osteotomi ile 5-9 derece fizyolojik valgusun yeterli olmadığı ve bir miktar fazladan düzeltme yapılması gerektiği bildirilmiştir.^{48,49} 5-15 derece valgus sınırı içinde kalan düzeltme oranları genelde kabul edilen alt ve üst sınırlardır. 15 dereceden fazla valgus açısı kozmetik sorunlara yol açar. Coventry, normal açının 5-8 derece valgus olduğunu, osteotomi ile 5 derece fazladan valgus eklenerek 10-13 derece valgus sağlanması gerektiğini bildirmiştir. Insall, aksın 5-10 derece valgusta olmasını ve fazla düzeltmeden kaçınılmasını önerir.⁴⁸ Kettelkamp, aksın en az 5 derece valgusta olmasını önerir.⁵⁰

Mekanik Aksa göre Düzeltme Miktarının Hesaplanması: Femur başının merkezinden başlayarak dizin merkezinden ayak bileği merkezine uzanan alt ekstremitenin mekanik aksı normalde düz bir çizgi şeklinde ve 180° derece olarak kabul edilir. Mekanik aksın 180°

dereceden küçük olması varus dizilimini, 180 dereceden fazla olması valgus dizilimini gösterir. Yüksek tibial osteotomide düzeltmede amaç, mekanik aksı tibianın lateral platosundan geçirmektir. İdeal düzeltme hedefi mekanik aksın ameliyat sonrası 183-186 derece olmasıdır.⁴⁸ Mekanik aksa göre düzeltme planlaması şu iki yöntemden biri ile yapılabilir.



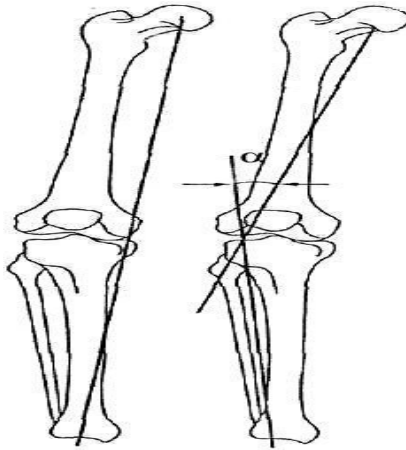
Resim 6: Fujisawa (A) ve Noyes'e (B) göre mekanik aksın geçmesi (KOÜ arşiv)

Birinci yöntem: Mekanik aksta oluşan açılma miktarı referans alınarak düzeltme miktarı ölçülür. Bunun için femur ve tibianın ayrı ayrı mekanik aksları çizilerek iki aksın kesişme noktası bulunur. Bu nokta deformitenin rotasyon merkezini gösterir (CORA). İki aks arasında kalan açı varus deformitesinin derecesini gösterir. Paley ve ark.⁵¹ hesaplanan bu açıya 3-5 derecelik fazla düzeltme açısını da ekleyerek hedeflenen düzeltme açısını bulmuşlardır. Literatürde en fazla kullanılan yöntem budur.⁵¹

Fujisawa, eminentia tibialislerin orta noktasını %0 noktası, tibia lateral platosunun köşesini ise %100 olarak kabul eder ve düzeltilmiş mekanik aksın tibia lateral platosunun %30 noktasından geçmesini önermektedir.⁵²

Noyes ise tibia platosunun medial köşesini %0, lateral köşesini ise %100 olarak kabul eder. Düzeltilmiş mekanik aksın %62,5'e karşılık gelen bölgeden geçmesinin en iyi pozisyon olduğunu bildirmiştir (Resim 6).³⁵

İkinci yöntem: Dizin merkezi olarak lateral platoda mekanik aksın geçmesi hedeflenen nokta referans alınır. Kalça eklemi merkezinden buraya çizilen aks ile ayak bileği merkezinden bu noktaya çizilen aks arasındaki açı hedeflenen düzeltme açısıdır. Bu methoda fazla düzeltme açısı eklemeye gerek yoktur. Böylece mekanik aksın ameliyat sonrasında platodaki tam yeri saptanmakta ve alt ekstremitenin ameliyat sonrası valgus dizilimi saptanabilmektedir. Dugdale, bu yöntemi kendi serisinde kullanmış ve en hassas ameliyat öncesi planlama yöntemi olduğunu bildirmiştir (Şekil 14).⁵³



Şekil 14: Düzeltilmiş mekanik aksa göre düzeltme miktarının hesaplanması.⁵³

3.4.3 YÜKSEK TİBİAL OSTEOTOMİ TEKNİKLERİ

Kapalı Kama Valgizasyon Osteotomisi: Bu osteotomi 1961'de Garipey ve 1965'de Coventry tarafından tercih edilmiştir. Günümüzde popülerliğini kaybetmiş olsada halen uygulanmaktadır. Ters L şeklinde insizyonla uygulanır. Eklem aralığından yaklaşık 1,5-2 cm distalde eklem paralel, tabanı lateralde, tepesi medial kortekste olan bir üçgen kemik kama çıkarılır. Osteotomi yapılan seviyede tibia kalınlığı 56 mm ise her 1 mm kemik blok 1°'ye karşılık gelir aksi durumlar için bu ameliyat için çıkarılmış şablonlar mevcut olup onlardan

yardıml almak gerekir.³⁹ Fibulaya; tibiofibular eklemi ayırmak, başını eksize etmek, 1/3 proksimal seviyeden rezeksiyon veya oblik osteotomi uygulamak suretiyle müdahale etmek gerekir.⁵⁴

Avantajları;

Erken hareket verilebilir.

Greft kullanımını gerektirmez.

Açısal düzeltme, deformitenin açısal rotasyon merkezine yakındır.

Hızlı kaynama olanağı sağlar.

Patello femoral artroz varsa tuberositas tibia anteriora alınarak eklem rahatlatılabilir.

Dezavantajları;

Yetersiz veya aşırı düzeltme.

Proksimal fragmanın fiksasyonu için kemik stoğu sınırlıdır.

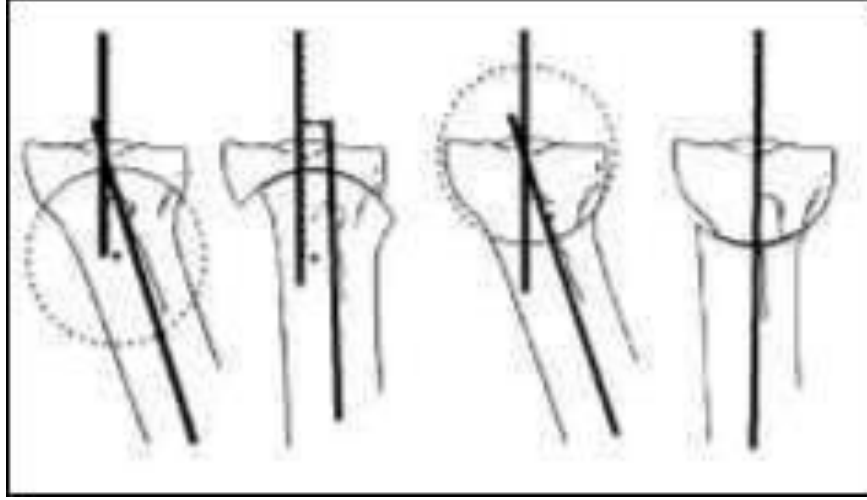
Patella baja gelişmesi riski mevcuttur.

Olası TDP cerrahisi için patellanın devrilmesini güçleştirmektedir.

%10-60 arasında bildirilmiş komplikasyonlar arasında peroneal sinir hasarı, kompartman sendromu, gecikmiş kaynama, kaynamama ve eklem içi kırıklar bulunur.

Kapalı Kama Varizasyon Osteotomisi: Lateral kompartman artrozlu ve valgus deformiteli hastalar için uygulanır. Merkezi proksimal tibia ve femur iç kondili arasında olan eğik kesi ile girilir. Safen sinirinin infrapatellar dalı korunmalıdır. Tibia proksimali iç yan bağın önünden ortaya çıkarılarak osteotomize edilir. İç yan bağda gevşemeye neden olabileceğinden dikkat edilmelidir.

Kubbe (Dome) Osteotomisi: Minimal kemik kaybı ile tibianın uzunluğunu koruyarak yapılan osteotomidir. Başlangıçta fibula 1/3 orta kısımdan kesi yapılır. Patellar tendon medial ve lateralinden tibia üst ucuna ulaşılır. Kılavuz yardımıyla osteotomi hattı drillenerek hazırlanır. Açılan delikler arasından osteotomi uygulandıktan sonra, proksimal ve distalden geçirilen Steinman çivileri birbirine paralel hale getirilip eksternal fiksator ile tespit yapılır. (Şekil 15)



Şekil-15: Kubbe Osteotomisi.⁵⁵

Avantajları;

Kaynama için daha geniş bir yüzey oluşturur.

Kemik rezeksiyonu gerekmez.

35° ye kadar düzeltme yapılabilir.

Erken rehabilitasyon verilebilir.

Dezavantajları;

Teknik olarak güçtür.

Eklem içi kırıklar oluşabilir.

Patellar tendon çevresinde skar dokusu oluşturabilir.

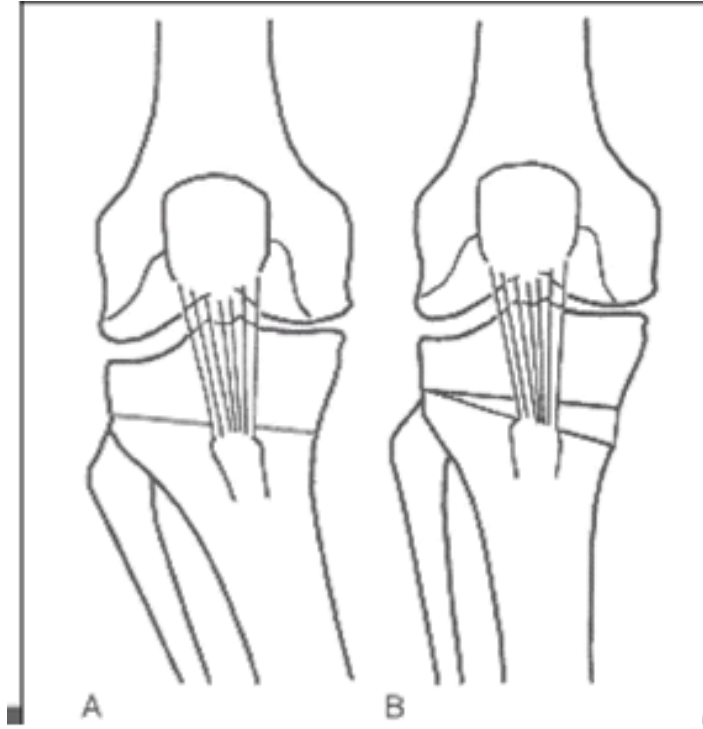
Düzeltilme sonrasında iatrojenik translasyonel deformite gelişebilir.

Fibular osteotomi gerekir.

Çivi dibi enfeksiyonu olabilir.

Medial Açık Kama Osteotomisi

Medial açık kama osteotomi (MAKO) 1987 Hernigou ve ark. tarafından popülerize edilmiş ve sonrasında giderek yaygınlaşmıştır. Günümüzde halen en sık kullanılan osteotomi şeklidir. Osteotomi sırasında lateral korteks sağlam bırakılır.^{2,12,56} Varus dizde gergin olan iç yan gevşetme yapılır. Gevşek olan iç yan bağ gerginliği istendiği takdirde yüzeysel bağın yapışma yeri korunarak gerginliği ayarlanabilir. Osteotomi, medio-lateral planda oblik veya transvers olarak düz bir hat üzerinde yapılabildiği gibi; tibial tüberkülün distal veya proksimal fragmanda bırakıldığı şekillerde uygulanabilir. Akut düzeltme sonrasında tespit için puddu plağı, tomofix plağı, C-plak, T-plak, L- plak ve kama veya blok destekli plakların kullanımı bildirilmiştir.



Şekil 16: Medial Açık Kama Osteotomisi.⁵⁷

Avantajları;

Fibula osteotomisine gerek yoktur. ^{2,58} Peroneal sinir hasarı beklenmez.

