

**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
RADYOLOJİ KLİNİĞİ**

**PATELLAR TİLT VE KUADRİSEPS PATELLAR TENDON
ARASINDAKİ AÇININ DİZ EKLEMİ ANATOMİK
VARYASYONLARI VE PATOLOJİLERİ İLE İLİŞKİSİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Atilla Hikmet ÇİLENGİR

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Özgür TOSUN

İZMİR

ARALIK – 2019

**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
RADYOLOJİ KLİNİĞİ**

**PATELLAR TİLT VE KUADRİSEPS PATELLAR TENDON
ARASINDAKİ AÇININ DİZ EKLEMİ ANATOMİK
VARYASYONLARI VE PATOLOJİLERİ İLE İLİŞKİSİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Atilla Hikmet ÇİLENGİR

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Özgür TOSUN

İZMİR

ARALIK – 2019

TEZ ONAY SAYFASI

**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
RADYOLOJİ KLİNİĞİ**

**PATELLAR TİLT VE KUADRİSEPS PATELLAR TENDON ARASINDAKİ
AÇININ DİZ EKLEMİ ANATOMİK VARYASYONLARI VE
PATOLOJİLERİ İLE İLİŞKİSİ**

TEZİ HAZIRLAYAN

Dr. Atilla Hikmet ÇİLENGİR

Radyoloji Anabilim Dalı Uzmanlık Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma tarafımızca incelenerek her yönü ile “Tıpta Uzmanlık” tezi olarak uygun ve yeterli bulunmuştur.

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Özgür TOSUN

İKÇÜ Atatürk EAH Radyoloji

Üye: Prof. Dr. Mustafa Fazıl GELAL

İKÇÜ Atatürk EAH Radyoloji

Üye: Prof. Dr. Berna DİRİM METE

Demokrasi Üniversitesi Radyoloji

Prof. Dr. Barış Önder PAMUK

Tıp Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimin başından bu yana bilgi, tecrübe, hoşgörü ve desteğiyle yanımda duran, iyi bir radyolog olmanın yanı sıra iyi bir araştırmacı nasıl olunur gösteren, ufkumu açan, her daim örnek alacağım, tez danışmanım Prof. Dr. Özgür Tosun'a,

Liderliği, asaleti ve tecrübeleriyle hekimlik hayatımı şekillendiren, sağladığı klinik ortamıyla eğitimimizin devamlılığına katkı sağlayan, yanında olmaktan güven ve mutluluk duyduğum idari sorumlumuz Uzm. Dr. Muhsin Engin Uluç'a,

Yoğun tempoda vaktini bizlere ayıran, donanımı ve öğretme heyecanı ile mesleki bilgi ve becerileri kazanmamızda büyük emeği olan, sorunlarımızı dinleyip ve mantıklı çözümler üreten, desteğini esirgemeyen, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum anabilim dalı başkanımız ve eğitim sorumlumuz Prof. Dr. Mustafa Fazıl Gelal'a,

Bilgiye erişmeyi ve bütüncül değerlendirmeyi kazanmamı sağlayan, küçük bir ipucundan büyük sonuçlara varmayı öğreten, varlığıyla güven veren ve arkamda duran değerli hocam Doç. Dr. Nezahat Karaça Erdoğan'a,

Birlikte çalışma fırsatı bulup bilgilerinden faydalanabildiğim için kendimi şanslı hissettiğim, akademik olarak örnek aldığım Prof. Dr. Berna Dirim Mete'ye,

Eğitim süremde bilgilerini ve deneyimlerini aktaran, desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Orhan Oyar, Uzm. Dr. Kamil Yücel, Uzm. Dr. Can Dünder, Doç. Dr. Melda Arslan Apaydın, Uzm. Dr. Makbule Varer, Uzm. Dr. Gülten Sezgin Bener, Dr. Öğr. Üyesi Şebnem Karasu, Uzm. Dr. Melik Altın, Uzm. Dr. Sedat Altay, Uzm. Dr. Gökhan Duygulu, Uzm. Dr. Bilge Birlik, Uzm. Dr. Serkan Baykara, Uzm. Dr. Gülşah Aktaş ile Prof. Dr. Cesur Gümüş'e,

Girişimsel radyoloji deneyimi kazanmamı sağlayan, Dr. Öğr. Üyesi Volkan Çakır, Uzm. Dr. Ömür Ballı, Prof. Dr. Mehmet Serkan Gür ve Uzm. Dr. Rıdvan Pekçevik'e,

Beş yılının uyum içinde ve keyifle geçmesini sağlayan asistan arkadaşlarıma,

Teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Atilla Hikmet Çilengir

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KISALTMALAR.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 Diz Eklemi Anatomisi.....	2
2.1.1 Diz Eklemine Katkı Sağlayan Kemik Yapılar.....	2
2.1.2 Diz Eklemine Katkı Sağlayan Yumuşak Doku Yapıları.....	4
2.1.3 Patellofemoral Eklem.....	13
2.2 Diz Eklemi Görüntüleme Yöntemleri.....	14
2.2.1 Direkt Grafi.....	14
2.2.2 Bilgisayarlı Tomografi.....	14
2.2.3 Ultrasonografi.....	14
2.2.4 Artrografi.....	15
2.2.5 Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	15
2.3 Diz Eklemi Anatomik Varyasyonları.....	17
2.3.1 Patellar Tilt Açısı.....	18
2.3.2 Lateral Troklear İnklınasyon.....	19
2.3.3 Troklear Faset Asimetrisi.....	19
2.3.4 Troklear Derinlik.....	20
2.3.5 Troklear Oluk Açısı.....	21
2.3.6 Patella Alta ve Patella Baja.....	22
2.3.7 Tuberositas Tibia – Troklear Oluk Arası Mesafe.....	23
2.4 Patellofemoral Dizilim Bozukluğu.....	24
2.5 Yağ Yastığı Ödemi.....	26
2.6 Kıkırdak Patolojileri.....	27
2.7 Tendon Patolojileri.....	28

3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	30
3.1 İstatiksel Analiz.....	33
4. BULGULAR.....	35
5. TARTIŞMA.....	46
6. SONUÇ.....	60
TÜRKÇE ÖZET.....	61
İNGİLİZCE ÖZET.....	63
KAYNAKLAR.....	65



KISALTMALAR

3D SPGR	: 3 boyutlu spoiled gradient eko
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CKK	: Cohen'in Kappa Katsayısı
ISİ	: Insall – Salvati İndeksi
KP	: Kondromalazi Patella
KPA	: Kuadriseps ve Patellar Tendon Arasındaki Sanal Açı
LPFA	: Lateral Patellofemoral Açı
LPT	: Lateral Patellar Tilt
LTİ	: Lateral Troklear İnklinasyon
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
PD	: Proton Dansite
ROC	: Receiver Operating Characteristic
SKK	: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı
SL	: Superolateral
T1A	: T1 Ağırlıklı
T2A	: T2 Ağırlıklı
TFA	: Troklear Faset Asimetrisi
TOA	: Troklear Oluk Açısı
TT – TO	: Tuberositas Tibia – Troklear Oluk
USG	: Ultrasonografi
YB	: Yağ baskılı

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1: Diz eklemine katkı sağlayan ana destek yapılar	8
Şekil 2: Diz eklemindeki yağ yastıkları, bursalar, kemikler ve tendonlar	11
Şekil 3: Lateral patellar tilt açısının ölçümü	19
Şekil 4: Lateral troklear inklinasyon ölçümü	20
Şekil 5: Troklear faset asimetrisi ölçümü	20
Şekil 6: Troklear derinlik ölçümü	21
Şekil 7: Troklear oluk açısı ölçümü	22
Şekil 8: Insall – Salvati indeksi ölçümü	23
Şekil 9: Tuberositas tibia – troklear oluk arası mesafenin ölçümü	24
Şekil 10: Yağ yastığı ödemi	28
Şekil 11: Kondromalazi	29
Şekil 12: Tendinozis	29
Şekil 13: Olguların çalışmaya dahil olma sürecindeki akış şeması	31
Şekil 14: Kuadriseps – patellar tendonlar arasındaki sanal açının ölçümü	33

TABLULAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Anatomik varyasyonların patellar instabilite ile ilişkili ölçümsel değerleri	26
Tablo 2: Diz MRG'lerinin sekans parametreleri	32
Tablo 3: İncelenen devamlı değişkenlerin medyan (1. Çeyrek – 3. Çeyrek) değerlerinin hasta ve kontrol gruplarındaki dağılımları	36
Tablo 4: İncelenen kategorik değişkenlerin hasta ve kontrol gruplarındaki sayıları ve yüzdeleri	37
Tablo 5: Hasta grubunda LPT açısının dağılımının incelenen devamlı değişkenler ile ilişkisi	38
Tablo 6: Hasta grubunda LPT açısının dağılımının incelenen kategorik değişkenler ile ilişkisi	39
Tablo 7: Hasta grubunda KPA dağılımının incelenen devamlı değişkenler ile ilişkisi	40
Tablo 8: Hasta grubunda KPA dağılımının incelenen kategorik değişkenler ile ilişkisi	41
Tablo 9: Devamlı değişkenlerin incelenmesinde gözlemci içi uyum	42
Tablo 10: Kategorik değişkenlerin incelenmesinde gözlemci içi uyum	43
Tablo 11: Devamlı değişkenlerin incelenmesinde gözlemciler arası uyum	43
Tablo 12: Kategorik değişkenlerin incelenmesinde gözlemciler arası uyum	44
Tablo 13: Patella alta tanısında patellar tendon uzunluğu için ROC analizi	44
Tablo 14: Patella alta tanısında patellar yükseklik için ROC analizi	45
Tablo 15: SL Hoffa yağ yastığı ödemi oluşturulan LPT açısı için ROC analizi	45

