



T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ OLAN HASTALARDA MEDİAL VE LATERAL POSTERİOR
TİBİAL EĞİM FARKININ LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI OLUŞMASINA ETKİSİ

Dr. HASAN RÜZGAR

UZMANLIK TEZİ

KONYA, 2025



T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ OLAN HASTALARDA MEDİAL VE LATERAL POSTERİOR
TİBİAL EĞİM FARKININ LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI OLUŞMASINA ETKİSİ

Dr. HASAN RÜZGAR

UZMANLIK TEZİ

Danışman
Prof. Dr. FAİK TÜRKMEN

KONYA, 2025

TEŞEKKÜR

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji A.D'ındaki özellikle diz cerrahisine dair tecrübelerini her daim bizlerle paylaşarak mesleki gelişimimize değerli katkılar sunan ve meslek hayatımızda karşılaşılabileceğimiz zorlukları öngörmemizi sağlayarak asistanlık eğitimim sürecinde büyük emeği olan başta anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Onur BİLGE hocama; bu çalışmanın hayata geçirilmesinde en büyük ilham ve rehber kaynaklarından biri olan; yalnızca cerrahi alanındaki bilgi ve tecrübesiyle değil, aynı zamanda hayatın pek çok yönünde örnek teşkil eden duruşu, yaklaşımı ve insani değerleriyle bana yol gösteren, çalışmanın her aşamasında desteğini daima yanımda hissettiğim tez danışman hocam Prof. Dr. Faik TÜRKMEN'e; başta omuz ve dirsek cerrahisi olmak üzere birçok alandaki tecrübelerinden faydalanma şansı bulduğum asistanlık sürecimin büyük bir kısmını birlikte geçirme ayrıcalığına sahip olduğum, bilgi ve birikimiyle mesleki gelişimime önemli katkılarda bulunan Prof. Dr. Mustafa ÖZER hocama; tümör cerrahisi ve ortopedik travmalar alanlarında eğitimime değerli katkılar sunan cerrahi pratiğimde birçok "ilk"i tecrübe etmemi mümkün kılan, her daim yanımda olduğunu hissettirerek sözleriyle bana güven aşılayan Doç. Dr. Tahsin Sami ÇOLAK hocama; özellikle ortopedik travmalar ve deformite düzeltme cerrahileri alanlarında tecrübelerinden yararlandığım mesleki gelişimime kattığı bilginin yanı sıra her daim güçlü olmamı sağlayan Doç. Dr. Ahmet Fevzi KEKEÇ hocama; pediatrik ortopedi ve el cerrahisi alanı başta olmak üzere bir çok konuda tecrübelerinden faydalandığım ve cerrahi yaklaşıma kazandırdığı farklı bakış açılarıyla mesleki gelişimime katkısı olan Doç. Dr. İsmail Hakkı Korucu hocama; tezim sürecindeki kıymetli katkılarının yanı sıra, her daim yanımda olduğunu hissettiren, desteğini esirgemeyen ve yolumu kolaylaştıran Dr. Öğretim Üyesi Haluk YAKA abime, teşekkür ederim.

Eğitim sürecindeki en zor kavşakları beraber geçirdiğimiz eş kıdemlim, yakın dostum Dr. Mehmet GEZER'e, omuz omuza çalıştığım değerli tüm asistan doktor arkadaşlarıma; Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde birlikte çalıştığım hemşire, personel, sekreter ve diğer tüm mesai arkadaşlarıma, Hayatımın her aşamasında yanımda olan, maddi-manevi destekleyen ve her türlü fedakarlıkta bulunan annem Zeynep RÜZGAR ve babam Alaattin RÜZGAR'a, birlikte büyüdüğümüz ve hayatı tecrübe ettiğimiz, abiden öte olan Serdar RÜZGAR ve değerli kardeşlerim Büşra, Yasemin ve Eyüp RÜZGAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Hayat yolculuğunda yanımda olduğunuz için minnettarım.

Özellikle bu yorucu eğitim sürecinde benimle beraber zorluklara katlanan ve desteğini hep yanımda hissettiğim , yol arkadaşım sevgili eşim Esra RÜZGAR'a ve hayatımıza renk katan minik yavrularımız Miraç'ıma ve Mert'ime teşekkürü borç bilirim.

Dr. Hasan RÜZGAR

2025

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
ETİK KURUL TEZ KABUL ONAY FORMU	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
GRAFİKLER DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
1.GİRİŞ ve AMAÇ	12
2. TARİHÇE	14
2.1. Ön Çapraz Bağ Tarihçesi.....	14
2.2. Menisküs Tarihçesi.....	17
3. GENEL BİLGİLER	18
3.1. Diz Anatomisi.....	18
3.1.1. Femur	19
3.1.2. Tibia	21
3.1.3. Patella.....	22
3.1.4. Menisküsler.....	25
3.1.4.1. Medial Menisküs	26
3.1.4.2. Lateral Menisküs	27
3.1.4.3. Menisküs Yırtıkları	28
3.1.4.4. Menisküs Fonksiyonları	31
3.1.5. Ön Çapraz Bağ.....	33
3.1.6.Arka Çapraz Bağ.....	38
3.2. Diz Biyomekaniği.....	38
3.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmasına Sebep Olan Risk Faktörleri.....	40

3.3.1. Dış (Ekstrinsik, Çevresel) Kaynaklı Risk Faktörleri	41
3.3.2. İç (İntrinsik, Bireysel) Kaynaklı Risk Faktörleri	41
3.3.2.2. Kuadriseps Kas Gücü	44
4.GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	45
4.1.Verilerin Toplanma Biçimi.....	45
4.2. Çalışma Dizaynı	46
4.3.Etik Onay	52
4.4. İstatistiksel Analiz	52
5.BULGULAR.....	53
6.TARTIŞMA	65
7.SONUÇLAR	75
8. KAYNAKLAR.....	77

ETİK KURUL TEZ KABUL ONAY FORMU

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

Toplantı Sayısı: 216

Toplantı Tarihi: 21 Mart 2025

Karar Sayısı:2025/5639:(Başvuru ID: 23979) N.E.Ü. Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Faik TÜRKMEN'in "Ön Çapraz Bağ Ruptürü Olan Hastalarda Medial ve Lateral Posterior Tibial Eğim Farkının Lateral Menisküs Yırtığı Oluşmasına Etkisi" başlıklı uzmanlık tez çalışması ile ilgili dilekçesi ve ekleri görüşüldü. Arş. Gör. Dr. Hasan RÜZGAR'ın uzmanlık tez çalışmasının N.E.Ü. Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Faik TÜRKMEN'in sorumluluğunda yürütülmesinin uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

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

Sorumlu Araştırmacı: Prof. Dr. Faik TÜRKMEN

Yardımcı Araştırmacılar: Arş. Gör. Dr. Hasan RÜZGAR, Dr. Öğr. Üyesi Haluk YAKA



Prof. Dr. Ayşe Saide ŞAHİN
İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

ÖZET

T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

ÖN ÇAPRAZ BAĞ RÜPTÜRÜ OLAN HASTALARDA MEDİAL VE LATERAL POSTERİOR
TİBİAL EĞİM FARKININ LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI OLUŞMASINA ETKİSİ

Dr. Hasan RÜZGAR

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Tıpta Uzmanlık Tezi, Konya 2025

Amaç: Günümüzde diz eklemi yaralanmalarının sıklığı giderek artmakta olup, belirli anatomik faktörler menisküs yırtıkları ve ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürleri için predispozan risk faktörleri arasında yer almaktadır. Tibia posterior eğimi (PTS), bu yaralanmaların oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, menisküs yırtığı veya ÖÇB rüptürü nedeniyle artroskopik cerrahi uygulanan hastalar yedi farklı gruba ayrılarak değerlendirilmiş ve posterior tibial eğim açısı (PTS) kontrol grubu ile kıyaslanarak menisküs yırtıkları ve ÖÇB rüptürüne olan etkisi araştırılmıştır.

Yöntem: Çalışma, 2015-2024 yılları arasında Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde, ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürü veya menisküs yırtıkları nedeniyle opere edilen 344 hastanın preoperatif radyolojik görüntülerinin retrospektif olarak değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, diz şikayetleri ile başvuran ve manyetik rezonans görüntülemelerinde (MRG) eklem içi yapıları ve bağları doğal olarak tespit edilen 54 hasta kontrol grubu olarak belirlenmiş ve radyolojik görüntüleri retrospektif olarak analiz edilmiştir. Çalışmaya dahil edilme kriterleri arasında hastaların medial menisküs yırtığı, lateral menisküs yırtığı, lateral ve medial menisküs yırtığı, ön çapraz bağ rüptürü (ÖÇBR), ÖÇBR ve medial menisküs yırtığı, ÖÇBR ve lateral menisküs yırtığı veya ÖÇBR ve her iki menisküs yırtığı tanılarında birine sahip olması, tıbbi kayıtlarına ve radyolojik görüntülerine tam ve eksiksiz ulaşılabilir olması, 18-40 yaş arasında olması ve menisküs yırtığı ile ÖÇB rüptürü dışında ek bağ veya ligament yaralanmasının olmaması yer almaktadır. Çalışmadan dışlanma kriterleri ise diskoid menisküs varlığı, medial veya lateral menisküslerde kök yırtığı bulunması, menisküs yırtığına eşlik eden kemik kırıkları, bacak uzunluk eşitsizliği, alt ekstremitte dizilim bozuklukları (varus, valgus deformitesi), patellofemoral instabilite, patellar tendon hasarı öyküsü, majör travma veya geçirilmiş alt ekstremitte kırığı, daha önce alt ekstremitte cerrahisi geçirmiş olmak, 18 yaş altı veya 40 yaş üstü olmak, revizyon ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastalar ve kontrol grubunda daha önce aynı dizinden cerrahi işlem geçirmiş bireyler olarak belirlenmiştir. Ayrıca, hastane görüntüleme (PACS) sisteminde eksik kayıt veya görüntüsü bulunan hastalar da çalışma dışı bırakılmıştır. Tibial posterior eğim ölçümleri, MRG kesitleri üzerinde tibial longitudinal eksenin tanımlanması ve bu eksen referans alınarak medial ve lateral tibial platoların posterior eğimlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesine

olanak tanıyan yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiş olup elde edilen veriler doğrultusunda gruplar arasındaki istatistiksel farklılıklar analiz edilmiştir.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen 398 hastanın 272'si (%68,3) erkek, 126'sı (%31,7) kadındı. Hastaların 173'ü (%43,5) sağ diz, 225'i (%56,5) sol dizdi. Yaş ortalaması $29,2 \pm 6,9$ olup, erkeklerde $28,7 \pm 6,5$, kadınlarda $30,2 \pm 7,4$ olarak hesaplandı. ÖÇB rüptürü bulunan gruplar (4, 5, 6 ve 7. gruplar) ile kontrol grubu karşılaştırıldığında, medial posterior tibial eğim (MPTS) ve lateral posterior tibial eğim (LPTS) açısından her iki parametre için de anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p = 0.000$). Bu bulgu, ÖÇB yaralanmalarının tibial eğim ile ilişkisini desteklemektedir. Menisküs yırtıkları açısından değerlendirildiğinde, MPTS açısından kontrol grubu (8.40 ± 4.28) ile kıyaslandığında, medial menisküs yırtığı (MMY) (9.97 ± 3.57), lateral menisküs yırtığı (LMY) (10.39 ± 3.22) ve her iki menisküs yırtığını içeren grup (MMY + LMY) (10.98 ± 3.75) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Özellikle MMY + LMY grubunda bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p = 0.002$). Ayrıca MMY grubu ($p = 0.046$) ve LMY grubu ($p = 0.009$) da kontrol grubuna kıyasla anlamlı fark göstermiştir. LPTS açısından kontrol grubunun ortalama değeri $5.99 \pm 3,46$ olarak ölçülmüştür. MMY grubunda bu değer 6.93 ± 3.61 olup, kontrol grubuyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ancak LMY grubunda LPTS değeri $9.38 \pm 4,01$ olarak ölçülmüş ve kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p = 0.000$). MMY + LMY grubunda ise LPTS değeri 7.42 ± 3.91 olup, kontrol grubuna göre anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p < 0.05$). MPTS-LPTS farkı değerlendirildiğinde, kontrol grubunun ortalama değeri $2.41 \pm 3,38$ olarak bulunmuştur. Buna karşın, ÖÇB rüptürü ve lateral menisküs yırtığı (ÖÇBR + LMY) bulunan grupta bu fark 0.66 ± 3.02 , ÖÇB rüptürü ile birlikte medial ve lateral menisküs yırtığı (ÖÇBR + LMY + MMY) bulunan grupta ise 0.63 ± 2.59 olarak ölçülmüştür. Diğer gruplarda kontrol grubuna göre MPTS-LPTS açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Kontrol grubu ile 6. ve 7. gruplar arasında anlamlı derecede düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu farkın azalması, tibial platoların eğimlerinin birbirine yaklaştığını göstermekte olup, ÖÇB rüptürüyle birlikte lateral menisküs yırtıklarının varlığında bu farkın anlamlı derecede düşük bulunması çalışmamızın en önemli bulgusudur.

Sonuç: Çalışmamızda, MPTS-LPTS farkı açısından gruplar arasındaki değerlendirmede, özellikle ÖÇB rüptürü ile lateral menisküs yırtığının birlikte bulunduğu gruplarda (6. ve 7. gruplar) kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p = 0.007$ ve $p = 0.004$). Ayrıca, lateral menisküs yırtığı (2. grup) ile kontrol grubu arasındaki farkın anlamlılığa yakın olduğu belirlenmiştir ($p = 0.075$). Bu bulgular, lateral menisküs yırtığı bulunan hastalarda MPTS-LPTS farkının azaldığını ve bunun önemli bir risk faktörü olabileceğini göstermektedir. Özellikle ÖÇB rüptürü ile birlikte lateral menisküs yırtığı bulunan hastalarda farkın belirgin şekilde düşük olması, tibial eğim asimetrisinin lateral menisküs yaralanmalarının oluşum mekanizmasında kritik bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Menisküs Yırtığı, Posterior Tibial Eğim, PTS, Ön Çapraz Bağ Rüptürü

ABSTRACT

T.C.

NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY FACULTY OF MEDICINE

THE EFFECT OF MEDIAL AND LATERAL POSTERIOR TIBIAL SLOPE DIFFERENCE ON LATERAL MENISCUS TEAR FORMATION IN PATIENTS WITH ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RUPTURE

Dr. Hasan RÜZGAR

Department of Orthopedics and Traumatology

Medical Specialization Thesis, Konya 2025

Objective: Nowadays, the incidence of knee joint injuries is increasing and certain anatomical factors are among the predisposing risk factors for meniscal tears and anterior cruciate ligament (ACL) ruptures. The posterior tibial slope (PTS) plays an important role in the occurrence of these injuries. In this study, patients who underwent arthroscopic surgery for meniscal tears or ACL ruptures were divided into seven different groups and the effect of posterior tibial slope angle (PTS) on meniscal tears and ACL ruptures was investigated by comparing the PTS with the control group.

Method: The study was performed by retrospectively evaluating the preoperative radiologic images of 344 patients who underwent surgery for anterior cruciate ligament (ACL) rupture or meniscal tears at Necmettin Erbakan University Meram Medical Faculty Orthopedics and Traumatology Clinic between 2015 and 2024. In addition, 54 patients who presented with knee complaints and whose intra-articular structures and ligaments were found to be normal on magnetic resonance imaging (MRI) were selected as the control group and their radiological images were analyzed retrospectively. The inclusion criteria were medial meniscal tear, lateral meniscal tear, lateral and medial meniscal tear, anterior cruciate ligament rupture (ACLR), ACLR and medial meniscal tear, ACLR and lateral meniscal tear, or ACLR and both meniscal tears, medical records and radiologic images, being between 18-40 years of age, and having no additional ligament or ligament injuries other than meniscal tear and ACL rupture. Exclusion criteria were the presence of discoid meniscus, root tear in the medial or lateral meniscus, bone fractures accompanying meniscal tear, leg length inequality, lower extremity malalignment (varus, valgus deformity), patellofemoral instability, Patellar tendon injury history, major trauma or previous lower extremity fracture, previous lower extremity surgery, age below 18 years or above 40 years, patients undergoing revision ACL reconstruction, and individuals in the control group who had undergone previous surgery on the same knee. Patients with missing records or images in the hospital imaging system (PACS) were also excluded. Tibial posterior slope measurements were performed using a method that allows the definition of the tibial longitudinal axis on MRI slices and the evaluation of the posterior slopes of the medial and lateral tibial plateaus separately with reference to this axis, and statistical differences between the groups were analyzed according to the data obtained.

Results: Of the 398 patients included in the study, 272 (68.3%) were male and 126 (31.7%) were female. Of the patients, 173 (43.5%) were right knee and 225 (56.5%) were left knee. The mean age was 29.2 ± 6.9 years, 28.7 ± 6.5 years for males and 30.2 ± 7.4 years for females. When the groups with ACL rupture (groups 4, 5, 6 and 7) were compared with the control group, a significant difference was found for medial posterior tibial slope (MPTS) and lateral posterior tibial slope (LPTS) for both parameters ($p = 0.000$). This finding supports the association of ACL injuries with tibial slope. In terms of meniscal tears, compared to the control group (8.40 ± 4.28), MPTS was significantly higher in the medial meniscal tear (MMT) (9.97 ± 3.57), lateral meniscal tear (LMT) (10.39 ± 3.22) and the group including both meniscal tears (MMT + LMT) (10.98 ± 3.75). Especially in the MMT + LMT group, this difference was statistically significant ($p = 0.002$). In addition, the MMT group ($p = 0.046$) and the LMT group ($p = 0.009$) also showed a significant difference compared to the control group. The mean value of the control group in terms of LPTS was 5.99 ± 3.46 . In the MMT group, this value was 6.93 ± 3.61 and there was no statistically significant difference with the control group ($p > 0.05$). However, the LPTS value in the LMDI group was 9.38 ± 4.01 and was found to be significantly higher compared to the control group ($p = 0.000$). In the MMT + LMT group, the LPTS value was 7.42 ± 3.91 and a significant difference was found compared to the control group ($p < 0.05$). When the MPTS-LPTS difference was evaluated, the mean value of the control group was 2.41 ± 3.38 . In contrast, this difference was 0.66 ± 3.02 in the group with ACL rupture and lateral meniscal tear (ACLR + LMT) and 0.63 ± 2.59 in the group with ACL rupture and medial and lateral meniscal tear (ACLR + LMT + MMT). There was no significant difference in MPTS-LPTS in the other groups compared to the control group. It

was observed to be significantly lower between the control group and the 6th and 7th groups. The decrease in this difference indicates that the slopes of the tibial plateaus are getting closer to each other, and the fact that this difference is significantly lower in the presence of lateral meniscal tears with ACL rupture is the most important finding of our study.

Conclusion: In our study, a significant difference was found in the MPTS-LPTS difference between the groups, especially in the groups with ACL rupture and lateral meniscal tears (groups 6 and 7) compared to the control group ($p = 0.007$ and $p = 0.004$). Furthermore, the difference between the lateral meniscal tear (group 2) and the control group was close to significance ($p = 0.075$). These findings show that the MPTS-LPTS difference is reduced in patients with lateral meniscal tears and this may be an important risk factor. The fact that the difference was significantly lower especially in patients with lateral meniscal tears associated with ACL rupture suggests that tibial slope asymmetry may play a critical role in the mechanism of lateral meniscal injuries.

Key words: Meniscal Tear, Posterior Tibial Slope, PTS, Anterior Cruciate Ligament Rupture

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Hastaların Cinsiyet ve Taraf Dağılımı	53
Tablo 2. Hastaların Cinsiyet ve Yaş ortalaması Dağılımı	53
Tablo 3. Grupların Cinsiyete Göre Hasta Sayısı Dağılımı	55
Tablo 4. Grupların Yaş Ortalaması	56
Tablo 5. Grupların Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) oranları	58
Tablo 6. Grupların Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) Oranları	59
Tablo 7. Grupların MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) oranları	61
Tablo 8. Kontrol grubuna ile diğer grupların karşılaştırılması ve p değerleri	61

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Grupların Cinsiyete Göre Hasta Sayısı Dağılımı	55
Grafik 2. Hastaların Taraflara Göre Dağılımı	55
Grafik 3. Grupların Yaş Ortalaması	57
Grafik 4. Mpts-Lpts Farkının Kontrol Grubu İle Karşılaştırılması (P Değerleri)	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 1. Patellar tendon ve ekstansör fasya kullanarak yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonu. **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 2. Diz eklemi oluşturulan yapıların şematik çizimi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 3. Femur distal ucu..... **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 4. Femur distal anatomisi **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 5. Tibia platosunun üstten görünümü..... **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 6. Tibia Proksimalinin Koronal Görüntüsü **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 7. Patellanın eklem yüzeyi. **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 8. Patellanın trokleaya uyguladığı sıkıştırma kuvvetleri. **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 9. Sagittal düzlemde diz üzerinde etkili olan kuvvetler. **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 10. Sagittal planda menisküs boynuzlarının normal görünümü. ... **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 11. Medial menisküsün beş alt bölgesi **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 12. Dizin anatomik yapıları **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 13. Meniskal yırtıkların şematik çizimi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 14. Diskoid lateral menisküs ile birlikte menisküs yırtığı..... **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 15. Menisküs rampa lezyonunu ve ilişkili posteromedial tibial kemik desenini **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 16. Menisküsün vaskülarizasyonu ve hücresel dağılımın bölgesel farklılıkları. **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 17. Sağ diz ön çapraz bağın anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) demetlerini ve arka çapraz bağın femoral yerleşimi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 18. Ön çapraz bağının AM VE PL demetlerinin dizin fleksiyon ve ekstansiyonundaki görüntüsü..... **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 19. ÖÇB'nin femur ve tibia yapıştığı yerleri..... **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 20. ÖÇB'nin femur ve tibia yapışma alanları **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 21. Kıkırdak ve menisküsler ile birlikte AM VE PL nin yapışma yerleri . **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 22. Lateral femoral kondilin iç tarafının kadavradaki görünümü. **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 23. Femurun fleksiyonda posteriora hareket etmesi 'femoral roll-back' **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 24. ÖÇB biyomekaniği..... 39
- Şekil 25. Dizin koronal görüntüdeki **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 26. TT-TG (TibialTtüberkül – Troklear Groove) Mesafesi. **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 27. Lateral Radyografide Posterior Tibial Eğimin Ölçüm **Error! Bookmark not defined.**
- Şekil 28. Uzunlamasına eksenin değerlendirilmesinin temelini oluşturan dairelerin konumu ve

uygun sagital kesit noktaları.....**Error! Bookmark not defined.**

Şekil 29. Medial tibial platonun merkezini gösteren MR kesiti ve MPTS **Error! Bookmark not defined.**

Şekil 30. Lateral tibial platonun merkezini gösteren MR kesiti ve LPTS**Error! Bookmark not defined.**

SİMGELER ve KISALTMALAR

ÖÇB: Ön Çapraz Bağ

ÖÇBR: Ön Çapraz Bağ Ruptürü

MMY: Medial Menisküs Yırtığı

LMY: Lateral Menisküs Yırtığı

MPTS: Medial Posterior Tibial Eğim

LPTS: Lateral Posterior Tibial Eğim

PTS: Posterior Tibial Eğim

AP: Anteroposterior

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

AM: Anteromedial

PL: Posterolateral

AÇB: Arka Çapraz Bağ

PACS: Picture Archiving and Communication System

MR, MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

SSPS: Statistical Package For Social Sciences

PLRT: Posterolateral Menisküs Kök Yırtığı

1.GİRİŞ ve AMAÇ

Günümüzde spor aktivitelerine olan katılımın giderek artmasıyla birlikte, tüm eklemlerde olduğu gibi diz eklemünde de yaralanma sıklığı önemli ölçüde artış göstermektedir. Diz eklemi, insan vücudunda travmaya en sık maruz kalan eklemlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, özellikle yüksek etkili sporlar sırasında dizin maruz kaldığı biyomekanik streslerle ilişkilendirilmektedir. Diz yaralanmaları hem akut travmalar hem de tekrarlayan mikro travmalar sonucu ortaya çıkabilmekte ve bu durum, insanların performansını olumsuz etkilemenin yanı sıra uzun vadeli eklem sağlığı üzerinde de ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle, diz eklemının anatomik ve biyomekanik özelliklerinin detaylı bir şekilde incelenmesi, yaralanma mekanizmalarının anlaşılması ve koruyucu stratejilerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.(Kaeding, Léger-St-Jean, & Magnussen, 2017)

Diz eklemi, karmaşık anatomik yapıları sayesinde hem stabiliteyi hem de hareketliliği sağlayan en büyük sinoviyal eklemlerden biridir. Bu eklemın biyomekanik dengesi, statik ve dinamik stabilizatörler tarafından sağlanmaktadır. Menisküsler ve ön çapraz bağ (ÖÇB), bu stabilizatörler arasında kritik bir rol oynar. Menisküsler, eklem yüzeyleri arasındaki yük dağılımını düzenleyerek sürtünmeyi azaltırken, ÖÇB ise tibianın aşırı anterior translasyonunu ve rotasyonel instabilitesini engelleyerek diz eklemının dinamik stabilitesine katkıda bulunur .(McDermott, 2011)

Ancak belirli anatomik faktörler, bu yapıların yaralanma riskini artırabilir ve bireyler arasında diz yaralanmalarına yatkınlık açısından farklılıklara neden olabilir. Ön çapraz bağ yaralanmalarında ve menisküs yırtıklarında tibial posterior eğim, önemli bir risk faktörü olarak öne çıkmaktadır.