Aynı insizyondan ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılabilir. ^{3,59} PTE açısı değiştirilebilir.

Kısalık oluşturmaz.

Alçılmaya gerek yoktur.

İstenilen açı düzeltmesi 3 boyutlu olarak rahatlıkla yapılabilir.

Kasları ayırmaya gerek yoktur.

İleride yapılabilecek total diz protezi için gerekecek kemik stoğunu korur.

Erken rehabilitasyon verilebilir. ^{1,2,60}

Dezavantajları;

Uzun kaynama süresi

Greftleme gerekebilir.

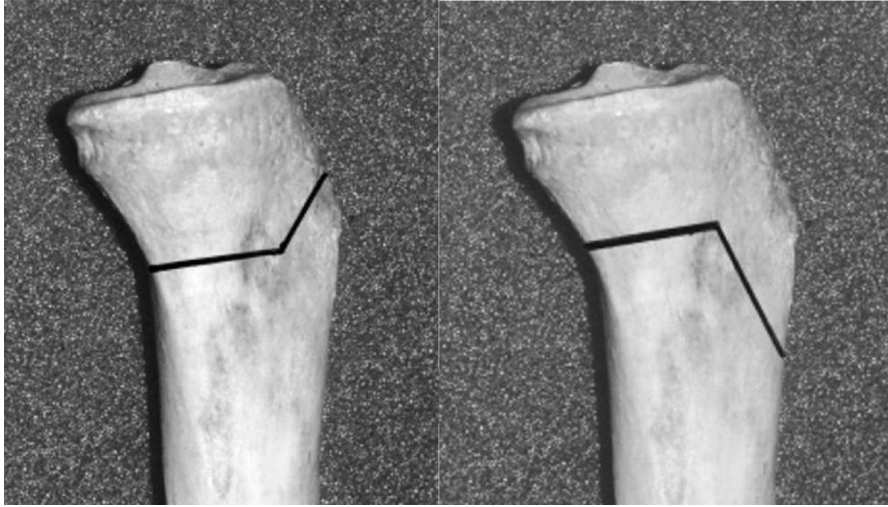
Ekstremitenin boyu uzar.

Patella hafif proksimale kayar.

Tek Planda Oblik Osteotomi: Hernigou, Fowler, Puddu ve tarafımızca uygulanan tekniktir.^{1,2,60} Medial eklem aralığının 3-4 cm distalinden başlayıp patellar tendonun tibial tüberküle yapışma yerinin üzerinden geçecek ve supero-lateralde, lateral eklem yüzeyinin yaklaşık 1-1,5 cm distali ile lateral tibia korteksinin 1 cm medialine ulaşacak şekilde osteotomi uygulanır.

Tek Planda Transvers Osteotomi: Koshino ve ark. tarafından tanımlanmıştır.⁶³ Operasyon postoperatif 10° valgus olacak şekilde planlanır. Hem medial hem de lateral parapatellar retinakuler gevşetme uygulanır. Proksimal tibia eklem yüzünün 20-25 mm distalinde transvers planda osteotomi hattı belirlenir ve lateralde %10'luk kemik sağlam kalacak şekilde tibia osteotomize edilir.

Biplanar Açık Kama Osteotomisi: Lobenhoffer ve ark.'nın popülarize ettikleri bir uygulamadır. Düz oblik osteotomi yerine tibial tüberkülün distal fragmanda bırakıldığı iki planlı bir osteotomi yöntemidir. Bu teknikte, tibial osteotomi daha distalden başlar ancak yönelimi yine lateral eklem köşesinin 1,5 cm distaline doğrudur. Standart oblik osteotomiden farkı, tibial tüberkül ile birlikte tibia anterior 1/3'ünün distal fragmanda bırakan, ilk osteotomiye 130° açı yapacak şekilde ikinci bir osteotomi eklenmesidir. Bu tekniklerdeki genel amaç, patellar tendon boyunda kısılma ve tendonda gerilmelere engel olunarak patello-femoral basıncı azaltmaktır. Jacob ve Murphy'nin kapalı kama osteotomisinde tüberkül yüksekliğini, patellar yüksekliği ve Q açısını değiştirmedeği için uyguladıkları bu osteotomisi daha sonra Murphy tarafından tanımlanmıştır.⁴⁹



Şekil 17: Biplanar Açık Kama Osteotomisi.⁶¹

Hemikallotazis: MAKO yapıldıktan sonra monolateral eksternal fiksatorlerle tespit ve kallus distraksiyonu ile düzeltme yapılır. Kemik grefti gerektirmemesi ve istenen miktardaki düzeltme elde edilene kadar ameliyat sonrası dönemde ayarlamalar yapılabilmesine izin vermesi ile diğer yöntemlerden ayrılır. Çivi dibi enfeksiyonu ve hasta uyumu en büyük sorunlardır.⁵⁸

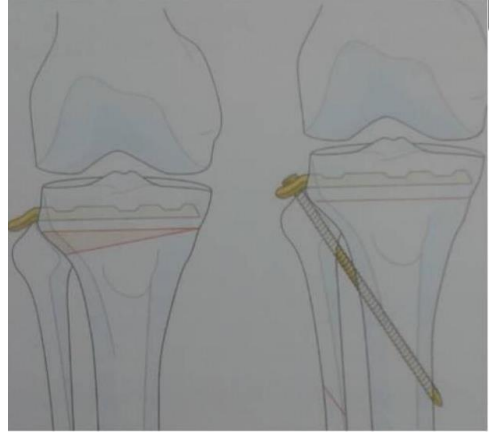
OSTEOTOMİNİN İNTERNAL VE EKSTERNAL TESPİTİ

İNTERNAL TESPİT YÖNTEMLERİ

U Çivileri: Coventry tarafından yapılan kapalı kama osteotomisi sonucu oluşan basamaklı kemik dokusunun oluşması sonucu yaygın kullanım kazanmıştır. Kapalı kama osteotomilerinde bir veya iki basamaklı U çivisi ile eğer medial korteks sağlam ise yeterli fiksasyon sağlanabilir.



Resim 7: U Çivisi.⁵⁷



Şekil-18: Giebel Plağı.⁵⁷

Giebel Plağı: Güvenli bir tespit için medial korteksin bütünlüğünün korunması gereklidir. Ekleme paralel çakılan bıçağı ve osteotomi hattına paralel gönderilen vidalarla kompresyon sağlar.

Kama veya blok kullanıldığında osteotomi hattında oluşan basamak ve plağın kemiğe uyumu sayesinde basit plaklar ile kıyaslandığında daha rijit bir fiksasyon sağlar. Koshino ve Esenkaya tarafından geliştirilen özel tipleri vardır.⁶¹ 55 mm kama boyu, 70 mm uzunluğu olan plak, arkaya doğru 30° açı yaparak tibia üst ucu anatomisine uyumlu bir hale getirilmiştir.

Plak ile tespit yapılırken tibia üst ucuna uygun olarak yapılan T veya L şeklindeki plaklarda mevcuttur.



Resim 8: AO Kamalı Plak.⁵⁷

Plak, oluşan basamağa göre şekillendirilmezse vidalar yerleştirildiği zaman, osteotomi planında kayma olur ve sağlanan düzeltme kaybolur. Bunun sonucunda psödoartroz veya malunion görülebilir. Daha sağlam bir tespit sağladığı için rehabilitasyon güvenli olur. Kapalı kama osteotomisinde veya medialden açma osteotomisinde kullanılan bir tespit yöntemidir.



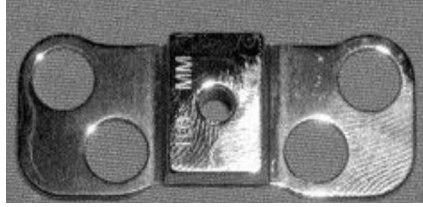
Resim 9: Anatomik plak. (kou arşivi)



Resim 10: TomoFix Plak.⁵⁷

Tomofix: Plak tasarımında proksimalde 3 adet kilitli, 1 adet kombine; distalde ise 4 adet kombine delik mevcuttur. Plak şekli itibari ile 10° valgus düzelmesi sağlayacak şekilde proksimal tibia anatomisine uygundur. Plağın 38° lik proksimal eğimi ise proksimal tibia ortalama çapı ile uyumludur.

Puddu Plağı: Puddu plağında proksimal ve distalde ikişer delik vardır. Proksimaldeki delikler 6,5 mm'lik spongiz vida, distal dekiler ise 4,5 mm'lik kortikal vida uyumludur. Plakta 4 mm derinliğinde ve sırasıyla 5/7,5/10/11/12,5 ve 15 mm yüksekliğinde metal bloklara göre seçim yapılır.



Resim 11: Puddu Plak.⁶²

Owo plağı: TST firması tarafından üretilen bloklü plağın Kalınlığı 3.0 mm, genişliği 20.0 mm, delikler arası mesafesi 35.0 mm'dir. Proksimalde üç adet 6,5 mm 'lik spongioz vida delikleri ve distalde 2 adet 4,5 mm 'lik kortikal vida deliği olmak üzere 5 adet vida deliği vardır. 8 mm'den 15 mm'ye kadar dört farklı boyda blok seçeneği vardır. 2 adet vida ile blok plağa tespit edilmektedir. Bloklü plak sayesinde osteotomi sonrası korreksiyon kaybı daha az gözlenir.



Resim 12: Owo Plak. (kou arşivi)



Resim 13: Obifix plak(kou arşivi)

Obifix bloklu plak: 3 adet proksimalde spongioz kilitli vida deliği vardır. Plak gövdesinde 3 tanesi kilitli toplam 5 delik mevcuttur. Gövdedeki birinci delik bloğun plağa fiske edilmesini sağlar. Kalınlığı 3,1 mm, genişliği 34.1 mm ve uzunluğu 68,8 mm'dir. Blok genişliği 5 mm'den başlamaktadır. 18 mm kalınlığa kadar ebatları vardır. Blok uzunluğu 29 mm'dir. Blok ön/arka kalınlığı oranı 2/3 'tür.

EKSTERNAL TESPİT YÖNTEMLERİ

Eksternal Fiksatorler (Uniplanar veya İlizarov Tipi): Rijit tespit sağlamasıyla, diz eklemine erken hareket ve yük verilebilir. Gerekirse açının ameliyattan sonra erken dönemde düzeltilmesi mümkündür. Hasta uyumu çivi dibi enfeksiyonu gibi dezavantajlarına rağmen, kubbe osteotomisi uygulanan olgularda en iyi tespit yöntemidir.

GREFT UYGULAMASI

Osteotomi hattı otojen iliak, allogreft veya kemik yerine geçen doldurucularla doldurulur. Aynı taraf iliak kristasından otogreft alınabilir ya da banka veya sentetik kemik greftleri kullanılabilir.^{12,59,60,62,63,64} Hernigou ve ark.⁶⁰ distraksiyon sonrası oluşan boşluğun iliak kristadan alınan kortikospongioz yapıdaki greft ile doldurulmasını önermiştir. Franco ve Fowler 7,5 mm ve altındaki distraksiyonlarda greftleme önermiştir.^{1,55} Spahn ise 12°'nin altındaki düzeltmelerde greft kullanmanın gerekli olmadığını bildirmişlerdir.⁶⁵ 7,5-10 mm'lik açılmada tibiadan alınan lokal spongioz greft ⁶⁶, 12,5 mm ve üzerinde spongioz kemikle güçlendirilmiş hidroksiapatit ve trikalsiyumfosfat karışımını veya 12,5°'den fazla düzeltme gereken olgularda aynı taraf iliak kristasından greft alan yazarlar vardır.^{2,66,67}

KOMPLİKASYONLAR

Yetersiz düzeltme, aşırı düzeltme, düzeltme kaybı, kaynama sorunları, nörovasküler komplikasyonlar, kompartman sendromu, eklem içi kırıklar, Dvt / pulmoner emboli, ameliyat sonrası instabilite, eklem sertliği, avaskülerite, yara yeri enfeksiyonu, medial ve lateral korteksin kırılması, patella infera/supera.