1. GİRİŞ

Diz; femur, tibia ve patellanın oluşturduğu, çeşitli yumuşak doku destek elemanları ile stabilizasyonu sağlanan ve harekette önemli paya sahip olan bir eklemdir. Kemik yapıların eklem yüzleri arasındaki göreceli anatomik uyumsuzluğu gideren destek yapılarının çeşitliliği, bu yapılar arasında kişiden kişiye farklılık gösteren morfolojik varyasyonların gelişmesine neden olmuştur. Belirli sınırlar dahilinde normal kabul edilen varyasyonlar, bu sınırların dışında birtakım patolojilere zemin hazırlayabilmektedir. Anatomik varyasyonlar, diz ön tarafındaki ağrının ve patellofemoral eklemden instabilitenin gelişiminde sorumlu tutulmuş, bunun yanında peripatellar yağ yastığı ödemi, kondromalazi ve tendinozis ile de ilişkilendirilmiştir. Geçmişte direkt grafi ve artrografi gibi yöntemlerle incelenmiş olan eklem yapılarının morfolojileri ve patolojileri, günümüzde yüksek kontrast çözünürlüğü ve multiplanar görüntü sağlamanın yanında çeşitli sekanslarla spesifik incelemeyi olanaklı kılması ve iyonizan radyasyon içermemesi gibi avantajları olan manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile etkili biçimde değerlendirilmektedir.

Bu çalışmanın amacı diz eklemine anatomik varyasyonlarından olan ve patellar instabiliteye katkı sağlayan lateral patellar tilt (LPT) açısının diğer varyasyonlar ile bağlantısını saptamak; peripatellar yağ yastığı ödemi, troklear displazi, suprapatellar efüzyon, kondromalazi ve tendinozis ile ilişkisini ortaya koymaktır. Ayrıca bu çalışmada patellanın hareketini ve stabilizasyonunu sağlayan iki önemli yapı olan kuadriseps ve patellar tendon düzlemlerinin anatomik varyasyonlarla ilişkilerini saptayabilecek kuadriseps ve patellar tendon arasındaki sanal açı (KPA) tanımlanmıştır. Bu açı ile anatomik varyasyonların, troklear displazinin, suprapatellar efüzyonun, peripatellar yağ yastığı ödeminin, kondromalazi ve tendinozisin ilişkisi değerlendirilmiştir. Sıklıkla kullanılan Insall – Salvati indeksi (ISI) baz alınarak patella alta tanısında patellar yükseklik ve patellar tendon uzunluğu için; ayrıca superolateral (SL) Hoffa yağ yastığı ödeminin neden olması bakımından LPT açısı için eşik değerler araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Diz Eklemi Anatomisi

Vücuttaki en büyük sinovyal eklem olan diz eklemi, eklem yüzeyi sınıflamasına göre özelleşmiş ginglimus tipi bir eklemdir (1). Bazı anatomi kaynakları ise diz eklemine bikondiler tipte sınıflamıştır (2). Diz bölgesinde tibiofemoral, patellofemoral ve proksimal tibiofibuler eklemler bulunmasına karşın; aynı eklem kapsülü içinde bulunduğundan diz eklemi esas olarak tibiofemoral ve patellofemoral eklemleri kapsamaktadır.

Diz eklemi esas olarak sagittal planda fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini yapmakla birlikte ikincil olarak genellikle harekete yardımcı olan internal ve eksternal rotasyon; anterior, posterior, medial ve lateral translasyon ile varus ve valgus hareketlerine de katkı sağlayabilir (3, 4).

Kemikler, ligamanlar, menisküsler, kaslar, eklem kapsülü, sinovyum ve bursaların oluşturduğu karmaşık ancak bir o kadar uyumlu mekanizma ile diz eklemi günlük yaşamdaki bipedal hareketlerde majör rollerden birine sahiptir (5).

Diz eklemi medial, lateral ve patellofemoral olmak üzere üç ana fonksiyonel kompartmana ayrılabilir. Medial ve lateral kompartmanlar tibia ve femur arasındaki eklemi oluşturur. Femur ve tibia'nın anatomik olarak uyumsuzluğunu kemik, menisküs ve ligamanların oluşturduğu statik faktörler ile kas, tendon ve eklem binen yükün oluşturduğu dinamik faktörler stabilize eder (4, 6). Buna rağmen vücut ağırlığının aktarılmasında ve hareketlerde majör rol üstlendiğinden patolojileri sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Patellofemoral eklem ise patella ve femoral trokleanın nispeten anatomik uyumuna sahiptir.

Diz eklemine bu özellikleri onu kas iskelet radyolojisi pratiğinde en çok incelenen eklemi haline getirmiştir (7).

2.1.1 Diz Eklemine Katkı Sağlayan Kemik Yapılar

Diz eklemine femur distali, tibia proksimali ve patella katkı sağlar. Femur kondilleri ile tibia platosu tibiofemoral eklemi; femur trokleanı ile patella fasetleri ise patellofemoral eklemi oluşturur.

Femur

Femur, distalde kondilleri ile tibiofemoral ekleme katkı sağlar. Kondiller anteriorda femur shaftı ile devamlılık gösterir; ancak tibial eklem yüzeyi ve posteriorda interkondiler fossa ile femur shaftından ayrılır. Kondiller konveks yapıda olup bu sayede tibial plato üzerinde fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini rahatça oluşturabilir. Kondillerin ön yüzlerinin bir miktar oval formda olması ekstansiyonda stabiliteyi sağlar (8). Arka yüzlerinin daha sferik olması ise fleksiyonda iken bir miktar rotasyona izin verir. Lateral kondilin anteroposterior uzanımı mediale göre daha fazladır; ancak medial kondil boyutsal olarak lateralden daha büyüktür (1, 6).

Femoral kondilleri ayıran interkondiler fossa intrakapsüler olup büyük oranda ekstrasinovyaldir. İnterkapsüler fossanın lateral duvarı ön çapraz bağın, medial duvarı ise arka çapraz bağın proksimal yapışma yeridir. Patellar eklem yüzeyi oluk şeklinde olup femoral sulkus ya da troklea olarak adlandırılır.

Patellar eklem yüzeyi lateralde daha fazla olmakla birlikte her iki kondilin anterioruna da kısmen uzanım gösterir. Bu alanın derinliği ve morfolojisi patellofemoral eklem stabilizasyonunda önemlidir.

Tibia

Tibia, proksimalde medial ve lateral kondili ile tibiofemoral ekleme katkı sağlar. Ayrıca interkondiler bölge ve tibia da ligamansal yapıların yapışma yeri olarak eklem mekaniğinde öneme sahiptir. Her iki kondil kendine ait eklem yüzeyine sahiptir, aralarında ise interkondiler bölge yer alır (1).

Eklem ile ilişkili proksimal tibia bölgesi tibial plato olarak da isimlendirilir. Medial plato düze yakın, hafifçe konkavdır. Laterale göre daha büyük olan medial femoral kondil gibi medial tibial plato da lateralden daha büyüktür. Daha küçük olan lateral plato ise hafifçe konvektir (6).

İnterkondiler bölgenin anterior kesiminde ön çapraz bağın distal ucu ile her iki menisküs ön boynuzlarının yapışma yeri olan anterior interkondiler fossa bulunur. İnterkondiler bölgenin posterior kesiminde ise arka çapraz bağın distal ucu ile her iki menisküs arka boynuzlarının yapışma yeri olan posterior interkondiler fossa yer alır.

Bu iki fossa arasında da dikensi bir çıkıntı olan eminensia interartikularis konumlanır (8).

Tuberositas tibia, her iki tibial kondilin anteriorda birleştikleri bölgedeki üçgenimsi çıkıntıdır. Patellar tendon distal kesimde buraya yapışır. Tuberositas tibiyanın konumu, patellanın etkilendiği kuvvet vektörünün yönünü etkilediğinden patellar instabiliteye neden olan faktörlerden birisidir.

Patella

Vücuttaki en büyük sesamoid kemik olan patella, kuadriseps ve patellar tendonlar için yapışma ve güç iletimi noktası olarak ekstansör mekanizmada görev alır. Tepesi distalde konik formda, tabanı ise proksimalde konveks olan üçgenimsi yassı bir kemik olarak femur distalinin anterior komşuluğunda yerleşmiştir. Konveks olan anterior yüzüne proksimalde kuadriseps, distalde ise patellar tendon yapışır. Her iki yapının bazı lifleri patellanın anterior yüzünde birbiri içerisine karışır.

