



T.C.NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

MERAM TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**POSTERİOR TİBİAL EĞİM VE PATELLAR TENDON
ORYANTASYON İLİŞKİSİNİN ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ
ÜZERİNE ETKİSİ**

DR. MEHMET DEMİRYÜREK

TIPTA UZMANLIK TEZİ

KONYA 2023



T.C.NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

MERAM TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**POSTERİOR TİBİAL EĞİM VE PATELLAR TENDON ORYANTASYON
İLİŞKİSİNİN ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ ÜZERİNE ETKİSİ**

DR. MEHMET DEMİRYÜREK

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI:

PROF. DR. ONUR BİLGE

KONYA 2023

ETİK KURUL TEZ KABUL ONAY FORMU

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Toplantı Sayısı: 168

Toplantı Tarihi: 20 Ocak 2023

Karar Sayısı: 2023/4151:(12681) N.E.Ü. Meram Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Onur BİLGE'nin "**Posterior Tibial Eğim Ve Patellar Tendon Oryantasyon İlişkisinin Ön Çapraz Bağ Rüptürü Üzerindeki Etkisi**" başlıklı uzmanlık tez çalışması ile ilgili 09.01.2023 tarihli dilekçesi ve ekleri görüşüldü, Arş. Gör. Dr. Mehmet DEMİRYÜREK'in retrospektif uzmanlık tez çalışmasının N.E.Ü. Meram Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Onur BİLGE'nin sorumluluğunda yürütülmesinin uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Not: Çalışma ile ilgili gerekli izinlerin alınması ve yasal sorumluluk araştırmacılara aittir.

Sorumlu Araştırmacı: Prof. Dr. Onur BİLGE

Yardımcı Araştırmacılar: Arş. Gör. Dr. Mehmet DEMİRYÜREK, Uzm. Dr. Haluk YAKA

ASLI GİBİDİR

20.01.2023

Prof. Dr. Saim AÇIKGÖZOĞLU
İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurul Başkanı



TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimim boyunca çok büyük katkıları olan, bu çalışmayı hayata geçirmemde yol gösteren ve çalışmanın her safhasında bana destek olan, diz cerrahisine dair bilgi ve tecrübelerini her daim paylaşan tez danışman hocam anabilim dalı başkanı Prof. Dr. Onur BİLGE hocama; diz cerrahisinde büyük emeği olan Doç. Dr. Faik TÜRKMEN hocama; Omuz ve dirsek cerrahisinde yol gösterip tecrübelerini aktaran ve desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Mustafa ÖZER hocama; Pediatrik ortopedi ve el cerrahisine dair öğrendiğim her şeyde katkısı olan Dr. Öğt. Üyesi İsmail Hakkı KORUCU hocama; Ortopedik tümörler ve artroplasti konusunda bilgi ve tecrübesini bizlerle paylaşan, her zaman desteğini hissettiğim Dr. Öğt. Üyesi Tahsin Sami ÇOLAK hocama; Omurga, pelvis, ayak cerrahisi ve ortopedik travma konusunda tecrübelerini paylaşan Dr. Öğt. Üyesi Ahmet Fevzi KEKEÇ hocama;

Çok zor ve ağır zamanları birlikte geçirdiğimiz eş kıdemlilerim Dr. Hasan Güven TATAR, Dr. Turgut Emre ERDEM, Dr. Ahmet DEMİREL başta olmak üzere beraber çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma;

Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde beraber çalıştığım hemşire, sekreter ve personel arkadaşlara;

Hayatın her anında her zaman desteğini hissettiğim bugünlere gelmemde büyük emekleri olan annem Semiha DEMİRYÜREK, babam Murat DEMİRYÜREK, kardeşlerim Mutlu ve Enescan DEMİRYÜREK'e, hayatımıza anlam katan canım oğlum Mehmet Kerem DEMİRYÜREK'e çok teşekkür ediyorum.

Bu zorlu ve yorucu eğitim sürecinin her anında destek olan en yakın dostum, arkadaşım, yoldaşım ve meslektaşım sevgili eşim Merve DEMİRYÜREK'e sonsuz teşekkürler.

Mehmet DEMİRYÜREK

KONYA/2023

ÖZET

POSTERİOR TİBİAL EĞİM VE PATELLAR TENDON ORYANTASYON İLİŞKİSİNİN ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

DR. MEHMET DEMİRYÜREK

UZMANLIK TEZİ

KONYA 2023

GİRİŞ: Ön çapraz bağ yaralanması sıklıkla karşımıza çıkan diz ve diz çevresi bağ yaralanmalarından biridir. Bu tür yaralanmalarda yaşa ve hastanın fiziksel durumuna göre cerrahi tedavi gerekebilmektedir. Birçok çalışmada ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmasının etyolojisi ve mekanizması araştırılmaktadır. Artmış posterior tibial eğim (PTE) ve ön çapraz bağ yaralanması arasında ilişki olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Ancak hem PTE hem de patellar tendon oryantasyonu (PTO) ile ÖÇB rüptürü arasındaki ilişkiyi araştıran çalışma bildiğimiz kadarıyla literatürde incelenmemiştir. Bu çalışmanın amacı PTE ve PTO'nun ön çapraz bağ rüptürü ile ilişkisinin araştırılmasıdır.

YÖNTEMLER: 2015-2021 yılları arasında Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı kliniğinde ÖÇB rüptürü nedeniyle opere edilen hastalar retrospektif olarak analiz edildi. Çalışmanın dışlama kriterleri medial ve lateral menisküs yırtığı, geçirilmiş alt ekstremitte cerrahisi, nöromuskuler ve hematolojik hastalıklar, alt ekstremitte dizilim bozuklukları, (bacak boy uzunluk eşitsizliği, koronal ve sagittal plan deformiteleri patellar insitabilite), dejeneratif artrit (Kellgren Lawrance evre 2-3-4), radyolojik ölçümü için uygun diz yan grafisi olmayan hastalar, 18 yaş altı ve 50 yaş üstü hastalar idi. Radyolojik ölçümler için uygun, tibia shaftını içeren standart diz yan grafileri olan, diz MRG'leri bulunan ve izole ÖÇB rüptürü olan 80 hasta ve yaş, cinsiyet açısından benzer dağılımda MRG de normal diz görüntüsü olan 80 hasta kontrol grubu olmak üzere 2 grup halinde toplam 160 kişi çalışmaya dahil edildi. Çalışmamızda PTE ölçümleri tibia shaftını içeren, femur kondilleri birbiri üzerinde ekspoz olmuş tam yan radyografilerde; medial plato üzerinden geçen çizginin tanjantı ile tibia anatomik aksı arasındaki açı ölçülerek hesaplanmıştır. Aynı zamanda tam yan grafide

patellar tendon uzunluğu (tuberositas tibia ile patella alt polu arası mesafe) ve patellanın diagonal uzunluğu ölçüldü. Patellar tendon uzunluğu, patella uzunluğuna oranlanarak Insall-Salvati oranı hesaplandı. Ayrıca patellar tendon trasesinden (tuberositas tibia-patella inferior polü) geçen doğru ile tibia platolarına teğet geçen doğru arasındaki tibial eğim-patellar tendon açısı (TEPTA) hesaplandı.

BULGULAR: ÖÇB rüptürü olan hastaların 47'si(%58,7) erkek 33'ü(%41,3) kadın, kontrol grubu hastaların 44'ü(%55) erkek 36'sı(%45) kadındı. ÖÇB rüptürü olan hastaların PTE ortalama değeri: $10.65^{\circ} \pm 1.91^{\circ}$, kontrol grubu hastaların PTE ortalama değeri: $9.52^{\circ} \pm 1.50^{\circ}$ bulundu. ÖÇB rüptürü olan hastaların PTE değeri kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek bulundu.($p=0.005$) ÖÇB rüptürü olan hasta grubunun insall-salvati oranı kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük bulundu.($p=0.043$) Hastaların rekonstrüksiyon öncesi ve sonrası yapılan tibial eğim patellar tendon açısı(TEPTA) ölçümleri kıyaslandığında rekonstrüksiyon sonrası TEPTA değeri rekonstrüksiyon öncesi yapılan TEPTA ölçümlerine göre anlamlı düzeyde yüksek bulundu.($p<0.001$) Rekonstrüksiyon yapılan hastaların TEPTA değeri ile kontrol grubu TEPTA değeri karşılaştırıldığında rekonstrüksiyon yapılan hastaların TEPTA değeri anlamlı düzeyde yüksek bulundu.($p<0.001$)

TARTIŞMA VE SONUÇ: Bu çalışmanın en önemli bulgusu patellar tendon oryantasyonunun ÖÇB rüptürü ve Insall-Salvati oranı ile ilişkili olabileceğini göstermesidir. TEPTA ile ÖÇB rüptürü arasındaki ilişkiyi incelediğimizde ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaların TEPTA'sı ÖÇB rüptürü olan grup ve kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksekti. Bu yönüyle çalışmamız patellar tendon oryantasyonunun ÖÇB rüptürü ile ilişkili olabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Posterior tibial eğim, Insall-Salvati oranı , Ön çapraz bağ rüptürü, Patellar tendon

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE RELATIONSHIP OF POSTERIOR TIBIAL SLOPE AND PATELLAR TENDON ORIENTATION ON ANCIENT CROSS-LIGATE RUPTURE

DR. MEHMET DEMİRYÜREK

SPECIALIZATION THESIS

KONYA 2023

INTRODUCTION: Anterior cruciate ligament injury is one of the most common knee and knee ligament injuries. In such injuries, surgical treatment may be required depending on the age and physical condition of the patient. Many studies investigate the etiology and mechanism of anterior cruciate ligament (ACL) injury. There are studies showing an association between increased posterior tibial slope (PTE) and anterior cruciate ligament injury. However, the study investigating the relationship between both PTE and patellar tendon orientation (PTO) and ACL rupture has not been reviewed in the literature to the best of our knowledge. The aim of this study is to investigate the relationship of PTE and PTO with anterior cruciate ligament rupture.

METHODS: Patients who were operated for ACL rupture in Necmettin Erbakan University Meram Medical Faculty Department of Orthopedics and Traumatology between 2015-2021 were analyzed retrospectively. Exclusion criteria of the study were medial and lateral meniscal tear, previous lower extremity surgery, neuromuscular and hematological diseases, lower extremity malalignment, (leg length inequality, coronal and sagittal plane deformities, patellar instability), degenerative arthritis (Kellgren Lawrance stage 2-3-4), patients without knee radiography suitable for radiological measurement were patients under the age of 18 and over the age of 50. A total of 160 patients were divided into 2 groups, consisting of 80 patients with standard knee lateral radiographs including the tibial shaft, suitable for radiological measurements, with knee MRIs, and isolated ACL rupture, and 80 patients with a similar distribution in terms of age and gender, with a normal knee image on MRI, as the control group. Person was included in the study. In our study, PTE measurements were made on full lateral radiographs containing the tibial shaft, with the femoral condyles exposed on each other; The angle between the tangent of the line passing over the medial plateau and the tibia anatomical

axis was calculated by measuring. At the same time, patellar tendon length (the distance between tuberositas tibia and lower pole of the patella) and diagonal length of the patella were measured in the full lateral radiograph. The Insall-Salvati ratio was calculated by proportioning the patellar tendon length to the patella length. In addition, the tibial tilt-patellar tendon angle (TEPTA) between the line passing through the patellar tendon trace (tuberositas tibia-patella inferior pole) and the line tangent to the tibial plateaus was calculated.

RESULTS: 47 (58.7%) of the patients with ACL rupture were male, 33 (41.3%) were female, and 44 (55%) of the control group patients were males and 36 (45%) were females. The mean PTE value of the patients with ACL rupture was $10.65^{\circ} \pm 1.91^{\circ}$, the mean PTE value of the control group patients: $9.52^{\circ} \pm 1.50^{\circ}$. The PTE values of the patients with ACL rupture were found to be significantly higher than the control group. ($p=0.005$) The insall-salvati ratio of the patient group with ACL rupture was found to be significantly lower than the control group. ($p=0.043$) The tibial slope patellar When the tendon angle (TEPTA) measurements were compared, the TEPTA value after the reconstruction was found to be significantly higher than the TEPTA measurements performed before the reconstruction. (<0.001)

DISCUSSION AND CONCLUSION: The most important finding of this study is that patellar tendon orientation may be associated with ACL rüptüre and Insall-Salvati ratio. When we examined the relationship between TEPTA and ACL rupture, the TEPTA of the patients who underwent ACL reconstruction was significantly higher than the group with ACL rupture and the control group. In this respect, our study showed that patellar tendon orientation may be associated with ACL rupture.

Key words: Posterior tibial tilt, Insall-salvati ratio, Anterior cruciate ligament rupture, Patellar tendon

İÇİNDEKİLER

ETİK KURUL TEZ KABUL ONAY FORMU	iii
TEŞEKKÜRLER	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1.TARİHÇE	2
2.2.DİZ EKLEMİNİN ANATOMİSİ:.....	3
2.3.DİZ EKLEMİNİN BİYOMEKANIĞI	12
2.4.DİZ STABİLİTESİ VE POSTERİOR TİBİAL EĞİM	19
2.5.POSTERİOR TİBİAL EĞİM VE ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ ARASINDAKİ İLİŞKİ.....	20
2.6. İNSALL-SALVATI ORANI VE ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ ARASINDAKİ İLİŞKİ.....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM	24
4. BULGULAR	31
5.TARTIŞMA	35
6.SONUÇLAR	42
7.KAYNAKLAR.....	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1:Femur distal anatomisi (Miller 2014)	5
Şekil 2:Patella anatomisi (Tecklenburg 2006)	5
Şekil 3:Tibia proksimal anatomisi (önden görünüş) (Thompson 2010)	6
Şekil 4:Tibia proksimal anatomisi (arkadan görünüm) (Thompson 2010)	7
Şekil 5:Diz ekleminin üstten görünümü ve menisküs anatomisi (Netter 2006).....	8
Şekil 6:Diz ekleminde ÖÇB ile AÇB'nin yerleşimim ve eklem içi yapılarla ilişkisi(koronal ve aksiyel görünüm) (Netter 2006)	9
Şekil 7:Dizin temel hareketleri (Campbell 2021)	12
Şekil 8:Diz fleksiyon sırasında femur-tibia uyumu, A-Dizde normal kayma ve yuvarlanma; B-Sadece kayma; C-Sadece yuvarlanma.....	13
Şekil 9:Dizin hareketi sırasında ÖÇB'nin durumu, A-Tam ekstansiyonda; B-45° fleksiyonda; C-90° fleksiyon	14
Şekil 10:Patellofemoral eklem reaksiyon kuvvetini (PFJRF) hesaplamak için quadriceps kuvveti (Fq), quadriceps tendonu kuvveti (M1), patellar tendon kuvveti(M2), diz fleksiyon açılarında M1 ve M2 arasındaki ilişkiyi gösteren şekil (Insall JN 2006).....	16
Şekil 11:Patellofemoral eklem tepki kuvveti (F) (Gailard 2015).....	17
Şekil 12:Patellofemoral eklem temas alanlarının farklı diz fleksiyon derecelerinde karşılaştırılması (Insall JN 2006)	17
Şekil 13:Diz bağlarının anatomisi (Thompson 2010)	18
Şekil 14:En üst sıradaki şekil bir kayayı tepeye iten bir adamı tasvir etmekte ve tibial yamacın biyomekaniği için gerçekte olan eşdeğerini göstermektedir. Kaya, femoral kondilleri temsil eder ve tepe, tibial platoyu temsil eder. Oradaki kişi ÖÇB'yi temsil ediyor. Kayanın geriye kaymasını önlemek göreceli olarak tepenin öne doğru kaymasını önlemeye benzer. Tepe ne kadar dikse, kayanın geriye kaymasını önlemek için adam o kadar fazla güç harcar ve yorulur. Tepe düz ise, kayayı yerinde tutmak için daha az enerji gereklidir. (Alaia 2021)	21
Şekil 15:Patella yerleşimleri, IS: Insall-Salvati.....	22

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1:Lateral femoral kondilin maedial tarafının kadavradaki görünümü. Siyah noktalar ÖÇB'nin yapışma yerini göstermektedir. (Śmigielski 2016).....	10
Resim 2: ÖÇB kadavra görüntüsü (Amis 1991)	10
Resim 3(A): Bu resim ÖÇB'nin tibial yerleşimini göstermektedir. (Petersen 2007)	11
Resim 4:Bu resim kıkırdak ve menisküsler ile birlikte tibial eklemi göstermektedir. (Irarrazaval 2017).....	11
Resim 5:Ön çapraz bağ rüptürü MRG sagittal görüntü, + ÖÇB rüptüre olan bölgeyi göstermektedir.....	21
Resim 6:B harfi patellar tendon uzunluğunu (PTU), A harfi ise patella uzunluğunu (PU) göstermektedirISO patellar tendon uzunluğunun patella uzunluğuna bölünmesi sonucu elde edilir.ISO: PTU/PU	23
Resim 7:Posterior tibial eğimin ölçümü için eklem seviyesinin 5 ve 15 cm distalinin belirlenmesi. (a: eklem seviyesinin 5 cm distalini gösteren çizgi, b: eklem seviyesinin 15 cm distalini gösteren çizgi, c: tibia proksimal eklem çizgisi)	25
Resim 8:Eklem seviyesinin 5 ve 15 cm distalinde tibia anterior ve posterior kortekslerin birleştirilmesi ve doğru parçalarının orta noktalarının belirlenmesi (a: eklem seviyesinin 5 cm distalinde anterior ve posterior korteksin orta noktasını gösterem çizgi, b: eklem seviyesinin 15 cm distalinde anterior ve posterior korteksin orta noktasını gösteren çizgi).....	26
Resim 9:Tibia anatomik aksına dik çizilen yatay çizgi ile tibia plato anterior ve posterioruna teğet geçen doğru arasındaki α açısının (PTE) belirlenmesi (b: tibia anatomik aksı, a: tibia mekanik aksına dik olan çizgi, c: tam yan diz grafisinde medial plato üzerinden çizilen çizgi, α posterior tibial eğim açısı).....	27
Resim 10:Insall-Salvati oranının hesaplanması için Patellar tendon uzunluğu ve patella diagonal uzunluğunun belirlenmesi (a: patellar tendon uzunluğunu gösteren çizgi, b: patella diagonal uzunluğunu gösteren çizgi).....	28
Resim 11:Patellar tendon trasesinden (tuberositas tibia-patella infeiror polü) geçen doğru ile tibia platolarına teğet geçen doğru arasındaki patellar tendon-tibial eğim açısının (te) belirlenmesi (a: patellar tendon uzunluğu, b: patella diagonal uzunluğu, c: tam yan diz grafisinde medial plato üzerinden çizilen çizgi, TEPTA: tibial eğim-patellar tendon arasındaki açı).....	29

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1:ÖÇB rüptüre grubun ve kontrol grubunun demografik verileri.....	31
Tablo 2:ÖÇB rüptüre ve kontrol grubu hastalarının PTE, ISO, PTU, PU açısından karşılaştırılması	32
Tablo 3:ÖÇB rüptüre olan ve rekonstrüksiyon yapılan hastaların kontrol grubu ile TEPTA bakımından karşılaştırılması	33
Tablo 4:Preop ÖÇB rüptürü hastaların postop ÖÇB rüptürü hastalarla TEPTA bakımından karşılaştırılması	34

KISALTMALAR

ÖÇB : Ön çapraz bağ

AÇB : Arka çapraz bağ

PTE : Posterior tibial eğim

MRG : Manyetik rezonans görüntüleme

BT : Bilgisayarlı tomografi

AMB : Anteromedial band

PLB : Posterolateral band

PTU : Patella tendon uzunluğu

PU : Patella uzunluğu

ISO : Insall-salvati oranı

TEPTA: Tibial eğim-patellar tendon açısı

PTO : Patellar tendon oryantasyonu

ARK : Arkadaş

AKKO: Anterior Kapalı Kama Osteotomisi

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Son yıllarda insanların aktivitelerinin ve spora olan ilgilerinin artmasına bağlı olarak travmalarda belirgin bir artış olmuştur. Bu travmalar sırasında diğer bölgelere göre daha korunaksız olan diz ve çevresindeki yaralanmalar artmıştır. Buna bağlı olarak ön çapraz bağ yaralanma sayılarında artış görülmektedir. Yaralanma sayısının fazla olması diz çevresi patolojileri üzerine olan araştırmaları artırmaktadır. Diz biyomekaniğinin ve alt ekstremitede yük dağılımının daha iyi anlaşılması ile diz yaralanmasını etkileyen faktörlerin araştırılması ve hastaların dizinin anatomik yapısındaki değişikliklerin araştırılmasına olan ilgi artmaktadır.