4. GEREÇ VE YÖNTEM

HASTALAR VE METOD

Bu çalışmada 2008-2017 tarihleri arasında Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde aynı cerrah ve ekip tarafından medial açık kama yüksek tibial osteotomi uygulanan 317 hastanın 348 dizi retrospektif olarak değerlendirildi. 198 hastanın 211 dizi çalışmaya dahil edildi. Çalışma için 27 Aralık 2017 tarihinde etik kurul onayı (GOKAEK-2017/16.17 2017/353) alındı. Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri; uygulanmış olan yüksek tibial osteotomi sırasında tespit için bloklu plak kullanılması, posterior tibial eğim açısının istemli olarak değiştirilmemiş olması, kırığa sekonder gelişen deformite sonrası MAKO uygulanmaması, daha önce tibiaya ve femura cerrahi bir girişim yapılmamış olması, bunlarla birlikte preoperatif ve postoperatif değerlendirmeye uygun lateral direkt grafilerin elde edilebilmiş olması göz önünde bulunduruldu.

Posterior tibial eğim açısının ölçümü için hastaların preoperatif ve rutin kontrollerinde postoperatif tibianın proksimal 15 cm'lik kısmını içeren tam lateral diz grafileri TOSHIBA® RADREX röntgen cihazı ile çekildi. *SECTRA WORKSTATION IDS7* sürüm 17.3.12.1979 kullanılarak hastaların grafilerinden ölçümler yapıldı. Medial tibia plato çizgisi ve TPAA çizgisi kullanılarak yapılan posterior tibial eğim açısı değeri tomografi ile yapılan ölçümlerle iyi korelasyon göstermesi nedeniyle, ölçümde TPAA çizgisi kullanılmıştır.^{1,67,68,69}

Ameliyat Öncesi Hazırlık

Bütün hastalardan başvuru anında ayrıntılı hikayeleri alınıp, özgeçmiş ve soygeçmiş bilgileri sorgulandı. Cilt bütünlüğü, ekstremitenin nörovasküler durumu ve çevre yumuşak dokuları değerlendirildi. Dizde ağrı yapabilecek bel, kalça ve ayak sorunları açısından bu bölgelere ait muayeneler yapıldı. Ardından diz eklemi; hareket açıklığı, eklem sertliği, krepitasyon, quadriceps kas atrofisi, alt ekstremitte uzunluğu ve dizilimi, varus-valgus stabilitesi, anteroposterior stabilite menisküs muayeneleri yapılarak değerlendirildi.

Western Ontario Mc Masters OA İndeksi (WOMAC), Visual Analogue Scale (VAS) ve Kellgren-Lawrence skorları ile nesnel olarak incelendi. Hemogram, biyokimya, koagülasyon parametreleri, PAAC grafileri ve EKG'leri çekildi. Gerekli görülen kliniklere konsülte edildi. Hastalar için 1 ünite ES hazırlığı yapıldı.

Cerrahi Teknik

Tüm hastalara ameliyat öncesi antiembolik orta basınçlı çorap (BENEFİC® DİZÜSTÜ) giydirildi. 1 saat önce 1 gr sefazolin sodyum intravenöz (EQIZOLIN®) olarak uygulandı. Flororoskopiye uyumlu (BİCAKCILAR SURGILINE 3000) masaya alındı. Genel veya rejyonel anestezi altında supin pozisyonda, hava basınçlı turnike (VBM® 5800 Tükiye) manşonu sarıldı. Daha sonra saha temizliği ve örtümünü yapıldı. İlk olarak anterolateral ve anteromedialdeki uygun portallerden girilerek diz eklemine artroskopik muayenesi yapıldı. Patellafemoral eklem tibiofemoral eklem medial ve lateral kompartmanları incelendi. Kıkırdak dokuların bütünlüğü, kalınlığı, düzeni, meniskal dejenerasyon, OCD, plika ve ön-arka çapraz bağ bütünlüğü değerlendirildi.

Anteromedial longitudinal insizyon yapıldı. İnsizyonun eklem seviyesinden başlamasına ve iç yan bağın anteriorunda kalmasına dikkat edildi. Tibia üzerinde periost kısa parçası arkaya bakan ters "L" şeklinde kesildi, iç yan bağın yüzeyel ön lifleri kesilerek pes anserinusun yapışma yerinin birkaç mm üzerine kadar sıyrıldı.



Resim 14: Cerrahi esnasında K tellerinin floroskopi görüntüsü (KOÜ arşivi)

Ardından tibia posterioruna künt uçlu Hoffman ekartör yerleştirildi. Skopi (Simens® Cios Connect) kontrolünde tibial eklem yüzüne paralel 1,5 cm distalinden geçen 1 adet K teli gönderildi. Daha sonra medial eklem seviyesinin yaklaşık 3 cm distalinden proksimal-lateral yönünde lateral kortekse 1 cm mesafe kalacak şekilde birbirine paralel iki adet K teli daha gönderildi.



Resim 15: Cerrahi esnasında osteotomların yerleştirilmesi. (KOÜ arşivi)

Kesici motorun oluşturacağı ısınmaya bağlı kaynama sorunu oluşturmamak için tüm kesileri (anterior, medial ve posterior korteks) osteotomla tamamlamayı tercih ettik. Posteriodaki yapıları korumak için ucu saat yönünün tersine 90 derece yatmış L şeklinde osteotom kullandık. Retrotüberkül osteotomisi için 20 mm'lik ince uçlu osteotom kullandık. Menteşe özelliğinden yararlanmak için lateral korteksin sağlam bırakılmasına özen gösterilmeye çalışıldı. Osteotomi aralığını genişletmek için skopi eşliğinde uygulanan iki osteotom arasına üçüncü veya gerekirse dördüncü osteotomu yerleştirdik. Osteotomi hattı her 1 mm, 1° düzeltme sağlayacak şekilde açılma sağlandıktan sonra osteotomi hattından hastaya göre değişen miktarlarda spongiöz greft aldık. Tespiti obifix (açılı) veya owo (açısız) bloklu plak kullanarak yaptıktan sonra osteotomi sahasına alınan greftleri yerleştirdik. Hemovac dren anterolateral portal kullanılarak eklem içerisine konulduktan sonra katları kapattık.



Resim 16: Cerrahi esnasında bloklu plak ile fiksasyonun sağlanması.(koü arşivi)

Ameliyat Sonrası Takip

Post operatif 72 saatlik dönemde hastaların opere edilen ekstremitelerine elevasyon ve soğuk uygulama yapıldı. Ortalama olarak 3 gün boyunca hastanede yatırılarak 1 gr sefazolin sodyum 2x1 (EQIZOLIN®) şeklinde intravenöz olarak uygulandı. Post operatif 24. saatte başlamak üzere düşük molekül ağırlıklı heparin (CLEXANE® 4000 ANTI-XA IU/0,4 ML) 5 hafta boyunca uygulandı. Antiembolik (BENEFİC® DİZÜSTÜ) çorapların 8 hafta süreyle hasta tam mobilize olana kadar giyilmesi önerildi.

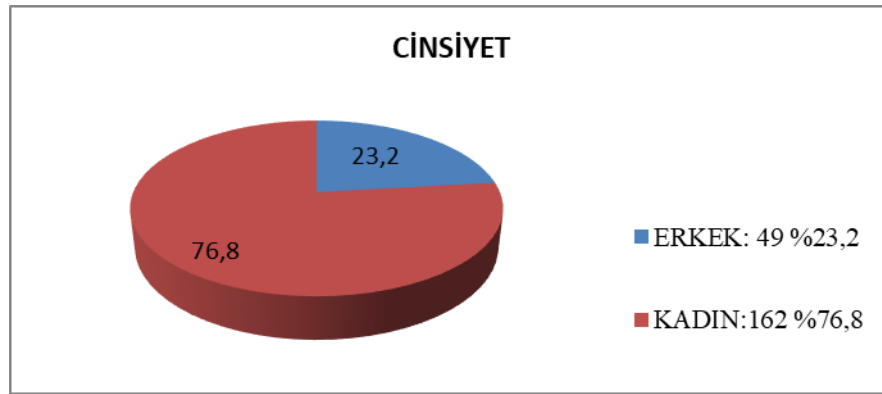
Ertesi gün izometrik quadriceps güçlendirme egzersizlerine başlandı. İlgili ekstremiteye yük vermeden hasta mobilize edildi. Diz fleksiyonuna post operatif 1.günde başlandı. Ameliyat sonrası 8. haftada tam yük verildi. Kaynama 8. hafta ve 3. ayda çekilen grafilerle kontrol edildi. Western Ontario Mc Masters OA İndeksi (WOMAC) LK 3,0 ve VAS skorları tekrarlandı.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme, (IBM SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı ile yapıldı. Normal dağılıma uygunluk testi Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirildi. Nümerik değişkenler Ortalama +/- standart sapma ve medyan (25. persantil - 75. persantil) ve frekans (yüzdellikler) olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma sahip olmayan nümerik değişkenler için ise Mann Whitney U Testi ile ve kategorik değişkenler Fisher Exact ve Yates Kikare analizi ile değerlendirildi. $p < 0.05$ istatistiksel olarak önemlilik için yeterli kabul edildi.

5. BULGULAR

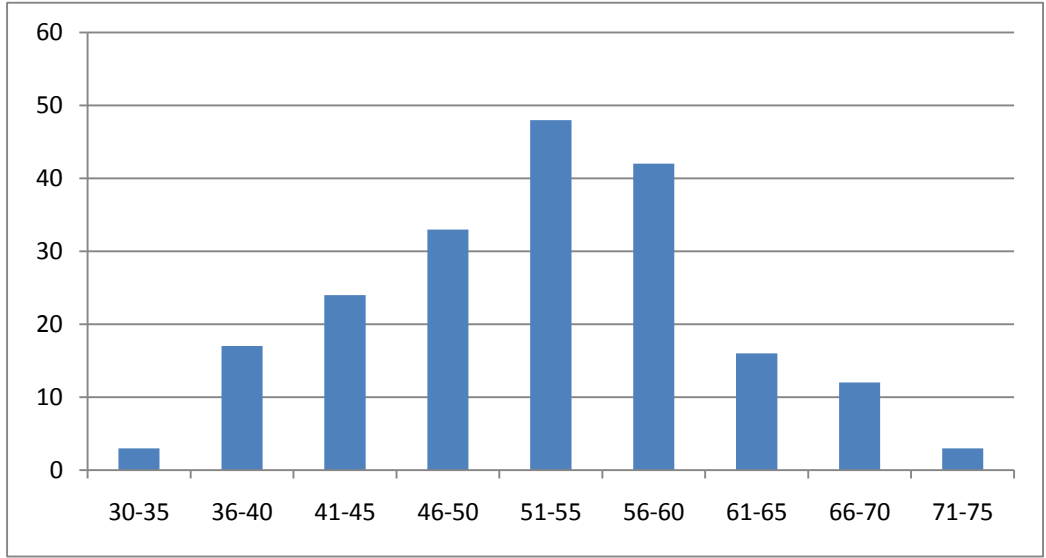
Kocaeli Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD'da 2008 ile 2017 yılları arasında medial gonartrozu nedeniyle medial açık kama osteotomisi ile tedavi edilen ve tespit için bloklu plak kullanılan 198 hasta (211 dizi) çalışmaya alındı. Hastaların 49'u (%23,2) erkek, 162'si (%76,8) kadındı.



Grafik 1: Çalışmaya dahil edilen hastaların cinsiyet dağılımı.

98 hastanın (%49,4) sağ dizi, 13 hastanın (%6) her iki dizi, 87 hastanın (%43,9) sol dizi opere edildi. Hastaların ameliyat olduğu dönemdeki yaş ortalamaları; 51,22 ($\pm 9,54$) yıl, ortalama takip süreleri 32 (6-74) ay olarak hesaplandı.

Cinsiyete göre hasta yaş ortalamalarına bakıldığında erkek popülasyonunun yaş ortalaması 45 yıl ($\pm 11,46$), kadın popülasyonunun 52 yıl ($\pm 8,31$) idi. Yaş ortalamasının kadın popülasyonunda daha yüksek olduğu görüldü.