Kemiğin posteriorunu ise büyük oranda eklem yüzeyleri oluşturur. Eklem yüzeyi vertikal santral çıkıntı ile medial ve lateral fasetlere ayrılmıştır. Lateral faset mediale göre daha geniş yüzeye sahip ve konkavdır; medial faset ise konveks yüzeylidir (4, 6, 9). Her iki faseti ile femoral troklea ile eklem yapan patella, dizin yaklaşık 45° fleksiyonunda trokleya tam uyum gösterir. Diz eklemindeki fleksiyon açısı 90°'yi geçtiğinde ise her iki faset femoral kondillerin iç yüzleri ile eklemleşmeye başlar (10). Patellar eklem kıkırdağı vücuttaki en kalın eklem kıkırdağıdır; bu da üzerine binen yükün indirekt bir göstergesi olarak kabul edilebilir (1).

2.1.2 Diz Eklemine Katkı Sağlayan Yumuşak Doku Yapıları

Eklem Kapsülü

Eklem kapsülü, tibiofemoral eklemi çevreleyen değişken kalınlıktaki fibröz bir membrandır. Anterior kesimde patella ve patellofemoral eklem mevcudiyeti nedeniyle kapsülün yerini patellar tendon alır. Vastus medialis ve lateralis kaslarına, patella kenarlarına, kollateral ligamanlara ve tibial kondillere uzanımları mevcuttur. Posteriorde femoral kondiller, interkondiler fossa ve proksimal tibiaya yapışır. Posteromedial kesimde semimembranosus tendonuna uzanımlar içerir.

Medial Destek Yapıları

Medial destek yapıları anatomik olarak üç katmanda incelenir (11). En önemli yapılarından birisi olan medial kollateral ligaman (iç yan bağ) Terminologia Anatomica'da tanımlanan anatomik bir yapı olmayıp radyolojik görüntülemelerde esas olarak tibial kollateral ligamanı (Şekil 1) karşılayan bir terimdir (12).

1.Katman: En yüzeysel tabakadır ve derin krural fasya tarafından oluşturulur. Vastus medialis ve sartorius kası fasyalarına karışır. Anteriorda 2. tabaka ile karışarak patellofemoral ekleme katkısı olan medial patellar retinakulumu oluşturur (13). Posteriorsa semitendinosus, semimembranosus ve gracilis tendonlarının yüzeyselinde yer alır.

2.Katman: Medial kollateral ligamanın yüzeysel parçası bu tabakanın ana bileşenidir ve femurun medial kondili ile tibial shaftın proksimal medial kısmı arasında seyir gösteren liflerden oluşur. Ligamanın distal yapışma yeri sartorius ve pes anserinus tendonlarının derininde geniş bir alana dağılmakta olup tibiofemoral eklemden yaklaşık 5cm distale uzanabilmektedir (4). Medial kollateral ligamanın esas görevi valgus stresine direnç göstermektir (8). Posteriorsa yer alan ve aynı zamanda posterior oblik ligaman olarak adlandırılan oblik lifleri, 3. tabaka ve medial menisküs ile ilişkilidir (11, 13 – 15). Medial kollateral ligaman posteriorsa semimembranosus tendonundan lifler alarak femur medial kondilini örter; bu alanda ise eklem kapsülünün katılımıyla oblik popliteal ligaman adını alır.

3.Katman: En derindeki katmanda eklem kapsülü ve medial kollateral ligamanın derin parçası yer alır. Derin parça ile medial menisküs bağlantılı olup meniskofemoral ve meniskotibial ligamanları oluşturur (13). Anteriorda medial kollateral ligamanın yüzeysel ve derin parçasının ayrımı belirgin iken, posteriorsa birbiri içine karışıp posteromedial kapsüle katkı sağlar.

Lateral Destek Yapıları

Lateral destek yapıları da medialdekiler gibi üç katmanda incelenebilir. Lateraldeki destek yapıları lateral kollateral ligamantöz kompleks olarak tanımlanmıştır (16). Bu yapılar varus stresi ve eksternal rotasyona karşı direnç oluşturur.

En yüzeysel patellofemoral ekleme katkı sağlayan lateral patellar retinakulum yerleşir. Lateral patellar retinakulumun oblik seyirli yüzeysel parçası ile lateral patellofemoral ligaman, transvers retinakulum ve patellotibial banttardan oluşan derin parçası mevcuttur. Lateral patellar retinakulumun posteriorunda fascia lata ve iliotalibial bant yer alır. Bu iki yapı distalde birbirine karışarak tibianın Gerdy tüberkülüne yapışır. İliotalibial bant, iliopatellar ligaman ve iliotalibial trakt olmak üzere iki bileşenden oluşur.

Orta tabakada fibular kollateral, popliteofibular, fabellofibular ve arkuat ligamanlar bulunur. Fibular kollateral ligaman proksimalde femur lateral kondili ile distalde fibula başı arasında uzanır (Şekil 1). Medial kollateral ligamanın aksine meniskal bağlantısı yoktur (8). Lateral kollateral ligaman (dış yan bağ) terimi fibular kollateral ligamanı karşılamaktadır (16). Posterolateralde ise popliteofibular, fabellofibular ve arkuat ligamanlar ile popliteus tendonu stabiliteyi sağlar.

Derin tabaka ise eklem kapsülünün lateral kesimine karşılık gelir.

Çapraz Bağlar

İsimlerini birbirlerini çaprazlamalarından alan bu yapılar, tibial yapışma yerlerine göre ön ve arka olarak sınıflanır (Şekil 1). İntrakapsüler ancak ekstrasinovyaldir. Sinovyal membran bu bağları tama yakın çevreler; sadece arka çapraz bağın kapsül ile ilişkili olan arka bölgesinde sinovyal membran bulunmaz. Bu bölge ayrıca eklem kapsülünün sinovyal membran ile döşenmediği alandır.

Ön çapraz bağ, tibianın anterior interkondiler bölgesinden femur lateral kondil medial yüzüne doğru posterolateral doğrultuda uzanan liflerden oluşur (17). Tibial yapışma yerine göre anteromedial ve posterolateral olarak isimlendirilen iki bileşeni olduğu kabul edilir. Ancak ikisinin arasında üçüncü bir demet varlığı da bazı çalışmalarda belirtilmiştir (18 – 21). Anteromedial demet fleksiyonda gerilirken, posterolateral demet ekstansiyonda gerilir (21). Esas fonksiyonu tibianın anterior translasyonuna direnç göstermektir. Diz tam ekstansiyonda iken ön çapraz bağ interkondiler çatinın hemen altında yer alır, bu sayede hiperekstansiyonun önlenmesine de katkı sağlar (4).

Arka çapraz bağ, medial femoral kondilin lateral yüzü ile tibiannın interkondiler bölgesinin posterior kesimi arasında uzanır. Ön çapraz bağa göre daha kalın ve kuvvetlidir. Daha fazla sayıda demeti olduğunu gösteren çalışmalar olsa da posteromedial ve bağın daha büyük kısmını oluşturan anterolateral olmak üzere iki demetten oluştuğu kabul edilmiştir (3, 22). Anterolateral demet fleksiyonda, posterolateral demet ekstansiyonda gergindir. Bağın ana fonksiyonu tibiannın posterior translasyonuna direnç göstermektir. Sekonder olarak da tibiannın internal ve eksternal rotasyonunununu sınırlar (23, 24).

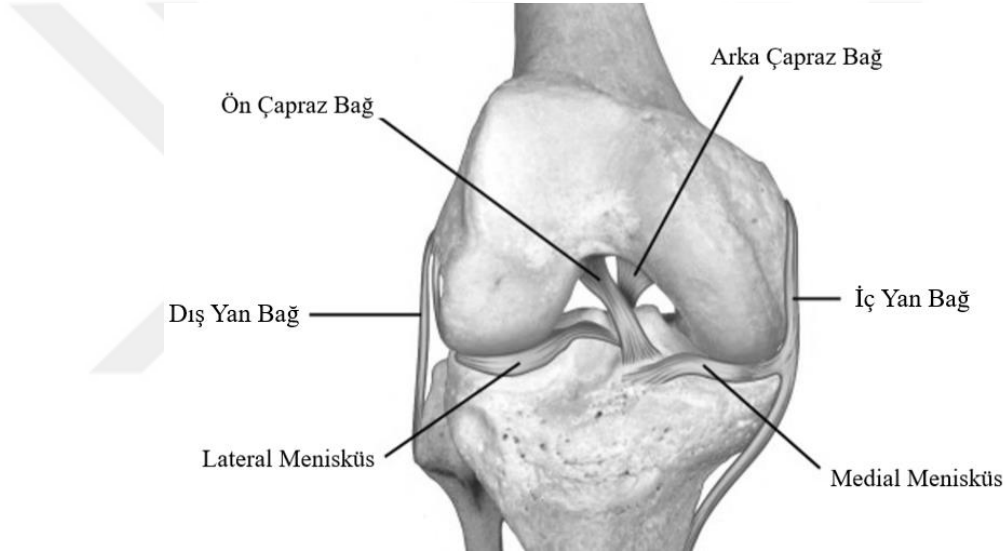
Menisküsler

Tibia ve femurun eklem yüzeylerindeki uyumsuzluğu gideren, ekleme binen yükü yumuşatan, kemik yüzeylerin birbiri üzerinde kaymasını kolaylaştıran, fibrokartilajinöz hilal şekilli yapılardır (Şekil 1). Ön boynuz, gövde ve arka boynuz olmak üzere kabaca üç bölüme ayrılır. Menisküsler periferde kalın ve konveks kenarlı iken santralde ince serbest kenar ile sonlanır. Periferik kesimlerinin damarlanması daha iyidir. Proksimal yüzleri femur kondillerine uyum sağlamak adına daha konkav, distal yüzleri ise tibial plato üzerine oturduğundan daha düz yapıdadır (1). Periferde eklem kapsülü ile ilişkili olup distalde kök bağlar ile tibiaya sabitlenmişlerdir (3). Anterior kesimde her iki menisküsün ön boynuzlarını birleştiren mediolateral uzanımlı transvers meniskal ligaman yer alır (1).