Dizin stabilitesinde ve biyomekaniğinde posterior tibial eğim önemli bir faktördür. Posterior tibial eğim ile diz yaralanmaları arasında bir ilişki olduğuna dair bir çok çalışma yapılmaktadır. Buna rağmen hala PTE'nin herkes tarafından kabul gören normal bir aralığı yoktur. Yaşa, cinsiyete, ırka göre değişiklik göstermektedir. Posterior tibial eğim, tam yan radyografide medial ve lateral plato üzerinden geçen doğru tanjantı ile tibia anatomik aksı arasındaki açı olarak tanımlanmıştır. (Julliard 1993, Genin 1993, Dejour 1994, Denis 2002, Jones 2012, Faschingbauer 2014) Tibia anatomik aksı eklem seviyesinin 5 ve 15 cm distalinde; anterior ve posterior korteksi birleştiren doğru parçalarının orta noktalarından geçen doğru olarak tanımlanmıştır. (Faschingbauer 2014, Zhang 2014)

Ön çapraz bağ yaralanması ile ilişkisi araştırılan diğer bir anatomik yapı ise patellar tendondur. Patella alt polu ile tuberositas tibia arasındaki uzunluk patellar tendon uzunluğunu göstermektedir. Patella kemiğinin en büyük diyagonal uzunluğunda patella uzunluğu olarak adlandırılır. Patellar tendonun uzunluğunun patella uzunluğuna bölünmesiyle Insall-Salvati oranı elde edilir.(Insall J 1971) Ön çapraz bağ yaralanması ile Insall-Salvati oranı ve posterior tibial eğim arasındaki ilişkiyi gösteren çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Bu çalışmadaki amacımız diz ağrısı ile kliniğimize başvurmuş ve ön çapraz bağ rüptürü olan hastaları retrospektif olarak inceleyerek PTE ve PTO'nun radyolojik ilişkisinin ön çapraz bağ rüptürü üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.TARİHÇE

Tarihte ön çapraz bağ ile ilgili ilk bilgiler M.Ö.3000’li yıllara Mısır papiruslerine kadar uzanmaktadır. Hipokrat (M.Ö.460-370) dizin ÖÇB yaralanmasına bağlı olarak sublükse olduğunu tariflemiştir. ÖÇB’yi “*ligamenta genu cruciate*” olarak isimlendiren Claudius Galen’dir. (M.S.130-210) (Petersen 2006)

1845 yılında Lyon da Amedee Bonnet, dizinden ses gelmesi sonrası şişme ve fonksiyon kaybı gelişen bir hastasında bunun ön çapraz bağı içeren ligamentöz bir yaralanma olduğunu raporlamıştır ve ÖÇB rüptürü olan dizde ilk kez pivot shift fenomenini tanımlamıştır. (Davarinos 2014) 1850 yılında Stark ilk defa ÖÇB rüptürünü tanımlamış ve alçı ile tespit ederek iki hastayı tedavi etmiştir. (Ege 1998) 1895 de hem ÖÇB hem arka çapraz bağ (AÇB) yaralanması olan bir madenciye opere eden A.W. Robson tarafından ilk kez primer tamir uygulanmıştır. (Davarinos 2014)

Literatürde ilk primer tamir sonucu ise Battle tarafından 1900’de yayınlanmıştır. (McCulloch 2007, Murray 2013) 1918’de Hey Groves fasya lata’yı greft olarak kullanıp ÖÇB yaralanması olan bir hastayı opere etmiştir ve böylece ilk kez eklem içi bir teknik uygulamış olup günümüzde kullanılan eklem içi tekniklerin temelini oluşturmuştur. (Groves 1980)

1919-1930 yılları arasında artroskopi ve artrografi teknikleri kullanılarak geliştirilmiştir. (Campbell 2005) 1918 yılında K. Takagi ilk olarak diz eklemine bir sistoskop yardımı ile incelemiştir. (Ostman 2004) 1919 yılında E.B. Jacob önce kadavra daha sonra canlı dizleri endoskopik olarak muayene etmiştir. (Murray 2013) Bugünkü manada artroskopi ilk kez 1931 yılında Takagi, Watanabe, Takeda ve Ikeuchi tarafından uygulanmaya başlamıştır. (Campbell 2005) 1939’da H.B. Macey semitendinosus tendonunu ilk kez kullanmıştır ve ÖÇB rekonstrüksiyonunda femoral ve tibial tüneller açarak tendonu tünellerden geçirip dizi tam ekstansiyona alıp tendonu periosta dikerek tedavi etmeye çalışmıştır. (Murray 2013) 1924 yılında Riccardo Galeazzi semitendinosus tendon grefti kullanarak yapılan ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunu tanımlamıştır. 18 aylık takibinde hastanın hafif fleksiyon kısıtlılığı dışında şikayeti olmadığını bildirmiştir. (Galleazzi 1924)

1970-80’li yıllarda birçok farklı teknik eklem dışı ve eklem içi olarak tanımlanmış ve sentetik greftler de ÖÇB rekonstrüksiyonunda kullanılmıştır. (Mc Culloch 2007, Murray 2013) Artroskopinin kullanıma girmesi, artroskopik teknik ve yöntemlerdeki ilerlemeler 90’lı yıllarda

eklem içi tekniklerin daha çok kullanılmasını sağlamış ve günümüzde kullanılan ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisinin oluşmasına zemin hazırlamıştır.

2.2.DİZ EKLEMİNİN ANATOMİSİ:

Diz eklemi, fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin yapılmasını sağlayan ginglymus tipi bir eklem yapısına sahiptir. Eklem stabilitesi statik ve dinamik yapılar tarafından sağlanır. Eklem yüzey anatomisi, kapsül ve bağlar statik stabilizatörleri oluştururken, kas ve tendonlarda dinamik stabilizatörleri oluşturmaktadır.

Kemikler: Diz eklemine tibia, femur ve patella kemikleri katılır. Fibula bu ekleminde bulunmaz. Femurun eklem yüzü büyüklükleri birbirine eşit olmayan asimetrik yapıdaki iki kondilden oluşur. Bu iki kondil interkondiler çentik yardımıyla birbirine bağlanır. Diz ekstansiyonu sırasında ön çapraz bağ interkondiler çentiğinin lateral yüzüne yapışarak ekstansiyonu engeller. Medial kondil lateral kondile göre daha büyük ve eğriliği simetrik yapıya sahipken lateral kondilin eğriliği asimetrik ve posteriore doğru artmaktadır. Tibia eklem yüzü medial ve lateral tibia kondillerinden oluşmaktadır. Bu kondilleri ayıran interkondiler çıkıntılar bulunmaktadır. Medial kondil konkav iken lateral kondil hafif konvektir (Şekil-2 ve Şekil-3). Medialdeki çıkıntı ön çapraz bağın (ÖÇB), lateraldeki çıkıntı ise arka çapraz bağın (AÇB) tibiaya yapışma yerini göstermektedir.

Patella dizin ekstansör mekanizmasını oluşturan quadriceps kası ve patellar tendon arasında bulunan vücudun en büyük sesamoid kemiği olma özelliğindedir. Patellanın üstteki dörtte üçlük kısmı femur trohlea ile eklem yaparken alt dörtte birlik kısım eklem katılmaz. Patellanın eklem yüzü ortadan geçen bir krista ile medial ve lateral faset olmak üzere iki fasete ayrılmıştır. Medial faset daha küçük, oblik ve konveks iken, lateral faset ise daha büyük, geniş ve konkavdır. Fasetler arasında 130°'lik bir açı vardır. (Şekil-1).

Sinovyal membranlar ve bursalar: Vücudumuzdaki en büyük sinovyal boşluk diz eklemidir. Sinovyal membran anteriorda patellanın kenarlarına yapışır. Sinovya medialden ve lateralden distale doğru retinakulumlarla uzanır. Diz eklemine sinovyal membran femur, tibia ve patellanın artiküler yüzeylerini, eklem ile ilişkili sesleri, menisküs ve intraartiküler bağları dölşeyerek, eklem ile ilişkili çok sayıda bursaya uzanır. Enflamatuvar, enfeksiyöz, dejeneratif, travmatik ya da neoplastik kökenli olabilen sinovyal patolojiler sıklıkla diz eklemine etkiler. Sinovit eklemi dölşeyen sinovyum tabakasının irritasyon ve enflamasyonudur. Sinovyal membran hasarlanmaya sıvı üretirek yanıt verir. Böylece sinovitin tipik klinik bulguları olan şişlik, ağrı ve kızarıklık ortaya

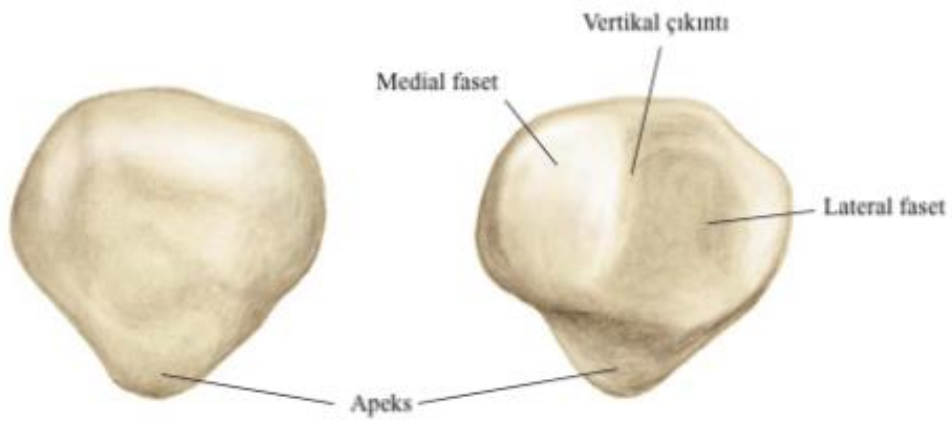
çıkır. Ayrıca sinovyal dokunun eklem kıkırdağının ve kondrositlerin “in-vivo” proliferasyonunu da artırdığı Bilge ve ark. tarafından bildirilmiştir. (Bilge 2011)

Bursalar eklem çevresindeki kapsül ve tendonların rahat çalışmasını sağlar. Diz ekleminde bulunan bursalar: Prepatellar bursa, iliotal bant altındaki bursa, infrapatellar bursa, dış yan bağ ve kapsül altındaki bursa, gastroknemius kasının medial ve lateral başları altındaki bursalar, biceps bursası, semimembranosus bursası, iç yan bağın yüzeysel ve derin tabakaları arasındaki bursa ve pes anserin bursasıdır.

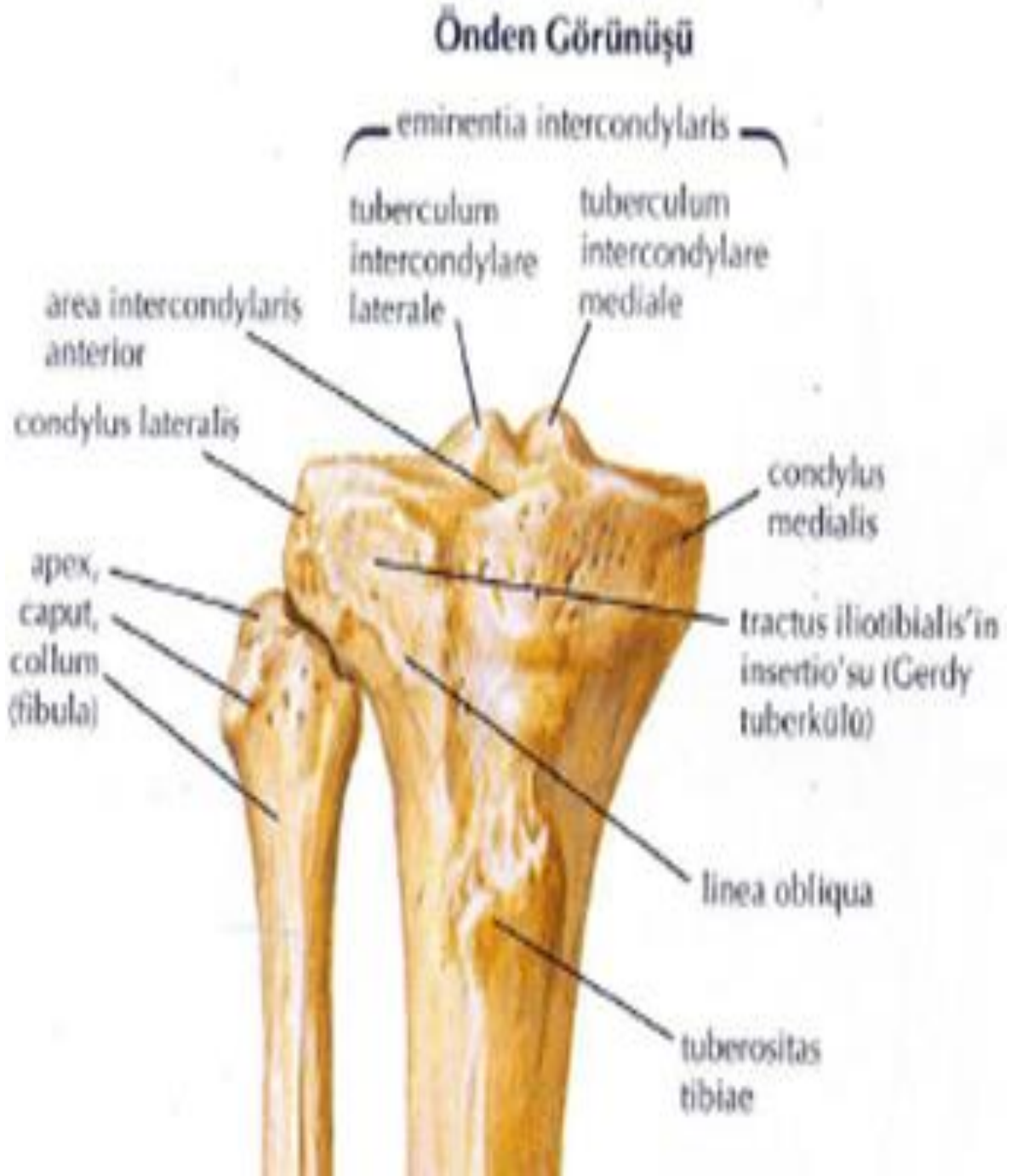
Menisküsler: Femur ve tibia kondillerinin birbirlerine uyumluluğunu artıran intrakapsüler, fibröz kıkırdak yapılarıdır. Fibrokartilaj yapıya sahip olan menisküsler C harfi şekilli kesiti üçgene benzeyen yapıya sahiptir. Menisküsler ön ve arka uçlarıyla insersiyonel ligamentler yardımıyla tibiaya tutunurlar. Periferik kısımları ile de eklem kapsülüne tutunurlar. Transversum genus aracılığıyla ön uçları birleştirilir ve bu sayede birlikte hareket etmelerine olanak sağlanır. (Şekil-4) Medial ve lateral menisküsler şekil olarak birbirine benzese de farklı fonksiyonlara sahiptirler. Lateral menisküs medial menisküse göre daha hareketli yapıya sahiptir. Menisküslerin büyük kısmı avasküler yapıya sahip olsada merkezi eklem sıvısından beslenir. Medial ve lateral genikulat arterlerin superior ve inferior dalları menisküslerin periferik kısımlarını beslerler. Menisküsler ekstra sinovyaldir. Meniskosinovyal bileşkedeki damarlar “perimeniskal kapiller pleksusu” oluştururlar. Bu pleksus, menisküsün %25-33'lük periferik kısmını kanlandırır. Tibial sinirin posterior aurikuler dalı ve safen sinirin medial artiküler dalı menisküs inervasyonunu sağlar. Sinirlerin yerleşimi de damarların yerleşimi gibi periferde daha fazladır. Ön ve arka boynuzların inervasyonu gövdeye göre daha fazladır.



Şekil 1:Femur distal anatomisi (Miller 2014)



Şekil 2:Patella anatomisi (Tecklenburg 2006)

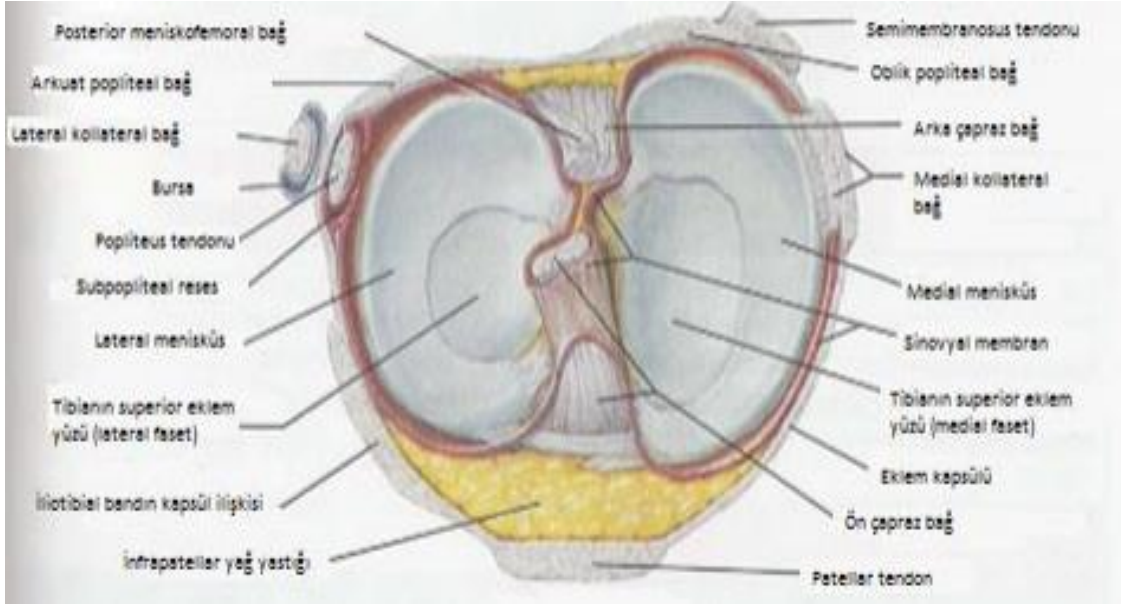


Şekil 3:Tibia proksimal anatomisi (önden görünüş) (Thompson 2010)



Şekil 4:Tibia proksimal anatomisi (arkadan görünüm) (Thompson 2010)

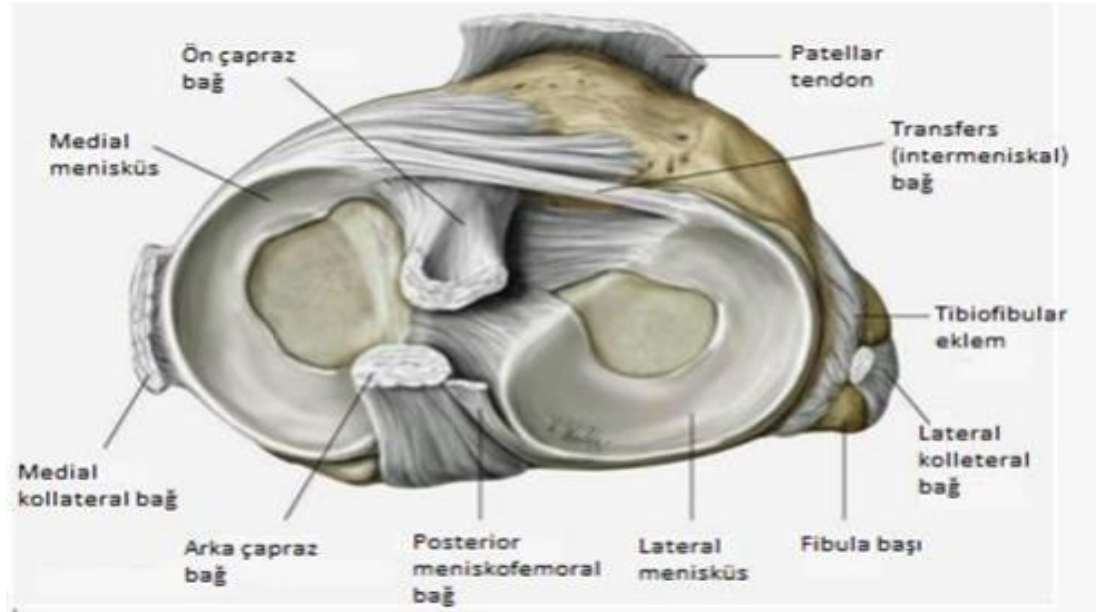
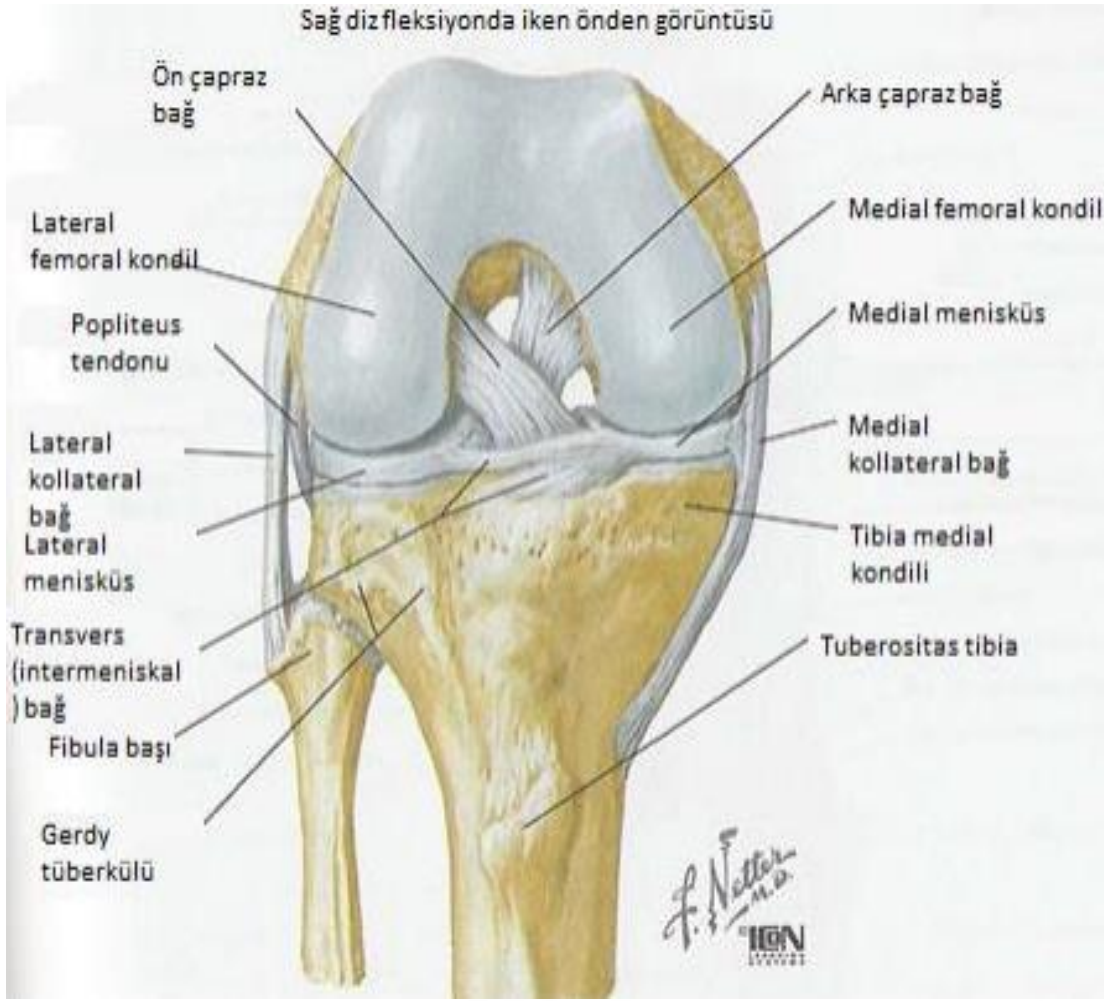
ÜSTTEN GÖRÜNÜŞ