Diz stabilitesi, bağ ve kemik yapıları tarafından sağlanan karmaşık bir mekanizmadır. Tibial platonun posterior eğimi (posterior tibial slope, PTS), anteroposterior (AP) stabiliteye katkıda bulunan önemli bir kemiksel parametredir. PTS, tibiyanın anterior translasyon miktarıyla doğrusal bir ilişki içindedir. Artmış PTS, ön çapraz bağ (ÖÇB) yırtığı insidansının artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Medial ve lateral PTS değerleri, aynı dizde bile farklılık gösterebilmekte olup, kadavra çalışmalarında bu farklılıkların 27°'ye kadar çıkabildiği bildirilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, medial ve lateral platonun PTS'nin ayrı ayrı değerlendirilmesinin klinik açıdan önemli olduğu önerilmiştir.(Hudek, Schmutz, Regenfelder, Fuchs, & Koch, 2009)

Tibial eğim, potansiyel olarak ÖÇB hasarı nedeni olarak en sık bahsedilen anatomik yapılardan biri olduğu birçok çalışma ile gösterilmiştir. Menisküs lezyonları temassız travmalar sonucunda oluşabilmektedir. Literatürde tibial eğimin menisküs yırtıklarına etkisini inceleyen birçok çalışma bulunmasına rağmen henüz tam bir görüş birliği sağlanmamıştır.

Bizim bu çalışmamızdaki amacımız ön çapraz rüptürüne eşlik eden menisküs yırtığı olan hastalar ile normal sağlıklı bireylerin medial posterior tibial eğim (MPTS) ve lateral posterior tibial eğimleri (LPTS) ölçülerek; menisküs yırtıklarının ,ÖÇB rüptürünün posterior tibial eğimler arasındaki ilişkiyi incelemek.

2. TARİHÇE

2.1. Ön Çapraz Bağ Tarihçesi

Çapraz bağlarla ilgili literatürdeki ilk tanım, travma sonrası gelişen diz instabilitesinin internal ligamentlerle ilişkili olabileceğini öne süren Hipokrat'a dayanmaktadır. Çapraz bağlara, görünümüne dayanarak "ligamenta genu cruciata" adını veren kişinin ise Galen olduğu kabul edilmektedir. Ancak, çapraz bağlara yönelik ilgi uzun bir süre sınırlı kalmış, 1836 yılında Wilhelm Weber'in yaptığı çalışmalarla ön çapraz bağın kesilmesinin anteroposterior yöndeki anormal translasyona yol açtığı ortaya konulmuştur.(Schindler, 2012)

Weber kardeşler, 1836 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması sonrasında tibianın anterior yönde yer değiştirdiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, ÖÇB'nin farklı diz fleksiyon derecelerinde farklı gerginlik gösteren ayrı demetlere sahip olduğunu da göstermişlerdir.(Hospodar & Miller, 2009)

Amedée Bonnet, 1845 yılında yayımladığı çalışmasında, ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmalarının tanısını ve uzun bacak menteşeli yürüme ortezi kullanılarak erken harekete başlaması esasına dayanan konservatif tedavi yaklaşımını tanımlamıştır. Ayrıca, ilerleyen dönemlerde Galway tarafından "pivot-shift" olarak adlandırılan subluksasyon fenomenine de değinmiş; bununla birlikte, ÖÇB'nin özellikle femoral insersiyosuna yakın bölgede yırtılmaya daha yatkın olduğunu belirtmiştir..(McCulloch, Lattermann, Boland, & Bach, 2007)

Günümüzde "Lachman testi" olarak bilinen fizik muayene bulgusu, 1875 yılında Yunan hekim George C. Noulis tarafından tanımlanmıştır. Fransız cerrah Paul Segond, 1879 yılında, günümüzde "Segond Kırığı" olarak adlandırılan, tibia platosunun anterolateral kenarında meydana gelen avülsiyon kırığına ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmasının eşlik edebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca Segond, yaralanma sırasında hissedilen kopma hissi ve sesinin yanı sıra, eklem ağrısı, eklem

efüzyonu ve anterior instabilite gibi ÖÇB yaralanmasına özgü klinik semptomları da tanımlamıştır.(Segond, 1879)

Ön çapraz bağ rüptürü (ÖÇBR) cerrahisinde, tarihte uygulanan ilk tedavi yöntemi, yaralanan bağın doğrudan tamir edilmesidir. Bu yöntem, ilk olarak 1895 yılında A.W. Mayo Robson tarafından gerçekleştirilmiştir. Dr. Robson, yaralanan ön çapraz bağı primer dikiş yöntemiyle onardığını, başarılı sonuçlar elde ettiğini ve cerrahiden sekiz yıl sonra bile hastanın mesleki faaliyetlerine sorunsuz bir şekilde devam ettiğini bildirmiştir. Daha çok çocuklarda femur başı avasküler nekrozu tanımıyla bilinen Georg Clemens Perthes (1869–1927) ise, yaralanan ÖÇB'nin femurdaki yapışma yerinde primer tamir için yeterli bağ doku uzunluğunun bulunmadığını belirtmiştir. Bu durumu göz önünde bulunduran Perthes, primer tamir yerine, tibia üzerinde kalan distal bağ segmentinin içinden gümüş-bronz bir tel geçirip, bu teli femurda oluşturduğu tünelden geçirerek uyguladığı yeni bir cerrahi teknik tanımlamıştır.(Schindler, 2012)

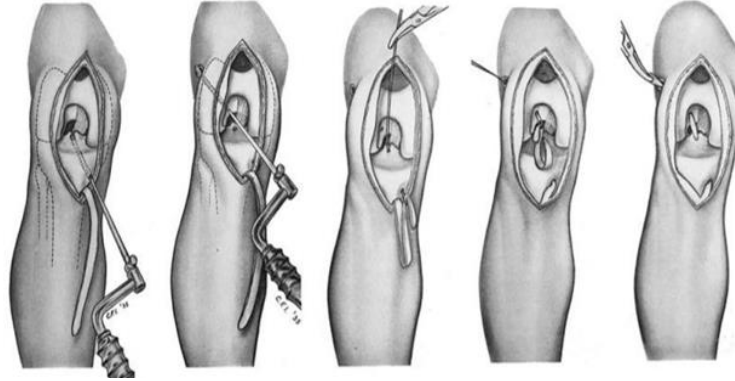
Hesse, 1914 yılında, Rus cerrah Grekow tarafından tanımlanan fasya lata grefti kullanılarak gerçekleştirilen ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonunun ardından başarılı klinik sonuçlar elde ettiğini bildirmiştir (Hospodar & Miller, 2009)

Hey Groves, 1917 yılında literatürde ilk kez intraartiküler ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyon olgusunu sunmuş ve cerrahi tekniğinde fasya lata greftini distal pediküllü olarak kullanmıştır. 1919 ile 1930 yılları arasında artroskopi ve artrografi teknikleri geliştirilmeye başlanmış; bu dönemde diz ekleminin görüntülenmesine yönelik önemli adımlar atılmıştır. 1918 yılında Takagi, diz eklemine ilk kez bir sistoskopi yardımıyla inceleyerek artroskopik girişimlerin temelini atmıştır. 1919 yılında ise Jacob, öncelikle kadavralar üzerinde, sonrasında ise canlı dizlerde endoskopik muayeneler gerçekleştirmiştir.

Günümüzdeki modern anlamda artroskopik girişimler ise ilk kez 1931 yılında Takagi, Watanabe, Takeda ve Ikeuchi tarafından uygulanmıştır. Artroskopinin bu erken dönem gelişimi, diz eklemi patolojilerinin doğrudan gözlemlenmesine ve minimal invaziv cerrahiye önemli bir zemin hazırlamıştır.

1932 yılında Almanya Ortopedi Kongresi'nde Dr. Zur Verth, patellar tendon grefti kullanarak gerçekleştirdiği ÖÇB rekonstrüksiyonu sonuçlarını sunmuş; bu teknik, ÖÇB cerrahisinde önemli bir alternatif olarak literatürde yerini almıştır. Bir yıl sonra, 1933 yılında Campbell, patellar tendon grefti ile rekonstrüksiyon yapılan 17 hastanın klinik sonuçlarını yayımlayarak bu yöntemin etkinliğini ortaya koymuştur.

1934 yılında ise Galeazzi, tarihte ilk kez hamstring tendon grefti kullanarak gerçekleştirdiği ÖÇB rekonstrüksiyonunu tanımlamış ve bu teknik, ilerleyen yıllarda ÖÇB cerrahisinin önemli yapı taşlarından biri haline gelmiştir.(Schindler, 2012)



Şekil 1. Patellar tendon ve ekstansör fasya kullanarak yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonu. (Schindler, 2012)

1970'li ve 1980'li yıllarda, ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonuna yönelik çok sayıda farklı teknik tanımlanmış; bu dönemde hem eklem içi (intraartiküler) hem de eklem dışı (ekstraartiküler) yöntemler uygulanmıştır. Ayrıca, bu süreçte sentetik greftler de ÖÇB rekonstrüksiyonunda alternatif bir greft seçeneği olarak kullanılmıştır.(McCulloch et al., 2007)

1990'lı yıllarda artroskopik cerrahinin yaygınlaşması ve artroskopik tekniklerdeki önemli gelişmeler sonucunda, eklem içi rekonstrüksiyon teknikleri ön plana çıkmış ve günümüzde yaygın olarak kullanılan modern ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisinin temelleri bu dönemde atılmıştır.

2.2. Menisküs Tarihçesi

1784 yılında Hey Groves, “Diz Mafsalında Bozukluk” başlıklı yayını ile literatürde menisküs patolojilerinden bahseden ilk yazar olmuştur.(APLEY, 1947)

Bu çalışmadan yaklaşık bir yüzyıl sonra, 1885 yılında Thomas Annandale, menisküs rüptürünü açık cerrahi yöntemle tedavi etmiş ve elde ettiği sonuçları literatürde yayımlamıştır. Menisküs cerrahisinin seyrini değiştiren önemli bir çalışma ise 1948 yılında Fairbank tarafından gerçekleştirilmiştir. Fairbank, total menisektomi uygulanan hastalarda gelişen dejeneratif eklem değişikliklerini ve artroz gelişimini rapor etmiş; bu bulgular, menisküslerin diz eklemindeki koruyucu rolünü ortaya koymuştur. Bu süreçten itibaren menisküslerin biyomekanik işlevleri ve eklem sağlığı üzerindeki etkileri konusunda yapılan bilimsel çalışmalar giderek artış göstermiştir..(Fairbank, 1948)

Artroskopik cerrahinin gelişimine kadar menisküs patolojilerinin tedavisinde sınırlı sayıda açık artrotomi girişimi uygulanabilmiştir. 20. yüzyılın başlarında ise menisküs patolojilerinin yönetiminde genel kabul gören yaklaşım, patolojiden bağımsız olarak menisküslerin total menisektomi yönündeydi. Bu dönemde, menisküslerin eksizyonu sonrasında, eklemden menisküs fonksiyonunu üstlenecek fibrokartilaj yapıda yeni bir kırıkdağın oluşacağı varsayımı yaygın bir inanış olarak kabul edilmekteydi..(Annandale, 1889)

20.yüzyılın ortalarına gelindiğinde, menisektomi uygulamalarının uzun dönem sonuçlarının olumsuz olduğu anlaşılmış ve bu durum total menisektomiden giderek uzaklaşılmasına neden olmuştur. Menisküs cerrahisinde dönüm noktalarından biri, 1969 yılında Japon cerrah Dr. Hiroshi Ikeuchi tarafından gerçekleştirilen ilk artroskopik menisküs tamiri olmuştur. Ancak bu girişimin sonuçları ve tekniğe ilişkin detaylar 1975 yılında yayımlanabilmiştir.(Ikeuchi, 1988)

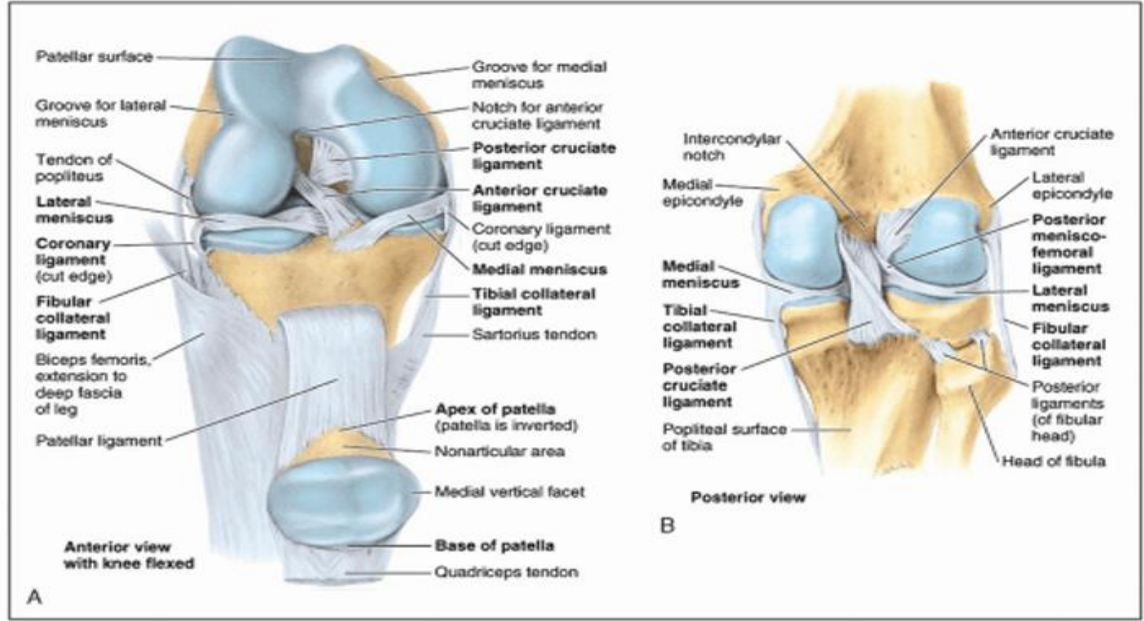
3. GENEL BİLGİLER

3.1. Diz Anatomisi

İnsan vücudunun en büyük eklemi olarak bilinen diz eklemi femur kondilleri, tibianın medial ve lateral platoları, patella, bağlar, menisküsler ve bunların arasında uzanan bursalarla, bu yapıları bir bütün haline getiren eklem kapsülünden oluşan sinovyal bir eklem özelliğindedir.(Üstün, 2003)

Diz eklemi en fazla sinovyal membran bulunduran en büyük eklemdir. Femur, tibia, patella kemiklerinin oluşturduğu üç farklı (patellofemoral, tibiofemoral) eklemden oluşması sebebiyle karmaşıktır ve ginglimus (menteşe) tipi eklem grubuna dahildir. Eklem hareketi femur kondillerinden geçen transvers çizgi etrafındaki fleksiyon-ekstansiyon hareketleridir. Diz eklemi 30 derecede fleksiyondan sonra hafif derecede rotasyon, abdüksiyon ve adduksiyona izin verir. Ekstansiyonun tam sağlanması durumunda tibial eminensiyalar, interkondiller çentiğe oturarak dizi sabitler.(Tecklenburg, Dejour, Hoser, & Fink, 2006)

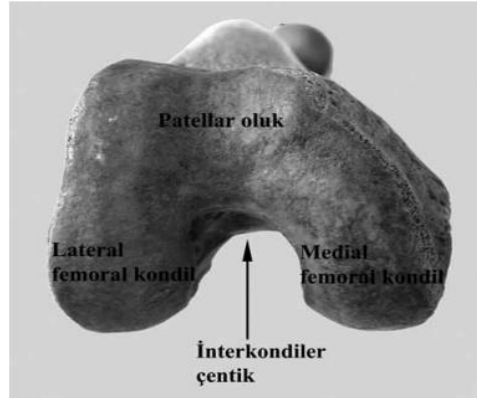
Vücutta sagittal planda hareket açıklığı en yüksek olan eklemlerden biri olan diz eklemine stabilitesi ligament kompleksi ile sağlanır (Şekil 2), bu nedenle yaralanmalara çok açıktır. Diz eklemi çevresindeki yapılar ise kuadriseps femoris, lateralde biceps femoris ve popliteus tendonları ile peroneal sinir, medialde sartorius, gracilis, semitendinöz ve semimembranöz kasları, posteriorda popliteal damarlar ve tibial sinir, popliteus, plantaris ve gastrokinemius kasının medial ve lateral başları, bazı lenf nodları ve yağ dokusu yer alır.(Williams, Bannister, & Berry, 1995)



Şekil 2. Diz eklemine oluşturan yapıların şematik çizimi.(Drake, Vogl, Mitchell, Tibbitts, & Richardson, 2014)

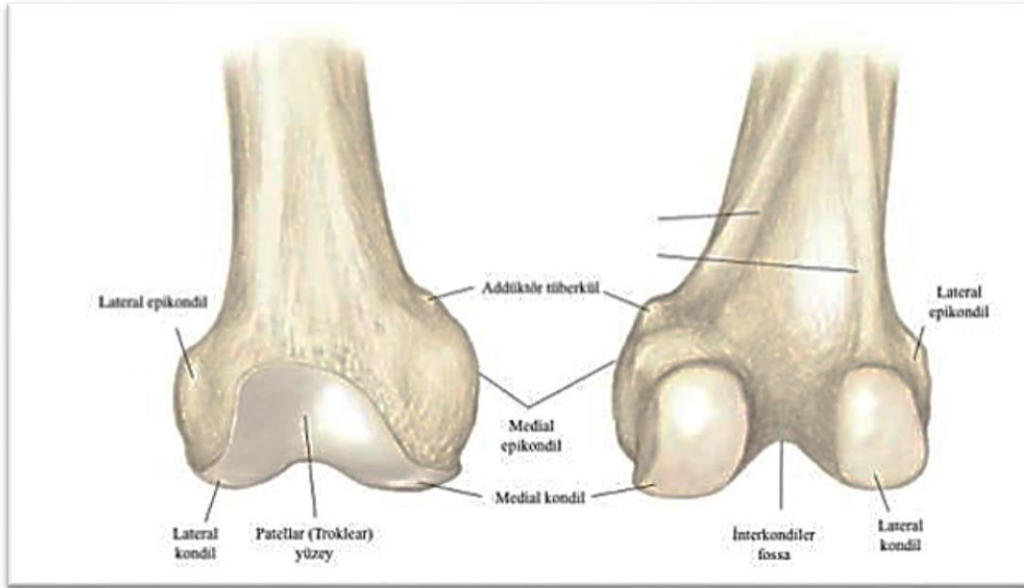
3.1.1. Femur

Femur kondillerinin yüzleri önde oval şekilli, arkada ise daireseldir. Bu sayede Femur kondilleri oval ön yüzeve, sferik arka yüze sahiptir. Ön yüzdeki yapı ekstansiyonda stabiliteyi arttırırken, arka yüzdeki yapı sayesinde hareket açıklığı artırılarak fleksiyon ile birlikte diz eklemi rotasyon hareketi de yapabilmektedir. Medial femoral kondil daha büyük olup eğriliği daha simetriktir. Lateral femoral kondilin eğriliği arkada daha keskin ilerler aksı medial kondile göre daha uzun olup vertikal planda yerleşmiştir. Her iki femur kondilinin oluşturduğu troklear oluğa patella oturarak eklemine yapısına katılır. (Şekil 3)



Şekil 3. Femur distal ucu.(Eckhoff, Hogan, DiMatteo, Robinson, & Bach, 2007)

Bu yapı yukarıdan aşağıya doğru uzanan bir oluk olup eklem yüzeyini ikiye ayırır. Dış taraftaki eklem yüzeyi daha büyük olup patella ile daha geniş eklem yüzeyi ilişkisi sağlar. Kondillerin arasında ise distal ve arkada interkondiller çentik bulunur . Ön ve arka çapraz bağlar buraya tutunur .(Ege, 1998)

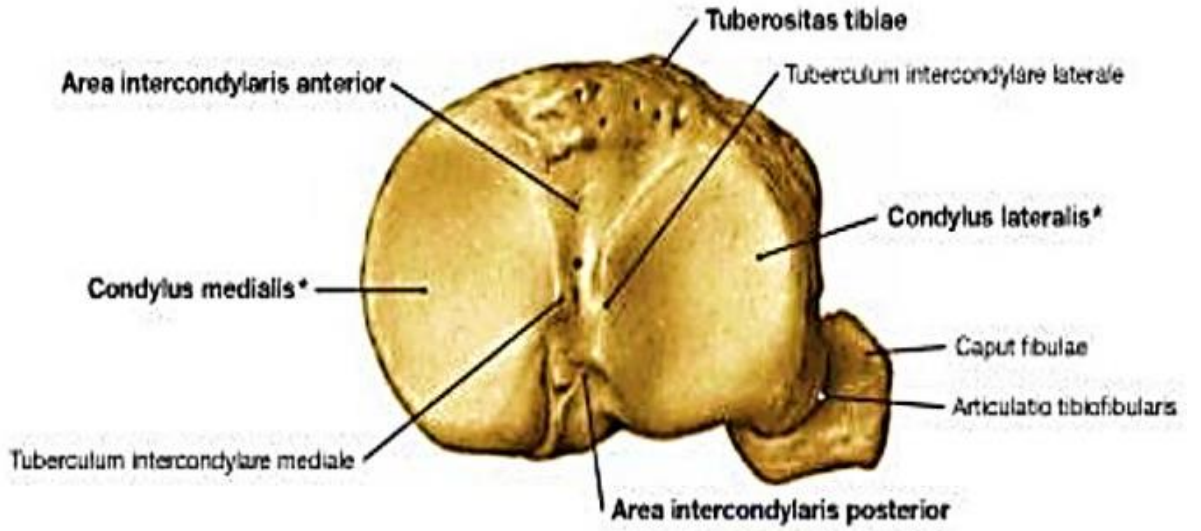


Şekil 4. Femur distal anatomisi (Miller, 2015)