Grafik 2: Hasta sayısının yaşa göre dağılımı.(N/YAŞ)

CİNSİYET		YAŞ	
E	N	Valid	49
		Missing	0
	Mean		46,08
	Median		45,00
	Std. Deviation		11,469
	Percentiles	25	37,00
75		55,00	
K	N	Valid	162
		Missing	0
	Mean		52,78
	Median		52,00
	Std. Deviation		8,316
	Percentiles	25	48,00
75		58,00	

Tablo 2: Hastaların cinsiyetlerine göre yaş ortalamaları.

Medial açık kama tibial osteotomi yapılan dizlerin fiksasyonuna bakıldığında 186 tane açılı bloklu plak, 25 tane açısız bloklu plak kullanılmıştır. Açılı bloklu plakların 17 tanesinde 12 mm, 169 tanesinde 10 mm blok kullanılmıştır.

			Plak türü		Toplam
			AÇILI	AÇISIZ	
CİNSİYET	E	Count	44	5	49
		Expected Count	43,2	5,8	49,0
		% within PlakNo	23,7%	20,0%	23,2%
	K	Count	142	20	162
		Expected Count	142,8	19,2	162,0
		% within PlakNo	76,3%	80,0%	76,8%
TOTAL	Count	186	25	211	
	Expected Count	186,0	25,0	211,0	
	% within PlakNo	100,0%	100,0%	100,0%	

Tablo 3: Açılı ve açısız bloklu plakların kullandığı hastaların dağılımı.

Hastaların grafilерinden ölçümler yapıldı. Ameliyattan önce posterior tibial eğim (Slope) açısı ortalama 9,50° (6,9-12,5 perc.) ölçüldü. Erkek popülasyonunda 10° (7,3-12,95 perc.), kadın popülasyonunda 9,3° (6,8-12,32 perc.) ölçüldü.

CİNSİYET		Ameliyat öncesi PTE açısı	
E	N	Valid	49
		Missing	0
	Mean	10,3388	
	Median	10,0000	
	Std. Deviation	3,56019	
	Percentiles	25	7,3000
		75	12,9500
K	N	Valid	162
		Missing	0
	Mean	9,5994	
	Median	9,3000	
	Std. Deviation	3,87750	
	Percentiles	25	6,8000
		75	12,3250

Tablo 4: Ameliyat öncesi ölçülen PTE açısı değerleri.

Ameliyat öncesi yapılan ölçümlerdeki proksimal tibia posterior eğim açısının; yaş, cinsiyet, taraf, medial proksimal tibial açı (mMPTA) ile arasında korelasyon saptanmadı.

Hypothesis Test Summary			
Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1 The distribution of PREOP SLOPESamples is the same across categories of CINSİYET.	Independent-Mann-Whitney U Test	,233	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Hypothesis Test Summary			
Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1 The distribution of PREOP SLOPESamples is the same across categories of TARAF.	Independent-Mann-Whitney U Test	,503	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Tablo 5: Ameliyat öncesi ölçülen PTE açısının cinsiyet ve taraf ile ilişkisi.

Correlations				
	CINSİYET			PTE açısı
Spearman's rho	E	AMELİYAT ÖNCESİ mMpta VARUS	Correlation Coefficient	,122
			Sig. (2-tailed)	,404
			N	49
		YAŞ	Correlation Coefficient	,015
			Sig. (2-tailed)	,916
			N	49
	K	AMELİYAT ÖNCESİ mMpta VARUS	Correlation Coefficient	,009
			Sig. (2-tailed)	,907
			N	162
		YAŞ	Correlation Coefficient	-,010
			Sig. (2-tailed)	,898
			N	162

Tablo 6: Ameliyat öncesi ölçülen PTE açısının yaş ve mMPTA ile korelasyonu.

Ameliyattan önce ve sonra mMPTA ölçülmüştür. Ameliyat öncesi ortalama 2° (1,1-3,1 perc.) varus, ameliyat sonrası ortalama 6,7° (4,7-7,6 perc.) valgus olduğu görüldü. Ortalama 8,54° düzeltme sağlandığı görüldü.

		YAŞ	mMPTA VARUS	mMPTA VALGUS
N	Valid	211	211	211
	Missing	105	105	105
Mean		51,22	2,2332	6,3374
Median		52,00	2,0000	6,7000
Std. Deviation		9,546	1,57457	2,22781
Percentiles	25	46,00	1,1000	4,7000
	75	58,00	3,1000	7,6000

Tablo 7: Ameliyat öncesi ve sonrası mMPTA ölçüm değerleri.

Cinsiyet, plak farkı, blok kalınlığı baz alındığında Mann Whitney-U Testine göre PTE açısı tüm hasta gruplarında benzer dağılım gösterdi. Tespitte açılı bloklu plak kullanılan grupta ameliyat öncesi posterior tibial eğim açısı ortalama 9,55° (7-12,42 perc.), açısız bloklu plak kullanılan grupta 8,7° (6,7-12,8 perc.) bulundu.

PlakNo		AMELİYAT ÖNCESİ PTE AÇISI	
AÇILI BLOKLU PLAK	N	Valid	186
		Missing	0
	Mean		9,7742
	Median		9,5500
	Std. Deviation		3,82522
	Percentiles	25	7,0000
		75	12,4250
AÇISIZ BLOKLU PLAK	N	Valid	25
		Missing	0
	Mean		9,7480
	Median		8,7000
	Std. Deviation		3,77824
	Percentiles	25	6,7000
		75	12,8000

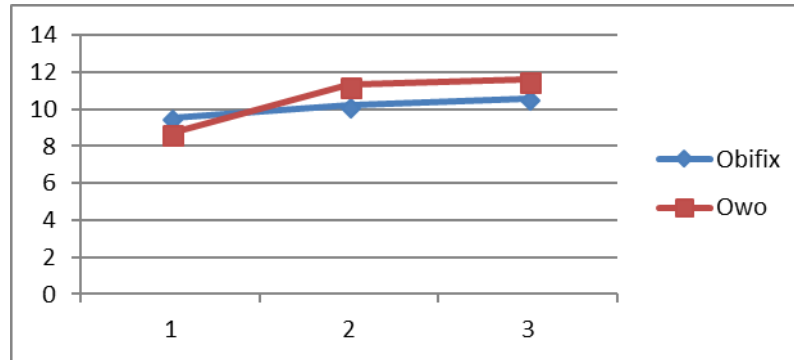
Tablo 8: Açılı ve açısız bloklu plak uygulanan hastaların ameliyat öncesi PTE açısı.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of PREOP SLOPE is the same across categories of PlakNo.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,747	Retain the null hypothesis.

Tablo 9: Ameliyat öncesi ölçülen PTE açısının plaklar arasındaki dağılımının değerlendirilmesi.

Ameliyat öncesi ölçülen PTE açısı açılı bloklu plak kullanılan grupta ortalama $9,55^\circ$ (7,00–12,42 perc.) bulunmuştur. Ameliyat sonrası ölçülen PTE açısı ortalama $10,2^\circ$ (7,60–12,62 perc.) bulunmuştur. Son takipte bakılan PTE açısı $10,65^\circ$ (7,90–12,95 perc.) bulunmuştur.

Açısız bloklu plak kullanılan grupta ise değerler ameliyat öncesi $8,7^\circ$ (6,70 –12,8 perc.), ameliyattan hemen sonra $11,3^\circ$ (8,15–15,65 perc.), son takip zamanında $11,60^\circ$ (6,85–15,25perc.) bulunmuştur.



Grafik 3: Kullanılan plaklara göre ameliyat öncesi (1), ameliyattan hemen sonra (2), son takip zamanında (3) ölçülen PTE açıları.

Statistics					
PlakNo			AMELİYAT ÖNCESİ PTE AÇISI	AMELİYAT SONRASI PTE AÇISI	SON TAKİP PTE AÇISI
Açılı	N	Valid	186	186	186
		Missing	0	0	0
	Mean		9,7742	10,1839	10,6812
	Median		9,5500	10,2000	10,6500
	Std. Deviation		3,82522	4,03532	3,88754
	Percentiles	25	7,0000	7,6000	7,9000
		75	12,4250	12,6250	12,9500
Açısız	N	Valid	25	25	25
		Missing	0	0	0
	Mean		9,7480	11,9320	10,8200
	Median		8,7000	11,3000	11,6000
	Std. Deviation		3,77824	4,28444	4,74710
	Percentiles	25	6,7000	8,1500	6,8500
		75	12,8000	15,6500	15,2500

Tablo 10: Plak çeşidi ile PTE açılarının karşılaştırılması.

Posterior tibial eğim açısı değişiklikleri Wilcoxon Signed Ranks Test ile değerlendirildiğinde; açılı bloklu plak kullanılan hasta grubunda ameliyat öncesi ve sonrası ölçümler arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Açısız bloklu plak ile fiksasyonu yapılan hasta grubunda ise PTE açısındaki bu artış Wilcoxon Signed Ranks Testine göre anlamlı bulunmuştur. ($p < ,000$)

Test Statistics ^a		
PlakNo		AMELİYAT ÖNCESİ- AMELİYATTAN HEMEN SONRA
AÇILI	Z	-1,357 ^b
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,175
AÇISIZ	Z	-3,876 ^b
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Tablo 11: Plak çeşitlerine göre posterior tibial eğim açısı değişikliğinin analizi.

a. Wilcoxon Signed Ranks Test, b. Based on negative ranks.

Ameliyattan hemen sonra ve son takip zamanında bakılan PTE açısı değerleri arasındaki artış anlamlı bulunmuştur.

Correlations				
			AMELİYATTAN HEMEN SONRA SONRA PTE AÇISI	SON TAKİP PTE AÇISI
Spearman's rho	AMELİYATTAN HEMEN SONRA PTE AÇISI	Correlation Coefficient	1,000	,963**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	211	211
	SON TAKİP PTE AÇISI	Correlation Coefficient	,963**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	211	211

Tablo 12: Ameliyattan hemen sonra ve son takipte ölçülen PTE açısı derecelerinin analizi.

Posterior tibial eğim açısının açılı bloklu plak kullanılan grupta değişmemesi üzerine daha dar bir grupta çalışma yapılmıştır. Açılı bloklu plak kullanılan gruptaki 186 hastanın 17'sinde blok kalınlığı 12 mm olarak seçilmiştir. Diğer 169 hastada kullanılan blok kalınlığı 10 mm'dir. Bu 17 hastada belirtilen zaman aralıklarında ölçülen posterior tibial eğim açısındaki değişikliklerin de istatistiksel önem arz etmediği tespit edilmiştir.($p < ,177$)

Test Statistics ^a	
	Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası PTE açısı
Z	-1,350 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,177

Tablo 13: 12 mm açılı bloklu plak kullanılan hastalarda PTE açısının değerlendirilmesi. a. Wilcoxon Signed Ranks Test, b. Based on negative ranks.

Hastalarımızda ölçülen posterior tibial eğim açısındaki değişikliğin ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası frontal plan deformite düzeltme oranımızla korelasyonunu değerlendirdik. Varus düzeltme ve posterior tibial eğim açısı değişikliği arasında bir ilişki saptanamadı.($p < ,484$)

Correlations			
		PTE açısı	mMPTA
PTE açısındaki değişiklik	Pearson Correlation	1	-,048
	Sig. (2-tailed)		,484
	N	211	211
mMPTA değişimi	Pearson Correlation	-,048	1
	Sig. (2-tailed)	,484	
	N	211	211

Tablo 14: Varus düzeltme ile PTE açısı arasındaki korelasyon.