Şekil 5:Diz ekleminin üstten görünümü ve menisküs anatomisi (Netter 2006)

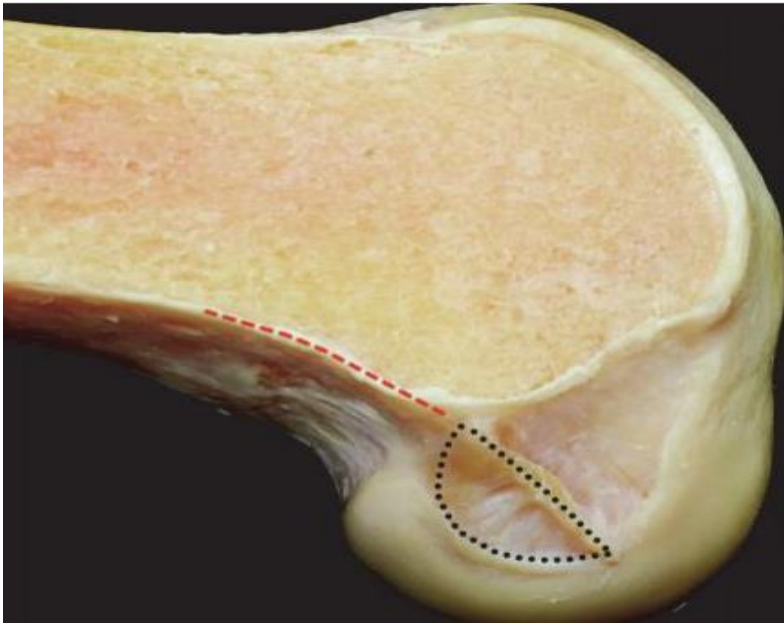
Ön çapraz bağ: Bazı araştırmacılara göre iki bazılarına göre üç ayrı fonksiyonel banttan oluşur. Bu bantlar tibia'da yapışma yerlerine göre anteromedial, intermediate ve posterolateral bant olarak isimlendirilir. (Esmer2011) Daha kalın ve daha kuvvetli olan posterolateral banttır. (Giuliani 2009) Bu iki bant yapışma yerleri dışında fonksiyon olarak bazı farklılıklar gösterirler. Tibial yapışma alanı tibial eminensianın anteriorunda ve lateralinde yer alırken femoral yapışma yerine göre daha geniş yapıya sahiptir. (Drake 2017, Giuliani 2009) (Resim 1(A-B)) Geniş yapıya sahip olmasına bağlı olarak daha kuvvetlidir ve bunun sonucunda ÖÇB travmasında daha çok femoral yapışma yerinde yaralanma görülür. (Kiapour 2014) ÖÇB ortalama 22-41 mm uzunluğunda olup 7-12 mm genişliğe sahiptir. ÖÇB'nin kesit alanı ise 36-44 mm kare arasında değişmektedir. (Duthon 2006)

ÖÇB nin kanlanmasında orta genikulat arterin dalları önemli rol oynar. Bağın distaline doğru inferior genikulat arterin terminal dalları da kanlanmaya yardım eder. (Zantop 2006) Bağın proksimalinin kanlanması fazlayken kemiğe yapışma yerlerindeki fibröz kıkırdak alanlarda damarlanması yoktur. ÖÇB'nin inervasyonu damar yapılanması çevresinde ve sinovyasında bulunan, tibial sinirden ayrılarak posterior kapsülü penetre edip eklem giren sinirler tarafından sağlanır. (Zantop 2006)

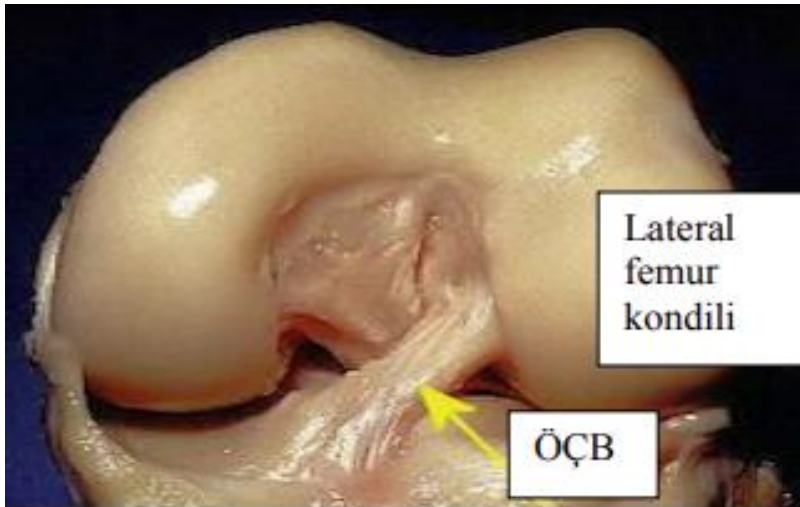


Şekil 6:Diz ekleminde ÖÇB ile AÇB'nin yerleşimim ve eklem içi yapılarla ilişkisi (koronal ve aksiyel görünüm)
(Netter 2006)

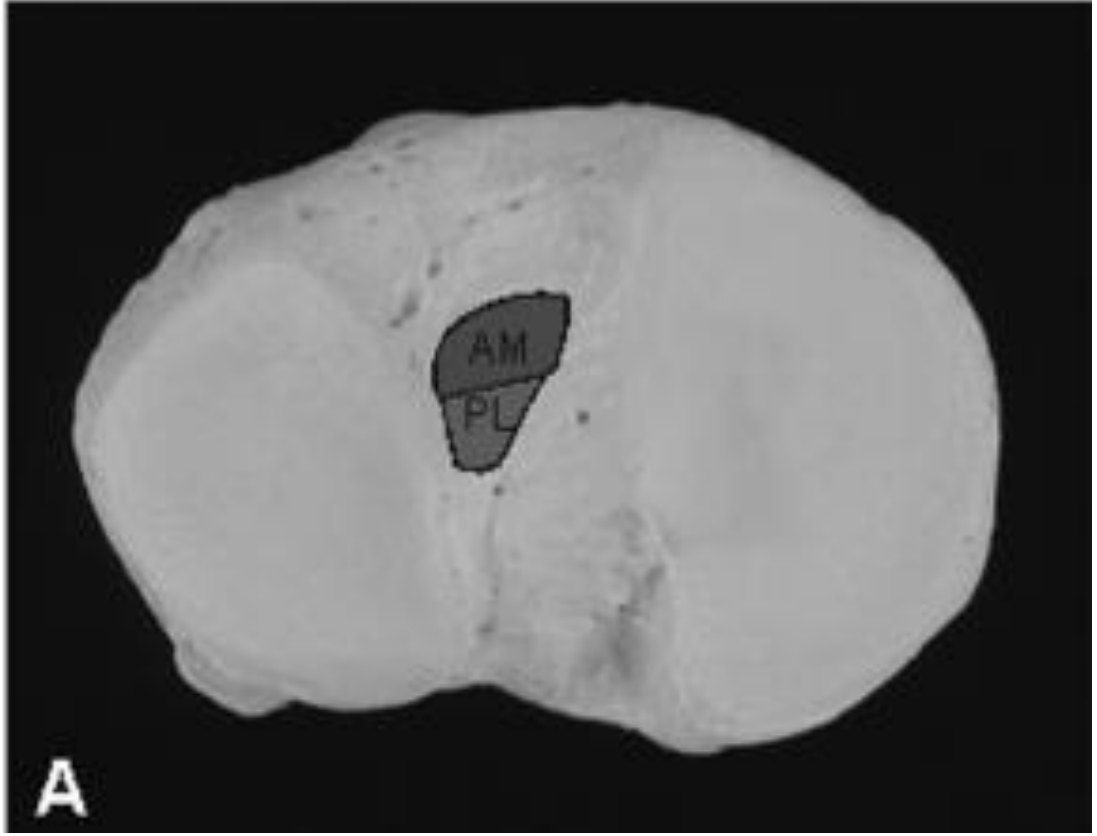
Eklem Kıkırdağının yapısı: Femur, tibia plato ve patellanın diz eklemine katılan eklem yüzleri hyalin kıkırdakla kaplıdır. Diz eklem kıkırdağı hareket sırasında sürtünmeyi ve enerji kaybını azaltır. Kemigi eklem yüzeyine uygulanan kuvvetlere karşı korur. (Cohen 1998) Diz eklemi biyomekaniğine yanıt verebilmek adına esansiyel proteoglikanlar üretilir. Proteoglikanlar eklem kıkırdağının viskoelastik yapısından sorumludur. Bu yapı, dizin karşı karşıya kaldığı kompressif güçlerin menisküs tarafınca iletilmesini kolaylaştırır. (Chen 2017) Yapısında az miktarda hücre bulunduran kıkırdak dokusunun kanlanması ve sinirsel inervasyonu yoktur. Kıkırdak dokusu basınç ve aşınmaya karşı dirençlidir. (Chen 2017)



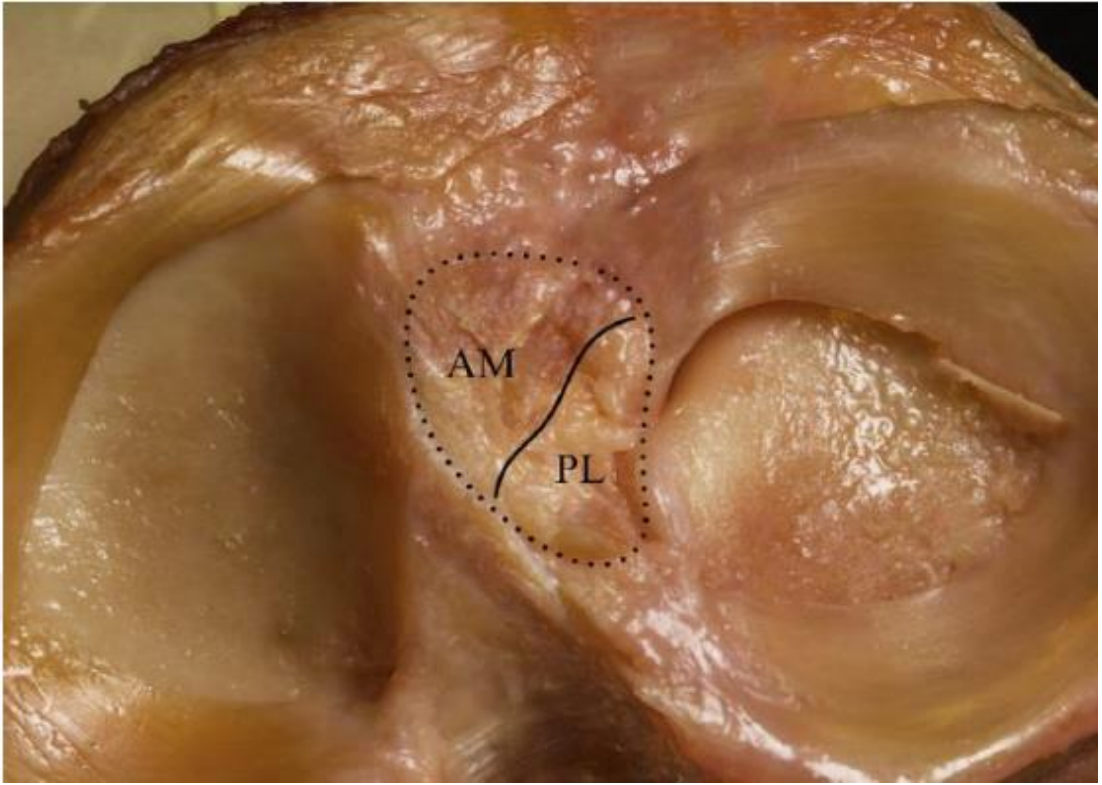
Resim 1:Lateral femoral kondilin medial tarafının kadavradaki görünümü. Siyah noktalar ÖÇB'nin yapışma yerini göstermektedir. (Śmigielski 2016)



Resim 2: ÖÇB kadavra görüntüsü (Amis 1991)



Resim 3(A): Bu resim ÖÇB'nin tibial yerleşimini göstermektedir. (Petersen 2007)



Resim 4: Bu resim kıkırdak ve menisküsler ile birlikte tibial eklemi göstermektedir. (Irrarazaval 2017)

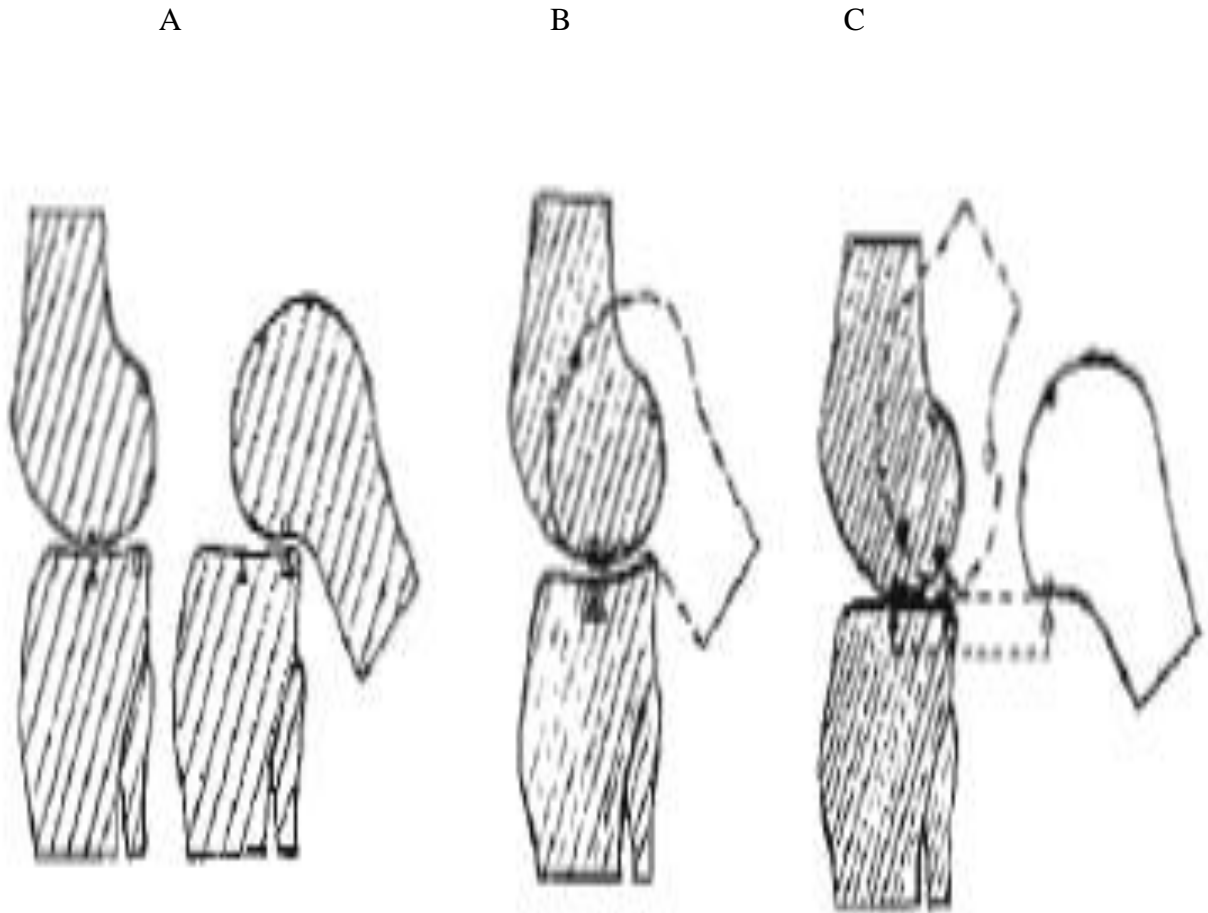
2.3.DİZ EKLEMİNİN BİYOMEKANİĞİ

Tibio-Femoral Eklem: Diz eklemi menteşe tipi bir eklem olmasına rağmen sadece fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yapan bir eklem değildir.Üç ekseninde hareket yeteneğine sahip kompleks bir eklemdir.Fleksiyon ve ekstansiyon sırasında rotasyon, kayma ve yer değiştirme hareketleri de yapmaktadır. (Şekil 6) Diz eklemine statik ve dinamik yapıları göz önüne alındığında en fazla fleksiyon, ekstansiyon, iç rotasyon ve dış rotasyon hareketi yapmaktadır.En az ise aksiyal kompresyon-distraksiyon ve medial-lateral translasyon yapmaktadır.Çapraz bağların ve yan bağların sağlam olup olmamasına veya gergin olup olmamasına bağlı olarak abduksiyon-adduksiyon ve anterior-posterior yöndeki hareketler değişiklik gösterir.

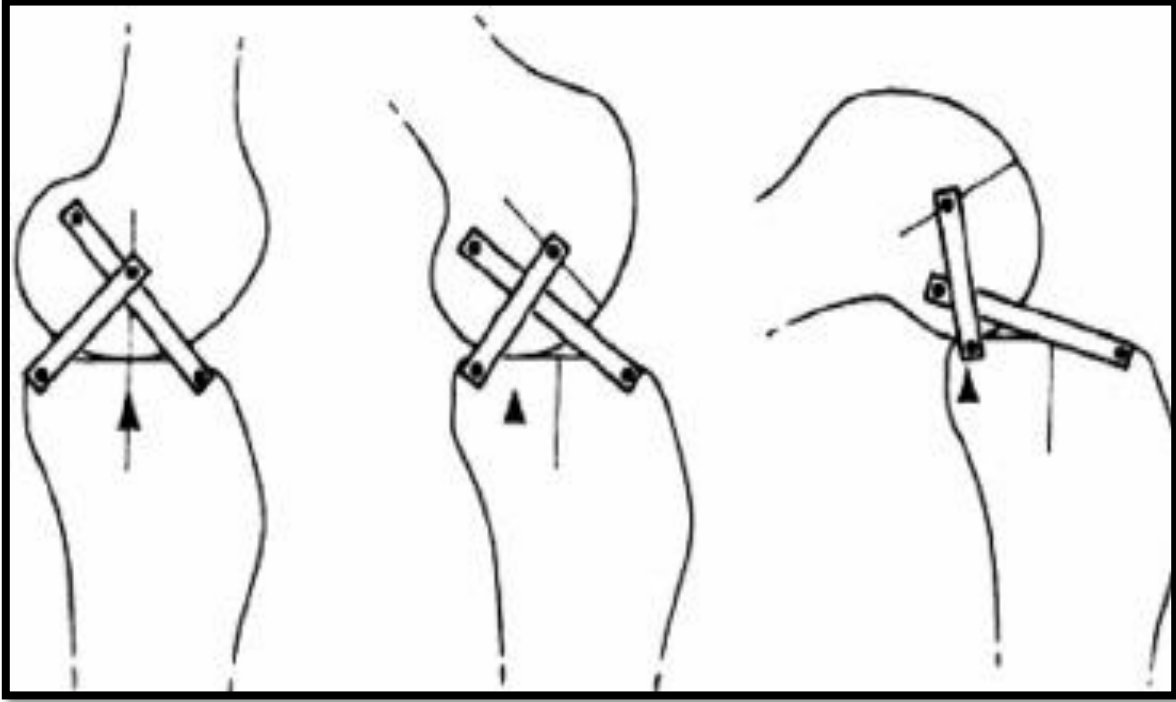


Şekil 7:Dizin temel hareketleri (Campbell 2021)

Diz eklemi fleksiyon –ekstansiyon hareketi yapması sırasında femur kondilleri tibia platosu üzerinde yuvarlanma (rolling) ve kayma (gliding) hareketleri olmak üzere iki ana hareketi yapmaktadır. Lateral femoral kondilin yarıçapı medial kondile göre daha büyüktür. Buna bağlı olarak diz fleksiyona geldiğinde tibia iç rotasyona gelirken diz ekstansiyona geldiğinde tibia dış rotasyona gelir. Bu harekete “screw home” mekanizması adı verilir.Femur ve tibia nın geometrik yapısı diz fleksiyonu arttığında femurun arkaya doğru yer değiştirmesine olanak sağlar.Femurun arkaya doğru kayma-yuvarlanma hareketi yapması “femoral roll-back” olarak adlandırılır.Diz eklemi 0° ile 90° fleksiyon hareketi yapması sırasında femoro-tibial teması 14 mm geriye doğru kayar.ÖÇB ve AÇB nin kesişme noktasında oluşan anlık rotasyon merkezi, diz fleksiyonu sırasında posteriore doğru giderek “femoral roll-back”i sağlar.(Şekil 7)



Şekil 8:Diz fleksiyon sırasında femur-tibia uyumu, A-Dizde normal kayma ve yuvarlanma; B-Sadece kayma; C-Sadece yuvarlanma



Şekil 9:Dizin hareketi sırasında ÖÇB'nin durumu, A-Tam ekstansiyonda; B-45° fleksiyonda; C-90° fleksiyon

Normal yürüme sırasında tibiofemoral ekleme duruş fazında oluşan yer reaksiyon kuvveti ve salınım fazında oluşan inersiyel yük olmak üzere iki farklı yük biner. Diz eklemi çevresindeki kaslar yan ve çapraz bağlar bu yükleri karşılar. Yürüme sırasında diz eklemine 2-5 kat yük binerken koşma sırasında bu yük 25 kata ulaşabilir. (N.Reha 1999) Diz eklemi normal şartlarda 0°-140° arası fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yapmaktadır. Genelde 5°-10° 'li bir hiperekstansiyon hareketi de mevcuttur. Diz eklemi tam ekstansiyon pozisyonunda dururken hiç rotasyon yapamaz. Fakat fleksiyona geldikçe rotasyon miktarı artmaktadır. En fazla rotasyonu 90° fleksiyon pozisyonunda yapar. Kişiden kişiye değişmekle beraber genelde 25°-30° ' ye kadar pasif rotasyon olur. (Sisk 1999)

Dize uygulanan kuvvetlerin anormal hareketlere neden olmasını dizin primer stabilizatörleri engellemeye çalışır. Sekonder stabilizatörlerin katkısı daha düşüktür. Primer stabilizatörlerde meydana gelen yaralanmalar insitabiliteye neden olurken sekonder stabilizatörlerde meydana gelen yaralanmalar genelde insitabiliteye neden olmaz.