3.1.2. Tibia

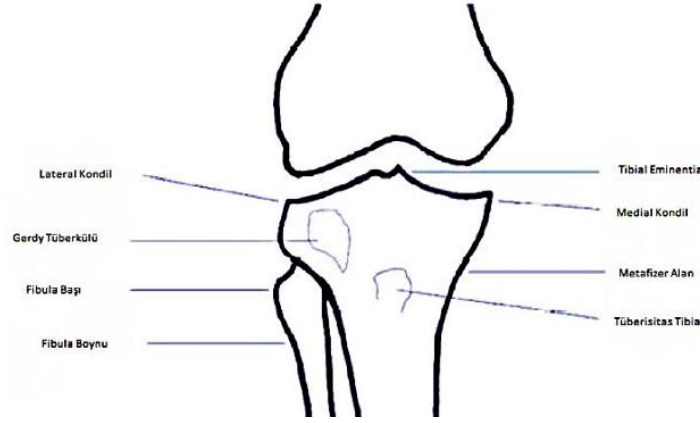
Tibial kondilleri oluşturan eklem yüzeyleri karmaşık bir yapıya sahiptir. Tibial eklem yüzünü medial ve lateral tibia kondilleri ile bunları birbirinden ayıran interkondiller çıkıntıdan oluşur.(Susan Standring et al., 2005)

Medial kondil içbükey lateral kondil hafif dışbükeydir. Tibial medial plato lateral platoya göre daha büyüktür çünkü medial plato yükün daha çok taşındığı anatomik bölgedir. İnterkondiller eminensia ismini alan anatomik yapı tibianın platosunu medial ve lateral şeklinde ikiye ayırır. Ön çapraz bağ tibial yapışma yeri, medial ve lateral menisküslerin ön boynuzunun interkondiller eminensia önünde bulunur. Medial ve lateral menisküslerin arka boynuzu ve arka çapraz bağın tibial yapışma yeri interkondiller eminensianin arkasında yer alır. Menisküslerin ön ve arka boynuzları ile çapraz bağların yapışma yerlerinde kıkırdak doku bulunmaz. (Şekil 5) (Paulsen & Waschke, 2013)



Şekil 5. Tibia platosunun üstten görünümü

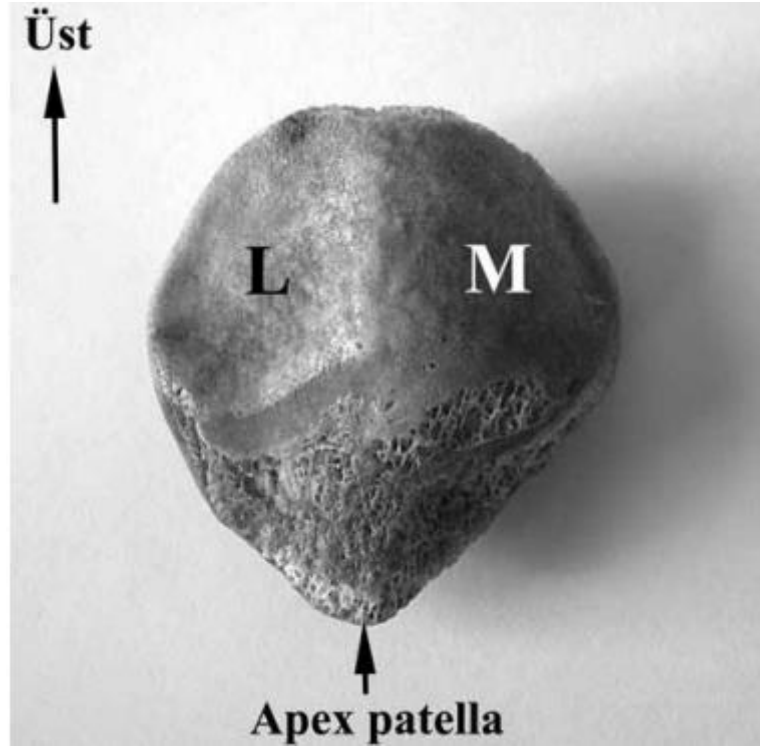
Diz ekleminin yaklaşık 2-3 cm inferiorunda ve anterior tibial kristanın tam üzerinde patellar tendonunun yapıştiğı yer bulunur ve tibial tüberkül adını alır . Tibia üst ucunun anterolateralinde ise iliortibial bant yapışma yeri vardır ve Gerdy Tüberkülü adını almıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Tibia Proksimalinin Koronal Görüntüsü

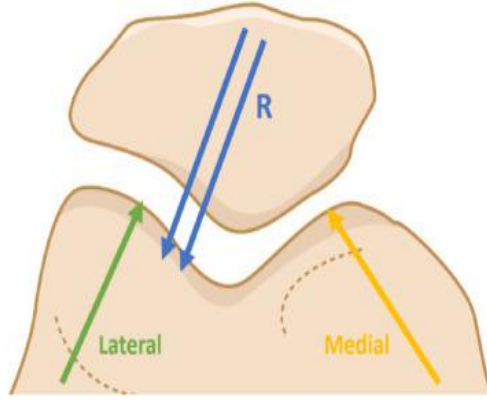
3.1.3. Patella

Patella diz ekleminin ekstansiyonunda görev alan en önemli yapılardan biri olup yerleşim yeri sebebiyle kuadriceps femoris kasına mekanik destek sağlar ve kasın insersiyosunu artırır ve ekstansiyon hareketinin daha etkin yapılmasını sağlar. Kuadriceps femoris kasının ana tendonu patella alt ucundan başlayarak tuberositas tibia'ya doğru uzanarak patellar tendonu oluşturur. Yaklaşık 6-8 cm uzunluğundadır bu güçlü bağ infrapatellar yağ yastığı ve infrapatellar bursa sayesinde sinoviyal membrandan ve tibiadan ayrılır. Patella arka yüzün $\frac{3}{4}$ 'ü femurun trokleası ile temas ederken, $\frac{1}{4}$ 'ü bu ekleme katılmaz. Patella eklem yüzü ortadan geçen bir krista ile medial ve lateral fasete ayrılmıştır. Medial faset daha küçük, oblik ve dış bükey iken, lateral faset ise büyük, geniş ve içbükeydir. Fasetler arasında 130 derecelik bir açı mevcuttur(Şekil 7).(Siliski, 1994)

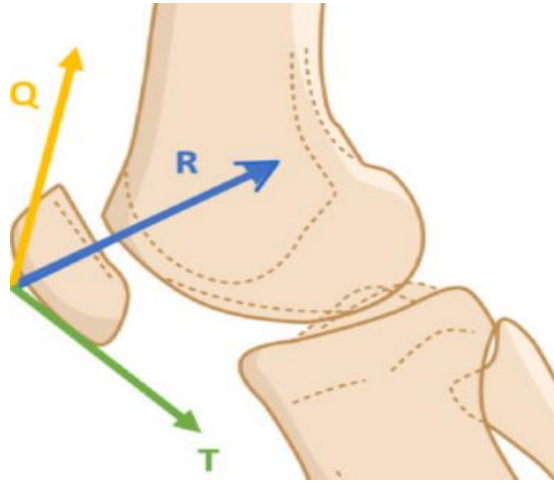


Şekil 7. Patellanın eklem yüzeyi. L: Lateral eklem yüzeyi; M: Medial eklem yüzeyi.

Çevresi kalın bir kıkırdak yapı ile sarılı olduğundan, çocuklarda patella kırıklarına daha az rastlanır. Eklem yüzü (faset) bir çıkıntı tarafından ayrılan medial ve lateral eklem yüzlerinden oluşur. Eklem yüzü ilk 10-20 derecelik fleksiyon sırasında distal kısımda yerleşmiş iken artan fleksiyon hareketiyle temas noktası proksimale ve laterale doğru kayma gösterir (şekil 8-9). Doksan derece fleksiyon sonrası ise temas yüzeyi ikiye ayrılır. Lateral eklem yüzü patellar oluk (troklea) ile daha uyumlu iken medial eklem yüzü daha az eklem uyumu göstermektedir.(Hunziker, Stäubli, & Jakob, 1992)



Şekil 8. Patellanın trokleaya uyguladığı sıkıştırma kuvvetleri. Trokleanın morfolojisi gereği normal bir eklemden kuvvetlerin dağılımı homojen dağılırken ortaya çıkan kuvvet lateral faset üzerinde daha fazla olur.(Arias & Lustig, 2024)



Şekil 9. Sagittal düzlemde diz üzerinde etkili olan kuvvetler. Kuvvetler, patellayı yukarı doğru hareket ettiren kuadriseps kasları ve onu aşağı doğru çeken patellar tendon tarafından sağlanır ve ortaya çıkan kuvvet, patellanın femur üzerine sıkışmasına neden olur.(Arias & Lustig, 2024)

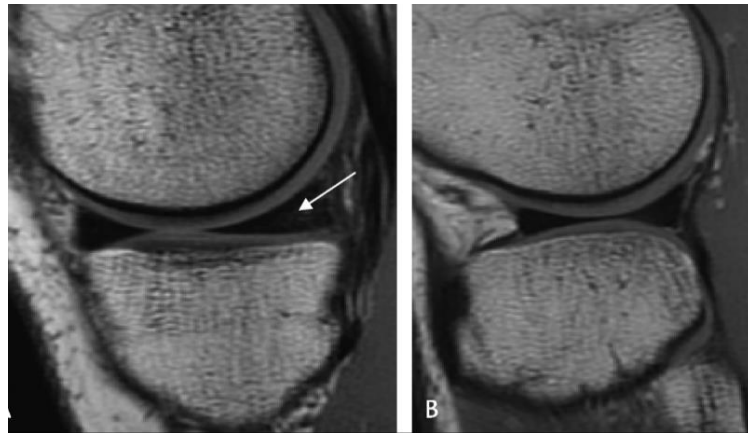
3.1.4. Menisküsler

Femur ve tibia kondilleri arasındaki eklem yüzeyine bağlı uyumsuzluk mevcuttur, fibrokartilajenöz özelliğe sahip menisküsler tarafından bu uyumsuzluk en aza indirilmiştir. hilal şekline sahip menisküsler interkondiller çıkıntılara ve eklem kapsülüne bağlarla sabitlenmiştir.(Ege, 1998)

Menisküs: 1- ön boynuz, 2- gövde ve 3- arka boynuz olarak 3 kısımdan oluşur. Her menisküs çevresi boyunca ortalama 5 mm yüksekliği sahiptir. Menisküs enine kesitlerde kesildiğinde iç kenara doğru incelen üçgen şeklinde sahiptir. Üst kenarı süperior artiküler yüzey, alt kenarı inferior artiküler yüzey olarak isimlendirilir. Süperior artiküler yüzey artroskopik olarak görülür fakat alt yüzü daha az görünür ve kapsüler yüzey artroskopik olarak net göremeyiz. Menisküslerin ön boynuzları enine intermeniskal bağ ile bağlanır.(Anderson, 2002)

Menisküsler ortalama olarak 3,5 cm uzunluğundadır ve tibial yüzleri düz, femur yüzleri ise iç bükey yapıya sahiptir.(Rijk, 2004)

Lateral menisküs platonun yaklaşık yüzde 70'ini, medial menisküs ise medial platonun yaklaşık yüzde 50'sini kaplarlar. Yükseklikleri diz eklemine en dışında yaklaşık 3-5 mm iken, eklemine santrale yaklaştıkça incilir ve sonlanır.(Mink & Deutsch, 1990)



Şekil 10. Sagittal planda menisküs boynuzlarının normal görünümü.

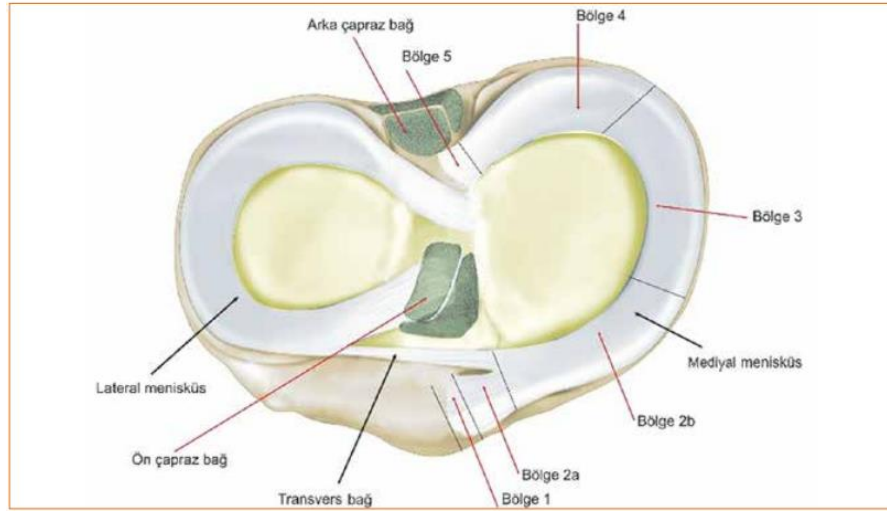
3.1.4.1. Medial Menisküs

Medial menisküs hilal şekillidir ve medial tibial plato eklem temas alanının yaklaşık %50'ını kaplar.(Clark & Ogden, 1983)

Medial menisküs arka boynuzu ön boynuzu göre daha geniştir; arkadan öne doğru gittikçe küçülür ve ön-arka çapı medial lateral çapından daha büyüktür. Menisküs periferde eklem kapsülüne yapışarak devam eder, koroner bağlar ise menisküsü tibiaya bağlar.(Şekil 11).(Rath & Richmond, 2000).

Medial menisküs bazı anatomik özelliklere göre beş bölgeye ayrılır;

1. Bölge: anterior kök bölgesi
2. Bölge: anteromedial bölge (2a, 2b)
3. Bölge: medial bölge
4. Bölge: posterior bölge
5. Bölge : posterior kök bölgesi (Şekil 11).(Robert Śmigielski, Becker, Zdanowicz, & Ciszek, 2015)



Şekil 11. Medial menisküs beş alt bölge altında incelenebilir. Birinci bölge anterior kök bölgesi, İkinci bölge anterior kök bölgesinden medial kollateral bağ komşuluğuna kadar olan bölge. İkinci bölge kök kısmından transeverser bağa kadar 2a, transverser bağdan medial kollateral bağa kadar 2b olarak ayrılır. Üçüncü bölge medial kollateral bağ komşuluğundaki bölge. Dördüncü bölge medial kollateral bağdan posterior köke uzanan bölge. Beşinci bölge posterior kök bölgesi.(Rath & Richmond, 2000)

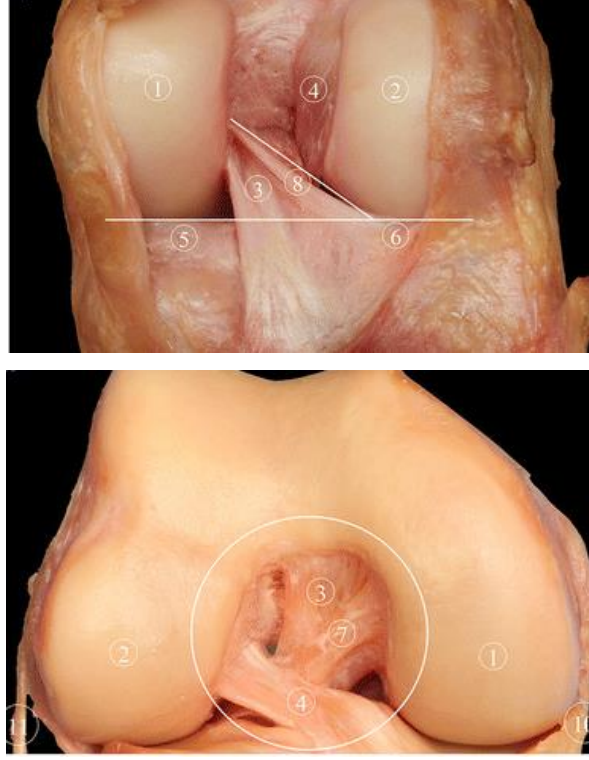
3.1.4.2. Lateral Menisküs

Lateral menisküs medial menisküse kıyasla daha yuvarlak, daha küçük ve daha hareketli bir yapıya sahiptir. Medial menisküse göre daha büyük oranda bir alanı, lateral tibia plato eklem yüzünün yaklaşık %70'ini kaplar.(Clark & Ogden, 1983)

Lateral menisküs ön boynuz yapışma yeri ön çapraz bağın anterolateralinde, lateral tibial eminensia apeksinin anteromedialinde bulunur. Lateral menisküs ön boynuz yapışma alanının yaklaşık %60'lık kısmı ön çapraz bağ ile birleşmektedir.(LaPrade et al., 2014)

Lateral menisküs arka boynuz yapışma yeri lateral tibial eminensia apeksinin posteromedialine, arka çapraz bağ tibial yapışma bölgesinin anteriorunda ve medial menisküs arka boynuz yapışma bölgesinin anterolateralinde bulunur. Ana liflerinin dışında bazı lifleri medial tibial eminensia posterolateraline yapışır.(Johannsen et al., 2012)

Arka çapraz bağın arkasından Wisberg bağı ve arka çapraz bağın önünden ise Humphrey bağı lateral menisküsün arka boynuzundan femura doğru uzanan komşu yapılardır. Lateral menisküs medial menisküse göre daha hareketlidir. Bunun sebebi Popliteus tendonu ile birlikte seyrettiği bir popliteal hiatus bulunur ve lateral menisküs bu boşluk sebebiyle kapsüle tutunmaz ve bağlantı kurmaz. (Makris, Hadidi, & Athanasiou, 2011)



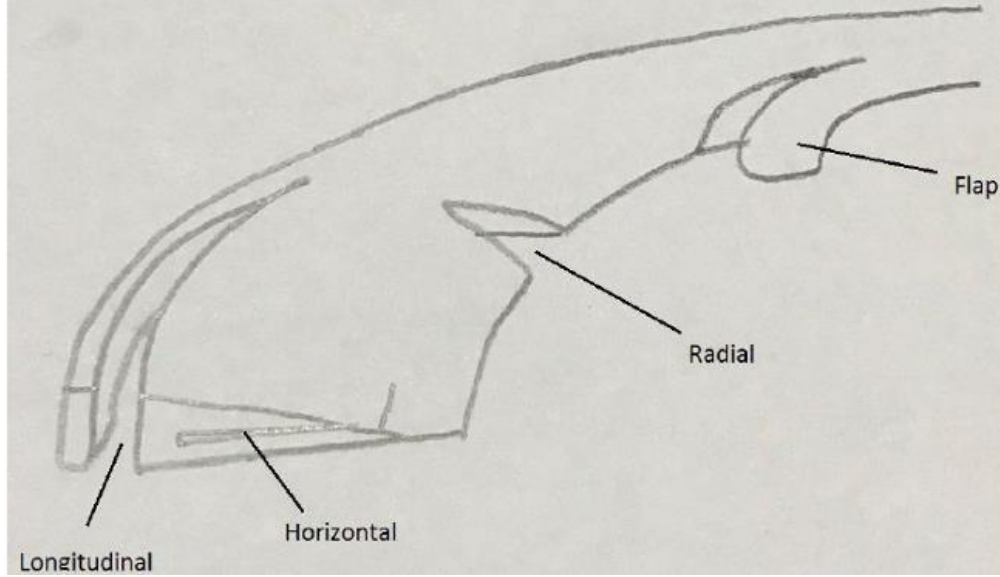
Şekil 12. 1-Medial femoral kondil. 2-Lateral femoral kondil. 3-Arka çapraz bağ. 4-Ön çapraz bağ. 5-Medial menisküs. 6-Lateral menisküs. 7-Humphrey bağı. 8-Wrisberg bağı. 9-Medial kollateral bağ. 10-Lateral kollateral bağ (Kato et al., 2018)

3.1.4.3. Menisküs Yırtıkları

Dizin en sık yaralanan yapılarından biri de menisküslerdir. Akut menisküs yırtıklarının insidansı yüz binde 60–70 dir. Cinsiyet ayrımına göre erkeklerde daha çok rastlandığı görülmüştür. Medial menisküs yırtıkları lateral menisküs yırtıklarından 3 kat daha fazladır. Lateral menisküsün daha az yaralanmasına katkıda bulununan özelliği medial menisküse göre daha hareketli olmasıdır. 30 yaşın altındaki hastalarda travma sebebiyle yırtıklar daha sık iken, 30 yaşın üzerindeki hastalarda daha kronik sürecin etkili olduğu dejeneratif kompleks yırtıklar artış gösterir.(Spindler et al., 1993)

Menisküs yırtıkları primer olarak iki planda gerçekleşir. Bunlar vertikal ve horizontal planlardır. Çoğunlukla vertikal menisküs hasarları daha genç hastalarda travma sonrası ortaya çıkma eğilimindedir. Horizontal yırtıklar ise daha yaşlı

bireylerde daha kronik zeminde ortaya çıkan dejeneratif lezyonlar olarak düşünülür.(Thornton & Rubin, 2000) (şekil 13)



Şekil 13. Meniskal yırtıkların şematik çizimi

Menisküs yırtıkları her yaşta, cinsiyet ve gündelik her aktivitede görülebilir; ancak yırtığın tipi ve tedavisi büyük ölçüde farklılık gösterir. Bu yaralanmalar fazla olduğundan, menisküs yaralanmasının önlenebileceği alanları değerlendirmek önemlidir. Menisküs yaralanması için yaygın değiştirilemeyen risk faktörleri yaş, cinsiyet ve ırkı içerir. Değiştirilebilir risk faktörleri arasında vücut kitle indeksi (VKİ), tütün kullanımı, spora katılım ve meslek bulunur. Değiştirilemeyen risk faktörleri Yaş >60, Erkek, Mekanik aks bozukluğu, Diskoid menisküs, hipermobilité, tibial plato anatomisi vs.(Adams, Houston, & Cameron, 2021)

Genel olarak, yaşın menisküs yaralanması için bir risk faktörü olup olmadığı tam olarak netleşmemiştir fakat 60 yaşın üzerindeki hastalar en yüksek dejeneratif

menisküs yırtığı oranına sahiptir. (Adams et al., 2021; Snoeker, Bakker, Kegel, & Lucas, 2013; Thorning, Thorlund, Roos, Wrigley, & Hall, 2016)

ÖÇB yaralanması sırasında tibia öne doğru itilir, menisküse daha küçük bir yüzey alanı oluşmuş olup büyük bir kuvvet uygulayarak yaralanma riski altına sokar. Akut ÖÇB yırtıklarının %54'ünde lateral menisküs yırtılırken, kronik ÖÇB yetersizliğinde medial menisküs daha sık yırtılır.(Felson et al., 2013)