6. TARTIŞMA

Medial açık-kama proksimal tibia osteotomisi, medial kompartman osteoartriti olan genç ve aktif hastalarda kullanılan bir tedavi seçeneğidir. Kapalı kama osteotomisine göre; peroneal sinirin tehlikede olmaması, proksimal tibiofibular eklemin ve lateral bağların korunması, tam bir düzeltme sağlayabilmesi gibi avantajları vardır. Posterior tibial eğim açısını arttırması önemli dezavantajları arasında sayılabilir.^{3,63}

PTE açısının artışı stabil dizlerde, biyomekanik ve kinematik değişikliğe neden olur. Bu değişiklikler belirli bir bölgedeki yük yoğunluğundan dolayı nispeten olumsuz sonuçlar doğurur. Biyomekanik çalışmalar, yüksek tibial osteotomi sonrası eğim değişikliklerinin üç ana etkisini göstermiştir. 1) Translasyon: Eğim açısı ne kadar büyük olursa, hem ACL-sağlam hem de ACL-yetersiz dizlerde anterior translasyon daha fazla olur. 2) İkinci etki, eklem yüzeyi üzerindeki mekanik yük dağılımında bir değişikliktir. Artan eğim tibiofemoral temasın anterior kaymasına yol açar tibia platosunun öne translasyonuna neden olur. Femur posterior kondile binen yük azalır. 3) Üçüncü etki, dizin ekstansiyonu üzerinedir. PTE açısı artışı sonrası ekstansiyon azalır. Giffin ve ark. yaptığı bir çalışmada PTE açısı 9° 'den 13° 'ye yükselttikten sonra, sadece 200 N'luk (vücut ağırlığının yaklaşık 1/4) bir kuvvet ile tibianın anteriora in vitro olarak 3 mm yer değiştirdiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda 5° 'ye kadar PTE açısı artışında, ACL ve PCL'deki yerinde kuvvetleri değiştirmediklerini iddia etmişlerdir.⁷⁰ PTE açısı artışı için yapılan başka bir biyomekanik çalışmada 10 derecelik bir PTE açısı artışı durumunda ve dize binen yük vücut ağırlığının 3 katı ulaştığı zaman ACL'yi geren 0,5 vücut ağırlığı boyutunda bir kesme kuvveti oluştuğu bildirilmiştir.⁷¹ Hashemi ve ark., büyük PTE açısına sahip insanların ÖÇB'nin kopma ihtimalinin çok yüksek olduğunu bildirmişlerdir.⁷² Benzer şekilde, Agneskirchner ve ark. in vitro PCL transeksiyonunu takiben tibianın posteriora sublüksiyonunun, PTE açısının 5 derece arttırılarak nötralize edilebileceğini iddia etmişlerdir.⁷³ PTE açısının artışıyla, eklem içi basınç ilişkisinin çalışıldığı bir kadavra çalışmasında; 5 ° 'lik bir artış medial kompartmandaki basınç merkezini 4.5 mm öne taşıdığı gösterilmiştir. Tibial eğimin artması tibianın anteriora translasyonu ile sonuçlanmıştır. Yüksek tibia osteotomi sırasında, tibial eğimde değişiklikler hem medial hem de lateral

kompartmentteki basınç merkezini önemli ölçüde değiştirdiği ve diz kinematiklerini etkilediği görülmüştür.⁷⁴

Biz çalışmamızı yaparken PTE açısının arttığı ve artmadığı hasta gruplarında klinik fonksiyonel skorlamalarda bir fark tespit etmedik. Literatürde fonksiyonel skorlamaların yapıldığı çalışmaların sonuçları bildirilmiştir. PTE açısının farklı olduğu üç farklı tespit yöntemiyle yapılan MAKO sonrası fonksiyonel skorların aynı olduğu görülmüştür.⁷⁵ Smith ve ark. yaptığı çalışmada PTE açısındaki değişikliğinin ağrı, fonksiyonel skor veya komplikasyonlar dahil olmak üzere herhangi bir klinik sonuç açısından anlamlı olmadığı bildirilmiştir.⁷⁶ Başka bir çalışmada MAKO sonrasında tibial eğim açısı ve patellar yükseklik değerlerindeki değişikliklerin kısa dönem hasta memnuniyetini olumsuz etkilemediği bildirilmiştir.⁷⁷ Diğer bir çalışmada ise PTE açısı artışının uzun dönem klinik sonuçlar ile arasında herhangi bir ilişki olmadığı iddia edilmiştir.^{78,79}

Medial açık kama proksimal tibia osteotomisi sırasında PTE açısının değiştirilmemesi için son zamanlarda navigasyon kullanılarak yapılan bazı kadavra^{80,81,82,83} ve biyomekanik çalışmalar^{84,85,86} yazarlarca bildirilmiştir. Navigasyon sistemlerinin konvansiyonel yöntemlere kıyasla gelişmiş mekanik eksen hizalanmasını ve daha iyi kontrol ettiği bildirilmiştir.⁸⁷ Çalışmamızda navigasyon sistemi kullanmadık.

Posterior tibial eğim açısı ölçümünün medial platodan yapılması konusunda genel bir kanı var olmasına karşın, baz alınacak longitudinal hat konusunda görüş farklılıkları vardır. Migaud ve ark.⁸⁸ tüm anatomik aksı, Dejour ve Bonnin⁸⁹ tibia proksimalinin anatomik aksını, Moore, Harvey ve Goutallier ile ark.^{90,91} tibianın ön kenarını, Hernigou ve ark.⁶⁰ tibianın arka kenarını, Julliard ve ark.⁹² tüm tibianın anatomik aksını, referans olarak almışlardır. Biz çalışmamızda korelasyon değeri en yüksek olan, lateral diz grafisindeki pratik ölçümü bize sağlayabilen TPAA baz alınarak yapılan ölçümü kullandık. MAKO cerrahisinde PTE açısını ölçmek için kullanılan bu teknik daha önce tanımlanmıştır.^{1,69,93,94} 30 derece fleksiyonda çekilmiş, posterior kondillerinde üst üste geldiği rotasyondan etkilenmeyecek tam yan grafilerin PTE açısı ölçümü için kullanılması hem güvenilirlik, hem tekrarlanabilirlik hem de maliyet açısından tercih edilmesi gereken ölçüm tekniği olabileceğini düşünmekteyiz.

Preoperatif posterior tibial eğimi açısı farklı topluluklarda değişmekle birlikte; Hoffman' a göre normal tibial eğim 7 derecedir.⁹⁵ Laskin ve Rieger'e göre 8–10 derecedir.⁹⁶ Chiu ve arkadaşları medial plato için 14,8° ve lateral plato için 11,8° olduğunu bildirmişlerdir.⁹⁷ Kuwano ve arkadaşları tibial eğimi medial plato için 9° ve lateral plato için 8,1° olarak bildirmişlerdir.⁹⁸ Matsuda ve arkadaşları yaptıkları MRI çalışmasında medial plato için 10,7°, lateral plato içinse 7,2° eğim açısı bildirmişlerdir.⁹⁹ Genel olarak popülasyon normları 0° ile 18° arasında değişmektedir.⁹² Ülkemizde 44 kadavra tibiası kullanılarak yapılan morfometrik bir çalışmada median longitudinal aks kullanılarak bakılan posterior tibial eğim açısı 11,0±3,6° bulunmuştur. Türk toplumundaki posterior tibial eğim açısı hem erkeklerde hem de kadınlarda anterior, posterior ve median longitudinal eksenlere göre Çinlilerden ve beyaz ırktan farklı olduğu görülmüştür.¹⁰⁰ Bizim çalışmamızda preoperatif bakılan posterior tibial eğim açısı ortalama 9,50° derece (6,9°-12,5° perc.) olarak ölçüldü. Ameliyat öncesi bakılan PTE açısının yaş, cinsiyet, taraf, mMPTA ile arasında bir korelasyon bulunmadı. Bulgularımız literatür ile benzerdi.^{5,100} Birbirinden farklı sonuçların bulunması toplumlar arası farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi çalışmaların metotlarından da kaynaklandığı düşünülebilir. Bu hususta daha geniş serileri içeren kontrol gruplarının olduğu bir çalışma faydalı olabilir.

MAKO cerrahi prosedüründe PTE açısının artmasının literatürde birçok sebebi belirtilmiştir. 1) Proksimal Tibia Anatomisi; anteromedial korteks arka kortekse 45 ° açı yaparken lateral korteks tibianın arka kenarına neredeyse diktir. Bu nedenle, eşit ön tibial ve posteromedial boşluklara sahip medial açık-kama osteotomisinde eğim artıracaktır.^{94,101}

2) MAKO sırasında artan PTE açısı için bir başka olası sebep proksimal tibiaya cerrahi yaklaşım sırasında anteriorda kalınıyor olmasıdır. Kas ve damar hasarıyla ilgili kaygılardan dolayı, cerrahlar çoğunlukla posteriordaki yumuşak dokuları gevşetmemektedir. Bu nedenden ötürü posterolateral kortekse uygun bir osteotomi yapılamadığı yayınlar da belirtilmiştir.^{94,102} Ayrıca yetersiz posterior gevşetme sonrası gracilis ve semitendinous tendonları distal tibiayı çekerek iç rotasyona zorlamaktadır. Biz cerrahi sırasında posteriordaki yumuşak dokuların gevşetilmesine önem veriyoruz PTE açısının eksik yapılan gevşetmeden dolayı artabileceğini düşünmekteyiz.

3) PTE açısının korunmasında menteşe pozisyonunun bir diğer önemli husus olduğu düşünülmektedir. Biz hastalarımızda standart menteşe pozisyonunu sağlamaya çalıştık. Ho-Seung Jo ve ark. yaptığı bir çalışmada 1cm daha distal menteşe pozisyonu ve standart menteşe pozisyonu karşılaştırılmıştır. Distal menteşe pozisyonu ile yapılan MAKO'larda, tibia lateral korteks kırığı riski artmış olarak bulunmuştur. Gap oranı aynı olmasına karşın anlamlı derecede daha büyük posterior tibial eğime yol açtığı görülmüştür.¹⁰³

4) Osteotominin yönünün istenmeyen PTE açısı artışını sınırlandıran önemli bağımsız bir değişken olduğunu düşünmekteyiz. Biz cerrahimiz sırasında axial düzlemde posterior kortekse dik osteotomi yaparak uygun lateral menteşe pozisyonunu elde ettiğimizi düşünüyoruz. Literatürde yapılan çalışmalar posterolateral menteşe ekseninin, lateral menteşe eksenine göre posterior tibial eğim açısını artırma olasılığının daha fazla olduğu belirtilmiştir.^{104,105}

5) Osteotomi gap oranı; Bizim çalışmamızda yaptığımız değerlendirme sonucu olarak açılı bloklu plak kullanılan hastalarda ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası posterior tibial eğim açısında anlamlı bir fark tespit edilmedi. Sonuçlara bakıldığında ameliyat öncesi ölçülen posterior tibial eğim açısı açılı bloklu plak kullanılan grupta ortalama 9,55° (7,00°–12,42° perc.) bulunmuştur. Ameliyat sonrası ölçülen posterior eğim açısı ortalama 10,2° (7,60°–12,62° perc.) bulunmuştur. Açısız bloklu plak kullanılan grupta ise değerler sırasıyla 8,7° (6,70° –12,8° perc.) ve 11,3° (8,15°–15,65° perc.) bulunmuştur. Açılı bloklu plak grubundaki bu artışın istatistiki olarak anlamlı olmadığı, açısız bloklu plak grubundaki artışın anlamlı olduğu saptanmıştır. Osteotomi sahasında ön ve arka gap açılı bloklu plak grubunda aynı değildir. Posterior tibial eğim açısının korunması için gap oranının önemli olduğunu düşünmekteyiz. Bu hususta literatüre bakıldığında eşit ön ve posteromedial gap oranına sahip bir bloğun PTE eğim açısını artıracığı bildirilmiştir. İstenmeyen bu artışın önüne geçmek için anterior boşluğun, posteromedialin yarısı ile üçte ikisi kadar olması gerektiği belirtilmiştir.^{101,106,107}

6) PTE açısını etkileyen bir diğer faktörün, kullanılan kemik greftinin yerleştirilme yeri olduğunu belirten yazarlar mevcuttur. Chae ve ark. ve Noyes ve ark. ,iliak kanattan alınan trikortikal kemik grefti osteotomi boşluğun arka kısmına yerleştirildiğinde PTE açısının

artmadığını bildirmiştir.^{108,109} Ryohei Takeuchi ve ark. kemik greftlemenin, stres konsantrasyonunu osteotomi aralığının etrafına dağıttığını ve böylelikle plakanın konumuna bakılmaksızın, PTE açısı artışını önlediğini söylemişlerdir.¹¹⁰ Biz çalışmamızda blok kullandığımız hastalarda iliak kanat grefti yerine osteotomi sahasından alınan lokal spongioz grefti kullanmaktayız. Böylelikle hastada ek morbidite oluşturmadığımızı düşünüyoruz.