Medial menisküs laterale göre daha büyüktür ve şekli nispeten yarım daireye benzer. Ön boynuzu tibial interkondiler eminensin önünde, ön çapraz bağ yapışma yerinin hemen önüne tutunur. Arka boynuz yapışma yeri ise tibial interkondiler eminensin arkasında, arka çapraz bağ ile lateral menisküs arka boynuzunun yapışma yeri arasındadır. Gövde kesiminin periferi eklem kapsülü ve medial kollateral ligamanın derin komponenti ile bağlantılıdır. Medial kollateral ligamanın derin komponenti medial menisküsü femur ve tibiaya bağlayan meniskofemoral ve meniskotibial (koroner) ligamanları oluşturur. Arka boynuzu ise posterior oblik ligamana sabitlenmiştir. Bu ilişkileri dolayısıyla lateral menisküse göre daha fikse konumludur.

Daha küçük olan lateral menisküs lateralde eklem yüzünün önemli bir kısmını örter. Ön boynuzu interkondiler eminensin önünde ön çapraz bağın posterolateraline

tutunarak onun lifleri ile kısmen karışır. Arka boynuzunu ise interkondiler eminensin arkasında, medial menisküs arka boynuzunun hemen önüne tutunur. Menisküs ile fibulayı ilişkilendiren meniskofibuler ligaman çoğu kez bulunur. Ayrıca medialde olduğu gibi menisküsü tibia ile ilişkilendiren koroner bağa sahiptir. Posterolateral kesimde popliteus tendonu ve popliteal hiatus, menisküsü lateral kollateral ligaman ve eklem kapsülünden ayırır. Bu sayede medial menisküye göre daha serbest konumlanır ve rotasyonel kuvvetlerden daha az etkilendiğinden yaralanması daha azdır (6). Arka boynuzundan superomediale doğru femur medial kondil ve interkondiler bölgeye uzanan, arka çapraz bağı önden (Humphry) ve arkadan (Wrisberg) çaprazlayan iki adet meniskofemoral ligamana sahiptir (1).



Şekil 1: Diz eklemine katkı sağlayan ana destek yapıları (25).

Sinovyum ve Bursalar

Sinovyal membran diz eklem kapsülünü içeriden çevreler. Diz eklemine sinovyal membranı, vücuttaki en geniş ve karmaşık sinovyal yapıdır. Kuadriseps tendonu ve femurun distal ön yüzü arasında uzanan, eklem boşluğu ile ilişkili olan suprapatellar bursayı (suprapatellar reses veya poş) oluşturur. İnferiora ise sinovyal membran patellar tendondan infrapatellar yağ yastığı ile ayrılır. Yağ yastığı üzerinden interkondiler çentiğe doğru uzanan katlantısına infrapatellar plika ya da ligamentum mukozum denir. Suprapatellar plika ise embriyonik dönemde suprapatellar bursayı eklem boşluğundan ayıran septumun gerilememesi durumunda kalıntısına verilen

isimdir. Bu plikaların erişkin hayatta gerilemeyip normalden kalın olması çeşitli klinik bulgulara neden olabilmektedir. Sinovyal membran katlantılarıyla çapraz bağları posterior kesimleri hariç çevreler; böylelikle çapraz bağlar intrakapsüler ancak ekstrasinovyal yapılar haline gelir (6).

Bursalar sinovyal membran ile döşeli, sinovyal sıvı içeren ve hareket esnasında komşu yapıların birbiri ile sürtünmesini azaltan yastıksız birimlerdir. Diz eklemi ön kesiminde suprapatellar, prepatellar, yüzeysel ve derin infrapatellar bursalar bulunur (Şekil 2). Prepatellar bursa cilt ile patella arasında, yüzeysel infrapatellar bursa cilt ile tuberositas tibia arasında, derin infrapatellar bursa ise patellar tendon ile proksimal tibia ön yüzü arasındadır. Lateral kesimde lateral kollateral ligaman ile biceps femoris tendonu arasında fibular bursa; fibular kollateral ligaman ile popliteus tendonu arasında fibulopopliteal bursa yer alır. Medial kesimde medial kollateral ligaman ile pes anserinus tendonları arasında pes anserinus bursası; medial kollateral ligaman ile kapsül, tibia ve semimembranosus tendonu arasındaki bursa bulunur. Diz eklemi posteriorunda gastroknemius kası her iki başı ile kapsül arasında genellikle eklem aralığı ile ilişkili gastroknemius bursaları; semimembranosus tendonu ile gastroknemius medial başı arasında semimembranosus bursası; popliteus tendonu ile tibia ve fibulanın posterioru arasında eklem aralığıyla ilişkili popliteal bursa yerleşir (26, 27).

Yağ Yastıkları

Diz eklemi anteriorundaki yağ yastıkları kapsül içi ancak sinovyum dışı yerleşen ve potansiyel boşlukları dolduran yapılardır. Esnek yapıda olduklarından hareket sırasında doldurduğu boşluktaki değişiklikleri kolaylıkla tolere eder ve komşu yapıların hareketini kaygan yüzey sağlayarak kolaylaştırır (28).

Üç adet anterior yağ yastığı tanımlanmıştır (Şekil 2): Suprapatellar (kuadriseps veya anterior suprapatellar), infrapatellar (Hoffa) ve prefemoral (posterior suprapatellar). Suprapatellar yağ yastığı kuadriseps tendonu ile suprapatellar bursa arasında; prefemoral yağ yastığı suprapatellar bursa ile femur arasında; Hoffa yağ yastığı ise patellar tendon, patella, tibiofemoral eklem aralığı, tibia ve femur arasında yer alır (29, 30).

Suprapatellar yağ yastığı kuadriseps tendonu ile femur kondilleri arasındaki sürtünmeyi; prefemoral yağ yastığı patella ile femur distali arasındaki direkt teması; Hoffa yağ yastığı ise patella, patellar tendon ve tibia arasındaki sürtünmeyi ve direkt teması önler.

Hoffa yağ yastığı interkondiler çentiğe ligamentum mukozum ile asılıdır. Menisküslerin ön boynuzları ve tibial periost ile bağlantıları mevcuttur. Posteriora ise eklem boşluğu komşuluğunda sinovyal resesler bulunur (31). Konumu ve diğer yastıklara göre büyük boyutu nedeniyle travmalara daha açıktır. Damar ve sinir ağı iyi gelişmiştir. Net ortaya konmasa da içerisinde kök hücrelerin olduğu ve eklem hasarının tamirinde fonksiyon gösterebileceği tanımlanmıştır (32).

Tekrarlayan sürtünmeler, sıkışmalar ve mikrotravmalar bu üç yağ yastığında inflamasyona neden olup diz önü ağrısı nedeni olabilmektedir.

Kas ve Tendonlar

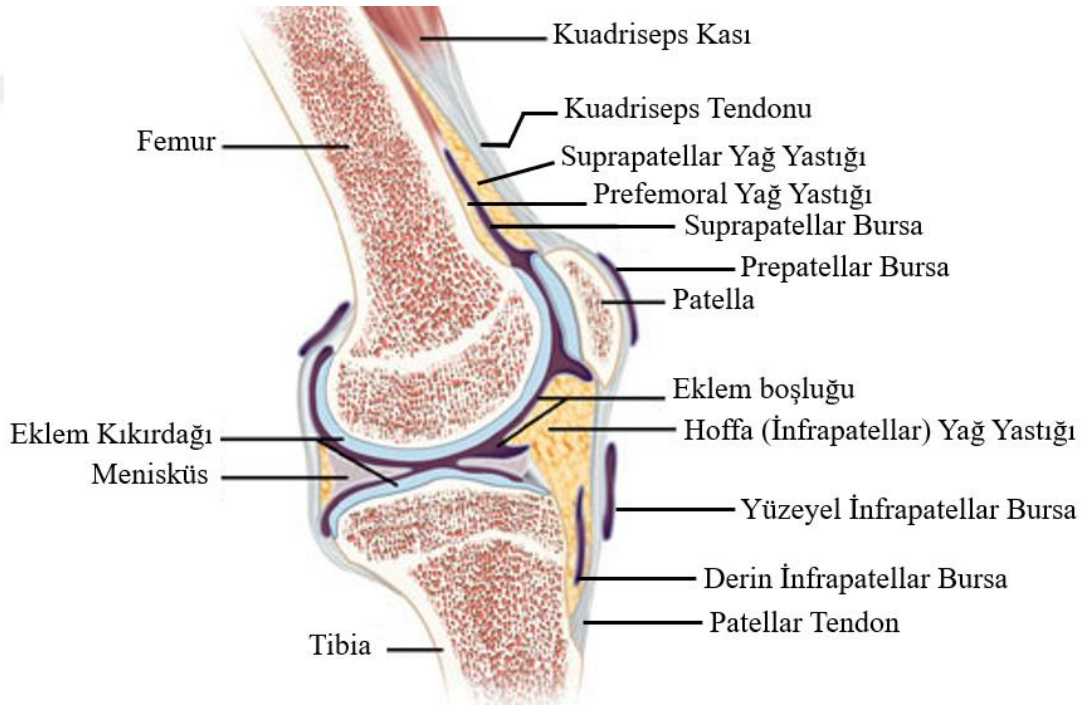
Kuadriseps kası; rektus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius olmak üzere dört alt birimden oluşur. Uyluğun anterior kısmını büyük ölçüde doldurup diz eklemine ana ekstansör kası olarak görev alır. Distalde bu dört alt birimin tendonları birleşerek kuadriseps tendonunu oluşturur (Şekil 2). Tendon üç tabakadan meydana gelir. Yüzeysel tabakayı rektus femoris, orta tabakayı vastus lateralis ve medialis, derin tabakayı ise vastus intermedius kasından gelen tendon lifleri oluşturur (33, 34). Kuadriseps tendonu distalde patellaya yapışır. Anteriyorda kalan yüzeysel lifleri patellanın ön yüzünü kat ederek patellar tendona karışır. Vastus medialis ve lateralisten gelen liflerden bazıları ise medial ve lateralde patellar retinakulumlara karışarak tibiaya yapışır (8).