ÖÇB lachman, pivot shift ve ön çekmece testlerinde primer stabilizatör olarak görev alır. Ters pivot shift, arka çekmece, varus –valgus stres teslerinde ise ÖÇB sekonder stabilizatör olarak görev alır. (Sisk 1996) ÖÇB'nin esas görevi diz hareketlerini anterior-posterior planda kısıtlamaktır. Diz 30° fleksiyondayken maksimum anterior tibial yer değiştirme meydana

gelirken buda 5-8 mm kadardır. Anterior tibial yer değiştirme tibial rotasyonla beraber %30'a kadar artar.

Günlük yaşantımızda ÖÇB'ye genelde gerilme kuvvetleri biner.Bu kuvvetler 285-400 newton arasında değişkenlik gösterir.Bağa uygulanan kuvvetler arttığında ÖÇB de elastik deformasyon, plastik deformasyon ve yetmezlik olmak üzere 3 ana evre meydana gelebilir.Elastik deformasyon sırasında uygulanan kuvvete bağlı olarak bağın gerimi artar.Kuvvet ortadan kalktığında bağ eski halini alır.Bağa uygulanan gerim daha da arttırıldığında plastik deformasyon meydana gelir.Plastik deformasyon sırasında bağın boyu uzar makroskopik olarak değişiklik olmasa bile fonksiyonel olarak bağda yetmezlik görülebilir. Gerim kuvveti ortadan kalktığında bağ eski boyuna dönemez. Gerim kuvveti dahada artarsa bağ koparak anatomik ve fonksiyonel olarak yetmezlik oluşur. (Fetto 1980, Cabaud 1983, Daniel 1996, Miller–Cole 2006, Bicer 2010)

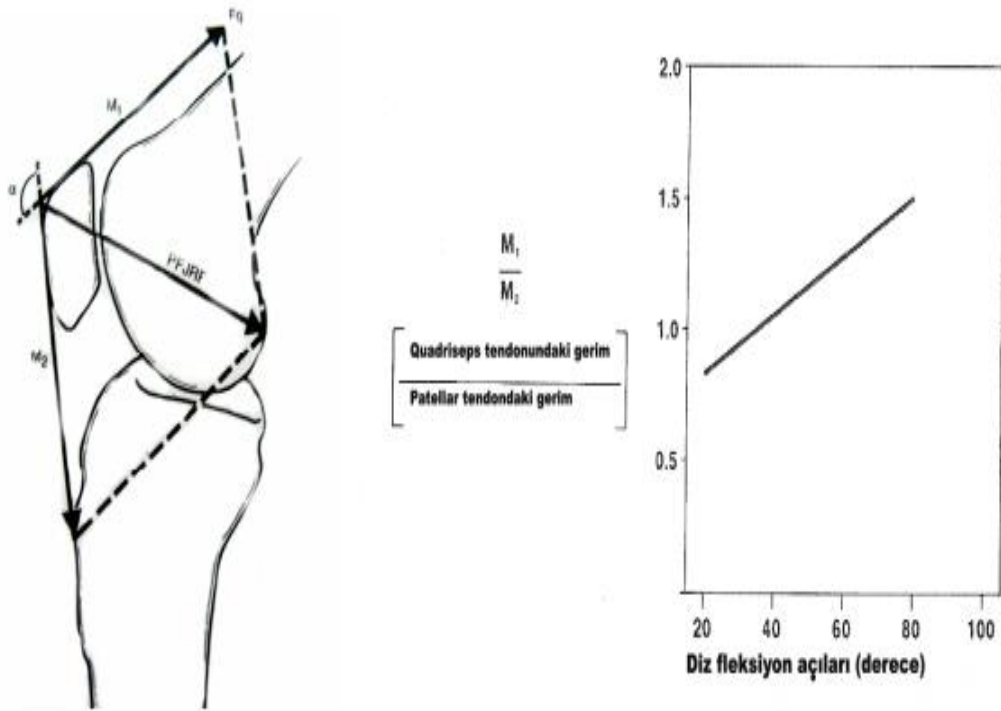
ÖÇB'ye eksenini boyunca olan yüklenmeler sırasında femur-ÖÇB-tibia kompleksinin diz fleksiyona geldikçe yük taşıma kapasitesinin düştüğü görülmüştür. Yani ÖÇB diz ekstansiyon pozisyonundayken daha fazla yük taşıyabilmektedir.Bunun sonucu olarak ÖÇB yaralanmalarının büyük kısmı diz fleksiyon pozisyonundayken meydana gelmektedir. (Daniel 1996, N.Reha 2002) ÖÇB deki yüklenme sınırı yaşa bağlı olarakta değişebilir.Genç bir yetişkinde bu değer 2200 N çıkarken yaşa bağlı olarak azalabilmektedir.Bağın gücü ve yapısını etkileyen ek hastalık, travma, steroid kullanımı gibi etmenler vardır.Uzun süreli immobilizasyonda bağın gerim kuvvetini olumsuz etkilerken bağın eski gücünü yakalaması çok daha uzun süreler almaktadır. (Cabaud 1983, Hürel 1999)

Erken duruş fazı sırasında fizyolojik yürüme olması için kuadrisepsin aktif olması gerekir. Diz fleksiyonu 40°-45° 'nin altında olduğunda kuadriseps kasılarak tibiayı öne doğru çekmeye zorlar.60° ve sonrası fleksiyon sırasında hamstring grubu kaslar devreye girerek tibianın öne gitmesini engellerler.Akut ÖÇB yaralanması sırasında bu mekanizmalar bozulduğu için tibia da öne translasyon görülür.

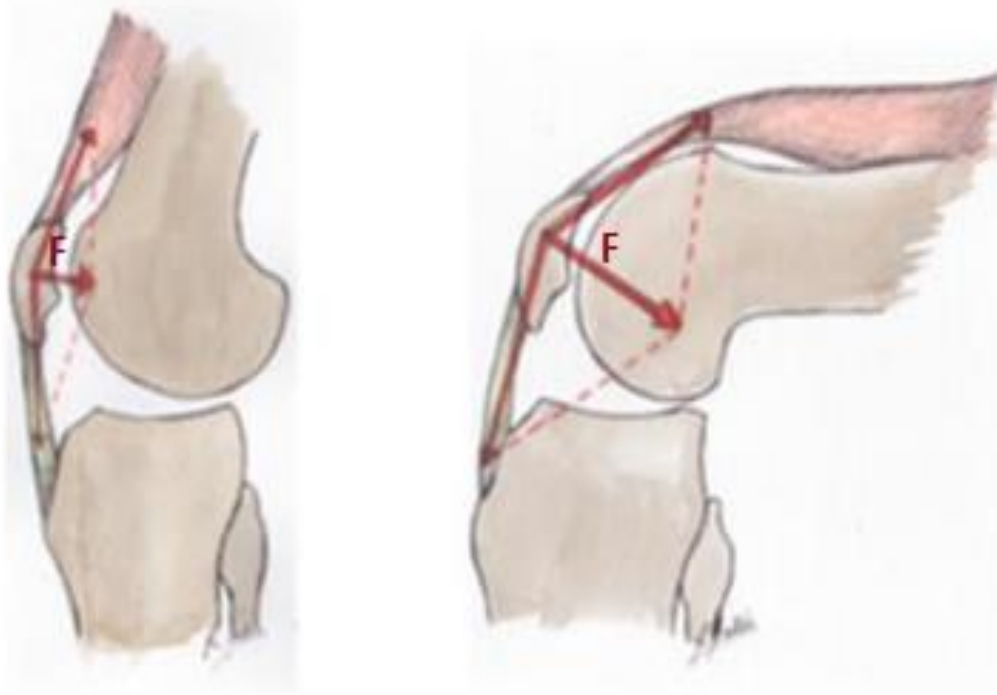
ÖÇB yaralanması ile birlikte "screw home" mekanizması bozularak iliotibial bant gevşer. Buna bağlı olarak aşırı iç rotasyon ve lateral kompartmanda subluksasyon meydana gelir. Tekrarlayan kayma ve subluksasyon sonucu kıkırdak hasarı, menisküs yırtıkları, dejeneratif değişiklikler ve ilerleyen dönemde gonartroz meydana gelebilir.

Patello-Femoral Eklem: Patella kuadriseps kasının kaldıraç kolunu uzatarak etkinliğini artırır. Yük altında troklea karşısında temas yüzeyi oluşturarak fonksiyonel stabiliteye destek

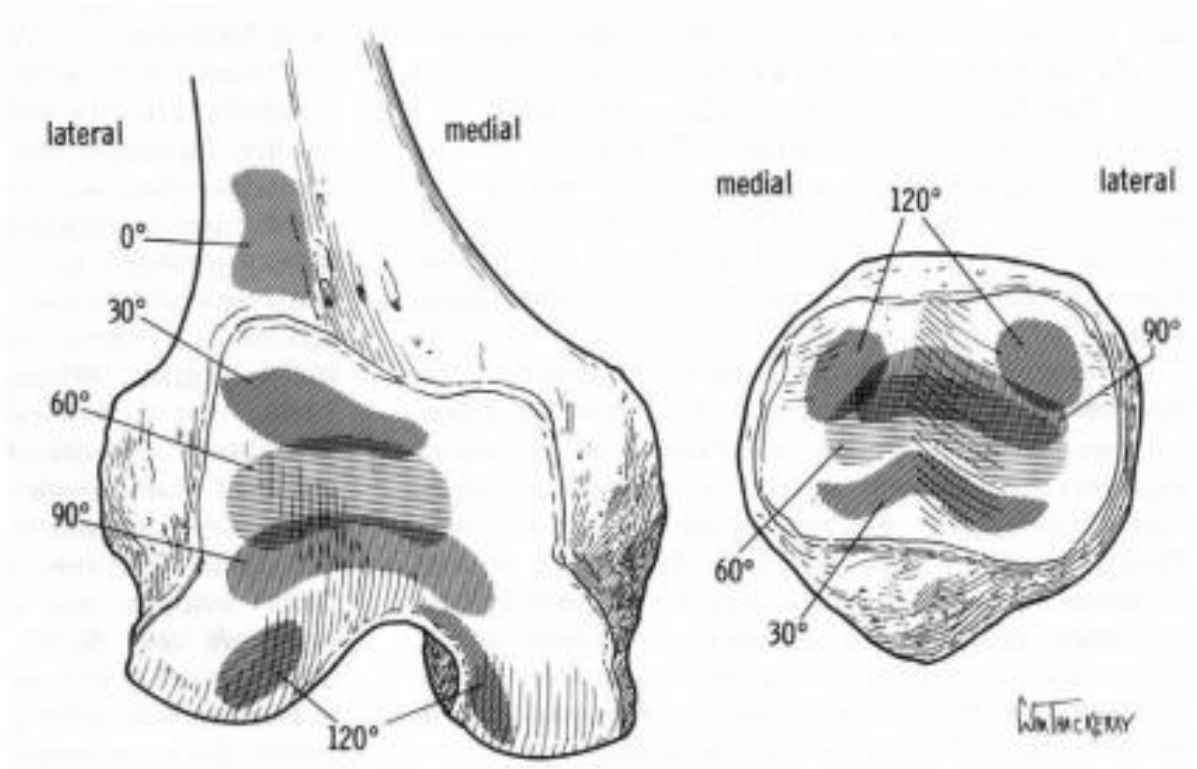
olur. Merdiven çıkarken diz eklemine binen yük ile otururken diz eklemine binen yük arasında farklılıklar vardır. Merdiven çıkarken patello-femoral eklem vücut ağırlığının 4-5 katı yük biner. Patello-femoral eklem en az yük diz ekstansiyondayken biner. Fleksiyon arttıkça yük artarken en çok 60°-90° fleksiyonda yük biner. Patella inferior polu ile troklea arasındaki temas diz 10°-20° fleksiyona geldiğinde başlar. (Şekil 9) Fleksiyon 90° 'yi geçtikten sonra kuadriseps tendonu ile troklea arasında temas başlar. Kaslar, medial-lateral retinakulumlar bunların oluşturduğu bağlar ve kemik yapının şekliyle birlikte patello-femoral eklem stabilitesi sağlanmış olur. Patellofemoral eklem dinamik stabilizasyonunu 0°-30° fleksiyonda vastus medialis sağlarken, stabilizasyonunun önemli bir kısmını medial patellofemoral ligament sağlar. Fleksiyon 30° 'yi geçtikten sonra patella troklea arasına girdiği için kemik yapılar stabilizasyonu sağlar. (Şekil 11)



Şekil 10: Patellofemoral eklem reaksiyon kuvvetini (PFJRF) hesaplamak için quadriceps kuvveti (Fq), quadriceps tendonu kuvveti (M1), patellar tendon kuvveti (M2), diz fleksiyon açıları arasında M1 ve M2 arasındaki ilişkiyi gösteren şekil (Insall JN 2006)



Şekil 11:Patellofemoral eklem tepki kuvveti (F) (Gailard 2015)



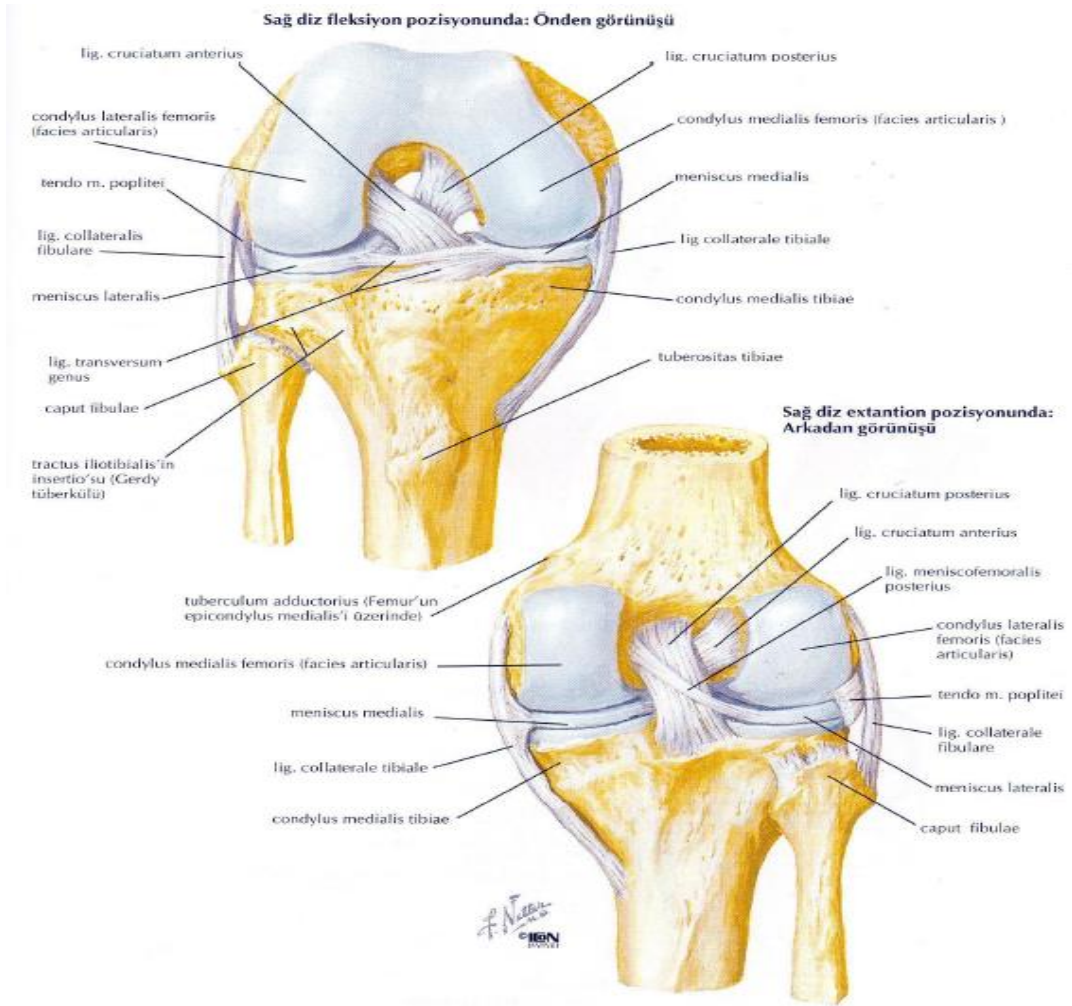
Şekil 12:Patellofemoral eklem temas alanlarının farklı diz hareket eklem açıklığı derecelerinde karşılaştırılması (Insall JN 2006)

Bağların Biyomekanik Özellikleri:

İç Yan Bağ: Yüzeysel ve derin olmak üzere iki kısımdan oluşur. İç yan bağın, medial stabilitede en önemli kısmı yüzeysel kısımdır. Bu kısmın anterior vertikal lifleri fleksiyon sırasında gergindir. Buna karşın posterior oblik lifleri ekstansiyon sırasında gergindir.

Dış Yan Bağ: Ekstansiyon sırasında gergin olan bu bağ, fleksiyon sırasında bir miktar gevşeyerek dizin hafif rotasyonuna izin verir. Tüm fleksiyon derecelerinde varus zorlanmalarına karşı stabiliteyi sağlayan en önemli yapı dış yan bağıdır.

Arka Çapraz Bağ: Tibianın posterior translasyonunu önleyen bu bağıdır. Posterior stabiliteyi sağlayan ana yapıdır. (Şekil 12)



Şekil 13:Diz bağlarının anatomisi (Thompson 2010)

2.4.DİZ STABİLİTESİ VE POSTERİOR TİBİAL EĞİM

Diz eklem stabilitesine dinamik ve statik yapılar katılır. Bağlar, eklem kapsülü, kemikler, posterior tibial eğim (PTE) statik stabilizatör olarak görev alırken kaslar dinamik stabilizatör olarak görev alır. (Julliard 1993, Han 2008, Yoo 2008, Brazier 2009, Hohmann 2011, Noyes 2015) Dizin anterior posterior stabilizasyonunda etkili faktörlerden biride PTE'dir. (Giffin 2004, Cullu 2005, Singerman 2006, Brandon 2006, Hohmann 2011).

Tam yan grafide medial ve lateral plato üzerinden geçen doğrunun tanjantı ile tibia anatomik aksı arasındaki açı PTE olarak tanımlanmıştır. (Dejour 1994, Denis 2002, Faschingbauer 2014) Tibianın anatomik aksı belirlenirken eklem seviyesinin 5 cm ve 15 cm distalinden anterior ve posterior korteksi birleştiren doğrular çizilir. Daha sonra bu doğru parçalarının ortalarından doğrulara dik başka bir doğru çizilerek tibianın anatomik aksı bulunur. (Faschingbauer 2014, Zhang 2014)

Bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve radyografik yöntemlerle PTE ölçülebilir. Fakat ideal ölçüm yöntemi ve anatomik referans noktaları konusunda tam anlamıyla ortak görüş sağlanamamıştır. Standart bir BT de ve MRG de lateral tibial plato net olarak görülmesine rağmen sadece tibia proksimali görüldüğü için tibia aksı hakkında doğru bilgi vermesi zordur. Buna bağlı olarak standart BT'nin ve MRG'nin PTE ölçümü konusunda güvenilir bilgi verme ihtimali olası değildir. (Hudek 2009).