7) Plak pozisyonu; Bazı yazarlar, anteromedial yerleştirilmiş bir plağın, posteromedial yerleştirilmiş bir plağa kıyasla tibia eğiminde 6.6° 'lik bir artışa neden olduğunu bildirmiştir.¹¹¹ Başka bir çalışmada şu andaki osteotomi plak tasarımlarının ve cerrahi tekniklerin sagittal plan tibial eğimini yönetmede etkili olmadıkları kanısına varılmıştır.¹¹²

8) Bloğun yerleştirilme pozisyonu; Hiroyasu Ogawa ve ark. yaptığı bir çalışmada, PTE açısı artışı kamanın yerleştirilme yönü ile büyük oranda ilişki bulundu. Kama veya blok ne kadar çok anteriora kayarsa PTE açısı o kadar arttığı bildirilmiştir.¹¹³ Çok sayıda çalışmada kamanın yerleştirildiği bölgenin ayarlanmasıyla PTE açısının değiştirilebileceği belirtilmiştir.^{2,59,66,114} Kamanın veya bloğun yerleştirilme pozisyonu, osteotomi sahasındaki gap oranını etkilediği için PTE açısını değiştiren bir faktör olduğunu düşünmekteyiz.

7. SONUÇLAR

- 1) Toplumlar arası antropometrik değerler farklılıklar gösterdiği için, PTE açısının ortalama değeri değişkendir.
- 2) Medial açık kama yüksek tibial osteotomi varus dizilime sahip medial kompartman osteoartritli hastalarda yaygın kabul gören etikili bir tedavi seçeneğidir. Proksimal tibianın anatomik özelliklerinden dolayı cerrahi tekniğe dikkat edilmezse PTE açısının artmasına sebep olur.
- 3) Cerrahi sırasında PTE açısının korunabilmesi için yeterli posterior yumuşak doku gevşetilmesinin yapılması gerekmektedir.
- 4) Doğru menteşe pozisyonunu elde etmek için vertikal, sagittal ve frontal planda osteotomi eksenini iyi belirlemek ve osteotomiyi simetrik yapmak gerekiyor.
- 5) Hedeflenen osteotomi gap oranını elde etmek için kullanılacak kortikal greftin gap oranı göz önünde bulundurularak posteriora yerleştirilmesi önemlidir. Tespit için bloklu plak kullanılacaksa blok kalınlığı gap oranını sağlayacak ön/arka kalınlık oranına sahip olmalıdır.
- 6) PTE açısının korunması için bloklu plak kullanılması ve plağın anteromedial yerine posteromediale pozisyonda tespitinin yapılması önemlidir.
- 7) Yapılan kadavra ve biyomekanik çalışmalar, PTE açısının artışının diz biyomekaniği üzerine olumsuz etkileri olduğunu göstermesine karşın cerrahi sonrası fonksiyonel sonuçların ve sağkalımın etkilendiği gösterilememiştir.
- 8) PTE açısının korunmasına yönelik cerrahi teknikteki detay göz önüne alındığında, halen kullanılmakta olan plak ve enstrümanlar yerine yeni geliştirilmiş navigasyon destekli cerrahi ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

8. ÖZET

Amac: Medial açık kama yüksek tibial osteotomisinde (MAKO) tespit yöntemi olarak uygulanan bloklu plakların, posterior tibial eğim (PTE) açısına etkisinin retrospektif olarak radyolojik incelenmesini ve bulguların literatür eşliğinde tartışılmasını amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada 2008-2017 tarihleri arasında Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde MAKO uygulanan 317 hastanın 348 dizi retrospektif olarak değerlendirildi. 198 hasta (211 diz) çalışmaya dahil edildi. Tibiyanın proksimal 15 cm'lik kısmını içeren tam lateral diz grafileri kullanılarak, açılı bloklu plak ve açısız bloklu plak ile tespiti yapılan hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve son takip sırasında ki PTE açılarını ölçtük.

Bulgular: Hastaların 49'u (%23,2) erkek, 162'si (%76,8) kadındı. 98 hastanın (%49,4) sağ dizi, 13 hastanın (%6) her iki dizi, 87 hastanın (%43,9) sol dizi ameliyat edildi. Hastaların ameliyat olduğu dönemdeki yaş ortalamaları; 51,22 ($\pm 9,54$) yıl, ortalama takip süreleri 32 (6-74) ay olarak hesaplandı. MAKO yapılan dizlerin fiksasyonuna bakıldığında 186 tane açılı bloklu plak, 25 tane açısız plak kullanılmıştır. Ameliyat öncesi PTE (Slope) açısı ortalama $9,50^\circ$ (6,9-12,5) olarak ölçüldü. Ameliyat öncesi yapılan ölçümlerdeki PTE açısının; yaş, cinsiyet, taraf, medial proksimal tibial açı (mMPTA) ile arasında anlamlı bir korelasyon yoktu. Açısız bloklu plak grubunda, ameliyat öncesi ve sonrası PTE açısı arasındaki artış anlamlıydı. Ameliyatın hemen sonrasında ve son takip zamanında bakılan PTE açısı artışı her iki plak grubunda da anlamlıydı. Bakılan diğer tüm parametreler (blok kalınlığı, düzeltme miktarı, açılı bloklu plak grubu vs.) arasında korelasyon saptanmadı.

Sonuç: Proksimal tibiyanın anatomik özelliklerinden dolayı MAKO sırasında cerrahi tekniğe dikkat edilmezse PTE açısının artmasına sebep olunur. Posterior yumuşak doku gevşetme, osteotominin yeri ve yönü, gap oranı, plak pozisyonu PTE açısı artışını önüne geçmek için dikkat edilmesi gereken noktalardır.

Anahtar Kelimeler: Slope, posterior tibial eğim açısı, MAKO, bloklu plak, YTO

9. ABSTRACT

Objective: We aimed to retrospectively investigate the effect of the wedge plates as a fixation method in the medial open wedge tibial osteotomy (OWHTO) in terms of posterior tibial slope angle (PTS) and to discuss the findings in the light of literature.

Metods: In this study, a total of 317 patients (348 knees) who underwent OWHTO at Kocaeli University Medical Faculty Orthopedics and Traumatology Clinic between 2008-2017 were retrospectively evaluated. 198 patients (211 knees) were included in the study. We measured the PTS angles at preoperative, postoperative and final controls of patients who were fixed with angled wedge plate and wedge plate using lateral knee radiography with proximal 15 cm of the tibia.

Results: In group %76,8 (n:162) of patients were female, %23,2 (n:49) of patients was male. The right series was performed in 98 patients (49.4%), both series in 13 patients (6%), and the left series in 87 patients (43.9%). The mean age of participants 51,2 years (± 12.4) and mean follow-up was 32 (6-74) months. Looking at the fixation of the OWHTO, 186 angled wedge plates and 25 quadranguler wedge plates were used. Preoperative PTS angle was measured as 9.50° (6.9-12.5) on average. The PTS angle in pre-operative measurements; There was no significant correlation between age, sex, side, medial proximal tibial angle (mMPTA). In the quadranguler wedge plates group, the increase between the preoperative and postoperative PTS angle was significant. The increase in PTS angle immediately after the operation and at the final follow-up time was also significant in both groups of plates. No correlation was found between all other parameters examined (wedge thickness, correction amount, angled wedge plate group, etc.).

Conclusions: Because of the anatomical features of the proximal tibia, if the surgical technique is not considered during OWHTO, it causes the PTS angle to increase. Posterior soft tissue releasing, position and orientation of osteotomy, gap ratio, plate position are points to be considered to avoid increase of PTE angle.

Keywords: OWHTO, PTS angle, Slope, high tibial osteotomy, wedge plates

10. OLGULAR

1. Olgu: E.Ö. 52 yaşında kadın hasta, 83 aylık takip.



Resim 17: Ameliyat öncesi sağ diz AP/LAT radyografi



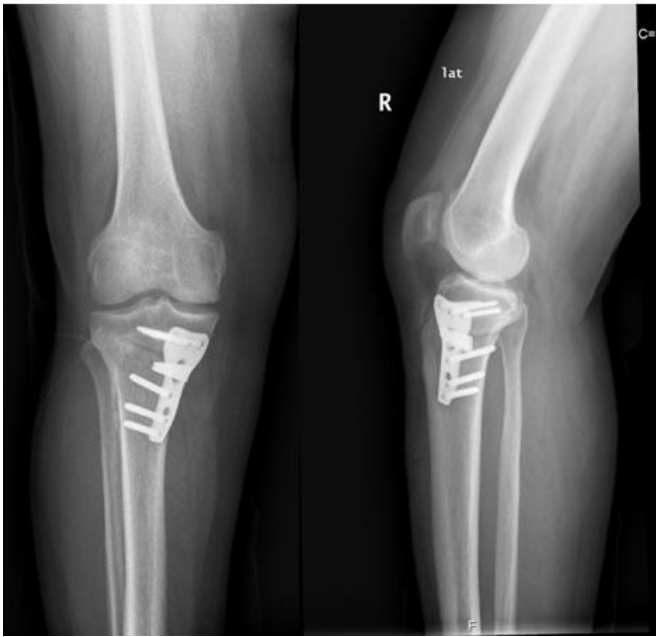
Resim 18: Ameliyat sonrası sağ diz AP/LAT radyografi

Açısız bloklü plak ile tespiti yapılan hastanın ameliyat öncesi PTE açısı: $10,8^\circ$ ameliyat sonrası değer $11,2^\circ$ ölçülmüştür.

2.OLGU: 46 yaşında erkek hasta , 27 aylık takip



Resim 19: Ameliyat öncesi sol diz AP/LAT radyografi



Resim 20: Ameliyat sonrası sol diz AP/LAT radyografi

Açılı bloklu plak ile tespiti yapılan hastanın ameliyat öncesi PTE açısı:14,8° ameliyat sonrası değer 14,6° ölçülmüştür

11. EKLER

1.EK

THE HOSPİTAL FOR SPECIAL SURGERY (HSS) SAYISAL DİZ DEĞERLENDİRME SKALASI

AGRI (30 PUAN)	
YÜRÜME	
Yok	15
Hafif	10
Orta	5
Çok	0
İSTİRAHAT	
Yok	15
Hafif	10
Orta	5
Çok	0
FONKSİYON (22 PUAN)	
YURUMEDA	
Sınırsız	12
> 1 km	10
1 km-500 m	8
500 m-100 m	4
Yürüyemiyor	0
MERDİVEN	
Normal	5
Destekle	2
TRANSFER	
Normal	5
Destekle	2
HAREKET (.18 PUAN)	
Her 8° = 1 puan	...
KAS GUCU (.10 PUAN)	
Q.F Kas gücü 5	10
Q.F Kas gücü 4	8
Hareketi yapabiliyor	4
Hareketi yapamıyor	0
FLEKSİYON	
DEFORMİTESİ (10 PUAN)	
Yok	10
5°-10°	8
10-20°	5
>20°	0
İNSTABİLİTE (10 PUAN)	
Yok	10
0°-5°	8
6°-10°	5
>15°	0
TOPLAM	
ÇIKARIM	
BASTON KULLANIMI	
Bir baston	1
Bir koltuk değneği	2
İki koltuk değneği	3
EKSTANSİYON KAYBI	
5°	2
10°	3
15°	5
DEFORMİTE (.5°=1 Puan)	
Varus	
Valgus	
TOPLAM	
TOPLAM DİZ SKORU	

2. EK

Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Osteoartrit İndeksi (WOMAC)

İsim: _____ Tarih: _____

Açıklama: Lütfen her kategoride belirtilen aktiviteler için ağrı / zorlanma derecenize 0 ile 4 arasında bir puan verin: 0 = Yok, 1 = Hafif, 2 = Orta, 3 = Şiddetli, 4 = Çok şiddetli

Her aktivite için tek bir numarayı işaretleyin.