Patellar tendon, patella inferior polü ile tuberositas tibia arasında uzanan ve patellayı tibiaya bağlayan fibröz bir yapıdır (Şekil 2). Tendonun yapısal olarak uzunluğunun değişkenliği çeşitli klinik bulgulara neden olabilmektedir.

Artikularis genu kası diz eklemine anteriorunda bulunan küçük boyutlu bir kاستر. Diz ekstansiyonu sırasında sinovyal membranı superiorından gererek suprapatellar bursanın eklem içine çökmesini ve sinovyumun femur ve patella arasında sıkışmasını önler.

Diz eklemi posteriorunda Hamstring grubu kaslar (biceps femoris, semitendinosus ve semimembranosus kasları) ve gastrocnemius kası yer alır. Her ikisi de dizin fleksiyonunu sağlar.

Biceps femoris kası diz eklemi posteriorunda popliteal fossanın superolateralinde yer alır. Proksimalde izlenen iki baş distalde birleşir ve ortak tendonları fibulaya yapışır. Fleksiyona katkısına ek olarak tibianın dış rotasyonunu sağlar ve dizi varus stresine karşı korur.



Şekil 2: Diz eklemindeki yağ yastıkları, bursalar, kemikler ve tendonlar (35).

Semimembranosus ve semitendinosus kasları popliteal fossanın superomedialinde yer alır. Semitendinosus kası daha yüzeysel yer almakta olup tendonu gracilis ve sartorius kaslarının tendonları ile birleşerek ortak tendon yapısı olan pes anserinus oluşturur. Pes anserinus proksimal tibia anteromedialine yapışır. Semimembranosus tendonu ise medial tibial kondilin posteromedialine yapışır. Bu kaslar diz fleksiyonuna ek olarak tibianın iç rotasyonunu sağlar ve dizi valgus stresine karşı da korur.

Gastroknemius kası iki başı ile popliteal fossayı inferolateral ve inferomedialden sınırlar. İki başı posteriorda femur kondillerinin superior kesimine yapışır. Distalde soleus kasının katılımıyla aşil tendonunu oluşturur. Plantaris kası, gastroknemius kası lateral başı yapışma yerinin hemen superiorundan ve posterior oblik ligamandan başlar ve distalde aşil tendonuna yapışır.

Popliteus kası proksimal tibianın posterior yüzünde yer alır ve tendonu lateral femoral kondilin lateraline yapışır. Tendona arkuat ligaman ve lateral menisküsten gelen lifler de katılır. Popliteofibular ligaman ve fibula başı ile ilişkilidir. Popliteus kası ve ilişkili ligamanları diz eklemi posterolateral köşe stabilitesinde önemli rol oynar. Tibianın femur üzerinde dış rotasyonunu önler. Ayrıca diz eklemi tam ekstansiyonda iken oluşan eksternal tibial rotasyonu, başka bir deyişle diz eklemi kilidini, femura dış rotasyon yaptırarak çözer. Lateral menisküs ile olan bağlantısı, diz eklemi fleksiyonda iken femur dış rotasyona gelmesi esnasında menisküsü geri çekerek femur ve tibia arasında ezilmesini önler (1, 7).

Damar ve Sinirler

Yüzeyel femoral arter adduktor kanaldan çıktıktan sonra popliteal arter adını alır ve posteriora popliteal fossaya yönelir. Popliteal arter ve dalları diz eklemine oluşturan yapıların kanlanmasını sağlayan esas yapılardır. Superior medial, inferior medial, superior lateral ve inferior lateral geniküler dalları anteriora doğru yönelerek bir pleksus oluşturur. Bu pleksusa yüzeyel femoral arterin dalı olan desendan geniküler arter de katılır. Popliteal arterin dalı olan orta geniküler arter direkt olarak eklem içine girerek sinovyum ve çapraz bağları besler (1). Popliteal arter, popliteal kas distalinde ikiye ayrılarak anterior ve posterior tibial arteri oluşturur. Bu iki arterden çıkan anterior ve posterior rekürren tibial arterler de geniküler dalların oluşturduğu pleksusa katkı sağlar (5). Peroneal arter ise posterior tibial arterden çıkar. Diz eklemine fleksor kaslarını inferior gluteal, perforan, popliteal, derin femoral ve sural arterler besler. Ekstansör kasların esas arteri ise yüzeyel femoral arterdir. Patella ise geniküler arterlerin pleksusundan çıkan dallarla ön ve alt yüzlerinden beslenir (8).

Diz eklemi venöz drenajı popliteal fossadaki popliteal vene aynı isimli arterler ile seyreden venöz dallar ile olur. Popliteal ven popliteal fossada popliteal arterin yüzeyinde yer alır. Proksimal ve mediale doğru seyredip adduktor kanalda yüzeyel

femoral ven adını alır. Popliteal fossada yüzeysel dalların drene olduğu küçük safen ven, popliteal vene drene olur. Diz eklemi venöz yapılarında çeşitli varyasyonlar da tanımlanmıştır (36).

Diz eklemi yapıları obturator, femoral, tibial ve peroneal sinirler tarafından inerve edilir (37). Fleksör kaslar esas olarak siyatik sinirden, ekstansör kaslar ise femoral sinirden çıkan dallar ile uyarılır.

2.1.3 Patellofemoral Eklem

Patella ve femoral troklea arasındaki patellofemoral eklem, diz eklemine bir komponenti olup ekstansör mekanizma olarak da adlandırılır. Patella, ekstansör kuvvet kolunu uzatarak kuadriseps kasının ekstansiyon etkinliğini artırır (38). Kuadriseps kası ve tendonu, patella, patellar tendon, tuberositas tibia bu yapıda görev alır (39). Kemikler ve ligamanlar pasif stabilizasyonu sağlarken, kuadriseps kası aktif stabilizasyondan sorumludur. Troklear derinlik ve açı, lateral troklea inklinasyonu ve troklea fasetlerinin yüzey alanları gibi bileşenleri bulunan eklem geometrisi patellanın normal hareketini sağlamasında önemlidir (40).

Patellar retinakulumlar vastus lateralis ve medialis kasları ve aponözlerinden köken alan, distalde tibiaya yapışan ligamansal yapılardır. Diz ekstansiyonu sırasında patellanın anormal hareketinin önlenmesinde görev alır. Lateral patellar retinakulum seyri sırasında patella, patellar tendon ve iliotalibial trakta; medial patellar retinakulum ise patella, patellar tendon ve medial kollateral ligamana tutunur. Medial retinakulum laterale göre daha incedir.

Retinakulumların alt birimleri olan patellofemoral ligamanlar stabilizasyonda baş rolü üstlenir (41). Medial patellofemoral ligaman medial femoral kondil ile adduktör tüberkülden başlayıp patellanın superomedialine yapışır. Seyri sırasında vastus medialis ve adduktör longus kasları ile ilişkilidir. Medial patellofemoral ligaman ve bu iki kas patellanın laterale yer değiştirmesini önler (42). Lateral patellofemoral ligaman femur lateral kondilinden patellanın superolateraline uzanır ve seyri sırasında vastus lateralis kası ile ilişkilidir. Patellofemoral ligamanların kaslarla olan bu ilişkisi onlara dinamik fonksiyon da sağlar.

2.2 Diz Eklemi Görüntüleme Yöntemleri

2.2.1 Direkt Grafi

Her eklemdede olduğu gibi diz eklemine radyolojik incelemesinde de direkt grafi ilk sırayı almaktadır. Özellikle travma sonrası eklem ilişkisi ve kemik yapı bütünlüğünün değerlendirmesinde ön – arka ve yan diz grafileri çoğunlukla yeterli bilgiyi sağlar. Ancak yumuşak doku yapılarının değerlendirmesinde yetersiz bir incelemedir. Efüzyon değerlendirmesinde lateral grafideki yağ yastıklarının konumu ve silinmesi yardımcıdır. Patella ve patellofemoral eklem incelemesinde süperpozisyonlar nedeniyle standart iki yönlü diz grafisine ek olarak patellanın aksiyal değerlendirilebildiği tanjansiyel veya Merchant projeksiyonları elde olunabilir (7, 43). Tüm bu yöntemlerde travmatik değişiklikler değerlendirilebildiği gibi travma dışı ağrılarda osteoartritik değişiklikler, protez materyali, patella yapısı, patellar tilt, troklear oluk açısı (TOA), troklear displazi gibi çeşitli nedenler incelenebilir.