PTE rutin olarak lateral radyografilerle ölçülmesine rağmen mevcut radyografilerde medial ve lateral platonun tam değerlendirilmesi zordur. Doğru lateral hizalamayı sağlamak zor olduğundan dolayı PTE ölçümünde radyografi kullanımında zorluklar meydana gelmektedir. (Kessler 2003).

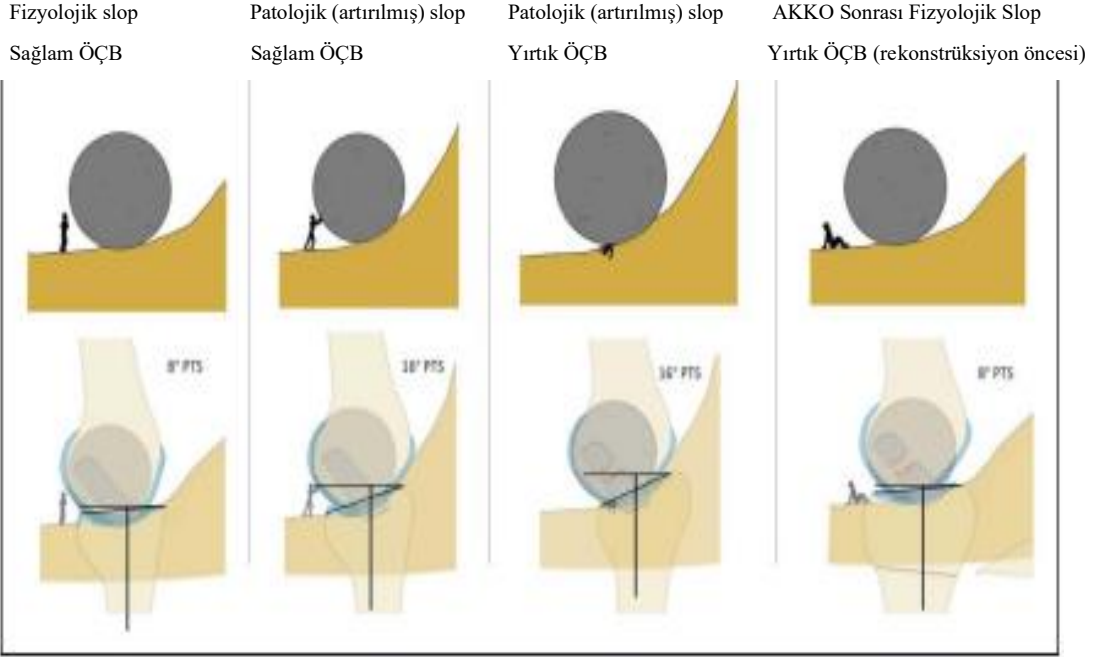
Brazier ve ark. tibia shaftında içine alan standart yan grafilerde PTE ölçümü için altı yöntemi karşılaştırmışlardır. Medial tibia plato tanjantı ile; tibia proksimal anatomik aksı, tibia shaft anatomik aksı, tibia anterior korteksi, tibia posterior korteksi, fibula proksimal anatomik aksı ve fibula shaftı anatomik aksı arasında yapılan ölçümler karşılaştırılmıştır. Tibia anatomik aksı ile yapılan ölçüm bu çalışmada referans değer olarak kabul edilmiştir. Tibia anatomik aksı ile tibia posterior korteksiyle yapılan ölçümler arasında güçlü korelasyon bulunmuştur.(Brazier 2009).

Faschingbauer ve ark. tibia shaftını içeren diz yan grafileri ve standart diz yan grafileri üzerinde PTE ölçümü yaparak karşılaştırmışlardır. Yapılan bu çalışmada tibia shaftını içeren yan grafilerdeki ölçümlerin daha güvenilir olduğu görülmüştür. (Faschingbauer 2014).

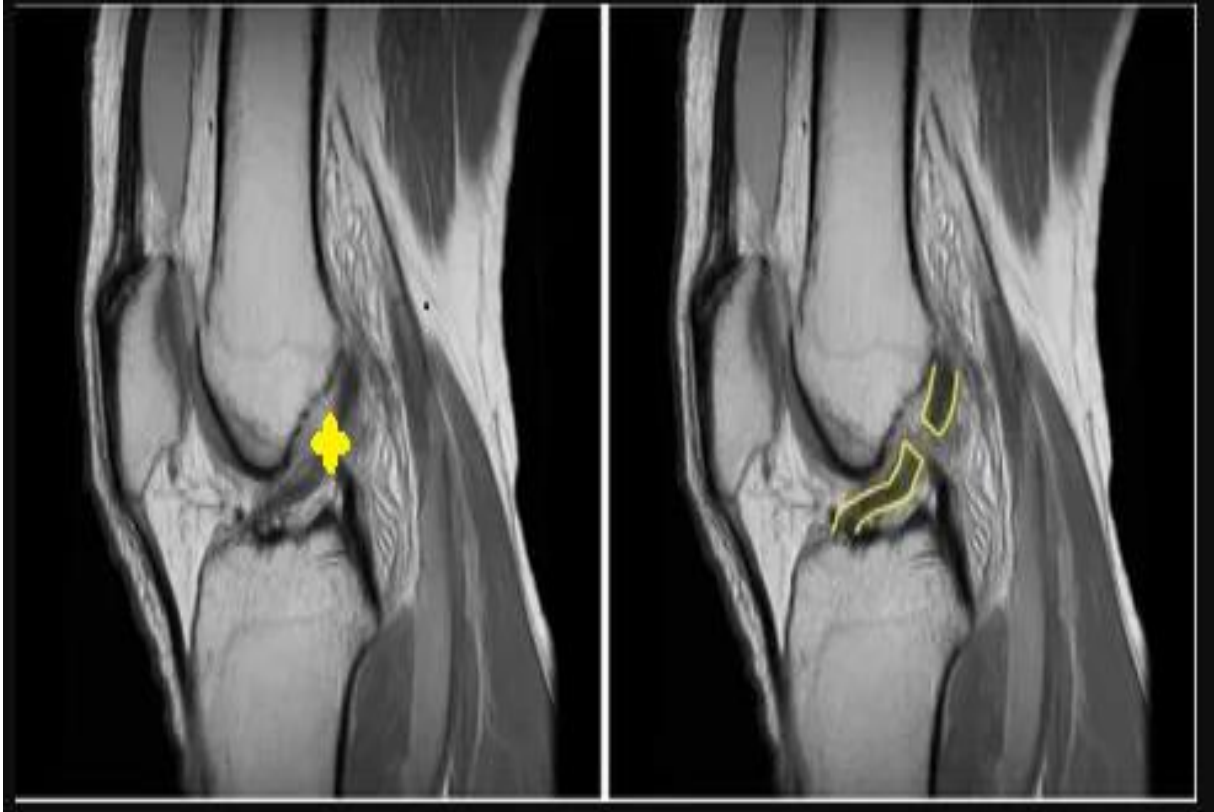
Diz eklemi iki kompartmandan oluşmaktadır. Bu kompartmanlardan ana yük taşıyıcı kompartman medial kompartmandır. Medial kompartmanın şekli geometrik olarak konkavdır ve PTE ölçümü için daha uygundur. (De Boer 2009). Medial ve lateral plato tanjantları referans alınarak ölçülen PTE'lerin farklı olduğunu gösteren çalışmalar vardır. (Yoo 2008). Standart bir yan radyografide medial plato referans kabul edilerek ölçülen PTE değerlerinin daha güçlü korelasyon gösterdiği görülmüştür. (Chiu 2000).

2.5.POSTERİOR TİBİAL EĞİM VE ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Yapılan radyolojik çalışmalar PTE ile yük verme sırasında tibia da meydana gelen anterior translasyon arasında ilişki olduğunu göstermiştir. (Hudek 2009, Pedro 2020, Alaia 2021). PTE'nin artması yük verilen dizde anterior tibial translasyonu artırmaktadır. (Hudek 2009, Pedro 2020, Alaia 2021) Anterior tibial translasyonun artması ÖÇB üzerindeki gerilmeyi artırmaktadır. Buna bağlı olarak bu gerilme artışının ÖÇB yaralanma ve rüptüre olma riskini artırdığını gösteren çalışmalar gösterilmiştir. (Şekil 13) (De Boer 2009, Vyas 2011, Zeng 2014, Dare 2015, O'Malley 2015, Zeng 2016, Rahnama-azar 2016, Kızılgöz 2019, Pedro 2020, Alaia 2021)



Şekil 14:En üst sıradaki şekil bir kayayı tepeye iten bir adamı tasvir etmekte ve tibial yamacın biyomekaniği için gerçekte olan eşdeğerini göstermektedir. Kaya, femoral kondilleri temsil eder ve tepe, tibial platoyu temsil eder. Oradaki kişi ÖÇB'yi temsil ediyor. Kayanın geriye kaymasını önlemek göreceli olarak tepenin öne doğru kaymasını önlemeye benzer. Tepe ne kadar dikse, kayanın geriye kaymasını önlemek için adam o kadar fazla güç harcar ve yorulur. Tepe düz ise, kayayı yerinde tutmak için daha az enerji gereklidir. (Alaia 2021)



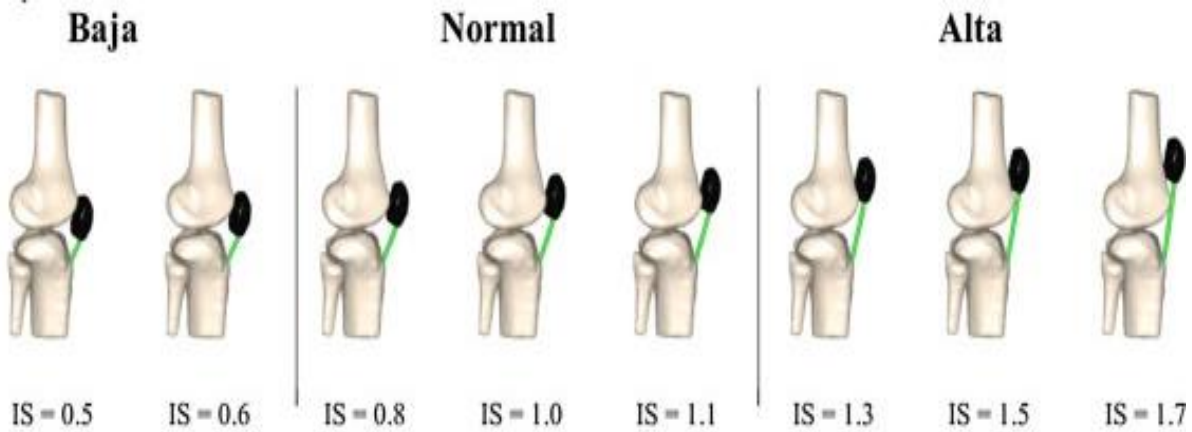
Resim 5:Ön çapraz bağ rüptürü MRG sagittal görüntü, ÖÇB rüptüre olan bölgeyi(+) göstermektedir.

2.6. İNSALL-SALVATI ORANI VE ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Patellar yükseklik hesaplama ile ilgili ilk ölçümler 1938 yılında Blumensaat'in açıkladığı yöntemle başlasada zaman içinde farklı indeksler ortaya çıkmıştır. Ölçüm yöntemleri arasında Insall–Salvati oranı, Blackburne–Peel oranı, Caton–Deschamps oranı, modifiye Insall–Salvati oranı (ISO) ve patellotroklear indeks bulunur. Biedert ve arkadaşlarının patellar yükseklik ölçüm yöntemlerine ilişkin yaptığı çalışmada patellar yükseklik ölçüm yöntemi veya ölçüm değerleri konusunda hala bir fikir birliği olmadığı bildirilmiştir. (Biedert 2017) En sık kullandığımız ölçüm ise Insall-Salvati oranıdır. ISO lateral grafi üzerinden ölçülür.

Insall Salvati oranı (ISO), patellar tendon uzunluğunun patella'nın diyagonal uzunluğuna oranıdır ve ortalama 1'dir. İndekste 0,8'in altı patella bajayı 1,2'nin üzeri patella alta'yı gösterir. (Şekil 14) ISO hızlı hesaplanması ve diz eklemine fleksiyon açısından etkilenmemesiyle literatürde en çok kullanılan yöntemlerden birisidir. Verhulst ve ark. farklı patellar yükseklik ölçüm yöntemlerini karşılaştırdığı çalışmada, patella yüksekliğini ölçmek için en güvenilir yöntemin lateral grafide ölçülen ISO olduğunu tespit etmişlerdir. (Resim 5) (Verhulst 2020)

Yapılan çalışmalar ÖÇB rüptürü olan hastalarda olmayan hastalara göre Insall-salvati oranının yüksek olduğunu göstermiştir. (Güven 2022).ISO yüksekliğine bağlı olarak patellar tendon uzunluğu artmış olup, patella alta meydana gelebilir. Bu göz önüne alındığında ÖÇB rüptürü ile patella alta arasında bir ilişki olabileceği akılda tutulmalıdır.



Şekil 15:Patella yerleşimleri, IS: Insall-Salvati



Resim 6:B harfi patellar tendon uzunluğunu (PTU), A harfi ise patella uzunluğunu (PU) göstermektedirISO patellar tendon uzunluğunun patella uzunluğuna bölünmesi sonucu elde edilir.ISO:
$$\frac{PTU}{PU}$$

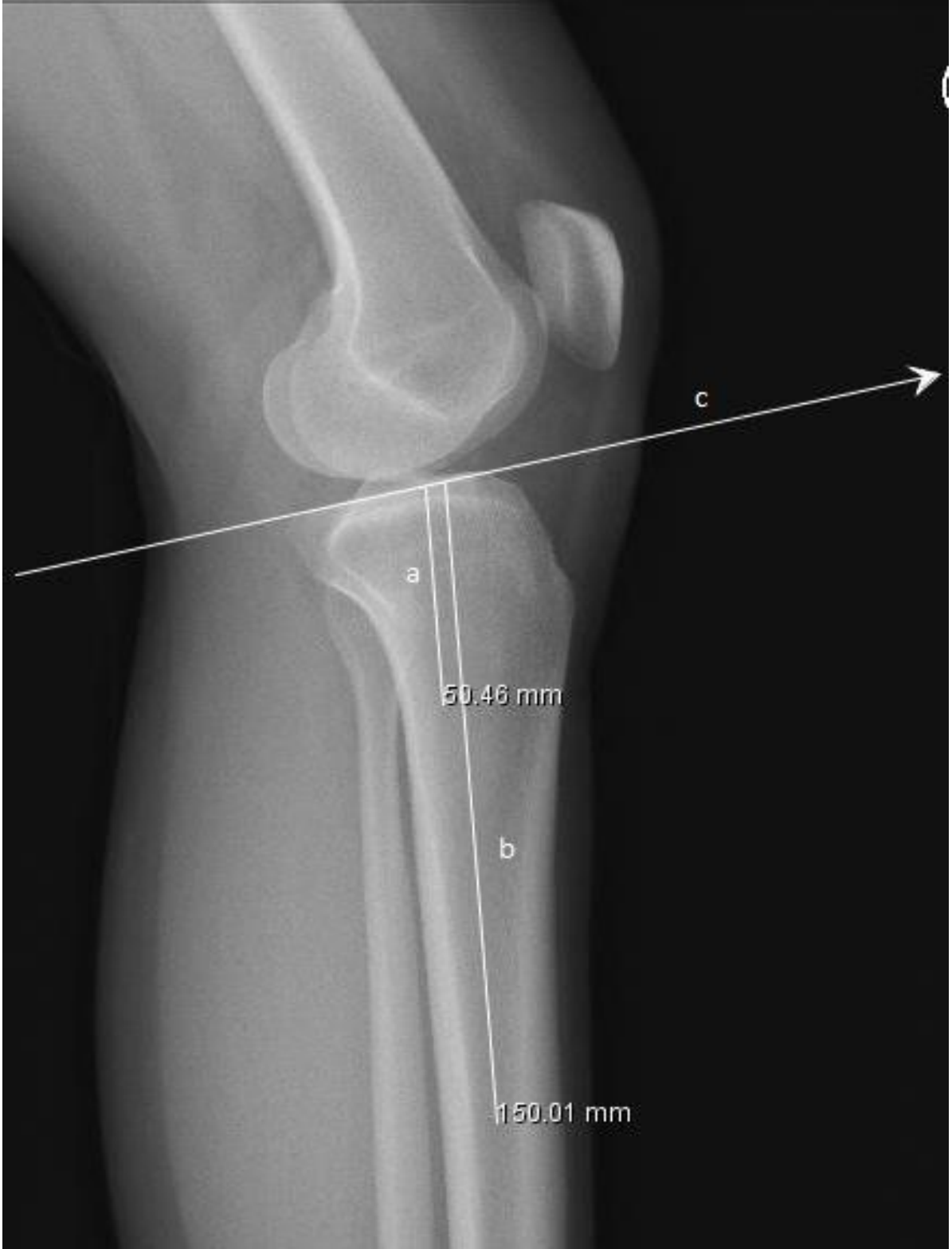
3. GEREÇ VE YÖNTEM

2015-2021 yılları arasında Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı kliniğinde ÖÇB rüptürü nedeniyle opere edilen hastalar retrospektif olarak analiz edildi. Çalışmanın dışlama kriterleri medial ve lateral menisküs yırtığı, geçirilmiş alt ekstremitte cerrahisi, nöromuskuler ve hematolojik hastalıklar, alt ekstremitte dizilim bozuklukları, (bacak boy uzunluk eşitsizliği koronal ve sagittal plan deformiteleri patellar insitabilite), dejeneratif artrit (kelgren lawrance stage 2-3-4), radyolojik ölçümü için uygun diz yan grafisi olmayan hastalar 18 yaş altı ve 50 yaş üstü hastalar idi.

Radyolojik ölçümler için uygun, tibia shaftını içeren standart diz yan grafileri olan, diz MRG görüntülemeleri bulunan ve sadece ön çapraz bağ rüptürü olan 80 hasta ve yaş, cinsiyet açısından benzer dağılımda MRG de normal diz görüntüsü olan 80 hasta kontrol grubu olmak üzere toplam 160 kişi 2 grup halinde çalışmaya dahil edildi.