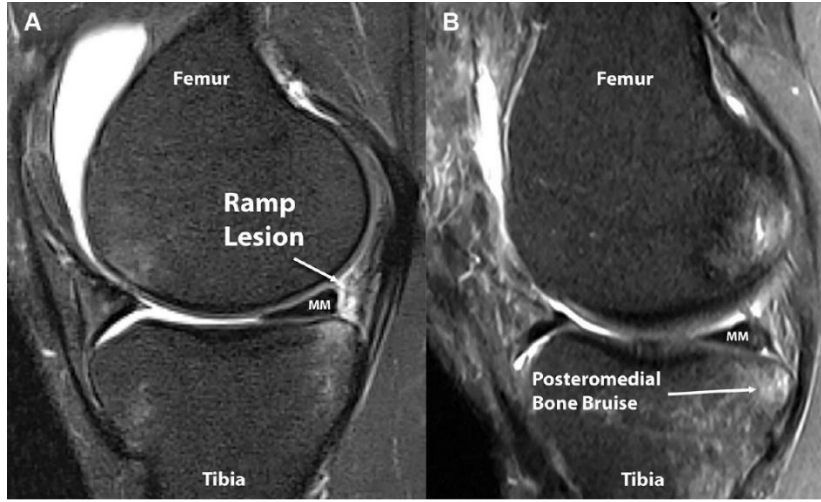
Kronik ÖÇB eksikliği olan bir diz, anterior tibial translasyona ikincil bir sabitleyici görevi gördüğü için medial menisküsün arka boynuzuna daha fazla yük binmesine sebep olur. ÖÇB kronik olarak eksik olduğunda hastaların menisküs yırtığı geçirme olasılığı %52 daha fazladır.(Wyatt, Inacio, Bellevue, Schepps, & Maletis, 2017)

Diskoid menisküs, düzensiz kollajen lifleri bulunması nedeniyle yırtılmaya daha yatkındır. (Adams et al., 2021)



Şekil 14. Diskoid lateral menisküs ile birlikte menisküs yırtığı

Rampa lezyonları, menisküsün biyomekanik bütünlüğünü bozan meniskokapsüler bileşkedeki menisküs yırtıklarıdır. Eşlik eden ÖÇB yaralanması olan hastalarda rampa lezyonlarının görülme sıklığı %17 kadar yüksek olabilir. (Şekil 15) (DePhillipo et al., 2017)



Şekil 15. Menisküs rampa lezyonunu ve ilişkili posteromedial tibial kemik desenini gösteren ameliyat öncesi manyetik rezonans görüntüsü (MRG)

3.1.4.4. Menisküs Fonksiyonları

Menisküslerin; yük iletimi, şok emilimi, stabilite, beslenme, eklem lubrikasyonu ve propriyosepsiyonu gibi önemli görevleri vardır; dizde eklem uyumunu ve temas alanını arttırarak işlevsel bir diz eklemine katkı sağlar. (Fox, Wanivenhaus, Burge, Warren, & Rodeo, 2015)

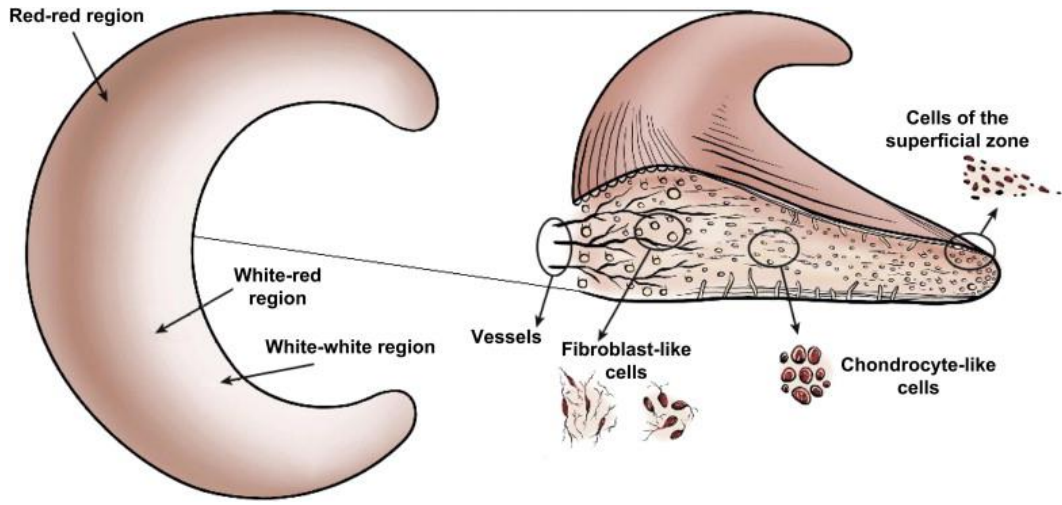
Lateral tarafa gelen yüklerin %70'i, medial tarafa gelen kuvvetlerin ise %50'si menisküsler tarafından iletilir. Diz eklemi ekstansiyonda kompresif kuvvetlerin %40–60'ı posterior boynuzlara iletmekte , fleksiyonda bu oran %90'lara kadar artmakta .(Fox et al., 2015). Total lateral menisektomi sonrasında, eklem temas alanınının %40–

50 azaldığı gösterilmiş ve buna bağlı olarak lateral kompartmanda temas streslerinin %200–300 oranında arttığı, total medial menisektomi sonrasında ise temas alanının %50–70 azaldığı ve temas streslerinde %100 artış olduğu gösterilmiştir.(Fukubayashi & Kurosawa, 1980)

Hasar görmemiş menisküs, diz hareketlerini her yönde kısıtlayarak aşırı hareket oluşmasını önler ve dizde stabilite sağlar; medial menisküsün daha sıkı bir şekilde tibiaya yapışık olması sebebiyle dizde anterior stabiliteye katkı yapar. Ön çapraz bağı kopuk ve ön çapraz bağı sağlam dizlerde yapılan medial menisektomi sonrasında, menisektomili dizlerde anterior instabilitenin artış gösterdiği, lateral menisektomi sonrasında ise anterior instabilitede artış olmadığı bulunmuştur. Lateral menisektomi sonrasında, translasyon, rotasyon ve pivot şifrin arttığı gösterilmiştir.(Fox et al., 2015)

Menisküs vaskülarizasyonu yüksek öneme sahiptir çünkü menisküs beslenmesi yaralanma sonrasında iyileşme sürecini belirleyen önemli faktörlerden biridir. Menisküs, doğumdan kısa bir süre sonrasına kadar tamamen vaskülarizedir fakat sonra vaskülarizasyonun azaldığı tespit edilmiştir. 10 yaşına yakın insanlarda menisküsün yaklaşık %10-30'unda vaskülarizasyon bulunur ve yaş ilerledikçe menisküs, dokunun yalnızca çevresel kısmını besleyen %10-25'inde kan damarları ve sinirler içerir . Daha sonra, menisküsün iki farklı bölgesi ayrımı düşünülmüş olup dış bölgesi: vasküler/nöral bölge (kırmızı-kırmızı bölge) ve iç bölgesi : tamamen avasküler/anevral bölge (beyaz-beyaz bölge). Bu iki bölge, kırmızı-beyaz bölge ile ayrılır (şekil 16).

Kritik olarak, her bölgenin iyileşme kapasitesi doğrudan kan dolaşımıyla ilişkisi gösterilmiştir ve beyaz bölgenin almış olduğu kalıcı travma ve dejeneratif tabloya karşı hassas hale getirir ve iyileşmesi zorlaşır .(Makris et al., 2011)



Şekil 16. Menisküsün vaskülarizasyonu ve hücresel dağılımın bölgesel farklılıkları.(Fox et al., 2015)

3.1.5. Ön Çapraz Bağ

Ön çapraz bağ (ÖÇB) tibial plato üzerindeki konumu; özellikle anterior ve interkondiller çıkıntılar arasındandır. Posterior yönde devam ederek , lateral femoral kondilin posteromedial kısmına tutunur. Araştırmalar sonrasında, diz ekleminin %26'sının tek demetli ÖÇB 'ye ve bazı diz eklemininse üçüncü bir demetin bulunduğunu göstermiştir, fakat genel olarak ÖÇB 'nin 2 demetten oluştuğu kabul edilmektedir. ÖÇB demetlerinin ve AÇB(Arka Çapraz Bağ)'ın anteriordan görünümü Şekil 17' de gösterilmiştir.(Harner et al., 1999)



Şekil 17. Sağ diz ön çapraz bağın anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) demetlerini ve arka çapraz bağın femoral yerleşimini göstermektedir.(Hassebrock, Gulbrandsen, Asprey, Makovicka, & Chhabra, 2020)

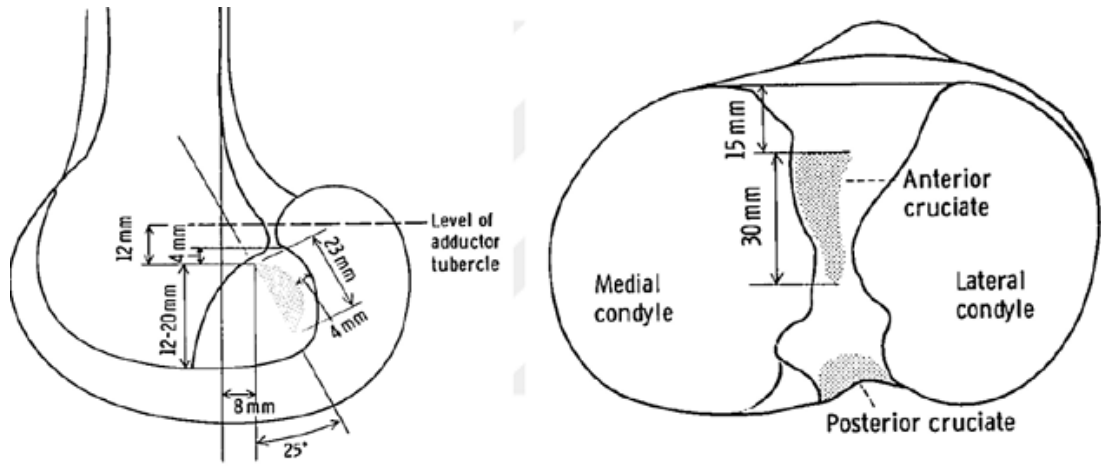
Ön çapraz bağ uzunluğu ortalama 32 mm iken ve genişliği 7-12 mm dir. Anteromedial ve posterolateral olmak üzere iki adet demetten oluşan ön çapraz bağ ; fleksiyonda posterior demet, ekstansiyonda ise anterior demet daha gergindir. Ön çapraz bağ tibianın öne doğru kaymasına ve özellikle eklem ekstansiyonda iken iç rotasyonu engelleyici yönde direnç gösterir(Duthon et al., 2006; Esmer, Başarır, & Binnet, 2011)



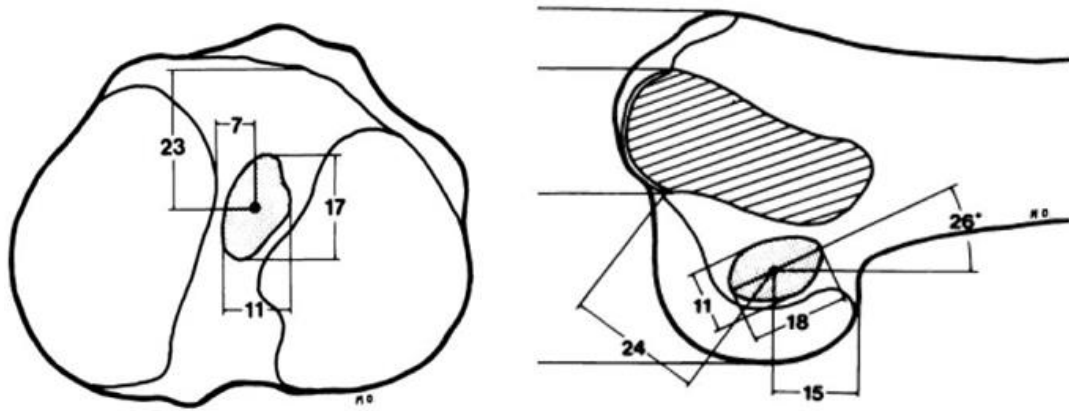
Şekil 18. Ön çapraz bağının AM VE PL demetlerinin dizin fleksiyon ve ekstansiyonundaki görüntüsü

ÖÇB'nin femur yapışma alanını Girgis ve ark tariflemiştir bu yapışma alanında 23 mm çapında bir daire olarak bulmuşlardır (şekil 19). Tibial yapışma yeri için Girgis ve ark tibia eklem yüzünün ön kenarının 15 mm posteriorunda 30 mm uzunluğunda bir alan tarif olarak belirlemiştir. (Fg, 1975)

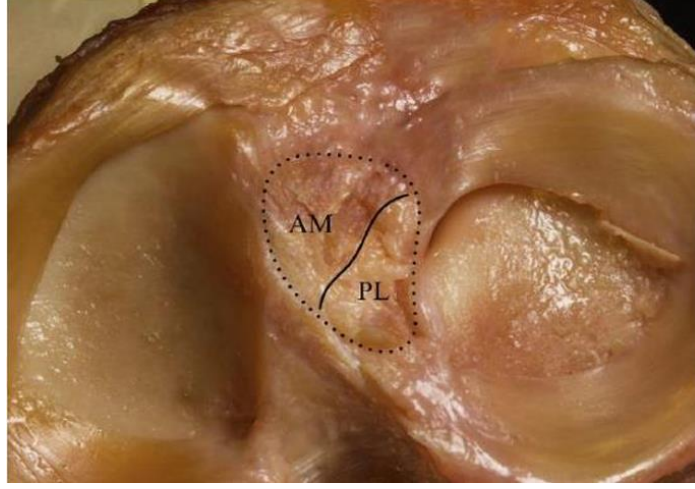
Odensten ve ark ise femoral yapışma yerini en büyük çapı 18mm, en küçük çapı 11 mm olan oval bir alan olarak tanımlamışlardır (Şekil 20). Odensten ve Gillquist en büyük çapı 17 mm, en küçük çapı 11 mm olan oval bir alan olarak tanımlamışlardır. (Odensten & Gillquist, 1985)



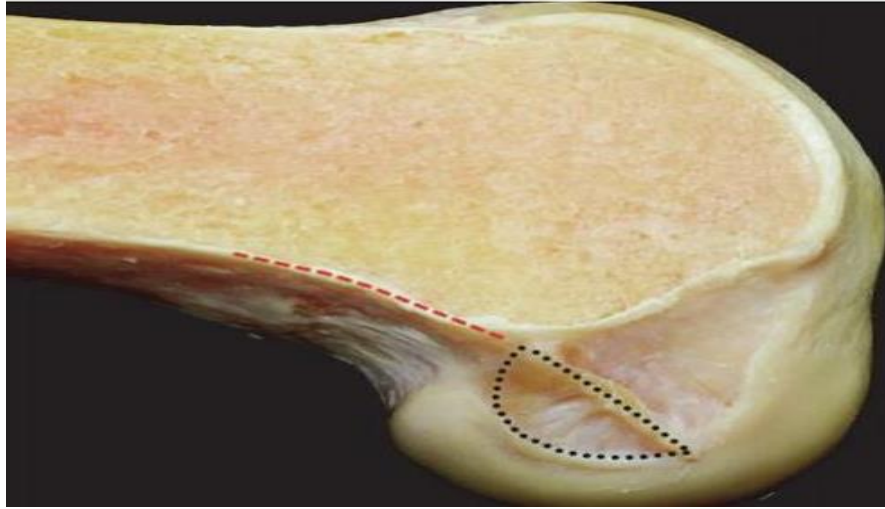
Şekil 19. Girgis ve ark. yaptığı çalışmada ÖÇB'nin femur ve tibia yapıştığı yerler



Şekil 20. Odensten ve ark. yaptığı çalışmada ÖÇB'nin femur ve tibia yapışma alanları



Şekil 21. Kıkırdak ve menisküsler ile birlikte tibial eklemi gösterirken tibiaanın yapışma yerine göre isimlendirilen AM VE PL nin yapışma yerleri gösterilmiştir.



Şekil 22. Lateral femoral kondilin iç tarafının kadavradaki görünümü.

Siyah noktalarla belirlenen bölge ÖÇB'nin yapışma yerini göstermektedir.(R Śmigielski, Zdanowicz, Drwięga, Ciszek, & Williams, 2016)

3.1.6.Arka Çapraz Bağ

Arka çapraz bağ, ön çapraz bağdan daha güçlü yapıya sahip olun ön çapraz bağdan da aynı zamanda daha kalındır. Yaklaşık olarak 38 mm uzunluğunda ve 13 mm genişliğindedir.(Standring, Ellis, Healy, Johnson, & Williams, 2005)

Ön çapraz bağa göre yaralanmalarına daha nadir rastlanan ve hasta tarafından yırtılması durumunda daha iyi tolere edilen arka çapraz bağ, medial femoral kondilin lateralinden ve interkondiller çentiğın tepesinden başlayarak aşağıda tibianın arka interkondiller bölgesine kadar uzanır . Bu bölgede her iki menisküsün arka boynuzları arasına tutunur. Arka çapraz bağda femurda bulunan tutunma bölgesine göre anterolateral ve posteromedial olmak üzere iki ayrı lif demetinden oluşur. Anterolateral demet fleksiyonda daha gerginken posteromedial demet ise ekstansiyonda gerilmektedir. Arka çapraz bağ tibianın femur ekseninde arkaya doğru kaymasına engel olur.(Esmer et al., 2011)

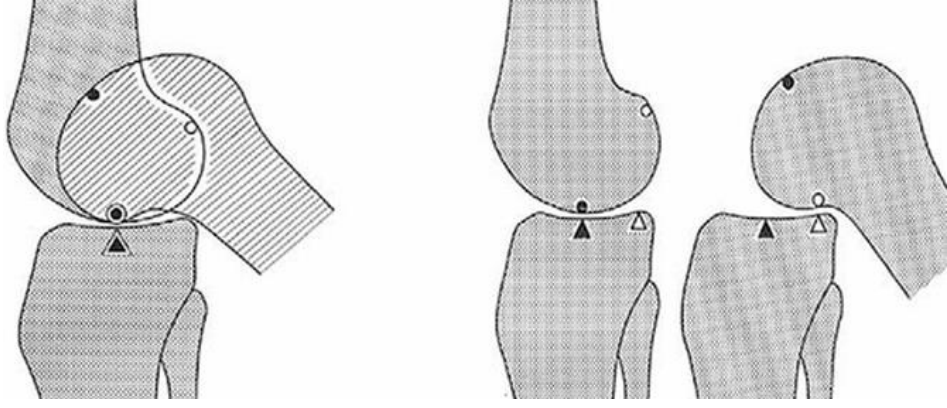
3.2. Diz Biyomekaniği

Diz birçok ekseninde hareket edebilen menteşe türü bir eklemdir . Transvers, vertikal ve sagittal olarak üç düzlemde hareket aksı vardır. Transvers aks fleksiyon-ekstansiyon hareketi yapar , vertikal aks transvers düzlemde iç-dış rotasyon yapar , sagittal aks koronal düzlemde fleksiyonda iken abdüksiyon - addüksiyon hareketi yaptırabilmektedir.(Heller et al., 2007)

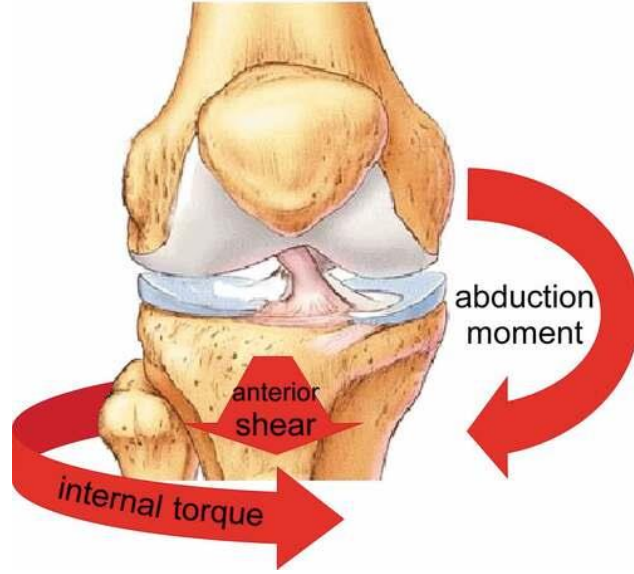
Sağlıklı bir diz eklemine sahip insan yürümenin salınım fazında yaklaşık 65 derece, merdivenden inerken ise yaklaşık 90 derece fleksiyon yapar. Eklem aktif olarak 30- 35 derece internal rotasyona, 40-45 derece eksternal rotasyona olanak sağlar. Aynı zamanda eklem fleksiyona başlarken kendini iç rotasyona, ekstansiyona hareketine geçerken ise dış rotasyona alır buna otomatik rotasyon da denmektedir(Johal, Williams, Wragg, Hunt, & Gedroyc, 2005)

Diz eklemi kıkırdak yüzlerinin anatomisi sebebiyle diz fleksiyonu arttıkça femur bir miktar posteriora doğru hareket eder . Femurda gerçekleşen bu posteriora yuvarlama hareketine femoral roll-back denir. (Şekil 23). Eklem kompleksliği; Statik stabilizeyi sağlayan eklem yapısının mükemmel geometrisi ve anatomisi ile

dinamik stabiliteyi sağlayan kas yapılarının kontraksiyonları ve pasif stabiliteyi oluşturan menisküsler ile ligamentlerdir.(Çakmak & Özkan, 2005)



Şekil 23. Femurun fleksiyonda posteriora hareket etmesi 'femoral roll-back'



Şekil 24. ÖÇB biyomekaniği

Tibianın öne doğru kayma kuvveti, iç tibial tork ve dizin abdüksiyon momentini birleştiginde, ön çapraz bağ (ÖÇB) üzerindeki en yüksek yük oluşur.(Beaulieu, Ashton-Miller, & Wojtys, 2023)

3.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmasına Sebep Olan Risk Faktörleri

ÖÇB yaralanmaları önüne geçilmesi ile bireysel ve toplumsal maliyet ve bireyin yaşam kalitesine olan yıkıcı etkisi nedeniyle literatürde önemli bir yere sahiptir.

Engelleme, ÖÇB yaralanması ile ilişkili risk faktörlerinin belirlenmesi ile bunun önüne geçileceği aşıkardır. Dolayısıyla risk faktörlerinin ayrıntılı bir şekilde araştırılması ve sınıflandırılması gerekmektedir.

Yaralanma riskini ortaya koyan faktörleri iç veya dış olarak sınıflandırabiliriz. İç faktörler, kişiye özgü olanlardır ve değiştirilebilen yönleri vardır veya bunların değiştirilemez yönleri olarak alt gruplara ayırabiliriz. (Beaulieu et al., 2023; Pfeifer, Beattie, Sacko, & Hand, 2018)

Değiştirilebilir risk faktörleri, kişi tarafından değiştirilebilecek faktörlerdir (kas gücü veya hipermobilete).

Değiştirilemeyen risk faktörleri ise birey tarafından kontrol edilemeyen iç faktörlerdir (Anatomik yapı).

Dış faktörler, kişinin kontrolü dışındaki faktörler olup önlem alınabilecek durumlardır. (Zemin).

Dış ve modifiye edilemeyen iç faktörler, ÖÇB yaralanma riski için her zaman var olacaktır. Değiştirilebilir risk faktörleri bilgisine dayalı önleyici tedbirler uygulayarak ÖÇB yaralanma prevalansını azaltma fırsatı elde edilebilir.