2.2.2 Bilgisayarlı Tomografi

Süperpozisyonları önlemesi ve kesitsel görüntü alması nedeniyle travma sonrası sıklıkla tercih edilen bilgisayarlı tomografi (BT); direkt grafiye yansımayan kırık ve çıkıkları, serbest kemik parçalarını, efüzyonu, kısmen yumuşak doku patolojilerini saptamada ve kırıkları tiplendirmede faydalıdır. Kemik tümörlerinde ise esas olarak korteks bütünlüğü ve tümör içi kalsifikasyon varlığının değerlendirilmesinde başvurulur. İstenilen düzlemde rekonstruksiyon yapılabilmesi, ince kesitler alınabilmesi ve üç boyutlu görüntüler sunabilmesi diz eklem mekaniğinin ve morfolojisinin değerlendirilmesinde, anatomik varyasyonların saptaması ve ölçümlemesinde BT'yi ön plana çıkarmaktadır. Eklem içi kontrast madde enjeksiyonu sonrasında elde olunan BT artrografi görüntülerinde ise tibiofemoral ve patellofemoral eklem kırıktağ yüzeyleri, sinovyum, çapraz bağlar ve menisküsler değerlendirilebilir (44).

2.2.3 Ultrasonografi

Ucuz ve kolay ulaşılabilir olması nedeniyle diz eklem yapılarının incelenmesinde ultrasonografi (USG) tercih edilebilir. Esas olarak diz eklemi yüzeysel yumuşak dokularının ve eklem sıvısının değerlendirilmesinde faydalıdır (7). Ayrıca

bu yapıların dinamik olarak incelenebilmesine de olanak sağlar. Ses dalgalarının korteksi geçememesi nedeniyle kemik patolojileri hakkında yeterli bilgi sağlamaz. Ayrıca uygulayıcı bağımlı bir tetkik olması ve incelenecek yapıların çeşitli pozisyonlarda görüntülenebilmesi tercih edilirliliğini göreceli olarak azaltmaktadır. Kuadriseps ve patellar tendonlar, kollateral ligamanlar, eklem sıvısı, eklem kıkırdağı, diz çevresi kistik sıvı koleksiyonları ve kısmen menisküsler USG ile değerlendirilebilen yapılardır (45). Ancak, sıklıkla eklem sıvısının değerlendirilmesi ve kılavuz olarak girişimsel işlemlerde kullanır. Doppler USG özelliği ile de vasküler yapılar incelenebilir. Diz eklemi anatomik varyasyonlarının değerlendirilmesi ise USG ile mümkün olmamaktadır.

2.2.4 Artrografi

Diz eklemine değerlendirilmesinde günümüzde neredeyse tamamen terk edilen artrografide eklem boşluğuna hava ve kontrast madde enjeksiyonu sonrası elde olunan grafiler değerlendirilir. Eklem kapsülü ve kıkırdağının, menisküs ve ligamanların değerlendirilmesinde kullanılabilir; ancak invaziv bir yöntem olan konvansiyonel artrografi yerini MRG'ye bırakmıştır.

2.2.5 Manyetik Rezonans Görüntüleme

Yüksek kontrast çözünürlüğü nedeniyle diz eklemi kemik ve kemik dışı yapılarının değerlendirilmesinde günümüzde birincil tanı yöntemi MRG'dir. Yumuşak dokuları ve kemik iliğini iç yapılarına göre karakterize edebilmesi, fizyolojik ve patolojik süreçleri ayırmada ve ayrıca travmatik veya neoplazik lezyonların tanısında MRG'yi öne çıkarır. İntravenöz veya intraartiküler kontrast madde kullanımı, ilgili dokunun sinyal özellikleri çevre dokulara göre farklılaştırarak tanımlanmasında faydalıdır. İyonizan radyasyon içermemesi de bir diğer üstünlüğüdür.

Bütün bu avantajlara rağmen çekim süresinin uzunluğu, yeterli sinyal eldesini etkileyen faktörlerin çokluğu, metalik protezin yarattığı artefaktlar, kapalı alan korkusu ve görece daha pahalı bir tetkik olması gibi dezavantajlar MRG kullanımını kısıtlayabilmektedir.

MRG; menisküs, ligaman, kıkırdak ve sinovyumun başlıca görüntüleme yöntemi olup kemik iliğini başarılı biçimde gösterebilmesi nedeniyle kemik patolojilerinin tanısında da yol gösterici ve tanı koydurucudur. MRG'nin bu başarısını dokuların iç yapısını değişik şekillerde detaylandıran sekanslara sahip olması sağlar.

Diz eklemi MRG'si değerlendirilirken öncelikle diz eklemi yapılarının normal anatomisi ve MRG sinyalleri bilinmelidir. Menisküsler, ligamanlar ve tendonlar T1 ağırlıklı (T1A), T2 ağırlıklı (T2A) ve proton dansite (PD) sekanslarda düşük sinyalli olarak izlenirken; eklem sıvısı, kistik lezyonlar ve çoğu patolojik süreç, T2A ve PD sekanslarda yüksek sinyallidir. Yağ dokusu (cilt altı ve yağlı kemik iliği) T1A, T2A ve PD sekanslarda yüksek sinyalli olarak izlenir (46). Yağ baskılama teknikleri ile yağ dokusuna ait T2A yüksek sinyal baskılanıp patolojik durumlara ait sinyaller daha belirgin hale getirilebilir (47). Çapraz bağlar esas olarak sagittal kesitlerde değerlendirilmekte olup oblik seyirli olduklarından bütünüyle tek kesitte görüntülenemez. Kollateral ligamanlar, iliotibial bant ve tibiofemoral eklem kıkırdağı en iyi koronal planda incelenir. Patellofemoral eklem ise aksiyal ve sagittal planda değerlendirilir (47). Patellofemoral instabilite şüphesi mevcut ise cihazın mümkün kıldığı ölçüde fleksiyon ve ekstansiyon yaparak aksiyal planda patellofemoral eklem değerlendirilmelidir. Ancak ideal olan, özel pozisyon cihazı yardımı ile fleksiyon ve ekstansiyon hareketleriyle instabilitenin tetiklenmesi sonucu elde olunan kinematik incelemedir (44). Türk Radyoloji Derneği'ne göre rutin 1.5 Tesla diz MRG incelemesinde aksiyal yağ baskılı (YB) PD, koronal YB PD, koronal T1A, sagittal PD, sagittal T2 CUBE ya da sagittal T2A ve isteğe bağlı olarak sagittal YB PD sekanslar bulunmalıdır (48). Faz kodlama yönü mediolateral doğrultuda seçilerek popliteal arterin neden olduğu pulsasyon artefaktlarının değerlendirilecek önemli anatomik yapıların üzerine gelmesi engellenir.

MRG, kıkırdak görüntülemesinde başlıca rolü üstlenmektedir. Bu konudaki en önemli avantajı da farklı dokuları tanımlamasındaki başarısıdır. Kıkırdağın morfolojik özelliklerini ve iç yapı değişikliklerini detaylı bir şekilde ortaya koyabilir. Kıkırdak incelemede YB sekansların kullanılması, yağ içeren yüzeyler ile (kemik iliği) su içeren yüzeyler (kıkırdak) arasındaki kontrastı artırarak kıkırdak değerlendirmesini daha başarılı kılar.

Yağ baskılı fast spin eko T2A ve PD sekansları ile kıkırdağın boyut ve yapısal bütünlüğünün değerlendirilmesini sağlayan 3 boyutlu spoiled gradient eko (3D SPGR) sekansı kıkırdak morfolojisini değerlendirmede günlük pratikte kullanılan başlıca metotlardır. Ayrıca günlük pratiğe girmese de kıkırdak iç yapı değişikliklerini henüz morfolojiye yansımada gösterebilen T2 haritalama, dGEMRIC, T1 ρ haritalama, sodyum görüntüleme ve difüzyon ağırlıklı görüntüleme yöntemleri ile de başarılı sonuçlar sağlanmaktadır (49). Rutinde genellikle YB veya yağ baskısız olarak T1A, T2A ve PD sekanslar elde olunur. T1A görüntüler anatomik detayı gösterir ancak kıkırdak ile eklem sıvısı arasında yeterli kontrastı sağlayamaz (50). Bu kontrast T2A görüntüler ile sağlanır; fokal defektler ile delaminasyon hasarları gösterilebilir. Ayrıca kıkırdak zayıflaması veya yumuşaması gibi iç yapı patolojileri biriken maddelere bağlı T2 yüksek sinyalli görülür (51). Proton dansite sekansı ise daha yüksek kontrast çözünürlüğü ile kıkırdak dokusunun iç yapısını ve diğer dokular ile ayrılmasında katkı sağlar. 3D SPGR sekansı izotropik voksel kullanımı ile yüksek uzaysal çözünürlük sağlayarak kıkırdak morfolojisinin değerlendirilmesinde katkı sağlar; ancak subkondral kemik değerlendirmesinde başarılı değildir. Rutin kullanıma girmese de kıkırdak iç yapısının değerlendirilmesinde en sık başvurulan yöntem T2 haritalamadır. Kıkırdak yapısındaki kollajen ile su moleküllerinin etkileşimi T2 sinyalini değiştirir, patolojik süreçlerde T2 sinyali artar. Bu da T2 haritalamanın temelini oluşturur. Bu yöntemde kıkırdağın T2 relaksasyon süresi kantitatif olarak değerlendirilerek görüntüde bu süreler göre normal ve patolojik alanlar değişik renklerde temsil edilir. Erken dönem kıkırdak hasarı ve kıkırdaktaki tedaviye bağlı değişikliklerin izlemi T2 haritalama ile başarılı biçimde yapılabilir (52).