Ağrı	Düz zeminde yürümekle ağrı	0	1	2	3	4
	Merdiven inip çıkmakla ağrı	0	1	2	3	4
	Gece yatakta ağrı	0	1	2	3	4
	Oturmak veya uzanmakla ağrı	0	1	2	3	4
	Ayakta durmakla ağrı	0	1	2	3	4
Sertlik	Sabah ilk yürüme sırasında sertlik	0	1	2	3	4
	Gün içinde oturma, uzanma, istirahat sonrası sertlik	0	1	2	3	4
Fiziksel fonksiyon	Merdiven inme	0	1	2	3	4
	Merdiven çıkma	0	1	2	3	4
	Otururken ayağa kalkma	0	1	2	3	4
	Ayakta durma	0	1	2	3	4
	Yere eğilme (çömelme)	0	1	2	3	4
	Düz zemin üzerinde yürüme	0	1	2	3	4
	Arabaya inme-binme	0	1	2	3	4
	Alışveriş yapma	0	1	2	3	4
	Çorap giyme	0	1	2	3	4
	Çorap çıkartma	0	1	2	3	4
	Yataktan kalkma	0	1	2	3	4
	Yatakta uzanma	0	1	2	3	4
	Banyo küvetine girme-çıkma	0	1	2	3	4
	Oturma	0	1	2	3	4
	Tuvalete girme-çıkma	0	1	2	3	4
	Ağır ev işleri	0	1	2	3	4
Hafif ev işleri	0	1	2	3	4	

Toplam puan: _____ / 96 = _____ %

Yorumlar (hekim / araştırmacı tarafından doldurulacak):

10. KAYNAKLAR

1. Fowler PJ, Tan JL, Brown GA: Medial opening wedge high tibial osteotomy:How I do it? *Op Tech Sports Med* 2000,1:32-8.
2. Lobenhoffer P, De Simoni C, Staubli AE: Open-wedge high tibial osteotomy with rigid plate fixation. *Tech Knee Surg* 2002, 1:93-105.
3. Dowd GSE, Somayaji HS, Uthukuri M. High tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *Knee* 2006;13:87-92
4. Grelsamer RP. Unicompartmental osteoarthritis of the knee.*J Bone Joint Surg*1995; 77(A):278-292
5. Çullu E, Aydođdu S, Alparslan B, Sur H. Tibial slope changes following dome- type high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13(1):38 43.
6. Jacobi M. Roland P. Closed wedge osteotomy. *Operative Techniques in Orthopaedics* 2007. 17: 51-57.
7. Marcacci M. Zaffagnini S. Giordano G. Muccioli G.M.M. Bruni D. Halvadjian R. High tibial osteotomy: The Italian Experience. *Operative Techniques in Orthopaedics* 2007. 17: 22-28.
8. Papachristou G. Plessas S. Sourlas J. Levidiotis C. Chronopoulos E. Papachristou C. Deterioration of long-term results following high tibial osteotomy in patients under 60 years of age. *International orthopaedics (SICOT)* 2006. 30:403-408.
9. Insall JN: Osteotomy, *Surgery of the Knee*, Insall JN. Windsor R.E. Scott W.N. Kelly M.A. Aglietti P.A. (ed), 2nd edition, New York, Livingstone. 635-676. 1993
10. Korn Martin W: High tibial osteotomy, *Knee Surgery*, Malek M. Mike (ed),Springer Verlag New York, Inc.2001
11. Erginer R, Erdođan F. Bölüm 33, Diz çevresi osteotomileri. Ege R. Diz cerrahisi ve sorunları, 80. kitap, Ankara, 1998:1158-1164
12. Hernigou P, Ma W: Open wedge tibial osteotomy with acrylic bone cement as bone substitute. *Knee* 2001, 8(2):103-10.
13. Coventry MB, Bowman PW. Long-Term Results Of Upper Tibial Osteotomy For Degenerative Arthritis Of The Knee. *Acta Orthop Belg.* 1982 Jan-Feb;48(1):139-56.
14. Dokur MM, Gonartrozda Yüksek Tibial Osteotominin Erken Sonuçları, Uzmanlık Tezi, İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, İstanbul, 1995.

15. Netter F H, MD. İnsan Anatomisi Atlası. 4. baskı, Adana: Nobel Tıp Kitabevi, 2008
16. Jackson W.R. Bisturiden artroskopiye giden yol: Artroskopinin tarihçesi. Diz Cerrahisi Kitabı Editör :Tandoğan R.N., Alpaslan A.M. Haberal Eğitim Vakfı 1999 Ankara, 13.
17. Can M. Varus Gonartrozlu Dizlerde Medial Açık Kama Osteotomisi ve Retrotüberkül Osteotomisi Tekniklerinin Kısa Ve Orta Dönem Sonuçlarının Klinik Ve Radyolojik Olarak Değerlendirilmesi (Uzmanlık Tezi) Malatya, Gönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi Ve Travmatoloji Anabilim Dalı; 2007
18. Ege R. Travmatoloji, kırıklar ve eklem yaralanmaları 4. baskı Ankara 1989, 2513-2520
19. R.Putz and R.Pabst (ed). Sobotta Atlas Of Human Anatomy Twelfth English Edition Volume II. Williams and Wilkins 1997.
20. Moore KL. The Lower limb: Clinically Oriented Anatomy, Ed: S.S. Timothy, International Edition, 6 th Edition, Lippincott Williams&Wilkins, Baltimore U.S.A 2004; Chapter 5:617-32
21. Gray's Anatomy, The Anatomical Basis of Clinical Practice Ed. Susan Standring, Fortieth Edition, Churchill Livingstone, 2008
22. Snell RS. The Lower Limb: Clinical anatomy for medical students. Ed: Snell RS, International Edition, Third Edition, Little Brown and Company, Boston-Toronto, 1986; Chapter 10: 652-59.
23. Ferner H, Staubesand J : Alt ekstremité, diz Bölgesi. Sabotta İnsan Anatomisi Atlası Cilt 2, 18. Baskı sf:298-308
24. Freeman MA, Wyke B. The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. J Anat 1967;101:505-32.
25. Gray's Anatomy, The Anatomical Basis of Clinical Practice Ed. Susan Standring, Fortieth Edition, Churchill Livingstone, 2008
26. Tandoğan NR, Klinik Diz Biyomekaniği, Diz Cerrahisi, Ed. Tandoğan NR, Alpaslan AM, syf.19-28, Haberal Eğitim Vakfı, Ankara, 1999.
27. Kalaycı A, Sarpel Y, Tan İ. Diz Biyomekaniği ve Sağaltımın Biyomekanik İlkeleri, Kas-İskelet Sistemi Biyomekaniği, Ed. Akçalı İD, Gülşen M, Ün K. Güneş Tıp Kitabevleri, Adana, 2009, Syf:985-1048.
28. Çetin İ, Erdemli B. Diz Artroplastisinde Teknik Uygulama Özellikleri, Diz Sorunları, Ed. Ege R, Bizim Büro Basımevi, syf: 411-431, Ankara, 1998

29. Gökay NS, Yüksek Tibial Osteotomi Yapılan Hastalarda Patellar tendonun Histopatolojik ve Radyolojik Olarak Değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji AD, İstanbul, 2005
30. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Çev. Ed. Yıldırım M. Gray's Tıp Fakültesi Öğrencileri için Anatomi, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2006.
31. Alparslan B. Omuz ve diz eklemının anatomi ve biomekaniği. Kas iskelet sistemi rehabilitasyonunda yeni görüşler. İstanbul: Güncel Tıp Yayınları, 1996:147-177
32. Maquet P. The treatment of choice in osteoarthritis of the knee. Clin Orthop 1985;192: 108-112.
33. Koshino T, Ranawat NS: Healing process of osteoarthritis in the knee after high tibial osteotomy through observation of strontium-85 scintimetry. Clin Orthop 1972;82-149
34. Akamatsu Y, Koshino T, Saito T, Wada J. Changes in osteosclerosis of the osteoarthritic knee after high tibial osteotomy. Clinical Orthopaedics and Related Research, 1997, n.334, 207-214.
35. Poilvache P. Osteotomy For The Arthritic Knee, A European Perspective, In: Surgery Of The Knee, Insall JN, Scott NM (Eds), Churchill Livingstone. 2001: 1466-1505.
36. Sharma L, Hurwitz DE, Thonar EJ, et al. Knee adduction moment, Serum hyaluronan level, and disease severity in medial tibiofemoral Osteoarthritis. Arthritis rheum 1998;41:1233-40
37. Wang JW, Kuo KN, Andriacchi TP. The influence of walking mechanics and time on the results of proximal tibial osteotomy. J Bone Joint Surg Am. 1990;72:905
38. Ramsey DK, Snyder-Mackler L, Lewek M, Newcomb W, Rudolph KS. Effect of anatomic realignment on muscle function during gait in patients with medial compartment knee osteoarthritis. Arthritis Rheum. 2007 Apr 15;57(3):389-97
39. Hanssen A. Osteotomy about knee. American perspective. In: Surgery of the knee, Insall JN, Scott NM, Churchill Livingstone, 2001: 1447-1464.
40. Paley D, Maar DC, Herzenberg JE: New concepts in high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. Orthop Clin North Am 1994, 25(3):483-98.
41. Augereau B; Radiological Assessment Before Femoral And Tibial Osteotomies, Ann Radiol (Paris). 1993;36(3):252-5
42. Gülşen M, Deformite Düzeltilmesi Prensipleri, İizarov Cerrahisi Ve Prensipleri, İstanbul 1999, Syf.145.

43. Moreland JR, Basset LW, Hanker GJ: Radiographic Analysis Of The Axial Alignment Of The Lower Extremity. *JBJS Am* 1987;69:745-749
44. Chao EY, Neluheni EV, Hsu RW, Paley D Biomechanics Of Malalignment. *Orthop Clin North Am.* 1994 Jul;25(3):379-86.
45. Erdem M, Güneş T, Şen C, Bostan B, Aşçı M. Medial Gevşekliğin Eşlik Ettiği Varus Gonartrozunu Tedavisinde Açıcı Fokal Kubbe Osteotomisi, Eklem Hastalıkları Ve Cerrahisi, 2010;21(2):80-85
46. Paley D, Tetsworth K: Mechanical Axis Deviation Of The Lower Limbs: Preoperative Planning Of Uniapical Angular Deformities Of The Tibia Or Femur. *Clin Orthop.*, 280:48-64, 1992
47. Turan S, Yüksek Tibial Osteotomide Ameliyat Öncesi Planlama Ve Genel Prensipler, Gonartrozda Artroplasti Dışı Tedavi Yöntemleri, Türk Spor Yaralanmaları, Artroskopi ve Diz Cerrahisi Derneği, Ankara 2003, Syf:69-81
48. Insall Jn. Osteotomy. In: Windsor Re, Kelly Ma, Scott Wn, Aglietti P, Insall Jn (Eds), *Surgery Of The Knee*, 2nd Edition, Churchill Livingstone, 1993:635-676
49. Murphy SB. Tibial Osteotomy For Genu Varum, İndications, Preoperative Planning And Technique. *Orthop Clin North Am* 1994;25(3):477-482
50. Kettelkamp Db, Leach Re, Nasca R. Pitfalls Of Proximal Tibial Osteotomy. *Clin Orthop* 1975; 106:232-241
51. Paley D, Maar D, Herzenberg JE. New Concepts İn High Tibial Osteotomy For Medial Compartment Osteoarthritis. *Ortop Clin North Am* 1994;25(3):483-497
52. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The Effect Of High Tibial Osteotomy On Osteoarthritis Of The Knee. An Arthroscopic Study Of 54 Knee Joints. *Orthop Clin North Am.* 1979 Jul;10(3):585-608.
53. Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative Planning For High Tibial Osteotomy. *Clin Orthop* 1992; 274: 248-64.
54. Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report. *J Bone Joint Surg* 1965; 47-A:984-90.
55. Şen C, Kocaoğlu M, Bülen E, Dükücü F, Hepgür G; Comparison of two different techniques for high tibial osteotomy: internal fixation vs circular external fixator *Acta Orthop Traumatol Turc* 2001;35:382-389.