Modifiye edilemeyen iç faktörlerin iyi bilinmesi, yaralanmaya yatkın anatomisi ve yapısı olan bireylere özel yeni koruyucu programlar ve yeni önleyici profiltik ortamın oluşturulması açısından önemlidir.(Pope, 2002)

3.3.1. Dış (Ekstrinsik, Çevresel) Kaynaklı Risk Faktörleri

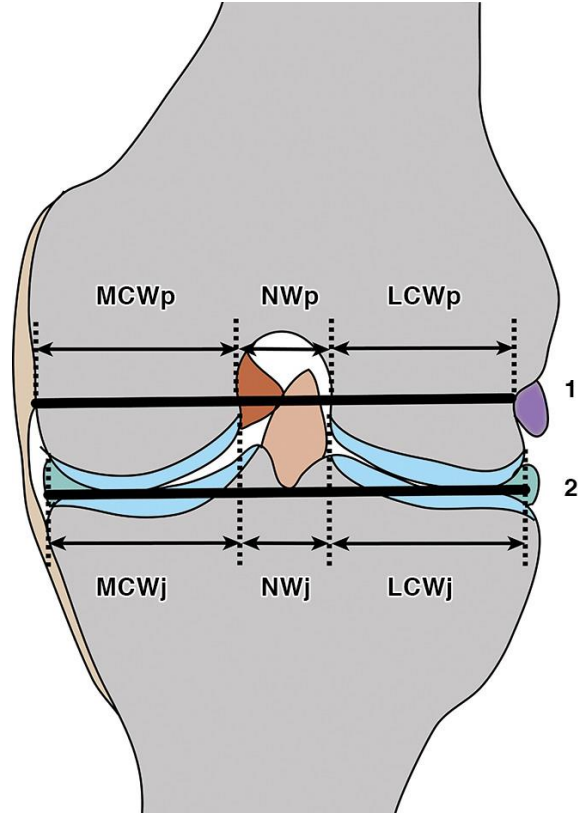
Ön çapraz yaralanmalarının birçok risk faktörü olduğu bilinmektedir. Özellikle sporcularda bu riskin önüne geçilebilmesi için dikkatli olunması gereken hususlar vardır. İklim şartları ve zemin bireysel olarak sporcuların kontrolü dışında olsa da spor organizasyonu yapan kuruluşlar ve yöneticileri tarafından değiştirilebilir ve böylece ÖÇB yaralanma riski daha düşük seviyelerde tutulabilir . (Pope, 2002)

3.3.2. İç (İntrinsik, Bireysel) Kaynaklı Risk Faktörleri

Bu başlık altındaki risk faktörleri kendi aralarında anatomik, nöromusküler, fizyolojik, biyomekanik ve genetik risk faktörleri olarak ayrılabilir . (Pfeifer et al., 2018)

3.3.2.1 Anatomik Sebepler

Femoral interkondiller çentik denilen bölgede, ÖÇB ve Arka Çapraz Bağ (AÇB) bulunur ve genel çentik yapısının dar olması ile ÖÇB kalınlığında azalma, yaralanma için anatomik risk faktörleri olarak tanımlanmıştır. (Pfeifer et al., 2018).İnterkondiller çentik mesafesinin medial ve lateral uzunlukları ve indeksindeki azalma ve darlığı anatomik faktörler arasında en önde gelenlerden birisidir.(Souryal & Freeman, 1993)

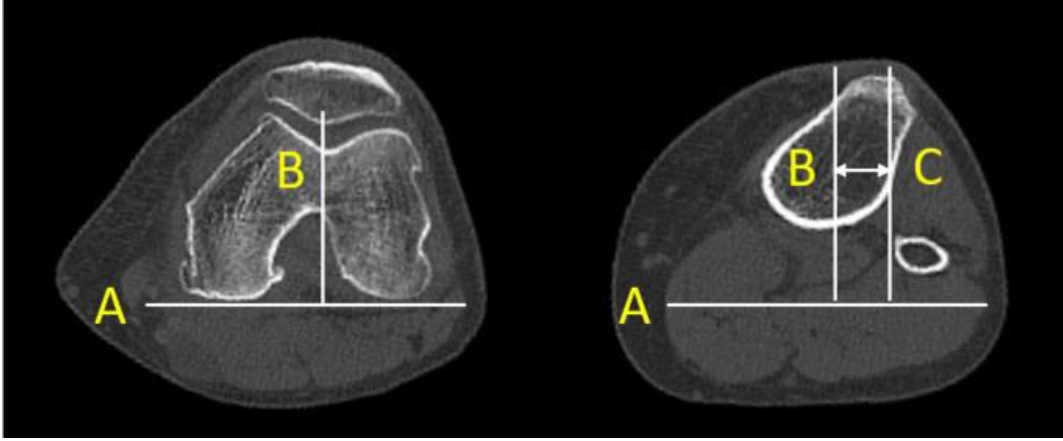


Şekil 25. Dizin koronal görüntüdeki ölçümleri göstermektedir.

(Femoral kondil arasına teğetsel çizgi (j, çizgi 2) çizilmiştir. Popliteus tendonu (mor) ve lateral femoral kondil sulkusu seviyesinde iki femoral kondil arasındaki teğetsel çizgiye paralel başka bir çizgi (p, çizgi 1) çizilmiştir. MCWp = popliteal oluk seviyesinde medial femoral kondil genişliği, NWp = popliteal oluk seviyesinde interkondiler çentik genişliği, LCWp = popliteal oluk seviyesinde lateral femoral kondil genişliği, MCWj = eklem çizgisi seviyesinde medial femoral kondil genişliği, NWj = eklem çizgisi seviyesinde interkondiler çentik genişliği, LCWj = eklem çizgisi seviyesinde lateral femoral kondil genişliği.(Hirtler, Röhrich, & Kainberger, 2016)

Posterior tibial eğim(PTS): PTS'nin artmasıyla birlikte femurdan tibiaya öne kayma kuvvetlerinin arttığını ve bu hareketi engelleyebilmek açısından ÖÇB üzerindeki gerilme kuvvetlerinin de arttığını göstermiştir.(Shelburne, Kim, Sterett, & Pandy, 2011)Son zamanlarda, proksimal tibianın geometrisi, özellikle posterior tibial eğim (PTS), ÖÇB yaralanması için bir risk faktörü olarak kabul edilmiştir. PTS'nin sıkıştırıcı aksenal kuvvet sırasında ÖÇB'nin yüklenmesini direk etkilediğine ve bu nedenle ÖÇB'nin yırtılmasına katkıda bulunabileceğine inanılmaktadır. PTS'nin birincil ÖÇB yaralanmasına katkıda bulunduğu gösterildiğinden, bu anatomik varyasyonun aynı zamanda kontralateral ÖÇB yırtılmalarına ve ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış dizde tekrar yırtılmalara da katkıda bulunabileceği mantıklıdır.(Webb, Salmon, Leclerc, Pinczewski, & Roe, 2013)

TT-TG (Tibial tüberkül – Troklear Groove) Mesafesi: Diz valgus ve iç rotasyon momentleri, tibianın proksimalinde anterior kayma kuvveti oluşturarak ÖÇB üzerindeki yüklenmeyi artırabilir. Daha büyük bir tibial tüberkül-troklear oluk (TT-TG) mesafesi ile tanımlanan lateralize TT, sportif aktiviteler sırasında ekstremitelere provokatif pozisyondayken kuadriseps kasılmasıyla tibianın rotasyonel yer değiştirmesini artırabilir. Bu durum, tibiofemoral kinematiği değiştirerek ÖÇB üzerindeki gerilimi yükseltebilir ve bireyi ÖÇB yaralanmasına yatkın hale getirebilir. Son çalışmalar, TT-TG mesafesinin yalnızca TT lateralizasyonu ile ilişkili olmadığını, aynı zamanda diz rotasyonu, femoral anteversiyon ve troklear oluğun medializasyonu (TGM) gibi çeşitli faktörlerden de etkilendiğini göstermektedir.(Saper et al., 2016)



Şekil 26. TT-TG (Tibial tüberkül – Troklear Groove) Mesafesi.

İlk olarak, troklea oluğundaki en derin noktayı gösteren BT taraması seçildi ve posterior kondillere bir teğet çizildi (çizgi A). Sonra, oluğun en derin noktasından geçen çizgi A'ya dik bir çizgi çizildi (çizgi B). Bu iki çizgi sabitlendi (taramalar arasında kaydırma yaparken değişiklik olmadı) ve tüberositas tibiayı en iyi gösteren tarama seçildi. Sonra, tüberositas tibiasının en ön noktasından geçen çizgi A'ya dik ikinci bir çizgi çizildi (çizgi C). Son olarak, bu iki dik çizgi arasındaki mesafe ölçüldü(Hess et al., 2021)

3.3.2.2. Kuadriseps Kas Gücü

Yapılan çalışmalarda MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) çalışmasında ÖÇB rüptürü olan dizlerde impaksiyon yaralanması olduğu da görülmüştür ve bu durumun temassız yaralanma sonucu ÖÇB rüptürü olan bireylerde kuadriseps kas kasılmasının tibio-femoral ekleme yüklemiş olduğu kompresif kuvvetlere bağlı olduğu fikrini düşündürmüştür. Kuadriseps kas kontraksiyonu ile üretilen anterior çekme kuvvetinden ziyade, tibio-femoral ekleme yüklenen kompresif kuvvetler, ÖÇB rüptürün den sorumludur.(Viskontas et al., 2008)

4.GEREÇ VE YÖNTEMLER

4.1.Verilerin Toplanma Biçimi

Bu retrospektif çalışmada, 2015-2024 yılları arasında Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürü veya menisküs yırtığı tanıları ile cerrahi tedavi uygulanan hastaların preoperatif radyolojik görüntüleri incelenmiştir. Çalışma kapsamına, belirtilen süre zarfında opere edilen toplam 344 hastanın manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulguları dâhil edilmiştir.

Buna ek olarak, diz ile ilgili şikâyetler nedeniyle kliniğimize başvuran ancak MRG incelemelerinde eklem içi yapıları ve bağları anatomik olarak doğal tespit edilen 54 birey, kontrol grubu olarak belirlenmiş ve bu hastaların radyolojik görüntüleri retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, toplam 398 hastanın diz MRG verileri analiz edilerek, ÖÇB rüptürü ve menisküs yırtıkları ile ilişkili radyolojik bulgular detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmamızda, diz eklem patolojilerinin preoperatif değerlendirilmesine yönelik önemli veriler sunmayı amaçladık.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Çalışmaya toplam **7 farklı grup** dahil edilmiştir ve bu gruptaki hastaların bu tanılarla opere edilmiş olması Medial Menisküs Yırtığı, Lateral Menisküs Yırtığı, Lateral ve Medial Menisküs Yırtığı, Ön Çapraz Bağ Rüptürü (ÖÇBR), ÖÇBR ve Medial Menisküs Yırtığı, ÖÇBR ve Lateral Menisküs Yırtığı, ÖÇBR ve Lateral ve Medial Menisküs Yırtığı.
- Kayıtlarına ve görüntülerine tam ve eksiksiz ulaşılabilir olmak
- Yaşı 18-40 arasında olan hastalar

Çalışmadan Dışlanma Kriterleri

- Menisküs yırtığı ve ÖÇB rüptürü dışında ek bağ ve ligament yaralanması olması
- Diskoid menisküs varlığı
- Medial veya lateral menisküslerde kök yırtığı olan hastalar
- Menisküs yırtığına kemik kırığının eşlik etmesi
- Bacak uzunluk eşitsizliği olan hastalar
- Alt ekstremitte dizilim bozukluğu (varus, valgus deformitesi) olan hastalar
- Patellofemoral instabilite, patellar tendon hasarı öyküsü olması
- Majör travma öyküsü, geçirilmiş alt ekstremitte kırığı, geçirilmiş alt ekstremitte cerrahisi
- Alt ekstremitesinde ek nöromusküler problem olan hastalar
- 18 yaşının altında veya 40 yaş üstünde olan hastalar
- Revizyon ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastalar
- Kontrol grubunda ise daha önce aynı dizinden cerrahi işlem geçirenler,
- Hastane görüntüleme (PACS) sisteminde eksik görüntü ve kayıtların olması

4.2. Çalışma Dizaynı

Posterior tibial eğim, tibial platonun posteriora doğru olan eğimi olup, rutin olarak lateral diz radyografileri üzerinden aşağıda belirtilen şekilde ölçülmektedir. (Şekil 27) Ancak, konvansiyonel radyografilerde lateral tibial platonun anatomik sınırlarını güvenilir bir şekilde belirlemek her zaman mümkün olmamakta ve bu durum, medial ve lateral tibial platoların ayrı ayrı değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Hudek ve arkadaşlarının yeni ölçüm tekniği manyetik rezonans görüntüleme (MRG) üzerinden yapılmış olup posterior tibial eğim, radyografiler üzerinden yapılan ölçümlerle Hudek ve arkadaşlarının ölçümleri arasında korelasyonu gösterilmiştir. Radyografi üzerinden olan ölçümlerin kısıtlılığını giderebilmek amacıyla, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kesitleri üzerinde tibial longitudinal eksenin tanımlanması ve bu eksen referans alınarak medial ve lateral tibial platoların posterior

eğimlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak tanıyan yöntemi öneren Hudek ve arkadaşlarının ölçüm teknikleri esas alındı.

Radyografiyle posterior tibial eğim ölçülürken; ilk olarak, tibia'nın proksimal anatomik eksenini, diz eklem hattından 5 cm ve 15 cm distalinde tibia'nın orta kortikal çaplarının birleştirilmesiyle belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar, bu eksenin tibia'nın sagittal düzlemdeki mekanik eksenini en doğru şekilde yansıttığını ve dizin standart lateral radyografilerinde kolaylıkla çizilebildiğini göstermiştir. Daha sonra, tibiofemoral eklem seviyesinde bu anatomik eksene dik bir referans çizgisi oluşturulmuştur. Tibial eğim ise, bu referans çizgisi ile medial tibial plato yüzeyinin en anterior ve posterior kenarlarına teğet geçen çizgi arasındaki açı olarak tanımlanmıştır.(Şekil 27)(Green, Sidharthan, Schlichte, Aitchison, & Mintz, 2020)



Şekil 27. Lateral Radyografide Posterior Tibial Eğimin Ölçüm

Çalışmamızda bizim asıl kullanmış olduğumuz ölçüm sistemi Hudek ve arkadaşlarının MRG sistemi üzerinden belirlediği sagittal görüntülerde belirli referans noktaları alınarak ölçümler yapılan sistemdi.

-Birinci adım, arka çapraz bağın tibial bağlantısının bulunduğu sagittal kesiti belirlemek

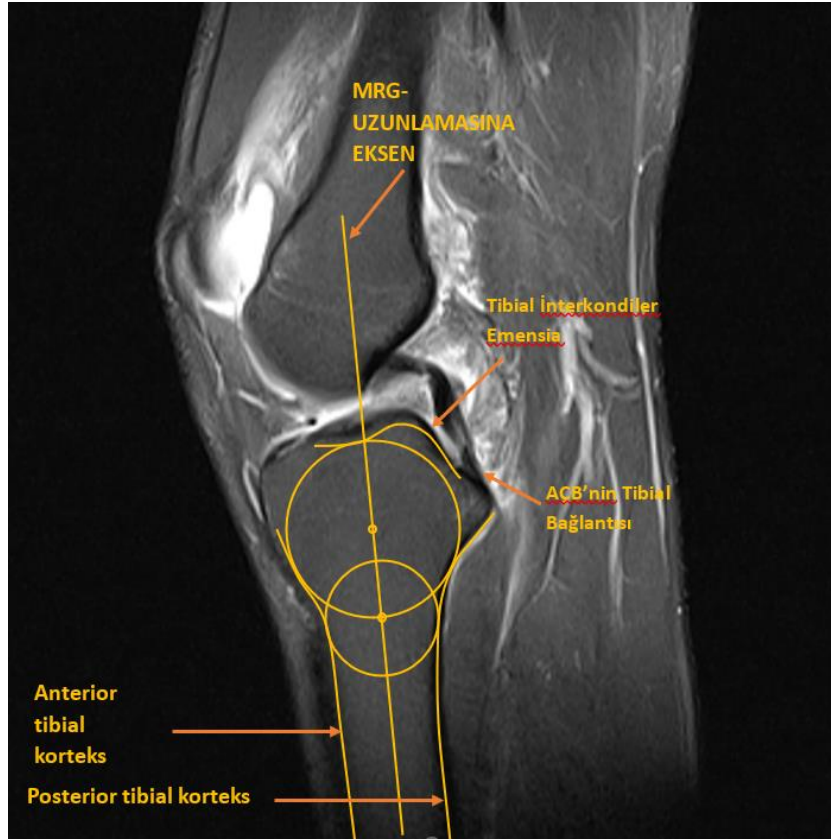
-İkinci adım, tibial interkondiller eminensia çıkıntısının belirlenmesi

-Üçüncü adım, ön ve arka tibial kortekslerin görüldüğü kesiti seçmek.

İlk üç adım tamamlandıktan sonra tüm ölçümlerde standardın olması amacıyla 2 tane daire belirlenip tibianın sagittal görüntüsünün istenilen kesitleri tamamlandıktan sonra proksimal kısma belirlenen daireler yerleştirildi. Yerleşim yerleri tibianın üst tarafına bir proksimal ve bir distal daire belirlenip yerleştirildi.

Proksimal dairenin ön, arka ve üst tibial korteks kemiğine değmesi ve distal dairenin ön ve arka korteks sınırına değmesi sağlandı. Korteks ve medulla kanalı arasında belirsiz sınırları olan vakalarda, kesin siyah korteks ile açık gri medulla kanalı arasındaki geçiş bölgesinin ortası seçildi.

Daireler arasındaki standart mesafenin belirlenebilmesi amacıyla, kaudal dairenin merkezi, kranial dairenin çevresine yerleştirilmiştir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) üzerinde tanımlanan uzunlamasına (longitudinal) eksen ise, bu iki dairenin merkezlerini birleştiren çizgi olarak tanımlanmıştır. (Şekil 28)



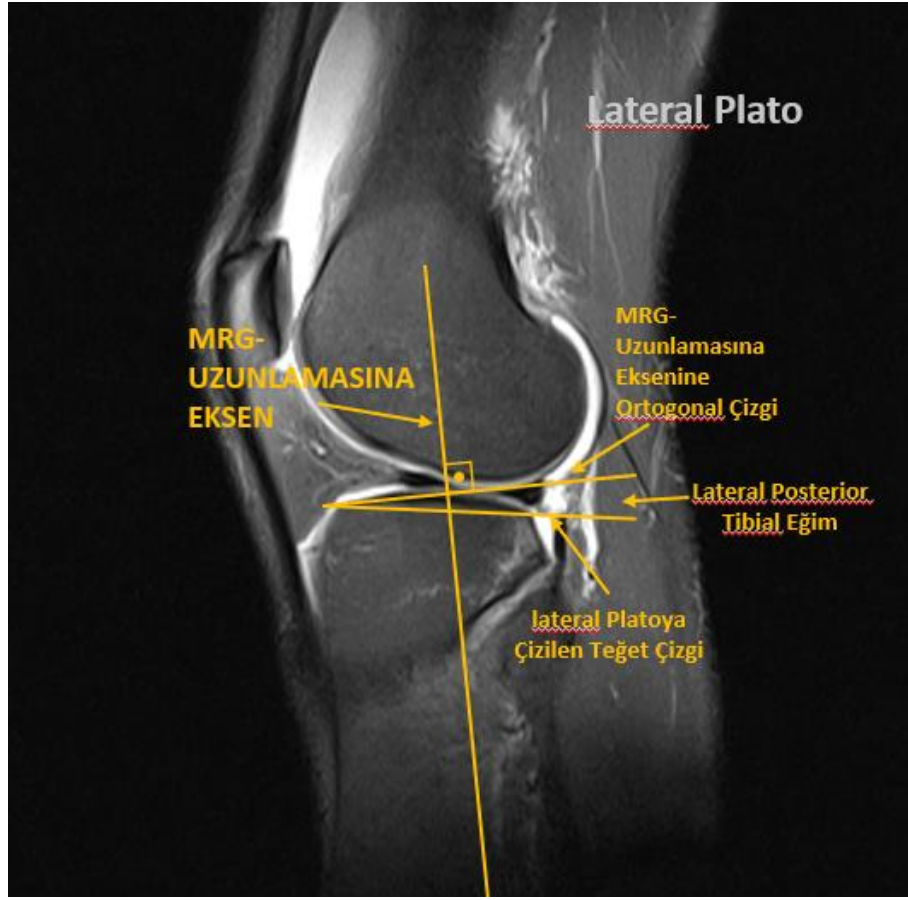
Şekil 28. MRG üzerinde uzunlamasına eksenin değerlendirilmesinin temelini oluşturan dairelerin konumu ve uygun sagittal kesit noktaları.

Medial tibial platonun mediolateral merkezini gösteren MRG kesitinin tanımlandı. Bu kesitte, medial tibial platonun süperior-anterior ve süperior-posterior korteks kenarlarını birleştiren ve platonun yüzeyine teğet geçen bir referans çizgisi oluşturuldu. Medial tibial plato eğimi, tanımlanan MRG-longitudinal eksenine dik ve medial plato yüzeyine teğet geçen bir çizgi arasındaki açı olarak belirlendi. (Şekil 29)



Şekil 29. Medial tibial platonun merkezini gösteren MR kesitinde; sagittal dilimde belirlenen ve korunarak uzunlamasına eksenin bu kesite taşınması. Medial platonun teğet çizgisi ile uzunlamasına eksene çekilen dik çizgi arasında kalan açığa medial posterior tibial eğim (MPTS) adı verildi.

Lateral platonun mediolateral merkezi MRG sagittal kesitlerde belirlendi. Lateral tibial platonun, süperior-anterior ve posterior korteksler arasındaki en üstteki kısma teğet çizgisi çizildi. Lateral tibial plato eğimi, tanımlanan MRG-longitudinal eksenine dik ve lateral plato yüzeyine teğet geçen bir çizgi arasındaki açı olarak belirlendi. (Şekil 30)



Şekil 30. Lateral tibial platonun merkezini gösteren MR kesitinde; sagittal dilimde belirlenen ve korunarak uzunlamasına eksenin bu kesite taşınması. Lateral platonun teğet çizgisi ile uzunlamasına eksene çekilen dik çizgi arasında kalan açığa lateral posterior tibial eğim (LPTS) adı verildi.

Tüm ölçümler, gözlemciler arası ve gözlemci içi tekrarlanabilirliğin değerlendirilmesi amacıyla, iki bağımsız gözlemci tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm görüntüler, kurumumuzun PACS (Picture Archiving and Communication System) sistemi üzerinden elde edildi.

4.3.Etik Onay

Çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Tıp Fakültesi İlaç ve Tıbbi Dışı Araştırmalar Etik Kurul'undan 21.03.2025 tarihli 2025/5639 sayılı karar numarası ile onay alındı. Bu çalışma retrospektif bir görüntüleme çalışması olduğu için bilgilendirilmiş onam gerekliliğinden feragat edilmiştir.

4.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen veriler, SPSS 22 software (Armonk NY. USA) programında istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler sayı, yüzde, ortalama \pm standart sapma şeklinde belirtildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu ise Shapiro – Wilk ile incelendi. Parametrik olan ikili gruplar independent sample-t testi ile non-parametrik veriler Mann Whitney U testi ile analiz edildi. İki'den fazla bağımsız gruplarda non-parametrik testlerden Kruskal-Wallis H ve parametrik verilerde One-way ANOVA testi kullanıldı.

5.BULGULAR

Çalışmaya dâhil edilen toplam 398 hastanın 272'si (%68,3) erkek, 126'sı (%31,7) kadın olup, erkek hastaların sayıca daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Değerlendirilen diz tarafları açısından, 173 hasta (%43,5) sağ diz, 225 hasta (%56,5) ise sol diz şikayeti ile başvurmuştur.