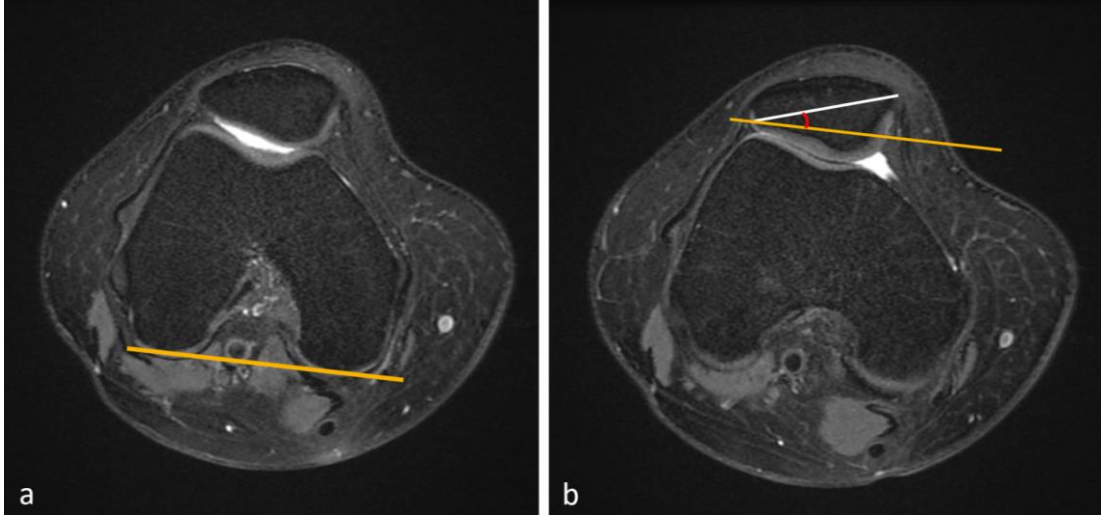
2.3 Diz Eklemi Anatomik Varyasyonları

Varyasyon; kelime anlamı olarak “değişik biçim, değişim, çeşitleme” anlamına gelir. İnsan vücudunun diğer bölümlerinde olduğu gibi diz eklemine de kişiden kişiye değişen yapısal mimari söz konusudur. Bu farklılıklar kemik doku morfolojisinde olduğu gibi kıkırdak, ligaman ve tendon gibi yumuşak doku yapılarında da görülür. Anatomik değişiklikler bir aşamaya kadar normal kabul edilmekle birlikte belli bir farklılık düzeyinden sonra çeşitli patolojiler ile ilişkili olabilmektedir. Diz eklemi anatomik varyasyonları da genellikle klinik bulgu vermemekle birlikte özellikle

anterior diz bölgesi ve patellofemoral eklem düzeyinde çeşitli patolojilere yol açabilmektedir. Literatürde tanımlanan ve çeşitli bulgulara neden olabilen diz eklemi anterior bölgesi anatomik değişkenlerini patellar tilt açısı, lateral troklear inklinasyon (LTİ), troklear faset asimetrisi (TFA), troklear derinlik, TOA, tuberositas tibia – troklear oluk (TT – TO) mesafesi, patella alta ve baja ile ISİ olarak özetlenebilir (40). Anatomik değişikliklerin normal kabul edilen sınırların ötesinde olması troklear displazi, patellar kondromalazi, yağ yastığı ödemi, tendinozis ve patellar instabilite ile ilişkili bulunmuştur (28, 40, 53 – 59) . Bu varyasyonların ve neden olduğu patolojilerin değerlendirilmesi, yüksek yumuşak doku çözünürlüğü ve istenilen düzlemde kesitsel görüntü elde edebilmesi sayesinde MRG ile optimal olarak yapılabilmektedir (60).

2.3.1 Patellar Tilt Açısı

Patellada laterale tilt, patellofemoral eklemden patellanın aksiyal düzlemdeki laterale açılmasını tanımlar (61). Bu açı kişiden kişiye değişmekte olup rotasyonel dizilim bozukluğuna neden olabilmektedir. Fizik muayene manevralarıyla patellar tilt saptanabilir. Ancak, obezite ve hasta uyumsuzluğu gibi muayeneyi engelleyen faktörlerin varlığı ile objektif değerlendirme isteği radyolojik olarak patellar tiltin değerlendirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmış ve lateral patellofemoral açının (LPFA) tanımlanmasını sağlamıştır (62). Buna göre lateral patellar faset yüzeyi ile femoral kondillerin ön yüzeylerini birleştiren çizgi arasındaki açı LPFA'yı vermektedir. Patellar tiltin artışı LPFA'da azalmaya neden olur. Ancak daha sonraları BT ve MRG'nin kullanıma girmesi, LPFA'yı etkileyen faktörlerin çeşitliliği ve klinik bulgular ile daha korele bir ölçüm yöntemi olduğu gösterilmesi nedeniyle "LPT açısı" kullanıma girmiştir (61, 63). Bu yöntemde patellanın transvers aksı ilk başta aksiyal patella grafisi kullanılarak yapılan ölçümde değerlendirilmiştir (64). Günümüzde ise aksiyal MRG kesitlerinde patellanın transvers aksını oluşturan çizgi ile femoral kondillerinin posteriorlarında subkondral kemiğe teğet geçen çizgi arasındaki açı ölçülerek hesaplanmaktadır (Şekil 3). Patellanın transvers aksı için patellanın en geniş görüldüğü aksiyal kesit, femur kondilleri posteriorlarına teğet geçen çizgi için ise kondillerin posteriora en çok uzandığı kesit seçilir (63, 65, 66). Bu iki kesitteki çizgiler süperpoze edilerek açı ölçülür.



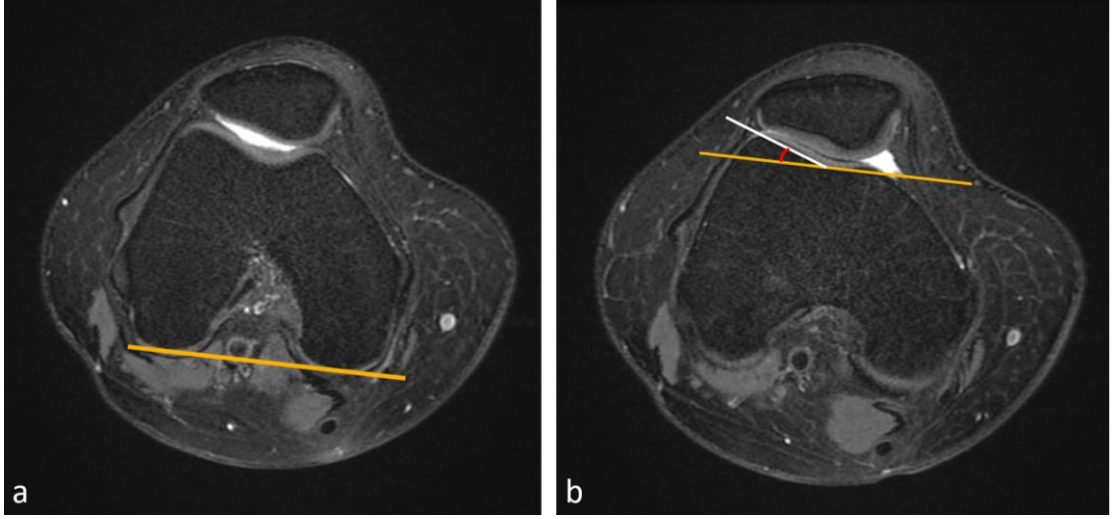
Şekil 3: Lateral patellar tilt açısının ölçümü. Önce femoral kondillerin en posteriorda olduğu kesitte (a) transkondiler aks (sarı çizgi) çizilir. Sonra patellanın en geniş görüldüğü kesit (b) ile süperpoze edilerek bu aks taşınır. Patellanın medial ve lateral uçlarını birleştiren hat (beyaz çizgi) ile arasındaki açı (kırmızı) ölçülür.