Çalışmamızda ölçüm yapılırken tibiayı tamamen içeren, femur kondilleri birbiri üzerinde ekspozite olmuş tam yan radyografiler kullanıldı. Tibia anatomik aksı eklem seviyesinin 5 ve 15 cm distalinde anterior ve posterior korteks arasındaki doğru parçalarının orta noktaları birleştirilerek tespit edildi. (Resim-7) (Genin 1993, Julliard 1993, Dejour 1994, Denis 2002, Faschingbauer 2014). PTE medial plato üzerinden geçen çizginin tanjantı ile tibia anatomik aksı arasındaki açı ölçülerek hesaplandı. (Resim-8)

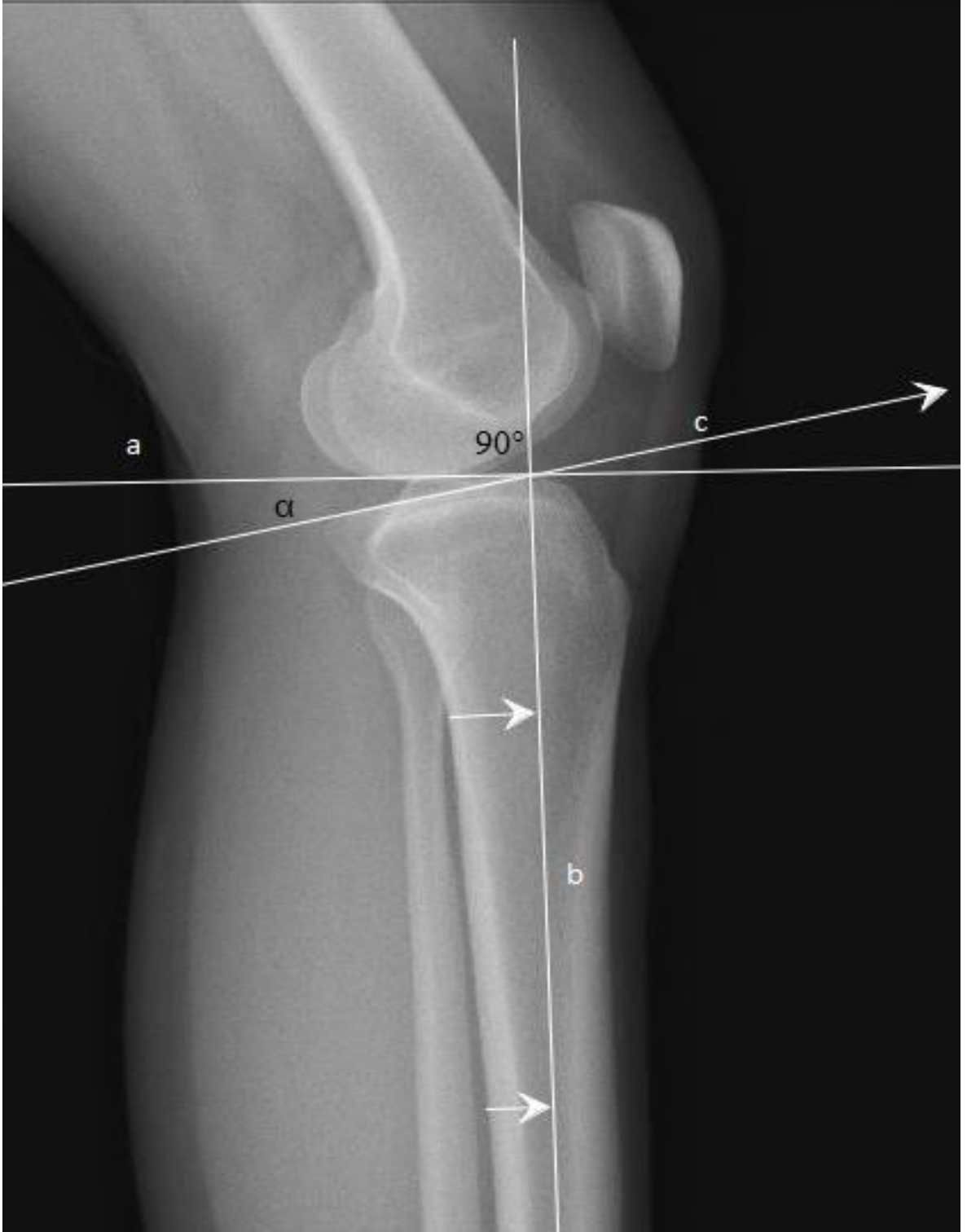
Çalışmamızda standart bir yan grafide patellar tendon uzunluğu (tuberositas tibia ile patella alt polu arası mesafe) ve patellanın diagonal uzunluğu ölçüldü. Patellar tendon uzunluğu, patella uzunluğuna oranlanarak Insall-Salvati oranı hesaplandı. (Resim-9) Ayrıca patellar tendon trasesinden (tuberositas tibia-patella inferior polü) geçen doğru ile tibia platolarına teğet geçen doğru arasındaki tibial eğim-patellar tendon açısı (TEPTA) hesaplandı. (Resim-10)



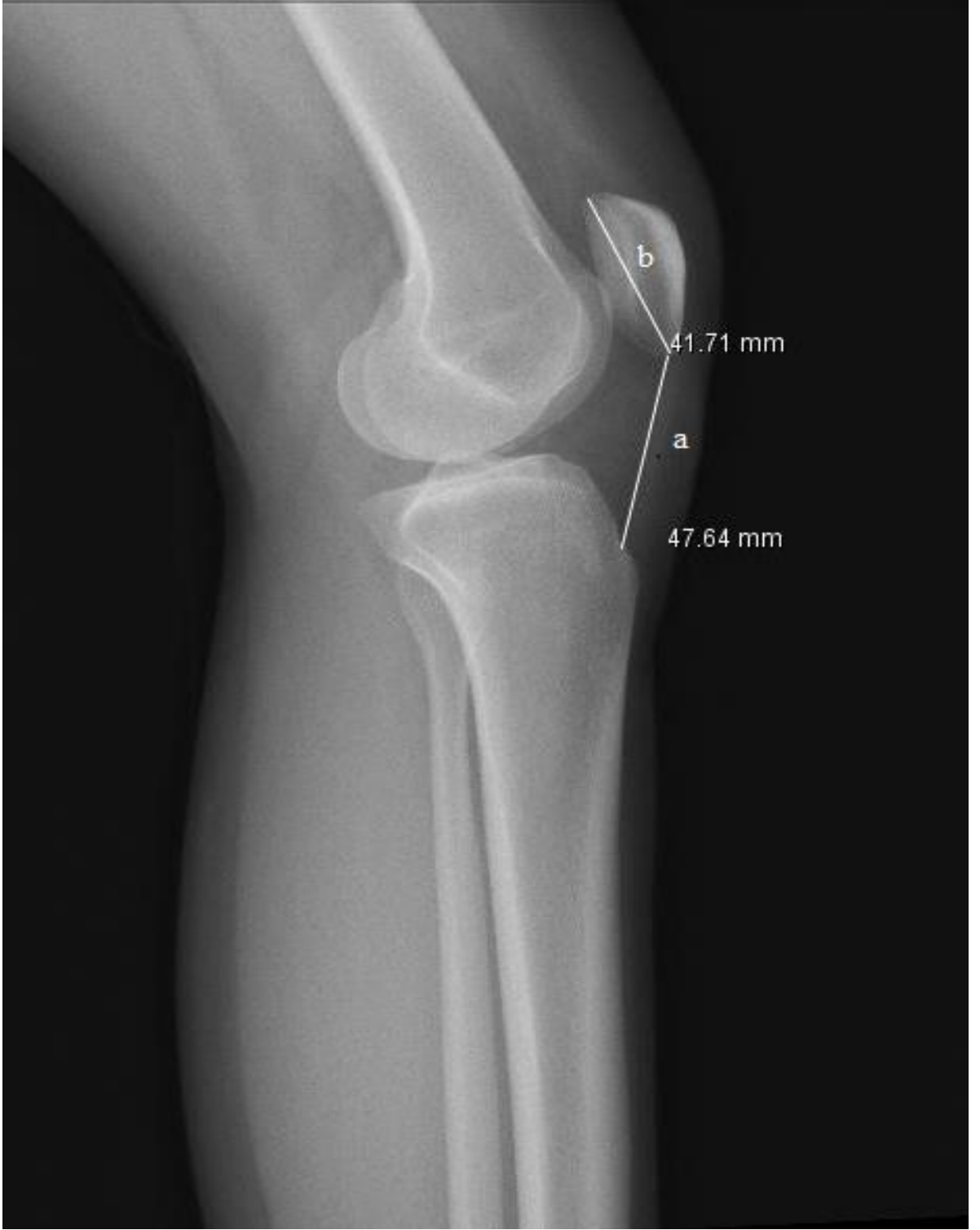
Resim 7:Posterior tibial eğimin ölçümü için eklem seviyesinin 5 ve 15 cm distalinin belirlenmesi. (a: eklem seviyesinin 5 cm distalini gösteren çizgi, b: eklem seviyesinin 15 cm distalini gösteren çizgi, c: tibia proksimal eklem çizgisi)



Resim 8:Eklem seviyesinin 5 ve 15 cm distalinde tibia anterior ve posterior kortekslerin birleştirilmesi ve doğru parçalarının orta noktalarının belirlenmesi (a: eklem seviyesinin 5 cm distalinde anterior ve posterior korteksin orta noktasını gösteren çizgi, b: eklem seviyesinin 15 cm distalinde anterior ve posterior korteksin orta noktasını gösteren çizgi)



Resim 9:Tibia anatomik aksına dik çizilen yatay çizgi ile tibia plato anterior ve posterioruna teğet geçen doğru arasındaki α açısının (PTE) belirlenmesi (b: tibia anatomik aksı, a: tibia mekanik aksına dik olan çizgi, c: tam yan diz grafisinde medial plato üzerinden çizilen çizgi, α posterior tibial eğim açısı)



Resim 10: Insall-Salvati oranının hesaplanması için Patellar tendon uzunluğu ve patella diagonal uzunluğunun belirlenmesi (a: patellar tendon uzunluğunu gösteren çizgi, b: patella diagonal uzunluğunu gösteren çizgi)



Resim 11:Patellar tendon trasesinden (tuberositas tibia-patella infeiror polü) geçen doğru ile tibia platolarına teğet geçen doğru arasındaki patellar tendon-tibial eğim açısının (te) belirlenmesi (a: patellar tendon uzunluğu, b: patella diagonal uzunluğu, c: tam yan diz grafisinde medial plato üzerinden çizilen çizgi, TEPTA: tibial eğim-patellar tendon arasındaki açı)

Ölçümler 160 hasta üzerinde 2 ayrı gözlemci tarafından 2 ayrı seansta birbirlerine kör olarak yapıldı. Verilerin analizi SPSS yazılımı (IBM-SPSS 22.0) kullanılarak yapıldı. Betimleyici analizler için descriptive statistics ve frekans analizi kullanıldı. Birbirine kör iki

gözlemcinin iki ayrı seansta yaptığı ölçümlerin güvenilirlikleri Cronbach's alpha testi ile analiz edildi. Verilerin normalliği Shapiro-Wilk testi ile analiz edildi. Bağımsız değişkenlerin karşılaştırılması için Mann Whitney-U ve *T*-testi kullanıldı. Sensitivite, spesivite analizi ve cut-off değerin belirlenmesi için Roc curve analizi kullanıldı. $P < 0.05$ olan değerler anlamlı kabul edildi.

Çalışmamız için Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi ilaç ve tıbbi cihaz dışı araştırmalar etik kurulundan 2023/4151 karar sayılı onay alınmıştır.

4. BULGULAR

ÖÇB rüptürü olan hastaların 47'si(%58,7) erkek 33'ü(%41,3) kadın, kontrol grubu hastaların 44'ü(%55) erkek 36'sı(%45) kadındı.

ÖÇB rüptürü olan hastaların yaş ortalaması 31.54 ± 6.49 (range:18-45), kontrol grubu hastaların yaş ortalaması 34.67 ± 7.58 (range:21-58) idi. Her iki grup yaş ve cinsiyet açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark görülmedi. (Tablo-1)

Hasta grubu parametre	ÖÇB rüptürü	Kontrol grubu	P value
Hasta sayısı (n)	80	80	
Yaş ortalaması (\pm SD) (min-max)	31.54 ± 6.49 (18-45)	34.67 ± 7.58 (21-58)	0.190
Cinsiyet (E/K)	47E(%58,7) 33K(%41,3)	44E(%55) 36K(%45)	0.840

Tablo 1:ÖÇB rüptüre grubun ve kontrol grubunun demografik verileri

ÖÇB rüptürü olan hastaların PTE ortalama değeri: $10.65^{\circ}\pm 1.91^{\circ}$ (range:6.1-13.9), kontrol grubu hastaların PTE ortalama değeri: $9.52^{\circ}\pm 1.50^{\circ}$ (range:6.8-12.1)idi. Her iki grup PTE açısından karşılaştırıldığında ÖÇB rüptürü olan hastaların PTE değerleri kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek bulundu. (p=0.005) (Tablo-2)

ÖÇB rüptürü olan hastaların Insall-salvati oranı ortalama değeri: 1.14 ± 0.13 (0.87-1.42), kontrol grubu hastaların Insall- salvati oranı ortalama değeri: 1.20 ± 0.15 (0.82-1.59) idi. Her iki grup hasta Insall salvati oranı açısından karşılaştırıldığında ÖÇB rüptürü olan hasta grubunun Insall-salvati oranı kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük bulundu. (p=0.043) (tablo-2)

ÖÇB rüptürü olan hastaların patella uzunluğu ortalama değeri: $44.87\text{mm} \pm 3.30\text{mm}$ (range:38.5-50.9) kontrol grubu hastaların patella uzunluğu ortalama değeri: $43.01\text{mm} \pm 4.58\text{mm}$ (range:35.3-52.9) idi. Her iki grup hasta patella uzunluğu açısından karşılaştırıldığında ÖÇB rüptürü olan hasta grubunun patella uzunluğu kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek bulundu. (p=0.041) (Tablo-2)

ÖÇB rüptürü olan hastaların patellar tendon uzunluğu ortalama değeri: 51.04mm ±5.62 (range:42.1-59.1) kontrol grubu hastaların patellar tendon uzunluğu ortalama değeri: 50.87mm ±6.93mm (range:36.6-64.1) idi. Her iki grup hasta patellar tendon uzunluğu açısından karşılaştırıldığında her iki grup arasında anlamlı düzeyde fark görülmedi. (p=0.903) (Tablo-2)

Hasta grubu	ÖÇB rüptürü	Kontrol grubu	P value
Tibial Eğim ortalama değeri (±SD) (range)	10.65°±1.91° (6.1-13.9)	9.52°±1.50 ° (6.8-12.1)	0.005
Insall salvati oranı ortalama değeri (±SD) (range)	1.14±0.13 (0.87-1.42)	1.20±0.15 (0.82-1.59)	0.043
Patella uzunluğu Ortalama değeri (±SD) (range)	44.87mm±3.30mm (38.5-50.9)	43.01mm±4.58 mm (35.3-52.9)	0.041
Patellar tendon uzunluğu Ortalama değeri (±SD) (range)	51.04mm±5.62mm (42.1-59.1)	50.87mm±6.93mm (36.6-64.1)	0.903

Tablo 2:ÖÇB rüptüre ve kontrol grubu hastalarının PTE, ISO, PTU, PU açısından karşılaştırılması

ÖÇB rüptürü olan hastaların tibial eğim-patellar tendon açısı (TEPTA) ortalama değeri: 67.15°±3.19° (range:60.2-74.4), kontrol grubu hastaların tibial eğim-patellar tendon açısı (TEPTA) ortalama değeri: 66.27°±2.43° (range:60.2-71.1) idi. Her iki grup hasta tibial eğim-patellar tendon açısı (TEPTA) bakımından karşılaştırıldığında her iki grup arasında anlamlı düzeyde fark görülmedi. (p=0.170)(Tablo-3)

ÖÇB rüptürü nedeni ile çalışmaya dahil edilen hastaların ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası yapılan TEPTA ölçümü ortalama değeri: $71.14^{\circ} \pm 3.03^{\circ}$ (range:63.4-77.6) idi. ÖÇB rüptürü olan hasta grubunda hastaların rekonstrüksiyon öncesi ve sonrası yapılan TEPTA ölçümleri kıyaslandığında rekonstrüksiyon sonrası TEPTA değeri rekonstrüksiyon öncesi yapılan TEPTA ölçümlerine göre anlamlı düzeyde yüksek bulundu. ($p < 0.001$) (Tablo-3)

Hasta grubu Parametre	ÖÇB rüptürü	Kontrol grubu	P (value)
TEPTA ortalama değeri (\pm SD) (range)	$67.15^{\circ} \pm 3.19^{\circ}$ (60.2-74.4)	$66.27^{\circ} \pm 2.43^{\circ}$ (60.2-71.1)	0.170
Postop TEPTA ortalama değeri (\pm SD) (range)	$71.14^{\circ} \pm 3.03^{\circ}$ (63.4-77.6)	$66.27^{\circ} \pm 2.43^{\circ}$ (60.2-71.1)	<0.001

Tablo 3:ÖÇB rüptüre olan ve rekonstrüksiyon yapılan hastaların kontrol grubu ile TEPTA bakımından karşılaştırılması

ÖÇB rüptürü nedeni ile rekonstrüksiyon yapılan hastaların TEPTA değerleri ile kontrol grubunun TEPTA değerleri karşılaştırıldığında rekonstrüksiyon yapılan hastaların TEPTA değerleri anlamlı düzeyde yüksek bulundu. ($p<0.001$)(Tablo 4)

Hasta grubu parametre	Preop ÖÇB rüptürü	Postop ÖÇB rüptürü	P(value)
TEPTA ortalama değeri (\pm SD) (range)	67.15 \pm 3.19 $^{\circ}$ (60.2-74.4)	71.14 \pm 3.03 $^{\circ}$ (63.4-77.6)	<0.001

Tablo 4:Preop ÖÇB rüptürü hastaların postop ÖÇB rüptürü hastalarla TEPTA bakımından karşılaştırılması

5.TARTIŞMA

Bu çalışmanın en önemli bulgusu patellar tendon oryantasyonunun ÖÇB rüptürü ve Insall-Salvati oranı ile ilişkili olabileceğini göstermesidir.

İnsan vücudunda alt ekstremitede, travma sonucu en sık yaralanan eklem diz eklemidir. Bu yaralanmalara bağlı olarak dizin stabilitesinden sorumlu yapılardan bir tanesi olan ÖÇB nin %48 oranında etkilendiğini gösteren çalışmalar mevcuttur. (Mink ve Deutsch 1989). ÖÇB yaralanması diz ekleminde görülen en yaygın bağ yaralanması olup Amerika da yılda 129.000-200.000 arası dünyada ise 400.000 civarında rekonstruksiyon vakası görülmektedir. (Gottlob ve ark 1999,Mall ve ark 2014)

ÖÇB rüptürü sporcularda menisküs yaralanması, kıkırdak yaralanması ve ilerleyen dönemlerde osteoartrit dahil birçok hasar bırakabilecek önemli bir yaralanmadır. (Lohmander 2004, Von Porat 2004, Nebelung 2005, Levine 2013) ÖÇB rekonstruksiyonu sonrasında menisküs yaralanma ihtimali azaltılabilir, aktivite düzeyleri iyileştirilebilir. (Chalmers 2014) Ancak cerrahi tedavi yapılarak erken osteoartrit in önlendiğini gösteren somut bir kanıt bulunamamıştır. (Lohmander 1994, Lohmander 2007, Chalmers 2014) Bu bilgiler ışığında literatürde yapılan çalışmalar ÖÇB rüptürü sonrası oluşacak kalıcı hasarları önlemek için spesifik risk faktörlerini tanımlamaya odaklanmıştır. (Fink 2001, Chaudhari 2009, Hewett 2006, Kessler 2008, Fabricant 2013) ÖÇB rüptürü için risk faktörlerine baktığımızda değiştirilebilir ve değiştirilemez olarak iki sınıfa ayrılabilir. Çevresel ve nöromuskuler faktörler değiştirilebilir risk faktörleriyken, anatomik ve cinsiyet özellikleri değiştirilemez risk faktörleridir.

Tibia plato geometrisi yüklerin eklem boyunca iletim şeklini etkiler ve bu nedenle literatürde ÖÇB rüptürü açısından potansiyel bir risk faktörü olarak büyük ilgi görmüştür. Özellikle PTE çeşitli sonuçlarla dikkat çekmiştir. (Brandon 2006, Hashemi 2008, Bisson 2010)

Tibial eğim 0°-18° arasında değişiklik gösterebilir ve ortalama 8°dir.(Giffin 2004) Yapılan çalışmalarda PTE bireyler arasında önemli düzeyde varyasyon göstermektedir. De Boer ve ark. tarafından yapılan bir kadavra çalışmasında ortalama PTE nin 8.4° olduğunu ve standart sapmanın 4.7° ile 12.1° arasında olduğu gösterilmiştir.(De Boer 2009) Matsuda ve ark. normal dizlere sahip 30 kişinin PTE ni ölçmüşler ve 5° ile 15.5° arasında bir değer bulmuşlardır. (Matsuda 1999) Çalışmamızda kontrol grubunda PTE ortalama değeri 9.52°, dağılım aralığı ise 6.8°-12.1° idi.Bu yönüyle PTE verilerimiz literatür ile uyumludur .

PTE, tibia orta diyafizine dik bir çizgi ile tibial platonun arka eğimi arasındaki oluşan açı olarak tanımlanır.(Wang 2017) PTE'nin ölçümünün doğruluğu çeşitli şekillerde etkilenebilir.Alt ekstremite rotasyonu lateral diz grafilerinde sık görülür ve PTE ölçümünde hatalara yol açabilir.Kessler ve arkadaşları tarafından yapılan bir kadavra çalışmasında tibia 30° iç rotasyona döndürüldüğünde PTE'de 14° 'ye kadar hata olabileceği gösterilmiştir.(Kessler 2003) PTE ölçümlerinin doğruluğu tibial eksenin yanlış değerlendirilmesinden de etkilenebilir. (Ahmad 2016) Faschingbauer ve arkadaşları PTE'nin en doğru şekilde uzun lateral diz radyografileriyle (16-20 cm proksimal tibia görünecek şekilde) ölçüldüğünü göstermişlerdir. (Faschingbauer 2014) O Malley ve ark. yaptıkları bir çalışmada ÖÇB rüptürü olan 32 hasta üzerinde radyolojik olarak PTE'yi ölçmüşlerdir ve artmış PTE ile ÖÇB rüptürü arasında orta düzeyde anlamlı ilişki bulmuşlardır. (O Malley 2015) Ancak bu çalışmada doğru bir PTE ölçümü için gerekli olan femur kondillerinin üst üste ekspoze olması şartı göz ardı edilmiştir. Çalışmamızda ölçümlerimizi yaparken femur kondillerinin üst üste ekspoze olduğu rotasyonun olmadığı standart uzun lateral diz radyografilerini kullanarak yapmaya dikkat ettik.

Literatüre bakıldığında tibial eğimdeki artışın ÖÇB yaralanmasıyla ilişkili olduğu saptanmış ve yakın zamanda yapılan çalışmalar bu eğimdeki artışın ÖÇB rekonstruksiyonlu hastalarda ortaya çıkan yetmezlikle olan ilişkisine odaklanmıştır. (Salmon 2018) Tibial eğim literatürde ÖÇB yaralanmalarında en çok tartışılan konulardan biridir.Bernhardson ve arkadaşları yaptıkları bir kadavra çalışmasında osteotomi yoluyla PTE arttırıldığında dizde aksiyel yüklenme sırasında ÖÇB üzerinde oluşan yükün arttığını buldular.(Bernhardson 2019) Birbirinden bağımsız yapılan 4 ayrı çalışmada aynı sonuca vararak, ÖÇB rüptüre ve ÖÇB sağlam gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermiştir.(Brandon 2006, Stijak 2008, Todd 2010, Wang 2017) PTE, hem primer ÖÇB yaralanmalarında hemde ÖÇB rekonstruksiyonu sonrası greft sağ kalımı ve ikincil yaralanmalarda predispozan bir faktör olarak bildirilmiştir.(Li Y 2014, Salmon 2018)

Pedro ve ark. yaptığı bir çalışmada travma sonucu ÖÇB rüptürü olan hastalar ve kontrol grubundaki hastaların PTE'lerini ölçerek karşılaştırdığında ÖÇB rüptürü olan hastalarda PTE'nin anlamlı düzeyde yüksek olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca PTE'nin ÖÇB yapısı için bir risk faktörü olduğunu, diz eklem stabilitesi üzerinde diz anatomisi ve biyomekaniğinin önemli bir katkısının olduğunu kanıtlamışlardır. (Pedro 2020) Pedro ve arkadaşları yaptığı aynı çalışmada $PTE \geq 8^\circ$ olan hastaların , cinsiyetten bağımsız olarak $PTE < 8^\circ$ olan hastalara göre travma sırasında ÖÇB lerinin yaralanma ihtimalinin 3 kat fazla olduğunu göstermiştir.(Pedro 2020) Bizde çalışmamızda ÖÇB rüptürü olan hastalar ve kontrol grubundaki hastaların

PTE'sini karşılaştırdığımızda ÖÇB rüptürü olan hastaların PTE'sini anlamlı düzeyde yüksek bulduk.