Hastaların yaş ortalaması $29,2\pm 6,9$ (18-40 yaş aralığında) olarak hesaplanmıştır. Cinsiyet bazında incelendiğinde, erkek hastaların yaş ortalaması $28,7\pm 6,5$; kadın hastaların ise $30,2\pm 7,4$ olarak tespit edilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen hastaların detaylı demografik verileri Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Cinsiyet/ Taraf	Sayı	Yüzde (%)
Erkek	272	68,3
Kadın	126	31,7
Sağ	173	43,5
Sol	225	56,5

Tablo 1. Hastaların Cinsiyet ve Taraf Dağılımı

Cinsiyet	Hasta Sayısı	Yüzde (%)	Yaş Ortalaması	Yaş Aralığı
Erkek	272	68,3	$28,7 \pm 6,5$	18-40
Kadın	126	31,7	$30,2 \pm 7,4$	18-40
Genel	398	100	$29,2 \pm 6,9$	18-40

Tablo 2. Hastaların Cinsiyet ve Yaş Ortalaması Dağılımı

Çalışmamızda 8 grup belirlendi gruplarda ameliyat olan hastaların tanılarına göre sınıflandırıldı.

1. grup: Toplam 50 hastadan oluşmaktaydı ve tamamı medial menisküs yırtığı (MMY) tanısı almıştı. Bu grupta 38'i erkek, 12'si kadın hastaydı.

2. grup: Toplam 50 hastadan oluşmaktaydı ve tamamı lateral menisküs yırtığı (LMY) tanısı almıştı. Bu grupta 34'ü erkek, 16'sı kadın hastaydı.

3. grup: Toplam 49 hastadan oluşmaktaydı ve hastalar lateral menisküs yırtığı (LMY) ve medial menisküs yırtığı (MMY) tanılarına sahipti. Bu grupta 20'si erkek, 29'u kadın hastaydı.

4.grup: Toplam 50 hastadan oluşmaktaydı ve tamamı ön çapraz bağ rüptürü (ÖÇBR) tanısı almıştı. Bu grupta 29'u erkek, 21'i kadın hastaydı.

5. grup: Toplam 50 hastadan oluşmaktaydı ve hastalar ön çapraz bağ rüptürü (ÖÇBR) ve medial menisküs yırtığı (MMY) tanılarına sahipti. Bu grupta 32'si erkek, 18'i kadın hastaydı.

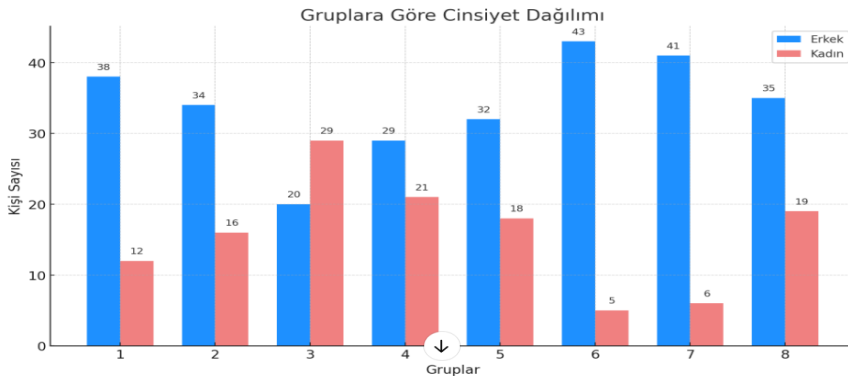
6. grup: Toplam 48 hastadan oluşmaktaydı ve hastalar ön çapraz bağ rüptürü (ÖÇBR) ve lateral menisküs yırtığı (LMY) tanılarına sahipti. Bu grupta 43'ü erkek, 5'i kadın hastaydı.

7.grup: Toplam 47 hastadan oluşmaktaydı ve hastalar ön çapraz bağ rüptürü (ÖÇBR), lateral menisküs yırtığı (LMY) ve medial menisküs yırtığı (MMY) tanılarına sahipti. Bu grupta 41'i erkek, 6'sı kadın hastaydı.

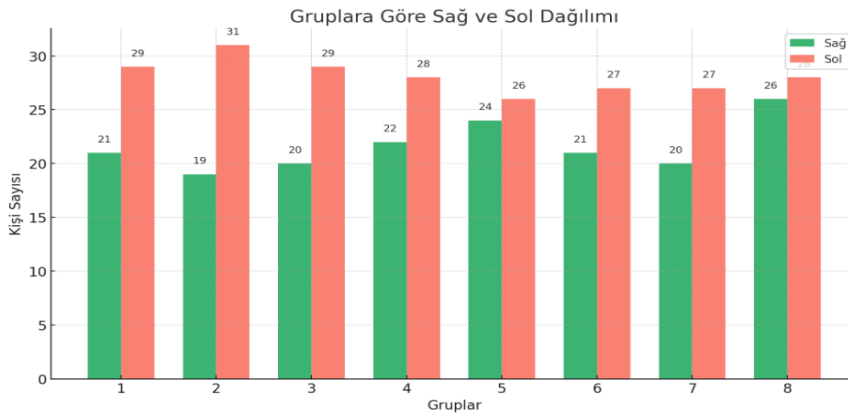
8.grup: Bu grup kontrol grubuydu toplam 54 sağlıklı bireyden oluşmaktaydı. Bu grupta 35'i erkek, 19'u kadın birey vardı. (Tablo 3)

Grup	Erkek	Kadın	Toplam
1 (MMY)	38	12	50
2 (LMY)	34	16	50
3 (LMY + MMY)	20	29	49
4 (ÖÇBR)	29	21	50
5 (ÖÇBR + MMY)	32	18	50
6 (ÖÇBR + LMY)	43	5	48
7 (ÖÇBR+LMY+MMY)	41	6	47
8 (KONTROL)	35	19	54

Tablo 3. Grupların Cinsiyete Göre Hasta Sayısı Dağılımı



Grafik 1. Grupların Cinsiyete Göre Hasta Sayısı Dağılımı



Grafik 2. Hastaların Tarafra göre Dağılımı

Medial menisküs yırtığı (MMY) grubunun yaş ortalaması 30.74 ± 7.79 (18- 40) aralığındaydı.

Lateral menisküs yırtığı (LMY) grubunun yaş ortalaması 24.86 ± 5.51 (18- 38) aralığındaydı.

Lateral menisküs yırtığı (LMY) ve medial menisküs yırtığı (MMY) grubunun yaş ortalaması 30.65 ± 6.76 (18- 40) aralığındaydı.

Ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması grubunun yaş ortalaması 30.98 ± 6.50 (18- 40) aralığındaydı.

Ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması ve medial menisküs yırtığı (MMY) grubunun yaş ortalaması 28.66 ± 7.26 (18- 40) aralığındaydı.

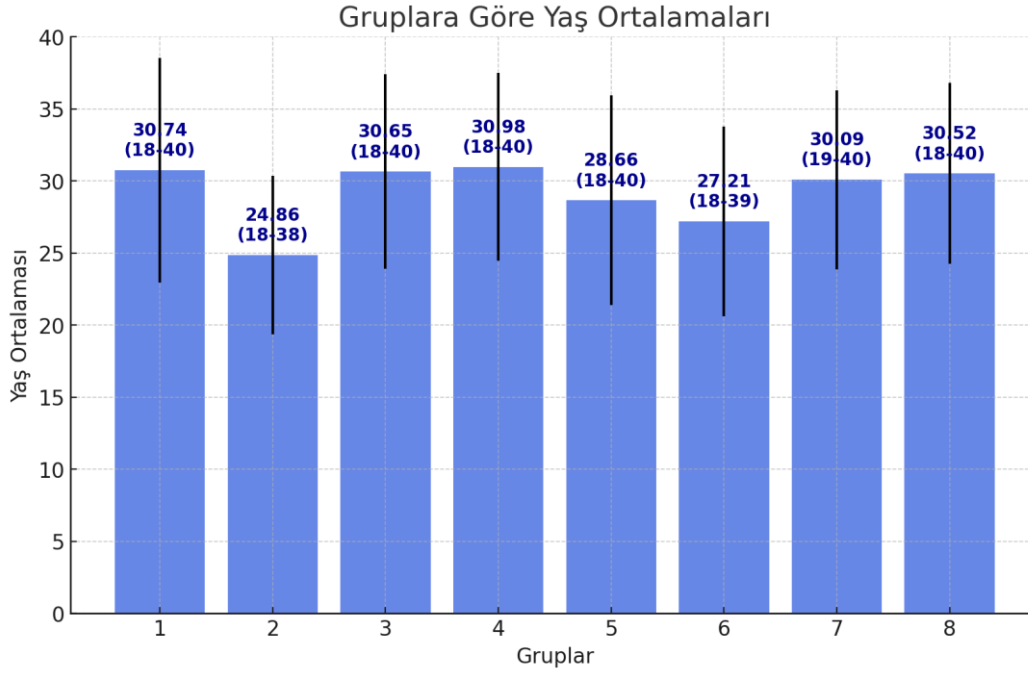
Ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması ve lateral menisküs yırtığı (LMY) grubunun yaş ortalaması 27.21 ± 6.58 (18- 39) aralığındaydı.

Ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması, lateral menisküs yırtığı (LMY) ve medial menisküs yırtığı (MMY) grubunun yaş ortalaması 30.09 ± 6.21 (19- 40) aralığındaydı.

Kontrol grubunun yaş ortalaması 30.52 ± 6.28 (18- 40) aralığındaydı.(Tablo 4)

Grup	Yaş (Mean \pm Std. Deviation) (Min - Max)
MMY	30.74 ± 7.79 (18 - 40)
LMY	24.86 ± 5.51 (18 - 38)
LMY + MMY	30.65 ± 6.76 (18 - 40)
ÖÇBR	30.98 ± 6.50 (18 - 40)
ÖÇBR + MMY	28.66 ± 7.26 (18 - 40)
ÖÇBR + LMY	27.21 ± 6.58 (18 - 39)
ÖÇBR + LMY + MMY	30.09 ± 6.21 (19 - 40)
KONTROL	30.52 ± 6.28 (18 - 40)

Tablo 4. Grupların Yaş Ortalaması



Grafik 3. Grupların Yaş Ortalaması

Medial Menisküs Yırtığı (MMY) grubunun Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) ortalama değerleri 9.97 ± 3.57 (1.60 - 20.50) aralığındaydı.

Lateral Menisküs Yırtığı (LMY) grubunun Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) ortalama değerleri 10.39 ± 3.22 (5.10 - 19.60) aralığındaydı.

Lateral Menisküs Yırtığı ve Medial Menisküs Yırtığı (LMY+MMY) grubunun Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) ortalama değerleri 10.98 ± 3.75 (4.30 - 18.30) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) yırtığı grubunun Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) ortalama değerleri 12.06 ± 3.36 (5.90 - 20.00) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ rüptürü ve Medial Menisküs Yırtığı (ÖÇBR+MMY) grubunun Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) ortalama değerleri 12.30 ± 3.26 (3.70 - 19.50) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ ve Lateral Menisküs Yırtığı (ÖÇBR+LMY) grubunun Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) ortalama değerleri 11.40 ± 2.75 (6.30 - 18.20) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ, Lateral Menisküs Yırtığı ve Medial Menisküs Yırtığı (ÖÇBR+LMY+MMY) grubunun Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) ortalama değerleri 11.60 ± 3.65 (5.20 - 18.00) aralığındaydı.

Kontrol grubunun Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) değerleri 8.40 ± 4.28 (-5.30 - 16.00) aralığındaydı. (Tablo 5)

Grup	MPTS (Mean \pm Std. Deviation) (Min-Max)
MMY	9.97 ± 3.57 (1.60-20.50)
LMY	10.39 ± 3.22 (5.10-19.60)
LMY+MMY	10.98 ± 3.75 (4.30-18.30)
ÖÇBR	12.06 ± 3.36 (5.90-20.00)
ÖÇBR+MMY	12.30 ± 3.26 (3.70-19.50)
ÖÇBR+LMY	11.40 ± 2.75 (6.30-18.20)
ÖÇBR+LMY+MMY	11.60 ± 3.65 (5.20-18.00)
KONTROL	8.40 ± 4.28 (-5.30-16.00)

Tablo 5. Grupların Medial Posterior Tibial Eğim (MPTS) oranları

Medial Menisküs Yırtığı (MMY) grubunun Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) değerlerinin ortalaması 6.93 ± 3.61 (1.00 - 18.20) aralığındaydı.

Lateral Menisküs Yırtığı (LMY) grubunun Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) değerlerinin ortalaması 9.38 ± 4.01 (2.40 - 19.00) aralığındaydı.

Lateral Menisküs Yırtığı ve Medial Menisküs Yırtığı (LMY + MMY) grubunun Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) değerlerinin ortalaması 7.42 ± 3.91 (-0.80 - 19.10) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) rüptürü grubunun Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) değerlerinin ortalaması 9.63 ± 2.95 (3.70 - 19.00) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ ve Medial Menisküs Yırtığı (ÖÇBR + MMY) grubunun Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) değerleri 10.87 ± 2.95 (5.30 - 17.30) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ ve Lateral Menisküs Yırtığı (ÖÇBR + LMY) grubunun Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) değerlerinin ortalaması 10.74 ± 3.05 (5.00 - 18.20) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ, Lateral Menisküs Yırtığı ve Medial Menisküs Yırtığı (ÖÇBR + LMY + MMY) grubunun Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) değerlerinin ortalaması 10.97 ± 3.33 (1.80 - 19.00) aralığındaydı.

Kontrol grubunun Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) değerlerinin ortalaması 5.99 ± 3.46 (-5.50 - 12.50) aralığındaydı. (Tablo 6)

Grup	Lpts Mean \pm Std (Min - Max)
MMY	6.93 ± 3.61 (1.00 - 18.20)
LMY	9.38 ± 4.01 (2.40 - 19.00)
LMY + MMY	7.42 ± 3.91 (-0.80 - 19.10)
ÖÇBR	9.63 ± 2.95 (3.70 - 19.00)
ÖÇBR + MMY	10.87 ± 2.95 (5.30 - 17.30)
ÖÇBR + LMY	10.74 ± 3.05 (5.00 - 18.20)
ÖÇBR + LMY + MMY	10.97 ± 3.33 (1.80 - 19.00)
KONTROL	5.99 ± 3.46 (-5.50 - 12.50)

Tablo 6. Grupların Lateral Posterior Tibial Eğim (LPTS) Oranları

Medial Menisküs Yırtığı (MMY) grubunun MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) arasındaki fark değerlerinin ortalaması 3.04 ± 3.22 (-4.40 - 12.40) aralığındaydı.

Lateral Menisküs Yırtığı (LMY) grubunun MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) arasındaki fark değerlerinin ortalaması 1.01 ± 4.53 (-9.30 - 12.80) aralığındaydı.

Lateral Menisküs Yırtığı ve Medial Menisküs Yırtığı (LMY + MMY) grubunun MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) arasındaki fark değerlerinin ortalaması 3.57 ± 4.41 (-3.60 - 15.80) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) rüptürü grubunun MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) arasındaki fark değerlerinin ortalaması 2.43 ± 3.22 (-6.00 - 8.50) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ ve Medial Menisküs Yırtığı (ÖÇBR + MMY) grubunun MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) arasındaki fark değerlerinin ortalaması 1.42 ± 3.73 (-9.30 - 10.90) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ ve Lateral Menisküs Yırtığı (ÖÇBR + LMY) grubunun MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) arasındaki fark değerlerinin ortalaması 0.66 ± 3.02 (-6.50 - 7.80) aralığındaydı.

Ön Çapraz Bağ, Lateral Menisküs Yırtığı ve Medial Menisküs Yırtığı (ÖÇBR + LMY + MMY) grubunun MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) arasındaki fark değerlerinin ortalaması 0.63 ± 2.59 (-4.60 - 5.30) aralığındaydı.

Kontrol grubunun MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) arasındaki fark değerlerinin ortalaması 2.41 ± 3.38 (-8.00 - 11.80) aralığındaydı.(Tablo 7)

Grup	Mpts-lpts Mean \pm Std (Min - Max)
MMY	3.04 \pm 3.22 (-4.40 - 12.40)
LMY	1.01 \pm 4.53 (-9.30 - 12.80)
LMY + MMY	3.57 \pm 4.41 (-3.60 - 15.80)
ÖÇBR	2.43 \pm 3.22 (-6.00 - 8.50)
ÖÇBR + MMY	1.42 \pm 3.73 (-9.30 - 10.90)
ÖÇBR + LMY	0.66 \pm 3.02 (-6.50 - 7.80)
ÖÇBR + LMY + MMY	0.63 \pm 2.59 (-4.60 - 5.30)
KONTROL	2.41 \pm 3.38 (-8.00 - 11.80)

Tablo 7. Grupların MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim - Lateral Posterior Tibial Eğim) oranları

Karşılaştırılan Gruplar	MPTS (Sig. 2-tailed)	LPTS (Sig. 2-tailed)	MPTS - LPTS (Sig. 2-tailed)
1-8	0.046	0.177	0.334
2-8	0.009	0.000	0.075
3-8	0.002	0.049	0.138
4-8	0.000	0.000	0.979
5-8	0.000	0.000	0.158
6-8	0.000	0.000	0.007
7-8	0.000	0.000	0.004

Tablo 8. Kontrol grubuna ile diğer grupların karşılaştırılması ve P değerleri

MPTS-LPTS eğiminin sağlıklı hastalar (kontrol grubu) ve 7 grup açısından değerlendirmesi yapıldı bu karşılaştırmalar sonucunda ön çapraz bağ yırtıklarına eşlik eden lateral menisküs yırtıkları arasında mpts-lpts farkının anlamlı sonuçları ortaya çıktı.

Bu çalışmada, Medial Posterior Tibial Eğimi (MPTS) ve Lateral Posterior Tibial Eğimi (LPTS) arasındaki farkları ve bu farkların menisküs yırtıkları ve ön çapraz bağ yırtıkları ile ilişkisini inceledik. Çalışmada 8 grup olup sağlıklı bireyler(kontrol), menisküs yırtıkları ve ön çapraz bağ yırtıkları kombinasyonları yer almaktaydı. Grup karşılaştırmalarında elde edilen p-değerleri, MPTS-LPTS farkının anlamlı olan ve anlamlı sonuçların olmadığı durumları araştırdık.

MPTS ve LPTS Arasındaki Farklar:

MPTS-LPTS arasındaki farkın düşük olması, posterior tibial eğimlerin birbirine ne kadar yakın olduğunu gösterir. Aşağıda, kontrol grubu (8. grup) ile diğer gruplar arasındaki p-değerleri incelenmiştir.

Grup1-Grup8 (MMY-Kontrol): p = 0.334

Bu p-değeri, MPTS-LPTS farkının bu grupta anlamlı bir şekilde düşük olmadığını, yani medial ve lateral eğimlerin birbirine yakın olmadığını göstermektedir.

Grup2-Grup8 (LMY-Kontrol): p = 0.075

Bu p-değeri, MPTS-LPTS farkının anlamlı olmadığı, ancak 0.05'e yakın olduğu ve belki de daha fazla araştırma gerektirdiğini gösteriyor.

Grup3-Grup8 (LMY+MMY-Kontrol): p = 0.138

Bu p-değeri de anlamlı fark olmadığını gösteriyor, yani MPTS-LPTS farkı bu grupta anlamlı şekilde düşük değildi.

Grup4-Grup8 (ÖÇB-Kontrol): p = 0.979

Bu p-değeri, gruplar arasında anlamlı fark olmadığını, dolayısıyla MPTS ve LPTS arasındaki farkın da anlamlı olmadığını ortaya koymaktadır.

Grup5-Grup8 (ÖÇB+MMY-Kontrol): p = 0.158

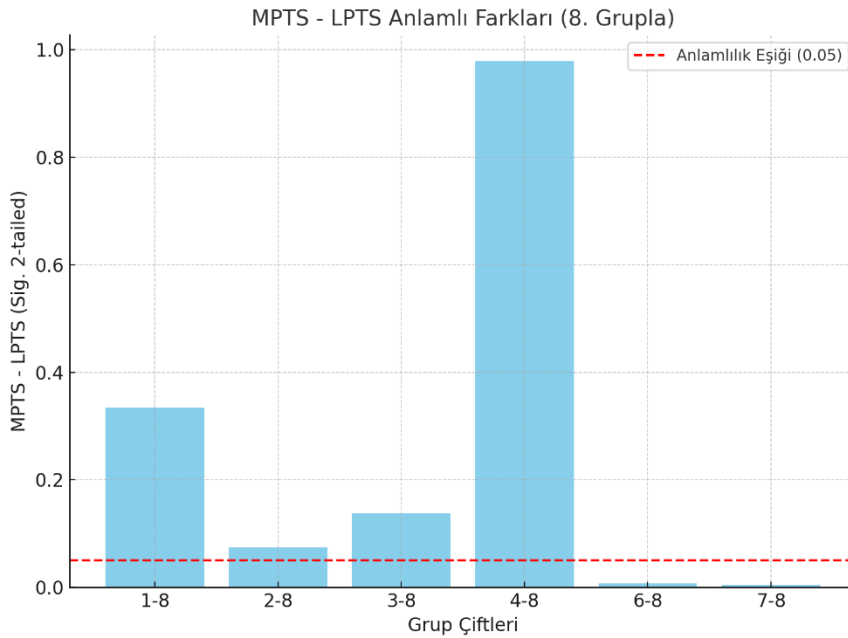
Bu p-değeri, MPTS-LPTS farkının anlamlı şekilde düşük olmadığı gösterdi

Grup6-Grup8 (ÖÇB+LMY-Kontrol): p = 0.007

Bu p-değeri, MPTS-LPTS farkının anlamlı derecede düşük olduğunu gösteriyor, yani medial ve lateral eğimler birbirine daha yakın hale geldiğini. **ÖÇB rüptürü ve LMY** birlikteliğinin eğimler arasındaki farka göre anlamlı olduğu gösterdi.

Grup7-Grup8 (ÖÇB+LMY+MMY-Kontrol): p = 0.004

grup 6-8 deki sonuçlarla benzer olduğu, bu p-değeri de MPTS-LPTS farkının anlamlı derecede düşük olduğunu gösterdi. **ÖÇB rüptürü ve LMY** birlikteliğinin eğimler arasındaki farka göre burada da anlamlı olduğunu gördük. (Grafik 4)



Grafik 4. Mpts-Lpts Farkının Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması (P Değerleri)

Grup 6 (ÖÇB + LMY) ve Grup 7 (ÖÇB + LMY + MMY), Kontrol Grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı farklar göstermektedir. MPTS-LPTS farkının anlamlı derecede düşük olduğu bu gruplar, özellikle lateral menisküs yırtığı ve ön çapraz bağ yırtıklarıyla ilişkili olarak etkili olabilir.

Anlamlı fark olmayan gruplar: Grup 1 (MMY), Grup 2 (LMY), Grup 3 (LMY + MMY), Grup 4 (ÖÇB), ve Grup 5 (ÖÇB + MMY) ile Kontrol Grubu arasında anlamlı farklar bulunmamaktadır. Bu gruplarda MPTS ve LPTS arasındaki farklar anlamlı şekilde düşük değildi. Bu bulgularla, lateral menisküs yırtığı ve ön çapraz bağ yırtığı olan bireylerde tibial eğimlerin birbirine daha yakın olduğunu ve bu durumun lateral menisküs yırtığı oluşmasında bir gösterge olarak kullanılabileceğini düşündük.