56. Tandoğan NR, Kayaalp A, Teker K, Hersekli MA: Açık kama proksimal tibial osteotomi. In: Gonartrozda artroplastı dışı tedavi yöntemleri. Tandoğan NR. Türk Spor Yaralanmaları Artroskopı ve Diz Cerrahisi Derneği Yayını, Ankara, 2003, s:103-110.
57. Lobenhoffer P, Heerwaarden R J, Jakob R P. Diz Çevresi Osteotomiler AO Foundation Education (2012: birinci basım).
58. Weale AE, Lee AS, MacEachern AG: High tibial osteotomy using a dynamic axial external fixator. Clin Orthop 2001, 382:154-67.
59. Franco V, Cerullo G, Cipolla M, Gianni E, Puddu G: Open wedge high tibial osteotomy. Tech Knee Surg 2002, 1:43-53.
60. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D: Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. J Bone Joint Surg 1987, 69- A(3):332-54
61. Esenkaya, Proksimal Tibia Medial Açık Kama Osteotomisinde Kamalı Plak Uygulaması Acta Orthop Traumatol Turc 2005;39(3):211-22.
62. Örsel S, Altun M, Bekmezci T, Tonbul M, Yalaman O: Varus gonartrozunda medial açık kama osteotomisinin erken dönem sonuçları Early results of medial opening wedge osteotomy in varus gonarthrosis Acta Orthop Traumatol Turc 2006;40(3):193-198.
63. Koshino T, Murase T, Saito T: Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg 2003, 85-A(1):78-85.
64. Gaasbeek RD, Sonneveld H, van Heerwaarden RJ, Jacobs WC, Wymenga AB: Distal tuberosity osteotomy in open wedge high tibial osteotomy can prevent patella infera; a new technique. Knee 2004, 11(6):457-61.
65. Spahn G: Complications in high tibial (medial opening wedge) osteotomy. Arch Orthop Trauma Surg 2004, 124(10):649-53.
66. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD: Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2003, 11(3):1328
67. Y. Akamatsu , M. Sotozawa , H. Kobayashi , Y. Kusayama, K. Kumagai · T. Saito : Usefulness of long tibial axis to measure medial tibial slope for opening wedge high tibial osteotomy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2016) 24:3661–3667.

68. Jung KA, Kim SJ, Lee SC, Song MB, Yoon KH. ‘Fine-tuned’ correction of tibial slope with a temporary external fixator in opening wedge high-tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008 Mar;16(3):305-10.
69. Gunes T, Sen C, Erdem M. Tibial slope and high tibial osteotomy using the circular external fixator. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007 Feb;15(2):192-8.
70. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SR, Harner CD. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med* 2004;32:376-82
71. Andrew A. Amis. Biomechanics of high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2013) 21:197–205.
72. Hashemi J, Chandrashekar N, Gill B, Beynon BD, Slaughterbeck JR, Schutt RC, Mansouri H, Dabezies E (2008) The geometry of the tibial plateau and its influence on the biomechanics of the tibiofemoral joint. *J Bone Joint Surg Am* 90:2724–2734
73. Agneskirchner JD, Hurschler C, Stukenborg-Cosman C, Imhof AB, Lobenhoffer P. Effect of high tibial flexion osteotomy on cartilage pressure and joint kinematics: a biomechanical study in human cadaveric knees. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;124:575-84.
74. Marianne S. Blacka B. Agnes G. d'Entremonta B. Robert G. McCormackc D. Ve ark. The effect of wedge and tibial slope angles on knee contact pressure and kinematics following medial opening-wedge high tibial osteotomy. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2018 Jan;51:17-25. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2017.10.021. Epub 2017 Nov 2.
75. Polat G, Halil İbrahim Balcı, Mehmet Fevzi Çakmak, Mehmet Demirel, Cengiz Şen and Mehmet Aşık. Long-term results and comparison of the three different high tibial osteotomy and fixation techniques in medial compartment arthrosis. Polat et al. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* (2017) 12:44.
76. Smith TO¹, Sexton D, Mitchell P, Hing CB. Opening- or closing-wedged high tibial osteotomy: a meta-analysis of clinical and radiological outcomes. *Knee*. 2011 Dec;18(6):361-8. doi: 10.1016/j.knee.2010.10.001. Epub 2010 Oct 29.
77. Özkaya U. Kabukçuoğlu Y. Parmaksızoğlu A.S. ve ark. Açık kama yüksek tibia osteotomisi sonrasında patella yüksekliği ve tibial eğim açısındaki değişiklikler. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2008;42(4):265-271.
78. Omer Ozel, Bulent Yucel, Serhat Mutlu, Osman Orman, Harun Mutlu. Changes in posterior tibial slope angle in patients undergoing open- wedge high tibial osteotomy for varus gonarthrosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2017) 25:314–318.

79. Serban DRAGOSLOVEANU, Stefan CRISTEA, Calin DRAGOSLOVEANU. The Effect of High Tibial Osteotomy on the Posterior Tibial Slope. *MAEDICA – a Journal of Clinical Medicine* 2014; 9(2): 173-178.
80. Han SB, Lee DH (2016) Correlations between navigation and radiographic measures of alignment. *J Knee Surg.*
81. Hankemeier S, Hufner T, Wang G et al (2005) Navigated intraoperative analysis of lower limb alignment. *Arch Orthop Trauma Surg* 125(8):531–535
82. Hauschild O, Konstantinidis L, Strohm PC, Niemeyer P, Suedkamp NP, Helwig P (2009) Reliability of leg alignment using the OrthoPilot system depends on knee position: a cadaveric study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17(10):1143–1151
83. Lützner J, Gross AF, Günther KP, Kirschner S (2010) Precision of navigated and conventional open-wedge high tibial osteotomy in a cadaver study. *Eur J Med Res* 15(3):117
84. Keppler P, Gebhard F, Grützner PA et al (2004) Computer aided high tibial open wedge osteotomy. *Injury* 35(1):68–78
85. Lorenz S, Morgenstern M, Imhoff AB (2007) Development of an image-free navigation tool for high tibial osteotomy. *Oper Tech Orthop* 17(1):58–65
86. Yamamoto Y, Ishibashi Y, Tsuda E, Tsukada H, Kimura Y, Toh S (2008) Validation of computer-assisted open-wedge high tibial osteotomy using three-dimensional navigation. *Orthop* 31(10):68
87. James Yan, Volker Musahl, Jeffrey Kay, Moin Khan, et al. Outcome reporting following navigated high tibial osteotomy of the knee: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2016) 24:3529–3555.
88. Migaud H, De Ladoucette A, Dohin B, Cloutier JM, Gougeon F, Duquenois A. Influence de la pente tibiale sur la translation tibiale et la mobilité d'une prothèse totale du genou non contrainte. *Rev Chirurgie Orthop* 1996; 82: 7-13.
89. Dejour H, Bonin M. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. *J Bone Joint Surg* 1994; 76 (B): 745-749.
90. Moore TM, Harvey JP. Roentgenographic measurement of tibial-plateau depression due to fracture. *J Bone Joint Surg* 1974; 56 (A): 155-160.

91. Goutallier D, Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J. Devenir à plus de 10 ans de 93 ostéotomies tibiales effectuées pour gonarthrose interne sur genu-varum. *Rev Chirurgie Orthop* 1986; 72: 101-113.
92. Genin P, Weill G, Julliard R. [The tibial slope. Proposal for measurement method]. *J Radiol*. 1993 Jan;74(1):27-33.
93. Rodner CM, Adams DJ, Diaz-Doran V, Tate JP, Santangelo SA, Mazzocca AD, Arciero RA. Medial opening wedge tibial osteotomy and the sagittal plane: the effect of increasing tibial slope on tibiofemoral contact pressure. *Am J Sport Med*.2006;34:1431
94. El-azab H, Halawa A, Anetzberger H, Imhoff AB, Hinterwimmer S. The effect of closed- and open-wedge high tibial osteotomy on tibial slope: a retrospective radiological review of 120 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 2008 Sep;90(9):1193-7.
95. Hofmann AA, Bachus KN, Wyatt RW. Effect of the tibial cut on subsidence following total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1991; 269: 63–69
96. Laskin RS, Rieger MA. The surgical technique for performing a total knee replacement arthroplasty. *Orthop Clin North Am*. 1989; 20: 31–48
97. Chiu KY, Zhang SD, Zhang GH. Posterior slope of tibial plateau in Chinese. *J Arthroplasty*. 2000; 15: 224–227
98. Kuwano T, Urabe K, Miura H, Nagamine R, Matsuda S, Satomura M, Sasaki T, Sakai S, Honda H, Iwamoto Y. Importance of the lateral anatomic tibial slope as a guide to the tibial cut in total knee arthroplasty in Japanese patients. *J Orthop Sci*. 2005; 10: 42-47
99. Matsuda S, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Ikenoue T, Okazaki K, Iwamoto Y. Posterior tibial slope in the normal and varus knee. *Am JKnee Surg*.1999; 12(3): 165 168
100. Bilkay C , Dursun A , Özgüner G , Öztürk K , Candan B , Sulak O. Morphometric Features Of The Proximal Tibia In Turkish Society And Its Clinical Significance. *Int J Basic Clin Med* 2016; 4(3): 109-17
101. 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* 2005;33:378-87
102. Ducat A, Sariali E, Lebel B, Mertl P, Hernigou P, Flecher X, et al. Posterior tibia slope changes after opening- and closing-wedge high tibial osteotomy: a comparative prospective multicenter study. *OrthopTraumatolSurgRes*2012;98:68–74.

103. Jo HS, Park JS, Byun JH, Lee YB, Choi YL, Choi SH. The effects of different hinge positions on posterior tibial slope in medial open-wedge high tibial osteotomy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2017 Apr 7;doi: 10.1007/s00167-017-4526-6.
104. Moon SW, Park SH, Lee BH, Oh M, Chang M, Ahn JH, et al. The effect of hinge position on posterior tibial slope in medial open-wedge high tibial osteotomy. Arthroscopy 2015;31:1128–33.
105. Wang JH, Bae JH, Lim HC, Shon WY, Kim CW, Cho JW. Medial open wedge high tibial osteotomy: the effect of the cortical hinge on posterior tibial slope. Am J Sports Med 2009;37:2411–8.
106. Song EK, Seon JK, Park SJ. How to avoid unintended increase of posterior slope in navigation-assisted open-wedge high tibial osteotomy. Orthopedics. 2007;30(10 Suppl):S127–31.
107. Han SB, Park HJ, Lee DH. Ability of an intentionally smaller anterior than posterior gap to reduce the sagittal tibial slope in opening wedge high tibial osteotomy. BMC Musculoskelet Disord. 2016 May 18;17:216
108. Chae DJ, Shetty GM, Lee DB, Choi HW, Han SB, Nha KW. Tibial slope and patellar height after opening wedge high tibia osteotomy using autologous tri-cortical iliac bone graft. Knee 2008;15:128–33.
109. Noyes FR, Mayfield W, Barber WSD, Albright JC, Heckmann TP. Opening-wedge high tibial osteotomy: an operative technique and rehabilitation program to decrease complications and promote early union and function. Am J Sports Med 2006;34:1262–73.
110. Takeuchi R, Woon-Hwa J, Ishikawa H, Yamaguchi Y, Osawaka K, Akamatsu Y, Kuroda K. Primary stability of different plate positions and the role of bone substitute in open wedge high tibial osteotomy. Knee. 2017 Dec;24(6):1299-1306
111. Chase S, Dean, Jorge Chahla, Lauren M. Matheny, Tyler R. Cramer. Posteromedially placed plates with anterior staple reinforcement are not successful in decreasing tibial slope in opening-wedge proximal tibial osteotomy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2017) 25:3687–3694.
112. J. D. Agneskirchner, D. Freiling, C. Hurschler, P. Lobenhoffer. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2006) 14: 291–300

113. Ogawa H, Matsumoto K, Ogawa T, Takeuchi K, Akiyama H. Effect of Wedge Insertion Angle on Posterior Tibial Slope in Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy. *Orthop J Sports Med.* 2016 Feb 25;4(2):2325967116630748
114. Naudie DD, Amendola A, Fowler PJ: Opening wedge high tibial osteotomy for symptomatic hyperextension-varus thrust. *Am J Sports Med* 2004, 32(1):60-70.