Dejour ve ark. bir kadavra modelinde yaptıkları çalışmada PTE'deki her 10°'lik artış için anterior tibial translasyonda 6 mm'lik bir artış gösterdiler. (Dejour 1988) Benzer şekilde Giffin ve ark. yüksek tibial osteotomiden sonra PTE 4.4° artırıldığında anterior tibial translasyonda önemli bir artış gösterdiler. (Giffin 2004) Fenning ve arkadaşları da yüksek tibial osteotomi yaptıkları hastalarda PTE artışı ile beraber anterior tibial translasyonda artış bildirmişlerdir. (Fenning 2008) Bu nedenle, ÖÇB tibianın anterior translasyonun birincil kısıtlayıcısıdır ve PTE arttığında ÖÇB ve greft rekonstrüksiyonu fonksiyonel yüklem sırasında daha büyük bir kuvvetle karşı karşıya kalacaktır. (Zhongcheng Liu 2022)

Brandon ve ark. yaptıkları çalışmada uzun lateral diz grafilerini kullanarak PTE açısını ölçmüşler ve ÖÇB sağlam grupta 8.5°, ÖÇB rüptüre grupta 11.2° bulmuşlardır. (Brandon 2006) Todd ve ark. yaptıkları çalışmada PTE açısını ÖÇB rüptüre dizlerde 9.4°, ÖÇB sağlam dizlerde 8.5° olarak ölçtüler. (Todd 2010) Ristic ve ark. yaptığı çalışmada ÖÇB rüptürü olan hastalarda ortalama PTE açısını 6.68°, ÖÇB sağlam olan hastalarda ortalama PTE açısını 5.64° olarak ölçtüler. (Ristic 2014) Zeng ve ark. yaptıkları çalışmada ÖÇB rüptürü olan hastalarda 11.5°, ÖÇB sağlam hastalarda ise 9.4° ortalama PTE değeri bildirmişlerdir. (Zeng 2016) Yukarıdaki çalışmaların hepsi ÖÇB rüptürü olan ve olmayan hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bildirmiş ve artmış PTE'yi ÖÇB yaralanması için bir risk faktörü olarak göstermişlerdir. Bizde çalışmamızda ÖÇB rüptürü olan hastalarda ortalama PTE değerini $10.65 \pm 1.91^\circ$, ÖÇB sağlam olan hastalarda ortalama PTE değerini $9.52 \pm 1.50^\circ$ olarak bulduk. Biz çalışmamızda yukarıdaki çalışmalar ile benzer sonuçlar elde ederek, PTE'nin ÖÇB rüptürü için bir risk faktörü olduğunu gösterdik.

Literatüre baktığımızda PTE'deki artışın ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış hastalarda ortaya çıkan yetmezlikle olan ilişkisine odaklanmıştır. Genel popülasyonda ÖÇB revizyon cerrahisi oranının %4.1 ile %13 arasında değiştiği tahmin edilmektedir. (Southam 2018) Son zamanlarda birkaç araştırma grubu ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası yeniden yaralanmanın PTE'nin artmasıyla ilişkili olduğunu öne sürmüştür. (Li Y 2014, Christensen 2015, Jaecker 2018, Napier 2019) Christensen ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası greft yetmezliği olan 58 hastayı kontrol grubuyla karşılaştırdığında PTE'nin artmasının greft yetmezliğindeki artma ile anlamlı ilişkisi olduğunu gösterdiler. (Christensen 2015)

Salmon ve ark. hamstring otogreftiyle ÖÇB rekonstrüksiyonunun uzun dönem sonuçlarını değerlendirdikleri 200 hastalık bir çalışmada, genç yaşın ve artmış PTE'nin ikincil bağ

yaralanması için bağımsız risk faktörü olduğunu bildirmişlerdir. On iki derece üzerinde PTE'nin 11 kat daha fazla greft yaralanmasıyla ve adolesan grubun erişkinlere göre 3 kat daha fazla greft yaralanmasıyla ilişkili olduğunu göstermişlerdir. (Salmon 2018) Yine Hashemi ve ark. yaptıkları çalışmada artmış PTE'yi nonkontakt ÖÇB yaralanmaları ve ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası greft yetmezliği için risk faktörü olarak bildirmişlerdir ve artmış PTE'nin, tibianın ön ve iç rotasyon makaslama kuvvetlerinde artışa yol açarak ÖÇB zorlanmasına neden olabileceğini belirtmişlerdir. (Hashemi 2010) Song ve ark. artmış PTE'nin yüksek derecede pivot shift ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir. (Song 2018) Webb ve ark. 12° üzeri PTE'yi ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası tekrar ÖÇB yaralanmasıyla ilişkilendirmişlerdir. (Webb 2013) Benzer şekilde Sonnery-Cottet ve ark. artmış PTE'nin greft tipinden bağımsız olarak erken dönem greft yetmezliğine neden olabileceğini bildirmişler ve bu durumda revizyon cerrahileri planlanırken eğim düzeltici osteotomileri önermişlerdir. (Sonnery-Cottet 2014) Bernhardson ve ark. yapmış olduğu kadavra çalışmasında PTE osteotomi yoluyla artırıldığında dizde aksiyel yüklenme sırasında oluşan ÖÇB yüklenmesinin arttığını buldular. (Bernhardson 2019) Çalışmamızda ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası greft yetmezliğinin gösterilmemesi kısıtlayıcı faktör olarak gösterilebilir.

Hohmann ve ark. yapmış olduğu bir çalışmada PTE nin hastaların fonksiyonel sonuçlarına etkisi olduğunu göstermişlerdir ve bu çalışmada hipotezlerinin aksine PTE si yüksek olan hastaların daha iyi fonksiyonel sonuca sahip olduğunu göstermişlerdir. (Hohmann 2021) Çalışmamızın hastaların PTE'si ile fonksiyonel sonuçları arasında ilişki göstermemesi kısıtlayıcı faktör olarak gösterilebilir.

ÖÇB rüptürleri için birçok predispozan faktör mevcut olup bunlardan biride Insall-salvati oranıdır. (Degnan 2015, Akgün 2020) ISO 1.3'ten büyükse patella genellikle anormal derecede yüksek kabul edilir. (Miller 1996) Hatta bir grup araştırmacı, MRG ölçümlerinde normal aralığın ISO değerinin 1.5'e kadar genişletilmesini önermiştir, ancak yapılan çalışmanın sonuçları ağırlı olan hastalardan oluşan önyargılı bir popülasyonla yapılan sınırlı bir çalışmaya dayanmaktadır. (Shabshin 2004)

ÖÇB yaralanması için çeşitli risk faktörleri, ekstansör mekanizma dahil olmak üzere diz mekaniğinin farklı unsurlarına atfedilmiştir. (Botchu 2013) ÖÇB yaralanması olan bireylerde ISO ölçümlerini değerlendiren çalışmalar kısıtlı olmakla beraber, yayınlanmış en önemli çalışmalardan bir tanesi Lin ve arkadaşlarının yaptığı çalışmadır. Lin ve arkadaşları yaptıkları bu çalışmada ÖÇB rüptürü olan çalışma grubundaki ISO'nun kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha küçük olduğunu bulmuşlardır. (Lin 2005) Aynı çalışmada ÖÇB rüptürü olan

hastalarda ortalama ISO değerini 0.99 bulurken, kontrol grubunda ISO değerini 1.05 olarak bulmuşlardır ve sonuç olarak bu çalışmada patella bajanın ÖB rüptürü ile ilişkisi olduğunu ve patella bajanın ÖB rüptürü için bir risk faktörü olduğunu göstermişlerdir.(Lin 2005)

ÖB rüptürüne zemin hazırlayan benzer faktörlerin aynı zamanda göreceli patella altayada yatkın olabileceğini varsayan çalışmalar vardır.(Opar 2014) Degnan ve arkadaşları pediatrik hasta popülasyonunda yaptıkları bir çalışmada ÖB rüptürü olan grupta ISO'yu ÖB rüptürü olmayan gruba göre anlamlı derecede yüksek bulmuşlar fakat bu bulgunu mekanizmasını tam olarak açıklayamamışlardır.Sonuç olarak patella altanın pediatrik hastalarda ÖB rüptürü için risk faktörü olabileceğini bildirmişlerdir.(Degnan 2015) alışmamızın pediatrik hasta grubunu kapsamaması kısıtlayıcı faktör olarak gösterilebilir.

Çalışmamızda tibia platolarına teğet geçen doğru ve patellar tendon trasesinden (tuberositas tibia-patella inferior polu arası) geçen doğru arasında kalan bir açı tanımladık. Bu açıya tibial eğim-patellar tendon açısı (TEPTA) adını vererek bu açının ÖB rüptürü ile olan ilişkisini inceledik. Bu açının ölçüm tekniğinde çizgilerden biri tibia anatomik aksına dik olan çizgi değil tibia platosu olarak kabul edilmiştir. ÖB rüptürü olan hastaların TEPTA ortalama değerini $67.15^{\circ} \pm 3.19^{\circ}$, kontrol grubu hastaların TEPTA ortalama değerini $66.27^{\circ} \pm 2.43^{\circ}$ olarak bulduk.Her iki grubu TEPTA bakımından karşılaştırdığımızda iki grup arasında anlamlı düzeyde fark yoktu. ÖB rüptürü nedeniyle çalışmaya dahil edilen hastaların ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası TEPTA ortalama değerini $71.14^{\circ} \pm 3.03^{\circ}$ olarak bulduk.ÖB rüptürü olan gruptaki hastaların rekonstrüksiyon öncesi ve sonrası TEPTA değerleri karşılaştırıldığında rekonstrüksiyon sonrası TEPTA değeri öncesine göre anlamlı düzeyde yüksekti.ÖB rüptürü nedeniyle rekonstrüksiyon yapılan hastaların TEPTA'sı ile kontrol grubu hastaların TEPTA'sı karşılaştırıldığında rekonstrüksiyon yapılan hastaların TEPTA değerleri anlamlı düzeyde yüksekti. PTE arttıkça TEPTA azalmasına rağmen TEPTA ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastalarda anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu göstermektedirki PTE'nin artmasına rağmen azalması gereken TEPTA, ÖB rüptürü olan hastalarda PTE'den bağımsız bir prediktif değer olabilir.

Patellar tendonun patellofemoral eklemin mekaniği üzerine büyük bir etkisi vardır.Singerman ve arkadaşları patella pozisyonu ve patellofemoral eklemin temas kuvveti arasındaki ilişkiyi araştırdıklarında patellar tendonun uzunluğundaki değişimin her milimetresinde patellofemoral eklemdaki temas kuvvetinin %3 oranında değiştiğini bulmuşlar ve buna göre patellar tendonun kısılması ile ekleme binen yükün artacağını

bildirmişlerdir.(Singerman 1994) Yine aynı çalışmada Singerman ve arkadaşları patella alta vakalarında temas stresinin patella baja dan daha küçük olduğunu bulmuşlar ve patella bjası olan hastalarda femoral kondil ile patella arasındaki temas stresinin artacağını bildirmişlerdir.Torsiyon, valgus veya varus, diz eklemine fleksiyonu ve ekstansiyonu gibi bazı durumlarda, patella ve femurun daha fazla gerilmesini önlemek için femur ve tibia arasındaki nispeten geçici translasyonun artacağını söylemişler, bu değişikliğin ÖÇB'nin daha fazla zorlanmasına veya yırtılmasına yol açacağını bildirmişlerdir.(Singerman 1994) Biz çalışmamızda ÖÇB rüptürü olan grup ile kontrol grubunu patellar tendon uzunlukları açısından karşılaştırdığımızda iki grup arasında anlamlı farklılık yoktu. Bizim çalışmamızda patellar tendonun tuberositas tibiaya uyguladığı kuvvetin anterior ve superior vektör büyüklükleri hakkında fikir veren TEPTA da ise kontrol grubu ile ÖÇB rüptürü olan grup arasında anlamlı farklılık yoktu ancak ÖÇB rüptürü sonrası meydana gelen anterior tibial translasyonun ÖÇB rüptürü olmadan önceki haline geldiğini (düzeltilmiş anterior tibial translasyon) düşündüğümüz ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hasta grubu ile karşılaştırdığımızda anlamlı farklılık mevcuttu. Bu farklılık patellar tendon oryantasyonunun kontrol grubuna göre anterior vektörünün daha yüksek olması yönündeydi. Başka bir deyişle ÖÇB rüptüre olmadan önce patellar tendon anterior vektörü kontrol grubuna göre daha büyüktü ve muhtemelen ÖÇB rüptürü sonrası anterior tibial translasyona bu vektörün büyüklüğü neden olmaktadır, ayrıca tibianın anterior tibial translasyonunu önleyen ÖÇB'ye kronik dönemde normale göre daha fazla yük binmektedir. Bu da ÖÇB'nin daha düşük travmalarla rüptüre olma ihtimalini artırıyor olabilir. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası ölçülen TEPTA değerinin hem kontrol grubu hemde opere olmamış dönemdeki ÖÇB rüptürü olan hastalara göre daha yüksek olması ÖÇB rüptürü olan hastalarda TEPTA'nın prediktif bir parametre olabileceğini düşündürmektedir. Son yıllarda literatür ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası rerüptür sebepleri ve bunu öngörebilecek parametreler üzerine odaklanmaktadır. Bu sebeple ÖÇB rüptürü olan bir hastada postop ölçülecek olan TEPTA değeri ileride yapılacak olan rerüptür hastalarında olası bir fikir verebilir. Daha sonra geniş kapsamlı yapılacak olan çalışmalar için bir araştırma konusu olabilir.

Güven ve ark. yaptıkları çalışmada ÖÇB rüptürü olan grupta ISO ortalama değerini 1.01 ± 0.15 , kontrol grubunda ise ISO ortalama değerini 0.96 ± 0.14 olarak bulmuşlardır. (Güven 2022) Akgün ve arkadaşları da yaptıkları benzer çalışmada ÖÇB rüptürü olan grupta ISO ortalama değerini 1.11 ± 0.08 , kontrol grubunda ise ISO ortalama değerini 1.08 ± 0.006 olarak bulmuşlardır.(Akgün 2020) Bu iki çalışmada ÖÇB rüptürü olan grupta ISO ortalama değerini kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek bulmuştur.Biz çalışmamızda ÖÇB rüptürü olan

hastaların ISO ortalama değerini 1.14 ± 0.13 , kontrol grubunda ise ISO ortalama değerini 1.20 ± 0.15 olarak bulduk. Benzer iki çalışmanın aksine çalışmamızda B rüptürü olan grupta ISO ortalama değeri kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşüktü. Korkmaz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada B rüptürü olan grupta rekonstrüksiyon ncesi ISO ortalama değerini 0.91 ± 0.1 , rekonstrüksiyon sonrası ISO ortalama değerini 0.85 ± 0.09 olarak bulmuşlar ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu bildirmişlerdir. ($p\leq 0,05$) (Korkmaz 2018). Literatürde ISO ile B rüptürü arasındaki ilişki araştırılmıştır ancak net bir fikir birliği henüz oluşmamıştır. B rüptürü üzerine etkisi olduğu öne sürülen ISO değerlerinin aslında patellar tendon oryantasyonunu etkilemesi yoluyla B rüptürü ile ilişkili olduğunu düşünüyoruz. Bunun açıklaması řu şekilde yapılabilir: patella alta olduğunda patella femur trokleasından daha superiora çıkararak PTO daa superior vektörün daha da artmasına ve anterior vektörün azalmasına ve tam tersi olan patella baja durumunda ise patellanın femur trokleası üzerine gelerek PTO'nun anterior vektörünün artmasına yol açar. Bu vektrlerdeki değişimin B rüptürü ile ilişkili olduğunu düşünüyoruz. Çalışmamızda TEPTA'nın hem B rüptürü hemde ISO ile ilişkili bulunması bu fikri desteklemektedir. Daha geniş hasta grupları ile yapılacak olan çalışmalar literatürdeki ISO ve B rüptürü ilişkisine açıklık getirebilir.

6.SONUÇLAR

Günümüzde insanların daha aktif olması ve spora katılımının artmış olması ÖÇB yaralanmalarının her geçen gün artmasına zemin oluşturmaktadır. ÖÇB dizde stabilitenin en önemli komponentlerinden biri olduğu için yaralanmalarında titizlikle davranılmalı ve tedavisi özenle yapılmalıdır.

Literatürde PTE ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. ÖÇB rüptürü ve PTE arasındaki ilişkiyi gösteren çalışmalar ilgi çekmektedir. Çalışmamız da ÖÇB rüptürü olan hastaların PTE'si ÖÇB rüptürü olmayan hastalara göre anlamlı düzeyde yüksek çıkmıştır. Çalışmamız literatürdeki çalışmalarla benzer sonuç göstermektedir.

ÖÇB rüptürü ile ilgili risk faktörlerinden bir diğeri Insall-Salvati oranı (ISO)'dır. ÖÇB rüptürü ve ISO arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kısıtlı sayıdadır ve mevcut çalışmalarda görüş birliği sağlanamamıştır. Çalışmamızda ÖÇB rüptürü olan grup ile kontrol grubunu ISO açısından karşılaştırdığımızda ÖÇB rüptürü olan grupta ISO anlamlı düzeyde düşüktü. Çalışmamızın bu konuda kısıtlı sayıda çalışma olan literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Literatürde patellar tendon uzunluğunun ÖÇB rüptürü ile olan ilişkisini gösteren çalışmalar mevcuttur fakat görüş birliği sağlanamamıştır. ÖÇB rüptürü riskinin patellar tendon uzunluğunun artması veya azalmasıyla değiştiğini gösteren farklı çalışmalar mevcutken, Çalışmamızda bu yayınların aksine ÖÇB rüptürü ile patellar tendon uzunluğu arasında anlamlı bir fark bulunamadı.

.Çalışmamız da TEPTA ile ÖÇB rüptürü arasındaki ilişkiyi incelediğimizde ÖÇB rüptürü olan grup ile kontrol grup arasında anlamlı fark yoktu. Ancak ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaların TEPTA'sı ÖÇB rüptürü olan gruba ve kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksekti. Bu yönüyle çalışmamız, bildiğimiz kadarıyla literatürde ilkkez patellar tendon oryantasyonunun ÖÇB rüptürü ile ilişkili olabileceği gösterilmiştir.

7.KAYNAKLAR

- Ahmad R, Patel A, Mandalia V, et al. Posterior tibial eğime: effect on, and interaction with, knee kinematics. *JBJS Rev.* 2016;4(4):e31–6.
- Akgün AS, Ağırman M. Manyetik Rezonans Görüntüleme Kullanan Erişkinlerde Ön Çapraz Bağ Yaralanmaları ile Patella Alta ve Troklear Displazi Arasındaki İlişkiler. *J Diz Cerrahisi* 2020; 34: 1220–1226.
- Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73: 260-263
- Bernhardson AS, Aman ZS, Dornan GJ, Kemler BR, Storaci HW, Brady AW, et al. Tibial Eğime and Its Effect on Force in Anterior Cruciate Ligament Grafts: Anterior Cruciate Ligament Force Increases Linearly as Posterior Tibial Eğime Increases. *Am J Sports Med* 2019
- Bicer EK, Lustig S, Servien E, Selmi TA, Neyret P. Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010 Aug;18(8):1075-84.
- Biedert R, Sigg A, Gal I (2011). 3D representation of the surface topography of normal and dysplastic trochlea using MRI. *Knee*, 18(5), 340-6.
- Biedert RM, Tscholl PM. Patella alta: a comprehensive review of current knowledge. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2017;46(6):290-300.
- Bilge O, Doral MN, Ateşok K, Atay ÖA, Dönmez G, Turhan E, Üzümcügil A, Leblebicioğlu G, Kaya D, Bilgili H, Sargon M (2011). The effects of the synovium on chondrocyte growth: An experimental study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(7), 1214–23.
- Bisson LJ, Gurske-DePerio J (2010). Axial and sagittal knee geometry as a risk factor for noncontact anterior cruciate ligament tear: A case-control study. *Arthroscopy*, 26(7), 901-6.
- Brandon ML, Haynes PT, Bonamo JR, Flynn MI, Barrett GR, Sherman MF (2006). The association between posterior–inferior tibial eğime and anterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy*, 22(8), 894–9.