6.TARTIŞMA

Medial Posterior-Tibial Eğim (MPTS) ve Lateral Posterior-Tibial Eğim (LPTS) arasındaki fark, tibial platoların posterior eğimlerinin medial ve lateral bölgelerdeki farklılıklarını ifade eder. Bu eğimler, dizin biyomekaniği ve yük taşıma özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Medial ve lateral eğimlerin farklı olması, dizin stabilitesi ve fonksiyonel özelliklerini etkileyebilir. Her iki eğim farklı anatomik özelliklere sahip olup, bu farklılıklar dizdeki stres dağılımını, eklem hareketliliğini ve yaralanma riskini değiştirebilir.

Bu çalışmada, MPTS ve LPTS'yi ayrı ayrı değerlendirerek, ayrıca MPTS-LPTS arasındaki farkın diz üzerindeki yapılar (Menisküs, ön çapraz bağ) üzerindeki etkilerini araştırdık.

Posterior tibial eğim olarak tanımlanan tibial platonun posterior açılanması, rutin olarak lateral radyografilerde değerlendirilmektedir. Ancak, lateral platoyu radyografik olarak güvenilir bir şekilde tanımlamak her zaman mümkün olmayabilir ve bu durum, medial ve lateral platoların eğimlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, geleneksel manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılarak tibial longitudinal ekseni belirlemeye dayanan bir teknik tercih edilmiştir. Hudek ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu yöntem, diğer ölçüm tekniklerine kıyasla üstünlük sağlaması ve medial ile lateral posterior tibial eğimin ayrı ayrı değerlendirilebilmesine olanak tanınması nedeniyle tercih edilmiştir.(Hudek et al., 2009)

Amerika Birleşik Devletleri'nde yıllık olarak 200.000'den fazla ön çapraz bağ yaralanmasının meydana geldiği ve etkilenen bireylerin yaklaşık %60'ının ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirdiği tahmin edilmektedir. ABD'de ÖÇB rekonstrüksiyon insidansının 1994 yılında 100.000 kişi başına 32,9 vaka iken, 2014 yılında 100.000 kişi başına 74,6 vakaya yükseldiği bildirilmiştir..(Liu et al., 2022)

Diz yaralanmaları içerisinde ön çapraz bağ (ÖÇB) hasarı, yüksek görülme sıklığı nedeniyle klinik açıdan büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, ÖÇB yaralanmasına yol açan anatomik yapılar veya ÖÇB hasarına katkıda bulunduğu düşünülen faktörlerin araştırılması son yıllarda giderek artmıştır. Yapılan önceki çalışmalar, bu faktörler arasında posterior tibial eğimin (PTS) önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, biz de çalışmamızın bir bölümünde ön çapraz bağ yaralanmasında posterior tibial eğimin rolünü araştırdık.

Meister ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada posterior tibial eğim ve ÖÇB rüptürü arasındaki ilişkiye ters olarak bir sonuç bulmuşlardır. Bu çalışmalarında ön çapraz bağ rüptürü olan hastanın toplam 50 dizi, patellofemoral ağrısı bulunan ve yaş açısından eşleştirilmiş 39 hastayla karşılaştırılmıştır. Çalışma grubunda ÖÇB yaralanmasının doğrulanması için fizik muayene ve artroskopi kullanılırken, kontrol grubunda yalnızca fizik muayene uygulanmıştır. Tüm ölçümler, tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, ÖÇB yaralanması bulunan grupta ortalama posterior tibial eğimin (PTS) $9,7^{\circ}$, kontrol grubunda ise $9,9^{\circ}$ olduğu saptanmıştır. İki grup arasında veya bilateral hastalar değerlendirildiğinde, ortalama posterior eğim açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgular, posterior tibial eğimin , ÖÇB yaralanmalarının oluşumunda belirgin bir risk faktörü olmadığına işaret etmektedir.(Meister et al., 1998)

Çalışmamızda, yedi hasta grubu ve bir kontrol grubu yer almaktaydı. Hasta grupları; medial menisküs yırtığı (MMY), lateral menisküs yırtığı (LMY), medial ve lateral menisküs yırtığı (MMY + LMY), ön çapraz bağ rüptürü (ÖÇBR), ön çapraz bağ rüptürü ve medial menisküs yırtığı (ÖÇBR + MMY), ön çapraz bağ rüptürü ve lateral menisküs yırtığı (ÖÇBR + LMY) ile ön çapraz bağ rüptürü, medial menisküs yırtığı ve lateral menisküs yırtığı (ÖÇBR + MMY + LMY) olan hastalardan oluşmaktaydı. Biz çalışmamızda PTS ölçümleri için MR sagittal görüntüleri üzerinden Hudek ve arkadaşlarının daha güvenilir ölçüm tekniğini kullandık hem lateral hem medial tibial eğimler değerlendirebildik. Meister ve arkadaşlarında hasta sayısı grup 1

(50), grup 2 (39) olarak belirlenmiş bizim çalışmamızda kontrol grubu 54 kişi ve ön çapraz bağ rüptürü içeren 4.grup (50), 5.grup(50), 6.grup(48), 7.grup(47) kişi içeren 195 hastadan oluşmaktaydı. Medial posterior tibial eğim (MPTS) değerleri, 4. grup (ÖÇBR) için 12.06 ± 3.36 (5.90-20.00), 5. grup (ÖÇBR + LMY) için 12.30 ± 3.26 (3.70-19.50), 6. grup (ÖÇBR + MMY) için 11.40 ± 2.75 (6.30-18.20) ve 7. grup (ÖÇBR + LMY + MMY) için 11.60 ± 3.65 (5.20-18.00) olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunda ise bu değer 8.40 ± 4.28 (-5.30-16.00) olarak tespit edilmiştir. ÖÇB rüptürü bulunan grupların kontrol grubu ile karşılaştırılmasında, 4-8 (ÖÇBR - Kontrol), 5-8 (ÖÇBR + LMY - Kontrol), 6-8 (ÖÇBR + MMY - Kontrol) ve 7-8 (ÖÇBR + LMY + MMY - Kontrol) grupları arasında MPTS açısından p değeri < 0.001 olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Lateral posterior tibial eğim (LPTS) değerleri, 4. grup (ÖÇBR) için 9.63 ± 2.95 (3.70-19.00), 5. grup (ÖÇBR + MMY) için 10.87 ± 2.95 (5.30-17.30), 6. grup (ÖÇBR + LMY) için 10.74 ± 3.05 (5.00-18.20) ve 7. grup (ÖÇBR + LMY + MMY) için 10.97 ± 3.33 (1.80-19.00) olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunda ise bu değer 5.99 ± 3.46 (-5.50-12.50) olarak tespit edilmiştir. ÖÇB rüptürü bulunan grupların kontrol grubu ile karşılaştırılmasında, 4-8 (ÖÇBR - Kontrol), 5-8 (ÖÇBR + MMY - Kontrol), 6-8 (ÖÇBR + LMY - Kontrol) ve 7-8 (ÖÇBR + LMY + MMY - Kontrol) grupları arasında LPTS açısından p değeri < 0.001 olarak bulunmuş ve MPTS gibi istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır.

Özetlemiş olursak ÖÇB rüptürünün bulunduğu gruplar (4, 5, 6 ve 7. gruplar), kontrol grubu (8. grup) ile medial posterior tibial eğim (MPTS) ve lateral posterior tibial eğim (LPTS) açısından karşılaştırıldığında, her iki parametre için de anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır ($p = 0.000$). Bu bulgular, çalışmamızda elde edilen verilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Eksik yönleri bulunan hasta sayısı ve radyografi üzerinden yapılan ölçümler göz önüne alındığında, tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilen bazı çalışmalar dışında, posterior tibial eğimin artışının ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürü açısından anlamlı bir risk faktörü olduğunu gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Mevcut literatür bulguları, posterior tibial eğimin ÖÇB yaralanmaları ile ilişkili olduğunu ve

bu durumun çalışmamızın sonuçlarını desteklediğini göstermektedir. (Brandon et al., 2006; Hashemi et al., 2008; Sonnery-Cottet et al., 2011)

Hohmann ve arkadaşları ÖÇB rüptürü olan ve ÖÇB sağlam gruplardaki hastalar arasında hem medial hem de lateral kompartımanlarda PTS için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiş. Diğer çalışmalarda da artmış PTS'nin ÖÇB yaralanması için bir risk faktörü olduğunu göstermiş ancak gruplar arası bazı küçük farklılıklar da olsa dört ayrı çalışma bağımsız olarak aynı sonuca varmış ve ÖÇB rüptürü olan ve ÖÇB sağlam gruplar arasında PTS'de istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belgelemiştir. Brandon ve arkadaşları lateral radyografiler ve midtibial eksen kullanarak sağlam grupta $8,5^{\circ}$ ve ÖÇB rüptürü grupta $11,2^{\circ}$ PTS açısı ölçmüşlerdir; bu, ortalama $2,7^{\circ}$ daha fazla eğime işaret etmektedir. Todd ve arkadaşları ÖÇB rüptürü olan dizlerde $9,4^{\circ}$ ve ÖÇB sağlam kontrollerde $8,5^{\circ}$ PTS ölçtüler, $0,9^{\circ}$ 'lik bir fark. Ristic ve arkadaşları ÖÇB sağlam grupta lateral plato için ortalama PTS açısı $5,64^{\circ}$ ve ÖÇB rüptürü olan kontrol grubunda $6,68^{\circ}$ ölçtüler. Benzer şekilde, medial plato için ÖÇB sağlam grupta $4,67^{\circ}$ ve ÖÇB rüptürü olan grupta $5,49^{\circ}$ PTS gözlemlenildi. Zeng ve arkadaşları ÖÇB yaralı dizleri olan hastalar için ortalama PTS'nin $11,5^{\circ}$ ve ÖÇB sağlam dizleri olan hastalarında $9,4^{\circ}$ olduğunu, ortalama farkın $2,1^{\circ}$ olduğunu bildirdiler. Yukarıdaki tüm çalışmalarda, ÖÇB rüptürü olan ve ÖÇB sağlam dizlere sahip hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bildirilmiş ve artmış PTS'nin ÖÇB yaralanması için bir risk faktörü olduğu belirlenmiştir. (Brandon et al., 2006). (Stijak, Herzog, & Schai, 2008). (Todd, Lalliss, Garcia, DeBerardino, & Cameron, 2010). (Zeng et al., 2016). (Ristić, Maljanović, Peričin, Harhaji, & Milankov, 2014). (Hohmann, Tetsworth, Glatt, Ngcelwane, & Keough, 2021)

Yukarıdaki analizlerimizde, ön çapraz bağ rüptürü (ÖÇBR) bulunan gruplarda medial posterior tibial eğim (MPTS) ve lateral posterior tibial eğim (LPTS) değerlerinin kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu çalışmamızı ve bizi destekleyen birçok çalışmayla gösterdik. Medial menisküs posterioru, ÖÇBR olan dizlerde tibianın anterior translasyonunu sınırlayan bir kama görevi gördüğünden, bu dizlerde medial menisküs posterioruna uygulanan stres artacaktır. Bu bağlamda,

yapılan çalışmada medial tibial platosundaki geometrinin sagittal eğiminin artmasının, ÖÇBR olan dizlerde sekonder medial menisküs yırtığı için anatomik bir risk faktörü olduğunu bildirmiştir. Ancak, ÖÇBR olan dizlerdeki değerlendirme PTS ile menisküs yırtıkları arasındaki ilişkiyi tamamen yansıtamaz.(Song et al., 2016) Bu yüzden çalışmamızın bu bölümünde ise medial ve lateral menisküs yırtıklarının MPTS ve LPTS üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla kontrol grubu ile yalnızca menisküs yırtığı bulunan gruplar (MMY, LMY ve MMY + LMY) karşılaştırılmıştır. MMY grubumuz 50, LMY grubumuz 50, MMY+LMY grubumuz 49 kişi olup kontrol grubu kişi sayımız 54 ile anlamlı farkları açısından değerlendirilmeye alındı .

Medial posterior tibial eğim (MPTS) açısından değerlendirildiğinde, kontrol grubu (8.40 ± 4.28), medial menisküs yırtığı (MMY) grubu (9.97 ± 3.57) lateral menisküs yırtığı (LMY) grubu (10.39 ± 3.22), medial ve lateral menisküs yırtığı birlikte bulunan (MMY + LMY) grubunun MPTS değeri (10.98 ± 3.75) olarak bulundu. Medial ve lateral menisküs yırtığı kombinasyonu bulunan grupta MPTS'nin kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($p = 0.002$). Bunun yanı sıra, medial menisküs yırtığı (MMY) grubu ($p = 0.046$) ve lateral menisküs yırtığı (LMY) grubu ($p = 0.009$) da kontrol grubuna kıyasla anlamlı fark göstermiştir.

Moon ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, izole medial menisküs yırtığı olan 159 hasta incelenmiş ve manyetik rezonans görüntüleme herhangi bir patolojik bulgusu olmayan 60 sağlıklı birey kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Çalışmada, medial posterior tibial eğim (MPTS) değerleri lateral diz radyografileri üzerinden ölçülmüş ve MPTS'nin medial menisküs yırtığı bulunan grupta kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu gösterilmiştir ($p < 0.001$).Bu bulgu, medial posterior tibial eğimin medial menisküs yırtıklarıyla ilişkili olabileceğini ortaya koymakta ve tibial eğimin artışının menisküs yırtıkları üzerindeki potansiyel etkilerini vurgulamaktadır. Elde edilen sonuçlar, bizim çalışmamızda da benzer şekilde MPTS'nin medial menisküs yırtığı olan gruplarda kontrol grubuna kıyasla anlamlı olarak yüksek bulunmasıyla örtüşmekte ve çalışmamızın bulgularını destekler nitelikte olmaktadır.(Moon et al., 2020)

Deng ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise, 16 yaşından küçük hastalar üzerinde yapılan değerlendirmede, lateral diz radyografileri kullanılarak medial posterior tibial eğim (MPTS) ölçülmüş ve izole medial menisküs yırtığı (MMY) olan hastalar ile sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Son analizde, izole MMY bulunan 36 hasta ve 36 sağlıklı birey yer almıştır. Çalışma bulgularına göre, MPTS değeri izole medial menisküs yırtığı bulunan hastalarda ($10,7^\circ \pm 2,1^\circ$), kontrol grubuna ($8,8^\circ \pm 1,7^\circ$) kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$). Bu sonuçlar, medial posterior tibial eğimin medial menisküs yırtıkları ile ilişkili olabileceğini göstermekte ve tibial eğimin artışının menisküs yırtıkları üzerindeki potansiyel etkisini desteklemektedir. Deng ve arkadaşlarının çalışması, bizim çalışmamızda da medial menisküs yırtığı bulunan gruplarda MPTS değerlerinin kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmasıyla benzer sonuçlar ortaya koymakta ve çalışmamızın bulgularını destekler nitelikte olan başa bir çalışmadır. (Deng et al., 2021)

Lateral posterior tibial eğim (LPTS) açısından yapılan değerlendirmede, kontrol grubunun ortalama LPTS değeri 5.99 ± 3.46 olarak ölçülmüştür. Medial menisküs yırtığı (MMY) bulunan hastalarda bu değer 6.93 ± 3.61 olup kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Öte yandan, lateral menisküs yırtığı (LMY) grubunda LPTS değeri 9.38 ± 4.01 olarak ölçülmüş ve kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p = 0.000$). Medial ve lateral menisküs yırtığı birlikte bulunan (MMY + LMY) grubunda ise LPTS değeri 7.42 ± 3.91 olup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). LPTS'nin lateral menisküs yırtıkları üzerindeki etkisini doğrudan inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır ve mevcut araştırmalar genellikle az sayıda hasta ile yapılmış olup sınırlı sonuçlarla tamamlanmıştır. Wu ve arkadaşlarının çalışmasında, daha yüksek lateral posterior tibial eğimin (LPTS), lateral menisküs posterior kök yırtığı riskinde artış ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürü olan hastalarda LPTS ile lateral menisküs yırtığı arasındaki ilişki daha sık araştırılmış olup, tibial eğimin artmasının menisküs yırtıkları üzerindeki potansiyel etkilerini anlamak için daha geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. (Wu et al., 2022)

Retzky ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada lateral posterior eğim artması özellikle daha yüksek oranda lateral menisküs yırtığı ile ilişkilendirildi .(Retzky et al., 2023)

Jiang ve arkadaşlarıda Ön çapraz bağ rüptürü olan lateral menisküs yaralanması için , artmış lateral PTS, daha yüksek lateral menisküs yırtığı ve lateral menisküs posterior kök yırtığı riskiyle ilişkilendirilmiştir.(Jiang, Liu, Wang, Xia, & Wu, 2022)

Daha yüksek LPTS değerinde, lateral menisküsün daha fazla dejenerasyonu gözlemlendi;(Markl, Zantop, Zeman, Seitz, & Angele, 2015)

Lateral menisküs yırtığı açısından özetlemek gerekirse; Lateral posterior tibial eğim (LPTS) artışının lateral menisküs yırtığı ile anlamlı bir ilişki gösterdiği çalışmamızda gösterdik. Ancak, LPTS'nin medial menisküs yırtığı (MMY) üzerindeki etkisinin ölçümler sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı gözlemlenmiştir. Mevcut literatür incelendiğinde, benzer çalışmaların oldukça sınırlı olduğu ve izole lateral menisküs yırtıklarının (LMY) değerlendirilmesine yönelik araştırmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu durum, mevcut bulguların klinik yönlendirme açısından yeterince destekleyici olmasını engellemektedir. Öte yandan, LPTS'nin ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürü olan hastalarda daha sık araştırıldığı ve bu hasta gruplarında LPTS artışının lateral menisküs yırtığının oluşumuna etkisi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Çalışmamızın bu bölümünde, LPTS artışının ÖÇB etkilerinden arındırılmış olarak değerlendirilmesi, elde edilen sonuçların daha özgün ve yönlendirici olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, literatürde lateral menisküs posterior kök yırtıkları ile LPTS artışı arasında anlamlı ilişkiler rapor edilmiş olup, bu bulgular çalışmamızı destekler niteliktedir. Ancak, çalışmamızda lateral menisküs posterior kök yırtığını dışlama kriteri olarak belirlediğimiz için bu spesifik yırtık türü ile ilişkili bir değerlendirme yapılamamıştır.

Çalışmamızın bu bölümünde elde ettiğimiz en dikkat çekici bulgu, MPTS-LPTS (Medial Posterior Tibial Eğim- Lateral Posterior Tibial Eğim) arasındaki farkın kontrol grubu ile 6. ve 7. gruplar arasında anlamlı derecede düşük bulunmasıdır. Tibial

plato üzerindeki eğim dengesinin bozulması, diz eklem biyomekaniğini doğrudan etkileyerek yaralanmalara yatkınlık oluşturabileceğini düşündük. MPTS-LPTS farkının ortalamaya göre azalması, tibial platolar arasındaki simetrisinin değiştiğini ve lateral eğimin medial eğime yaklaştığını göstermektedir. Bu durum, özellikle ön çapraz bağ rüptürü ve lateral menisküs yırtıkları ile ilişkili olarak değerlendirildiğinde, klinik açıdan önemli bir anatomik değişim olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, tibial eğim asimetrisindeki değişiklik, diz eklem stabilitesi ve yaralanma risk faktörleri açısından dikkate alınması gereken kritik bir parametre olduğu düşünülmektedir.

Kolbe ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, posterolateral menisküs kök yırtığı (PLRT) bulunan ve bulunmayan ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürünün eşlik ettiği hastalarda sagittal tibial eğimler karşılaştırılmıştır. Toplam 59 hastanın dahil edildiği bu çalışmada, 39 hastada izole ÖÇB yırtığı, 20 hastada ise ÖÇB rüptürüne eşlik eden PLRT olan grup vardır. Hudek ve arkadaşlarının MRG üzerinden ölçüm tekniği kullanılarak benzer şekilde, araştırmada manyetik rezonans görüntüleme sagittal kesitlerinde hem medial hem de lateral tibial eğimler ölçülmüştür. Kolbe ve arkadaşlarının çalışmasında en önemli bulgularından biri, ÖÇB rüptürü ile birlikte PLRT bulunan grupta lateral posterior tibial eğimin (LPTS) izole ÖÇB rüptürü olan gruba kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmasıdır. Ayrıca, bu grupta LPTS-MPTS farkı da anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır. Kolbe ve arkadaşları, dik lateral tibial eğimin (yüksek LPTS) ve lateral-medial eğim asimetrisinin, ÖÇB rüptürü olan hastalarda eş zamanlı PLRT gelişimi için anatomik risk faktörleri olarak değerlendirilebileceğini öne sürmüştür. Benzer şekilde, bizim çalışmamızda da ÖÇB rüptürü olan gruplarda MPTS-LPTS farkının düşük olması ve bunun lateral menisküs yırtıkları ile ilişkilendirilmesi, tibial eğimlerin lateral menisküs yaralanmalarındaki rolünü destekleyen önemli bir bulgu olarak öne çıkmaktadır. Bu sonuçlar, tibial eğim asimetrisinin, diz biyomekaniği ve yaralanma mekanizmaları açısından dikkate alınması gereken kritik bir faktör olabileceğini göstermektedir.(Kolbe et al., 2019)

Yoshihara ve arkadaşlarının çalışmasında en önemli bulgu, ÖÇB yaralanmaları ile ilişkili LMPRT'li hastalarda PTS'nin lateral-medial asimetrisinin anlamlı derecede yüksek bulunmasıydı. Çalışmada, LMPRT'li hastalarda LPTS değeri $5,8 \pm 3,7$ iken,

kontrol grubunda $5,2 \pm 4,5$ olarak ölçülmüştür. Medial posterior tibial eğim (MPTS) ise LMPRT'li hastalarda $4,6 \pm 3,6$, kontrol grubunda ise $4,9 \pm 4,0$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca, LPTS-MPTS farkı LMPRT'li hastalarda $1,2 \pm 3,1$ iken, kontrol grubunda bu fark $0,3 \pm 3,0$ olarak saptanmıştır. (Yoshihara et al., 2023)

Okorooha'nın yapmış olduğu çalışma tek merkezli, tek cerrah tarafından hastaların lateral radyogafisi posterior tibial eğim hesaplanmış. ÖÇB rüptürüne eşlik eden LMPRT'si olan hastalar, menisküs yaralanması olmayan ÖÇB rüptürü olan hastalarla karşılaştırıldığında, LMPRT'li hastalar daha yüksek tibial eğimler ($12,6 \pm 1,5$ 'e karşı $10,7 \pm 2,9$; $p = 0,034$) gösterdi. (Okorooha et al., 2019)

Bernholt ve arkadaşları, lateral ve medial PTS'lerin LMPRT'li ACL yaralı hastalarda LMPRT'siz hastalara göre daha dik olduğunu ve lateral ve medial PTS'ler arasındaki farkın, yani PTS'nin lateral-medial asimetrisinin de daha fazla olduğunu ve analiz için yeterli miktarda veri olduğunu bildirmiştir. Sonuç olarak, birincil ACL yaralanmaları ortamında LMPRT'ler önemli ölçüde artmış lateral ve medial PTS'ler ve lateral ve medial PTS'ler arasında artmış asimetri ile ilişkilendirilmiştir. (Bernholt et al., 2021)

Alici ve arkadaşlarının lateral menisküs yırtıkları olan hastalarda lateral ve medial tibial eğimlerin neredeyse eşit olduğunu fark etmişler. Başka bir deyişle, lateral tibial eğim medial tibial eğime yaklaştıkça lateral menisküs yırtığı riski artar. Lateral menisküs yırtığı grubumuzdaki hasta sayısı azdı, bu da daha önce bahsedilen literatürle tutarlıdır. (Alici et al., 2011) Alici ve ark'nın ülkemizde yaptığı çalışmada menisküs lezyonu olan 212 hastanın MR görüntülerinden medial ve lateral tibial eğim açısı ölçülmüştür. Çalışmada, hastalar MM yırtığı, lateral menisküs yırtığı, MM ve lateral menisküs yırtığı ve kontrol grubu şeklinde 4 gruba ayrılmıştır. Ancak medial tibial eğim açısının gruplar arasında anlamlı farklılık göstermediği ifade edilmiştir.

Ölçüm yöntemlerindeki farklılıklar, benzer çalışmalar arasında lateral posterior tibial eğim (LPTS) açısından belirgin farklılıklara yol açmıştır. Örneğin, Kolbe ve arkadaşlarının çalışmasında ortalama LPTS $4,0^\circ \pm 2,0^\circ$ olarak bildirilirken, Bernholt ve arkadaşlarının çalışmasında bu değer $7,0^\circ \pm 3,3^\circ$ olarak rapor edilmiştir.

Çalışmamızda ise diğer çalışmalarla kıyaslandığında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu farklılıkların temel nedeni, tibial sagittal longitudinal eksenin belirlenmesinde kullanılan ölçüm yöntemlerindeki değişikliklerdir. Nitekim, Hudek ve Hashemi gibi araştırmacıların yaptığı önceki çalışmalarda da tibial sagittal longitudinal eksenin tanımında farklı yaklaşımlar benimsenmiştir. Bu durum, her bireyde mutlak lateral veya medial PTS değerlerinin doğrudan karşılaştırılmasının sınırlı bir anlam taşıyabileceğini düşündürmektedir. Buna karşın, lateral ve medial PTS arasındaki farkın belirlenmesi, tibial eğim asimetrisinin değerlendirilmesi açısından daha güvenilir bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, çalışmamızın bulguları, PTS'nin lateral-medial asimetrisinin ÖÇB yaralanması ile ilişkili lateral menisküs yırtığını öngörmeye önemli bir morfolojik parametre olabileceğini desteklemektedir.

7.SONUÇLAR

Çalışmamızda medial posterior tibial eğim (MPTS) ile lateral posterior tibial eğim (LPTS) arasındaki farkın (MPTS-LPTS) gruplar arasındaki istatistiksel değerlendirmesi yapılmış ve elde edilen bulgular doğrultusunda belirli gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Özellikle, 6. grup (ÖÇBR + LMY) ve 7. grup (ÖÇBR + LMY + MMY) ile kontrol grubu (8. grup) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p = 0.007$ ve $p = 0.004$). Ayrıca, 2. grup (LMY) ile kontrol grubu arasındaki farkın istatistiksel anlamlılığa oldukça yakın olduğu gözlemlenmiştir ($p = 0.075$). Bununla birlikte, MPTS-LPTS açısından diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Çalışmamızın önemli bulgulardan bir diğeri, lateral menisküs yırtığı bulunan bireylerde MPTS-LPTS farkının, sağlıklı bireylere kıyasla anlamlı derecede daha düşük olmasıdır. Bu durum, lateral menisküs yırtığının gelişiminde tibial eğim asimetrisinin potansiyel bir risk faktörü olabileceğini düşündürmektedir. Özellikle, ön çapraz bağ rüptürü (ÖÇBR) ile birlikte lateral menisküs yırtığı (LMY) bulunan hastalarda MPTS-LPTS farkının belirgin şekilde düşük olması, tibial eğim asimetrisinin lateral menisküs hasarlarının patogeneğinde rol oynayabileceğini gösteren önemli bir bulgudur.

Bu çalışmanın en önemli avantajlarından biri, geniş ve çeşitlendirilmiş hasta grupları sayesinde çok sayıda değişkenin detaylı olarak incelenebilmiş olmasıdır. Çalışmamızın ilgili bölümlerinde farklı gruplara ilişkin ayrıntılı değerlendirmelere yer verilmiş olup, literatürdeki çalışmalar MPTS artışının ön çapraz bağ yaralanmaları ve medial menisküs yırtıklarının oluşumu ile ilişkili olduğunu desteklemektedir. Çalışmamızda da bu literatür bulguları doğrulanmış ve MPTS artışının, bu patolojilere katkıda bulunabileceği yönünde önemli veriler elde edilmiştir.

Ayrıca, yalnızca LPTS artışının ön çapraz bağ rüptürü ve lateral menisküs yırtıkları üzerindeki etkileri, mevcut literatürde daha az incelenmiş bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda, çalışmamız özellikle yalnızca lateral menisküs yırtığı (LMY) içeren gruplarda LPTS'nin etkisini değerlendirebilmiş olması nedeniyle literatüre önemli bir katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak, MPTS-LPTS farkının ÖÇBR'ye eşlik eden menisküs yırtıkları ile ilişkili olması, diz eklemi biyomekaniği ve menisküs yaralanmalarının daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir. Özellikle, ön çapraz bağ rüptürü ile lateral menisküs yırtığı bulunan hastalarda tibial eğim asimetrisinin belirgin şekilde düşük olması, lateral menisküs yırtıklarının etiolojisinde MPTS-LPTS'nin rol oynayabileceği görülmüştür.

8. KAYNAKLAR

- Adams, B. G., Houston, M. N., & Cameron, K. L. (2021). The epidemiology of meniscus injury. *Sports Med Arthrosc Rev*, 29(3), e24-e33.
- Alici, T., Esenyel, C. Z., Esenyel, M., Imren, Y., Ayanoglu, S., & Cubuk, R. (2011). Relationship between meniscal tears and tibial slope on the tibial plateau. *Eurasian J Med*, 43(3), 146-151. doi:10.5152/eajm.2011.35
- Anderson, M. W. (2002). MR imaging of the meniscus. *Radiologic Clinics*, 40(5), 1081-1094.
- Annandale, T. (1889). Excision of the internal semilunar cartilage, resulting in perfect restoration of the joint-movements. *British medical journal*, 1(1467), 291.
- APLEY, A. G. (1947). The diagnosis of meniscus injuries: Some new clinical methods. *JBJS*, 29(1), 78-84.
- Arias, C., & Lustig, S. (2024). Physiopathology of patello-femoral osteoarthritis: current concepts. *Journal of ISAKOS*, 9(4), 806-813.
- Beaulieu, M. L., Ashton-Miller, J. A., & Wojtys, E. M. (2023). Loading mechanisms of the anterior cruciate ligament. *Sports biomechanics*, 22(1), 1-29.
- Bernholt, D., DePhillipo, N. N., Aman, Z. S., Samuelsen, B. T., Kennedy, M. I., & LaPrade, R. F. (2021). Increased posterior tibial slope results in increased incidence of posterior lateral meniscal root tears in ACL reconstruction patients. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 29(11), 3883-3891.
- Brandon, M. L., Haynes, P. T., Bonamo, J. R., Flynn, M. I., Barrett, G. R., & Sherman, M. F. (2006). The association between posterior-inferior tibial slope and anterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 22(8), 894-899.
- Clark, C., & Ogden, J. (1983). Development of the menisci of the human knee joint. Morphological changes and their potential role in childhood meniscal injury. *JBJS*, 65(4), 538-547.
- Çakmak, M., & Özkan, K. (2005). Alt ekstremite deformite analizi (I). *Totbid Dergisi*, 4, 50-62.
- Deng, X., Hu, H., Song, Q., Zhang, Y., Liu, W., Zhu, L., & Zhang, Y. (2021). The influence of the steep medial posterior tibial slope on medial meniscus tears in adolescent patients: a retrospective case-control study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22, 1-7.
- DePhillipo, N. N., Cinque, M. E., Chahla, J., Geeslin, A. G., Engebretsen, L., & LaPrade, R. F. (2017). Incidence and detection of meniscal ramp lesions on magnetic resonance imaging in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 45(10), 2233-2237.
- Drake, R. L., Vogl, A. W., Mitchell, A. W., Tibbitts, R., & Richardson, P. (2014). *Gray's Atlas of Anatomy E-Book: Gray's Atlas of Anatomy E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Duthon, V. B., Barea, C., Abrassart, S., Fasel, J., Fritschy, D., & Ménétrey, J. (2006). Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14, 204-213.
- Eckhoff, D., Hogan, C., DiMatteo, L., Robinson, M., & Bach, J. (2007). Difference between the epicondylar and cylindrical axis of the knee. *Clin Orthop Relat Res*, 461, 238-244. doi:10.1097/BLO.0b013e318112416b
- Ege, R. (1998). Diz Anatomisi. *Diz sorunları, Editör Ege R*, 3(27-54), 6.

- Esmer, A. F., Başarır, K., & Binnet, M. (2011). Diz ekleminin cerrahi anatomisi. *Totbid Dergisi*, 10(1), 38-44.
- Fairbank, T. (1948). Knee joint changes after meniscectomy. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 30(4), 664-670.
- Felson, D. T., Niu, J., Gross, K. D., Englund, M., Sharma, L., Cooke, T. D. V., . . . Goggins, J. M. (2013). Valgus malalignment is a risk factor for lateral knee osteoarthritis incidence and progression: findings from the Multicenter Osteoarthritis Study and the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis & Rheumatism*, 65(2), 355-362.
- Fg, G. (1975). The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res*, 106, 216-231.
- Fox, A. J., Wanivenhaus, F., Burge, A. J., Warren, R. F., & Rodeo, S. A. (2015). The human meniscus: a review of anatomy, function, injury, and advances in treatment. *Clinical anatomy*, 28(2), 269-287.
- Fukubayashi, T., & Kurosawa, H. (1980). The contact area and pressure distribution pattern of the knee: a study of normal and osteoarthrotic knee joints. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 51(1-6), 871-879.
- Green, D. W., Sidharthan, S., Schlichte, L. M., Aitchison, A. H., & Mintz, D. N. (2020). Increased posterior tibial slope in patients with Osgood-Schlatter disease: a new association. *The American journal of sports medicine*, 48(3), 642-646.
- Harner, C. D., Baek, G. H., Vogrin, T. M., Carlin, G. J., Kashiwaguchi, S., & Woo, S. L. (1999). Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 15(7), 741-749.
- Hashemi, J., Chandrashekar, N., Gill, B., Beynon, B. D., Slauterbeck, J. R., Schutt Jr, R. C., . . . Dabezies, E. (2008). The geometry of the tibial plateau and its influence on the biomechanics of the tibiofemoral joint. *JBJS*, 90(12), 2724-2734.
- Hassebrock, J. D., Gulbrandsen, M. T., Asprey, W. L., Makovicka, J. L., & Chhabra, A. (2020). Knee ligament anatomy and biomechanics. *Sports Med Arthrosc Rev*, 28(3), 80-86.
- Heller, M., Matziolis, G., König, C., Taylor, W., Hinterwimmer, S., Graichen, H., . . . Duda, G. (2007). Musculoskeletal biomechanics of the knee joint: principles of preoperative planning for osteotomy and joint replacement. *Der Orthopäde*, 36, 628-634.
- Hess, S., Fromm, T., Schiapparelli, F., Moser, L. B., Robertson, E., Amsler, F., . . . Hirschmann, M. T. (2021). Change of tibial tuberosity-trochlear groove (TT-TG) distance during total knee arthroplasty had no influence on clinical outcome and anterior knee pain. *International orthopaedics*, 45, 3069-3074.
- Hirtler, L., Röhrich, S., & Kainberger, F. (2016). The femoral intercondylar notch during life: an anatomic redefinition with patterns predisposing to cruciate ligament impingement. *American Journal of Roentgenology*, 207(4), 836-845.
- Hohmann, E., Tetsworth, K., Glatt, V., Ngcelwane, M., & Keough, N. (2021). Medial and lateral posterior tibial slope are independent risk factors for noncontact ACL injury in both men and women. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(8), 232596712111015940.
- Hospodar, M. S. J., & Miller, M. D. (2009). Controversies in ACL reconstruction: bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction remains the gold standard. *Sports Med Arthrosc Rev*, 17(4), 242-246.
- Hudek, R., Schmutz, S., Regenfelder, F., Fuchs, B., & Koch, P. P. (2009). Novel measurement technique of the tibial slope on conventional MRI. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 467, 2066-2072.

- Hunziker, E., Stäubli, H.-U., & Jakob, R. (1992). Surgical anatomy of the knee joint *The Knee and the Cruciate Ligaments: Anatomy Biomechanics Clinical Aspects Reconstruction Complications Rehabilitation* (pp. 31-47): Springer.
- Ikeuchi, H. (1988). The early days of arthroscopic surgery in Japan. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 4, 222-225.
- Jiang, J., Liu, Z., Wang, X., Xia, Y., & Wu, M. (2022). Increased posterior tibial slope and meniscal slope could be risk factors for meniscal injuries: a systematic review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 38(7), 2331-2341.
- Johal, P., Williams, A., Wragg, P., Hunt, D., & Gedroyc, W. (2005). Tibio-femoral movement in the living knee. A study of weight bearing and non-weight bearing knee kinematics using 'interventional' MRI. *Journal of biomechanics*, 38(2), 269-276.
- Johannsen, A. M., Civitarese, D. M., Padalecki, J. R., Goldsmith, M. T., Wijdicks, C. A., & LaPrade, R. F. (2012). Qualitative and quantitative anatomic analysis of the posterior root attachments of the medial and lateral menisci. *The American journal of sports medicine*, 40(10), 2342-2347.
- Kaeding, C. C., Léger-St-Jean, B., & Magnussen, R. A. (2017). Epidemiology and diagnosis of anterior cruciate ligament injuries. *Clinics in sports medicine*, 36(1), 1-8.
- Kato, T., Śmigielski, R., Ge, Y., Zdanowicz, U., Cizek, B., & Ochi, M. (2018). Posterior cruciate ligament is twisted and flat structure: new prospective on anatomical morphology. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26, 31-39.
- Kolbe, R., Schmidt-Hebbel, A., Forkel, P., Pogorzelski, J., Imhoff, A. B., & Feucht, M. J. (2019). Steep lateral tibial slope and lateral-to-medial slope asymmetry are risk factors for concomitant posterolateral meniscus root tears in anterior cruciate ligament injuries. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 27, 2585-2591.
- LaPrade, C. M., Ellman, M. B., Rasmussen, M. T., James, E. W., Wijdicks, C. A., Engebretsen, L., & LaPrade, R. F. (2014). Anatomy of the anterior root attachments of the medial and lateral menisci: a quantitative analysis. *The American journal of sports medicine*, 42(10), 2386-2392.
- Liu, Z., Jiang, J., Yi, Q., Teng, Y., Liu, X., He, J., . . . Geng, B. (2022). An increased posterior tibial slope is associated with a higher risk of graft failure following ACL reconstruction: a systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 30(7), 2377-2387.
- Makris, E. A., Hadidi, P., & Athanasiou, K. A. (2011). The knee meniscus: structure–function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration. *Biomaterials*, 32(30), 7411-7431.
- Markl, I., Zantop, T., Zeman, F., Seitz, J., & Angele, P. (2015). The effect of tibial slope in acute ACL-insufficient patients on concurrent meniscal tears. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 135, 1141-1149.
- McCulloch, P. C., Lattermann, C., Boland, A. L., & Bach, B. R. (2007). An illustrated history of anterior cruciate ligament surgery. *The journal of knee surgery*, 20(02), 95-104.
- McDermott, I. (2011). Meniscal tears, repairs and replacement: their relevance to osteoarthritis of the knee. *Br J Sports Med*, 45(4), 292-297. doi:10.1136/bjism.2010.081257
- Meister, K., Talley, M. C., Horodyski, M. B., Indelicato, P. A., Hartzel, J. S., & Batts, J. (1998). Caudal slope of the tibia and its relationship to noncontact injuries to the ACL. *The American journal of knee surgery*, 11(4), 217-219.
- Miller, M. D. (2015). Orthopaedic surgical approaches. (*No Title*).

- Mink, J. H., & Deutsch, A. L. (1990). MRI of the musculoskeletal system: a teaching file. (*No Title*).
- Moon, H.-S., Choi, C.-H., Jung, M., Lee, D.-Y., Eum, K.-S., & Kim, S.-H. (2020). Medial meniscal posterior horn tears are associated with increased posterior tibial slope: a case-control study. *The American journal of sports medicine*, *48*(7), 1702-1710.
- Odensten, M., & Gillquist, J. (1985). Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *JBS*, *67*(2), 257-262.
- Okoroha, K. R., Patel, R. B., Kadri, O., Jildeh, T. R., Krause, A., Gullledge, C., . . . Moutzouros, V. (2019). Abnormal tibial alignment is a risk factor for lateral meniscus posterior root tears in patients with anterior cruciate ligament ruptures. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *27*, 590-595.
- Paulsen, F., & Waschke, J. (2013). *Sobotta Atlas of Human Anatomy, Vol. 3, English: Head, Neck and Neuroanatomy*: Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH.
- Pfeifer, C. E., Beattie, P. F., Sacko, R. S., & Hand, A. (2018). Risk factors associated with non-contact anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *International journal of sports physical therapy*, *13*(4), 575.
- Pope, R. P. (2002). Rubber matting on an obstacle course causes anterior cruciate ligament ruptures and its removal eliminates them. *Military medicine*, *167*(4), 355-358.
- Rath, E., & Richmond, J. C. (2000). The menisci: basic science and advances in treatment. *British journal of sports medicine*, *34*(4), 252-257.
- Retzky, J., Hsu, J., Arnone, P., Greditzer, H., Nawabi, D., Marx, R., & Thacher, R. (2023). Paper 25: The Impact of Posterior Tibial Slope on Meniscal Injury in Acute ACL Ruptures: A Large, Retrospective Registry Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, *11*(7_suppl3), 2325967123S2325900051.
- Rijk, P. C. (2004). Meniscal allograft transplantation—part I: background, results, graft selection and preservation, and surgical considerations. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, *20*(7), 728-743.
- Ristić, V., Maljanović, M., Peričin, B., Harhaji, V., & Milankov, M. (2014). The relationship between posterior tibial slope and anterior cruciate ligament injury. *Medicinski preglod*, *67*(7-8), 216-221.
- Saper, M. G., Popovich Jr, J. M., Fajardo, R., Hess, S., Pascotto, J. L., & Shingles, M. (2016). The relationship between tibial tubercle–trochlear groove distance and noncontact anterior cruciate ligament injuries in adolescents and young adults. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, *32*(1), 63-68.
- Schindler, O. S. (2012). Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *20*, 5-47.
- Segond, P. (1879). *Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse*: Aux bureaux du Progrès médical.
- Shelburne, K. B., Kim, H. J., Sterett, W. I., & Pandey, M. G. (2011). Effect of posterior tibial slope on knee biomechanics during functional activity. *Journal of Orthopaedic Research*, *29*(2), 223-231.
- Siliski, J. M. (1994). *Traumatic disorders of the knee*: Springer Science & Business Media.
- Śmigielski, R., Becker, R., Zdanowicz, U., & Cizek, B. (2015). Medial meniscus anatomy—from basic science to treatment. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *23*(1), 8-14.
- Śmigielski, R., Zdanowicz, U., Drwięga, M., Cizek, B., & Williams, A. (2016). The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction. *The bone & joint journal*, *98*(8), 1020-1026.

- Snoeker, B. A., Bakker, E. W., Kegel, C. A., & Lucas, C. (2013). Risk factors for meniscal tears: a systematic review including meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(6), 352-367.
- Song, G.-y., Liu, X., Zhang, H., Wang, Q.-q., Zhang, J., Li, Y., & Feng, H. (2016). Increased medial meniscal slope is associated with greater risk of ramp lesion in noncontact anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 44(8), 2039-2046.
- Sonnery-Cottet, B., Archbold, P., Cucurulo, T., Fayard, J.-M., Bortolletto, J., Thaunat, M., . . . Chambat, P. (2011). The influence of the tibial slope and the size of the intercondylar notch on rupture of the anterior cruciate ligament. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 93(11), 1475-1478.
- Souryal, T. O., & Freeman, T. R. (1993). Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 21(4), 535-539.
- Spindler, K. P., Schils, J. P., Bergfeld, J. A., Andrish, J. T., Weiker, G. G., Anderson, T. E., . . . Medendorp, S. V. (1993). Prospective study of osseous, articular, and meniscal lesions in recent anterior cruciate ligament tears by magnetic resonance imaging and arthroscopy. *The American journal of sports medicine*, 21(4), 551-557.
- Standring, S., Ellis, H., Healy, J., Johnson, D., & Williams, A. (2005). Gray's Anatomy, 39-th Edition. *Edinburgh: Churchill Livingstone*, 526-530.
- Standring, S., Ellis, H., Healy, J., Johnson, D., Williams, A., Collins, P., & Wigley, C. (2005). Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. *American journal of neuroradiology*, 26(10), 2703.
- Stijak, L., Herzog, R. F., & Schai, P. (2008). Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? A case-control study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 16(2), 112-117.
- Tecklenburg, K., Dejour, D., Hoser, C., & Fink, C. (2006). Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(3), 235-240. doi:10.1007/s00167-005-0683-0
- Thorning, M., Thorlund, J. B., Roos, E. M., Wrigley, T. V., & Hall, M. (2016). Immediate effect of valgus bracing on knee joint moments in meniscectomised patients: An exploratory study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(12), 964-969.
- Thornton, D. D., & Rubin, D. A. (2000). *Magnetic resonance imaging of the knee menisci*. Paper presented at the Seminars in roentgenology.
- Todd, M. S., Lalliss, S., Garcia, E. S., DeBerardino, T. M., & Cameron, K. L. (2010). The relationship between posterior tibial slope and anterior cruciate ligament injuries. *The American journal of sports medicine*, 38(1), 63-67.
- Üstün, E. E. (2003). İskelet sistemi radyolojisi. *İzmir: İzmir Güven Kitabevi*, 542-554.
- Viskontas, D. G., Giuffre, B. M., Duggal, N., Graham, D., Parker, D., & Coolican, M. (2008). Bone bruises associated with ACL rupture: correlation with injury mechanism. *The American journal of sports medicine*, 36(5), 927-933.
- Webb, J. M., Salmon, L. J., Leclerc, E., Pinczewski, L. A., & Roe, J. P. (2013). Posterior tibial slope and further anterior cruciate ligament injuries in the anterior cruciate ligament-reconstructed patient. *The American journal of sports medicine*, 41(12), 2800-2804.
- Williams, P. L., Bannister, L., & Berry, M. (1995). Gray's anatomy, thirty eight edition. *New York*.
- Wu, M., Jiang, J., Liu, Z., Dai, X., Dong, Y., & Xia, Y. (2022). Age, male sex, higher posterior tibial slope, deep sulcus sign, bone bruises on the lateral femoral condyle, and

- concomitant medial meniscal tears are risk factors for lateral meniscal posterior root tears: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 30(12), 4144-4155.
- Wyatt, R. W., Inacio, M. C., Bellevue, K. D., Schepps, A. L., & Maletis, G. B. (2017). Isolated ACL versus multiple knee ligament injury: associations with patient characteristics, cartilage status, and meniscal tears identified during ACL reconstruction. *The Physician and Sportsmedicine*, 45(3), 323-328.
- Yoshihara, A., Siboni, R., Nakagawa, Y., Mouton, C., Jacquet, C., Nakamura, T., . . . Koga, H. (2023). Lateral–medial asymmetry of posterior tibial slope and small lateral tibial plateau articular surface depth are morphological factors of lateral meniscus posterior root tears in ACL-injured patients. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 31(9), 3594-3603.
- Zeng, C., Yang, T., Wu, S., Gao, S.-g., Li, H., Deng, Z.-h., . . . Lei, G.-h. (2016). Is posterior tibial slope associated with noncontact anterior cruciate ligament injury? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24, 830-837.