- Brandon, ML, Haynes, PT, Bonamo, JR, Flynn, MI, Barrett, GR, Sherman, MF. Posterior-inferior tibial eğim ile ön çapraz bağ yetmezliği arasındaki ilişki . *Artroskopi*. 2006 ;22(8): 894 – 899 .
- Brazier J, Migaud H, Gougeon F, Cotton A, Fontaine C, Duquwunoy A (2009) Evaluation of methods for radiographic measurement of the tibial eğime: A study of 83 healthy knees. *Rev Chir Orthop Reparatrice*, 82, 195–200
- Cabaud H.E.:Biomechanics of the Anterior Cruciate Ligament *Clin Orthop*. 1983:172; 26-31.
- Campbell's Operative Orthopaedics 2005 Volume 2: cruciate ligament reconstruction. 2567-2587. 83
- Campbell's Operative Orthopaedics 14th- (elsevier)2021-5699-413. Sf
- Chalmers PN, Mall NA, Moric M (2014). Does ACL reconstruction alter natural history?: A systematic literature review of long-term outcomes. *J Bone Joint Surg Am.*, 96(4), 292-300.
- Chaudhari AM, Zelman EA, Flanigan DC (2009). Anterior cruciate ligament-injured subjects have smaller anterior cruciate ligaments than matched controls: a magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med.*, 37(7), 1282-7.
- Chen S, Fu P, Wu H, Pei M. Meniscus, articular cartilage and nucleus pulposus: a comparative review of cartilage-like tissues in anatomy, development and function. *Cell Tissue Res*. 2017;370(1):53–70.
- Chiu KY, Zhang SD, Zhang GH. Posterior eğime of tibial plateau in Chinese (2000). *J Arthroplasty*,15(2), 224-7.
- Christensen JJ, Krych AJ, Engasser WM, Vanhees MK, Collins MS, Dahm DL. Lateral Tibial Posterior Eğime Is Increased in Patients with Early Graft Failure after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2015
- Cohen NP, Foster RJ, Mow VC. Composition and dynamics of articular cartilage: structure, function, and maintaining healthy state. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 1998;28(4):203-15.
- Cullu E, Aydogdu S, Alparslan B, Sur H (2005). Tibial eğime changes following dome-type high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 13(1), 38–43.

- D.A. Opar *et al.* (2014) Is there a potential relationship between prior hamstring strain injury and increased risk for future anterior cruciate ligament injury? *Arch Phys Med Rehabil*
- Daniel B. O'Neil: Arthroscopically Assisted Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. A Prospective Randomized Analysis of Three Techniques *J. Bone Joint Surg. Am.*, Jun 1996; 78: 803 - 13.
- Dare DM, Fabricant PD, McCarthy MM (2015). Increased lateral tibial eğime is a risk factor for pediatric anterior cruciate ligament injury: An MRI-based case-control study of 152 patients. *Am J Sports Med.*, 43(7), 1632-9.
- De Boer JJ, Blankevoort L, Kingma I, Vorster W (2009). In vitro study of inter-individual variation in posterior eğime in the knee joint. *Clin Biomech.*, 24(6), 488-92.
- Degnan AJ, Maldjian C, Adam RJ ve ark. Akut ön çapraz bağ yırtığı olan çocuklarda ve eşleştirilmiş kontrol popülasyonunda Insall-Salvati oranlarının karşılaştırılması. *Am J Röntgenoloji* 2015; 204(1): 161–166.
- Dejour H, Bonnin M (1994). Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture: two radiological tests compared. *J Bone Joint Surg Br*, 76(5), 745–9.
- Dejour H, Walch G, Chambat P, Ranger P. Ekstansiyonda aktif sublüksasyon: ACL eksikliği olan dizde yeni bir çalışma konsepti . *J Diz Cerrahisi Am* 1988; 1: 204-211
- Denis K, Van Ham G, Bellemans J et al (2002). How correctly does an intramedullary rod represent the longitudinal tibial axes?. *Clin Orthop Relat Res*, 397, 424–33.
- Drake R. L., Vogl A. W., & Mitchell A. W. M. *Gray's Anatomy For Students* (Third Edit). 2017. Elsevier Inc.
- Duthon V. B., Barea C., Abrassart S., Fasel J. H., Fritschy D., ve ark. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2006; 14(3), 204–213.
- E. W. H. E. Y. GROVES, "Operation for repair of the crucial ligaments," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 147, pp. 4–6, 1980.
- Ege R. Diz sorunları 1998:234 -290

- Esmer A. F., Başarır K., & Binnet M. Diz ekleminin cerrahi anatomisi Surgical anatomy of knee joint. *TOTBİD Dergisi*. 2011; 10(1), 38–44
- F.v. Verhulst, van Sambeek Jdp, G.S. Olthuis, J. van der Ree, S. Koëter Patellar height measurements: insall-Salvati ratio is most reliable method *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 28 (2020), pp. 869-875,
- Fabricant PD, Jones KJ, Delos D (2013). Reconstruction of the anterior cruciate ligament in the skeletally immature athlete: A review of current conce PTE: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am.*, 95(5), 28.
- Faschingbauer M, SgROI M, Juchems M, Reichel H, Kappe T (2014). Can the tibial eğime be measured on lateral knee radiographs? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 22(12), 3163-7.
- Fening SD, Kovacic J, Kambic H, McLean S, Scott J, Miniaci A. Modifiye posterior tibial eğimin ön çapraz bağ gerilimi ve diz kinematiği üzerindeki etkileri: bir insan kadavra çalışması . *J Diz Cerrahisi* 2008; 21 (03) 205-211
- Fetto JE, Marshall JL. The natural history and diagnosis of anterior cruciate ligamen insufficiency. *Clin Orthop* 1980; 147: 29–38.
- Fink C, Hoser C, Hackl W (2001). Long-term outcome of operative or nonoperative treatment of anterior cruciate ligament rupture—is sports activity a determining variable? *Int J Sports Med.*, 22(4), 304-9.
- Gaillard R, Shabani B, Ballis R, Neyret P, Lustig S. Anatomy, physiology, and biomechanics of the native knee. *Total knee arthroplasty: Springer*; 2015;1-25.
- Genin P, Weill G, Julliard R (1993). The tibial eğime. Proposal for a measurement method. *J Radiologyl*, 74(1), 27–33.
- Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL, Harner CD (2004). Effects of increasing tibial eğime on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med*, 32(2), 376–82.
- Giuliani J. R., Kilcoyne K. G., & Rue J. P. H. Anterior cruciate ligament anatomy: a review of the anteromedial and posterolateral bundles. *The Journal of Knee Surgery*. 2009; 22(2), 148–154.
- Gottlob CA, Baker Jr CL, Pellissier JM, Colvin L, 1999. Cost effectiveness of anterior cruciate ligament reconstruction in young adults. *Clinical orthopaedics and related research*, 367, 272-82

- Guven, N.; Ozkan, S.; Turkozu, T.; Yokus, A.; Adanas, C.; Gokalp, M.; Tokyay, A. Insall–Salvati index is associated with anterior cruciate ligament tears in men: A Case-controlled study. *J. Orthop.* 2022, 30, 230949902110696.
- Han HS, Chang CB, Seong SC, Lee S, Lee MC (2008). Evaluation of anatomic references for tibial sagittal alignment in total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16(4), 373–7.
- Hashemi J, Chandrashekar N, Gill B (2008). The geometry of the tibial plateau and its influence on the biomechanics of the tibiofemoral joint. *J Bone Joint Surg Am.*, 90(12), 2724-34.
- Hashemi J, Chandrashekar N, Mansouri H, Gill B, Slauterbeck JR, Schutt RC, et al. Shallow medial tibial plateau and steep medial and lateral tibial eğimes: New risk factors for anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* 2010
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med*, 34(2), 299-311.
- Hohmann E, Bryant A, Reaburn P, Tetsworth K (2011). Is there a correlation between posterior tibial eğime and non-contact anterior cruciate ligament injuries? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(1), 109–14.
- Hohmann E, Tetsworth K, Glatt V, Ngcelwane M. Medial and lateral posterior Tibial eğime are independent risk factors for noncontact ACL injury in both men and women. *Orthop J Sports Med.* 2021; 9(8): 23259671211015940.
- Hudek R, Schmutz S, Regenfelder F, Fuchs B, Koch PP (2009). Novel measurement technique of the tibial eğime on conventional MRI. *Clin Orthop Relat Res.* 467(8), 2066-72.
- Hürel C., Çelebi Gürbüz: ÖÇB'nin Anotomik ve Biomekanik Özellikleri ve Diz Kinematiğindeki Rolü. *Acta Orthop Trauma Turc.* 1999:33-5; 396-373
- Insall J, Salvati E (1971) Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 101:101–104
- Insall JN, Scott WN (eds) *Surgery of the knee*, 4. baskı, Churchill-Livingstone, New York 2006
- Jaecker, V, Drouven, S, Naendrup, JH, Kanakamedala, AC, Pfeiffer, T, Shafizadeh, S. Artan medial ve lateral tibial posterior eğimler, ACL rekonstrüksiyonunu takiben greft

yetmezliği için bağımsız risk faktörleridir . Arch Orthop Travma
Cerrahisi. 2018 ;138(10): 1423 – 1431 .

- Jones H, Rocha P.C. (2012) Prevention in ACL Injuries. (Editör: Mahmut Nedim Doral)
Sports Injuries, Springer, Berlin, Heidelberg, 33-42
- Julliard R, Genin P, Weil G, Palmkrantz P (1993). The median functional eğime of the tibia:
Principle, technique of measurement, value, interest. *Rev Chir Orthop Reparatrice
Appar Mot*, 79(8), 625–34.
- Kessler MA, Behrend H, Henz S (2008). Function, osteoarthritis and activity after ACL-
rupture: 11 years follow-up results of conservative versus reconstructive treatment.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 16(5), 442-8.
- Kessler MA, Burkart A, Martinek V, Beer A, Imhoff AB (2003). Development of a 3-
dimensional method to determine the tibial eğime with multislice-CT. *Z Orthop Ihre
Grenzgeb.*, 141(2), 143-7.
- Kızılgöz V, Sivrioğlu AK, Ulusoy GR, Yıldız K, Aydın H, Çetin T (2019). Posterior tibial
eğime measurement on lateral knee radiographs as a risk factor of anterior cruciate
ligament injury: A cross-sectional study. *Radiography (Lond).*, 25(1), 33-8.
- Kiapour Ata M., Wordeman S. C., Paterno M. V., Quatman C. E., ve ark. Diagnostic value of
knee arthrometry in the prediction of anterior cruciate ligament strain during landing.
American Journal of Sports Medicine. 2014; 42(2), 312–319.
- Korkmaz Ö, Malkoç M,(2018) Effect of anterior cruciate ligament reconstruction with
hamstring tendons on Insall-Salvati index and anterior knee pain, *Srpski arhiv za
celokupno lekarstvo* 146 (3-4), 174-178
- Levine JW, Kiapour AM, Quatman CE (2013). Clinically relevant injury patterns after an
anterior cruciate ligament injury provide insight into injury mechanisms. *Am J Sports
Med.*, 41(2), 385-95.
- Li Y, Hong L, Feng H, Wang Q, Zhang J, Song G, et al. Posterior tibial eğime influences
static anterior tibial translation in anterior cruciate ligament reconstruction: A
minimum 2-year followup study. *Am J Sports Med*. 2014;42(4):927–33.
- Li Y, Hong L, Feng H, Wang QQ, Zhang H, Song GY. Are failures of anterior cruciate
ligament reconstruction associated with steep posterior tibial eğimes? a case control
study. *Chin Med J (Engl)*. 2014;127(14):2649–53.

- Lin, C. F. J., Wu, J. J., Chen, T. S., & Huang, T. F. (2005). Comparison of the Insall-Salvati ratio of the patella in patients with and without an ACL tear. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 13(1), 8–11.
- Liu Z, Jiang J, Yi Q, Teng Y, Liu X, He J, Zhang K, Wang L, Teng F, Geng B, Xia Y, Wu M. Artan posterior tibial eğim, daha yüksek greft yetmezliği riski ile ilişkilidir aşağıdaki ACL rekonstrüksiyonu: sistematik bir inceleme. *Diz Cerrahisi Spor Travmatol Arthrosc*. 2022.
- Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL (2007). The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: Osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 35(10), 1756-69.
- Lohmander LS, Ostenberg A, Englund M (2004). High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis Rheum.*, 50(10), 3145-52.
- Lohmander, L. S. & Roos, H. Knee ligament injury, surgery and osteoarthrosis: Truth or consequences?. *Acta Orthop. Scand*. 65, 605–609 (1994).
- M.J. Alaia, D.J. Kaplan, B.J. Mannino, E.J. Strauss Tibial sagittal eğime in anterior cruciate ligament injury and treatment *J Am Acad Orthop Surg*, 29 (2021), pp. e1045-e1056
- Mall NA, Chalmers PN, Moric M, Tanaka MJ, Cole BJ, Bach Jr BR, Paletta Jr GA, 2014. Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *The American journal of sports medicine*, 42, 10, 2363-70.
- McCulloch PC, Lattermann C, Boland AL, Bach BR Jr (2007) ; An illustrated history of anterior cruciate ligament surgery. *J KneeSurg* 20:95–104
- Miller –Cole. textbook of arthroscopy: Knee arthroscopy 2006: 467-765.
- Miller, Mark D., et al. Orthopaedic surgical approaches. Elsevier Health Sciences, 2014
- Miller TT, Staron RB, Feldman F, Patellar height on sagittal MR imaging of the knee *AJR* 1996,167:339-341
- Mink JH, Deutsch AL, 1989. Magnetic resonance imaging of the knee. *Clin Orthop Relat Res*, 244, 29-47.
- Murray MM.(2013) History of ACL treatment and current gold standard of care. *The ACL handbook*. New York: Springer; p. 19–28

- N. Davarinos, B. J. O'Neill, and W. Curtin, "A brief history of anterior cruciate ligament reconstruction," *Adv. Orthop. Surg.*, vol. 2014, 2014.
- N.Reha Tandoğan Ön Çapraz Bağ Cerrahisi. Spor Yaralanmaları Artroskopisi ve Diz Cerrahisi Derneği Yayınları, 2002, Ankara.
- N.Reha Tandoğan, A. Mümtaz Alpaslan: Diz Cerrahisi, 1999, Ankara
- Napier, RJ, Garcia, E, Devitt, BM, Feller, JA, Webster, KE. Artmış radyografik posterior tibial eğim, revizyon ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunu takiben müteakip yaralanma ile ilişkilidir . *Orthop J Spor Med.* 2019 ;7(11): 2325967119879373
- Nebelung W, Wuschech H (2005). Thirty-five years of follow-up of anterior cruciate ligament-deficient knees in high-level athletes. *Arthroscopy*, 21(6), 696-702.
- Netter FH. Atlas of Human Anatomy, 6th Edition Philadelphia, Saunders/Elsevier; 2006; 468-72.
- Noyes FR, Goebel SX, West J (2005). Opening wedge tibial osteotomy: The 2-triangle method to correct axial alignment and tibial eğime. *Am J Sports Med*, 33(3), 378–87.
- O'Malley MP, Milewski MD, Solomito MJ, Erwtaman AS, Nissen CW (2015). The association of tibial eğime and anterior cruciate ligament rupture in skeletally immature patients. *Arthroscopy*, 31(1), 77-82.
- Ostman B, Michaelsson K, Rahme H. Tourniquet-induced ischemia and reperfusion in human skeletal muscle. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, (418): 260-265 Jan 2004.
- Pedro de Sousa Filho PGT, Marques AC, Pereira LS, Pigozzo BA, Albuquerque RS. Analysis of posterior tibial eğime as risk factor to anterior cruciate ligament tear. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2021;56(1):47–52. Epub 2020 Sep 22. PMID: 33627899; PMCID: PMC7895634
- Petersen W, Zantop T. (2006) Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament with Regard to Its Two Bundles. *Clinical Orthopaedics And Related Research*; Sayı 454:35–47 Lippincott
- R. Botchu, H. Obaid, Rennie, WCorrelation between trochlear dysplasia and the notch index, *J Ortho Surg*, 21 (3) (2013) , pp. 290-293

- R. Galleazzi, "La ricostituzione dei ligamenti cociati del ginocchio," *Atti e Memorie della Società Lombarda di Chirurgia*, vol. 13, pp. 302–317, 1924. - Open Access Library [Internet]. [cited 2020 Apr 21].
- R. Śmigielski, U. Zdanowicz, M. Drwięga, B. Ciszek, B. Ciszowska-Lysoń, and R. Siebold, "Ribbon like appearance of the midsubstance fibres of the anterior cruciate ligament close to its femoral insertion site: a cadaveric study including 111 knees," *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 23, no. 11, pp. 3143–3150, 2015.
- Rahnemai-Azar AA, Yaseen Z, Van Eck CF, Irrgang JJ, Fu FH, Musahl V (2016). Increased lateral tibial plateau eğime predisposes male college football players to anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg Am.*, 98(12), 1001-6.
- Ristic, V, Maljanovic, MC, Pericin, B, Harhaji, V, Milankov, M. Arka tibial eğim ve ön çapraz bağ yaralanması arasındaki ilişki . *Med Pregl.* 2014 ;67(7-8): 216 – 221 .
- Salmon LJ, Heath E, Akrawi H, Roe JP, Linklater J, Pinczewski LA. 20-Year Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Tendon Autograft: The Catastrophic Effect of Age and Posterior Tibial Eğime. *Am J Sports Med* 2018
- Shabshin N, Schweitzer ME, Morrison WB, Parker L. MRI criteria for patella alta and baja. *Skeletal Radiol* 2004;33:445–450.
- Singerman R, Davy DT, Goldberg VM (1994) Patella alta ve patella infra'nın patellofemoral temas kuvvetleri üzerindeki etkileri. *J Biomech* 27:1059–1065
- Singerman R, Dean JC, Pagan HD, Goldberg VM (1996). Decreased posterior tibial eğime increases strain in the posterior cruciate ligament following total knee arthroplasty. *J Arthroplast*, 11(1), 99–103.
- Sisk TD. Knee Injuries. In: *Campbell's Operative Orthopaedics*, 8th Ed., Mosby 1996, ss 1487–1732.
- Song GY, Zhang H, Zhang J, Liu X, Xue Z, Qian Y, et al. Greater Static Anterior Tibial Subluxation of the Lateral Compartment After an Acute Anterior Cruciate Ligament Injury Is Associated With an Increased Posterior Tibial Eğime. *Am J Sports Med* 2018
- Sonnery-Cottet B, Mogos S, Thauinat M, Archbold P, Fayard JM, Freychet B, et al. Proximal tibial anterior closing wedge osteotomy in repeat revision of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2014
- Southam BR, Colosimo AJ, Grawe B. Underappreciated factors to consider in revision anterior cruciate ligament reconstruction: a current concePTE review. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(1)

- Tecklenburg, K., et al., Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2006. 14(3): p. 235-240.
- Thompson, JC (2010). *Netter's Concise Anatomy* (2nd edition). Philadelphia: Saunders, an imprint of Elsevier inc
- Todd, MS, Lallis, S, Garcia, ES, Debernadino, TM, Cameron, KL. Posterior tibial eğim ve ön çapraz bağ yaralanmaları arasındaki ilişki . *J Spor Med*. 2010 ;38(1): 63 – 67 .
- Stijak, L, Herzog, RF, Schai, P. Lateral kondilin tibial eğiminin ACL lezyonu üzerinde bir etkisi var mı? Bir vaka kontrol çalışması . *Diz Cerrahisi Spor Travmatol Arthrosc*. 2008 ;16(2): 112 – 117
- Von Porat A, Roos EM, Roos H (2004). High prevalence of osteoarthritis 14 years after an anterior cruciate ligament tear in male soccer players: A study of radiographic and patient relevant outcomes. *Ann Rheum Dis.*, 63(3), 269-73.
- Vyas S, Van Eck CF, Vyas N, Fu FH, Otsuka NY (2011). Increased medial tibial eğime in teenage pediatric population with open physes and anterior cruciate ligament injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(3), 372-7.
- Wang, YL, Yang, T, Zeng, C, et al. Tibial eğimler ve ön çapraz bağ yaralanması arasındaki ilişki: bir meta-analiz . *Artroskopi*. 2017 ;33(6): 1248 – 1259
- Webb JM, Salmon LJ, Leclerc E, Pinczewski LA, Roe JP. Posterior tibial eğime and further anterior cruciate ligament injuries in the anterior cruciate ligament-reconstructed patient. *Am J Sports Med* 2013
- Yoo JH, Chang CB, Shin KS, Seong SC, Kim TK (2008). Anatomical references to assess the posterior tibial eğime in total knee arthroplasty: A comparison of 5 anatomical axes. *J Arthroplasty*, 23(4), 586–92.
- Zantop T., Petersen W., Sekiya J. K., Musahl V., & Fu F. H. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2006; 14(10), 982–992.
- Zeng C, Cheng L, Wei J et al (2014). The influence of the tibial plateau eğimes on injury of the anterior cruciate ligament: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*, 22(1), 53-65.

Zeng C, Yang T, Wu S, et al (2016). Is posterior tibial eğime associated with noncontact anterior cruciate ligament injury? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*, 24(3), 830-7.

Zeng, C, Yang, T, Wu, S, et al. Posterior tibial eğim, temassız ön çapraz bağ yaralanması ile ilişkili midir? *Diz Cerrahisi Spor Travmatol Arthrosc.* 2016 ;24(3): 830 – 837 .

Zhang Y, Wang J, Xiao J, Zhao L, Li ZH, Yan G, Shi ZJ (2014). Measurement and comparison of tibial posterior eğime angle in different methods based on three-dimensional reconstruction. *Knee*, 21(3), 694–8.