2.3.2 Lateral Troklear İnklinasyon

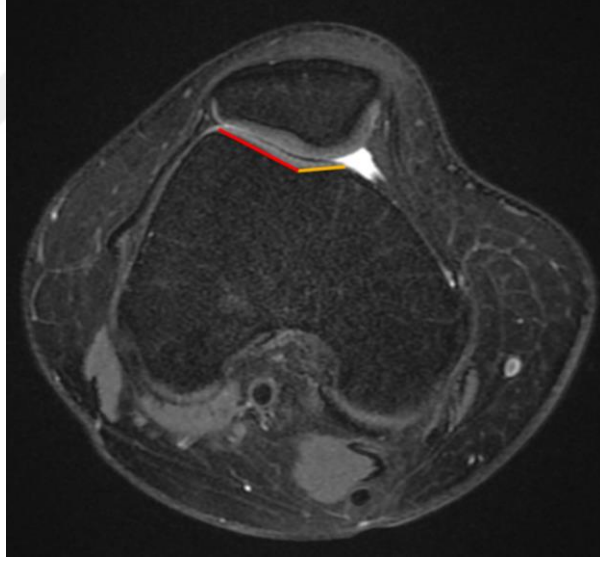
Lateral troklear inklinasyon açısı, femur trokleası lateral yüzeyinin eğimini temsil eder. LTİ'nin ölçümü ilk olarak radyografik görüntüler üzerinde tanımlanmıştır (67). Ancak günümüzde aksiyal MRG kesitleri kullanılarak daha doğru biçimde değerlendirilebilmektedir. Buna göre troklear kırıkdağın tam olarak izlenebildiği ilk kranial kesitte lateral troklear faset subkondral kemiğine paralel çekilen çizgi ile femoral kondillerinin posteriorlarında subkondral kemiğe teğet geçen çizgi arasındaki açı (Şekil 4) LTİ'yi verir (40, 60, 65).

2.3.3 Troklear Faset Asimetrisi

Femoral trokleanın medial ve lateral faset boyutlarındaki farklılığı saptayan, oransal olarak bir değer veren ölçüm yöntemidir. Ölçümü için tibiofemoral eklem aralığından yaklaşık 3cm kranialdeki aksiyal MRG kesiti seçilir. Her iki troklear faset için medial ve lateral uçları arasındaki uzaklık ölçülerek faset uzunlukları saptanır. Medial troklear faset uzunluğu, lateral troklear faset uzunluğuna bölüldüğünde elde olunan değer yüzde olarak TFA oranını verir (Şekil 5).



Şekil 4: Lateral troklear inklınasyon ölçümü. Önce femoral kondillerin en posteriorda olduğu kesitte (a) transkondiler aks (sarı çizgi) çizilir. Sonra troklear oluk kırırdağının tam olarak görülebildiği kranial ilk kesit (b) ile süperpoze edilerek bu aks taşınır. Lateral troklear faset subkondral kemik yüzeyine paralel hat (beyaz çizgi) ile arasındaki açı (kırmızı) ölçülür.



Şekil 5: Troklear faset asimetrisi ölçümü. Medial faset uzunluğu (sarı çizgi) lateral faset uzunluğuna (kırmızı çizgi) bölünür.

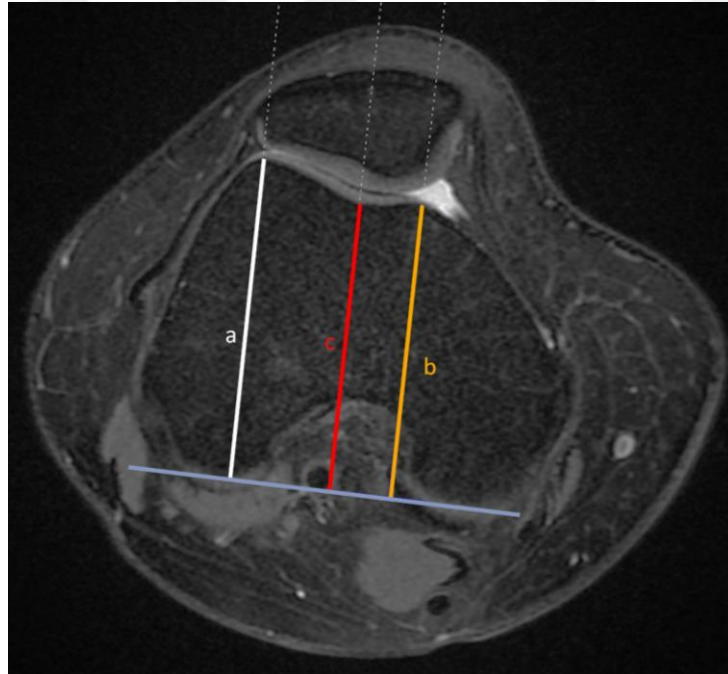
2.3.4 Troklear Derinlik

İlk olarak aksiyal patella ve lateral diz grafisinde tanımlanan troklear derinlik; grafilerdeki süperpozisyonların ve hasta pozisyonunun ölçüm hatalarına neden olabilmesi, kesitsel görüntüleme yöntemlerinin yaygınlaşması ile BT ve MRG'de

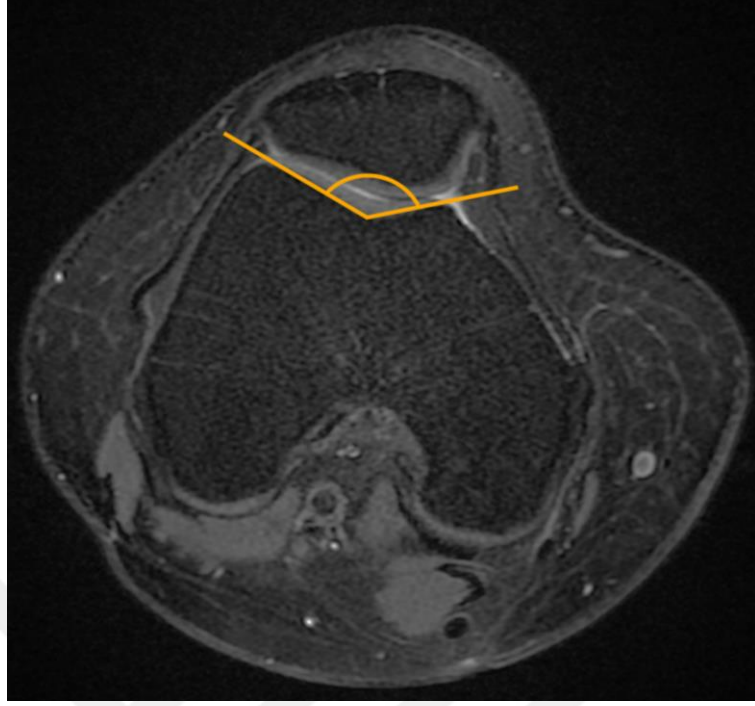
değerlendirilmeye başlamıştır (68). MRG’de kabul edilen ölçüm, TFA oranı ölçümü gibi tibiofemoral eklem aralığından yaklaşık 3cm kranialdeki aksiyal MRG kesitinde yapılır. Bu kesitte femoral kondillerin posterior kesimlerini birleştiren çizgi referans olarak alınır. Medial ve lateral kondil anterior uç noktalarından referans çizgiye olan dik uzaklıklar ölçülür ve ortalamaları alınır. Troklear oluğun en derin noktasından referans çizgiye olan dik uzaklık da ölçülerek hesaplanan ortalamadan çıkarılır. Bu fark bize troklear derinliği verir (Şekil 6).

2.3.5 Troklear Oluk Açısı

Troklear oluk açısı da troklear derinlik gibi ilk önce aksiyal patella grafilerinde tanımlanmış olup benzer nedenlerden ötürü günümüzde MRG ile değerlendirilmektedir (59). Buna göre troklear kırırdağın tam olarak izlenebildiği kranialdeki ilk aksiyal MRG kesiti seçilir. Bu kesitte troklear oluğun en derin noktası ile femoral kondillerin anteriordaki en distal noktaları arasındaki açı TOA’yı vermektedir (Şekil 7).



Şekil 6: Troklear derinlik ölçümü. $[(a+b)/2]-c$ formülü ile hesaplanır.

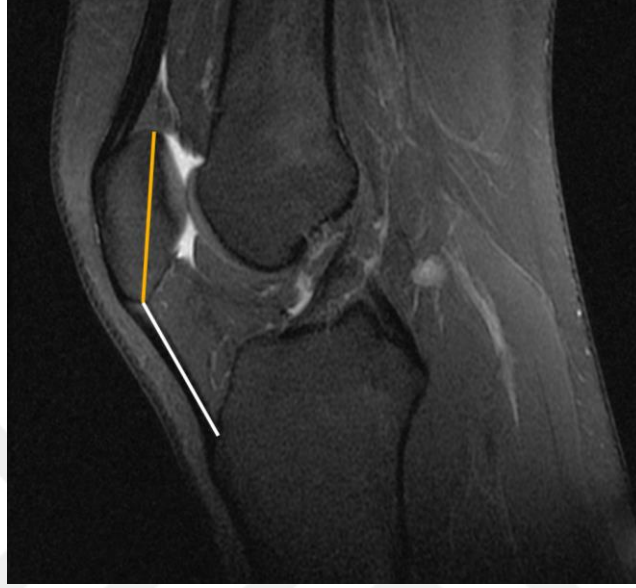


Şekil 7: Troklear oluk açısı ölçümü.

2.3.6 Patella Alta ve Patella Baja

Patella konumunda mediolateral planda olduğu gibi kraniokaudal planda da varyasyonlar görülebilmektedir. Rutin diz MRG incelemesinde midsagittal kesitte patellanın alt 1/3'ü troklea ile eklem yapar (69). Bu normal pozisyona göre daha kraniyalde konumlanmasına patella alta, daha kaudalde konumlanmasına ise patella baja denir. Patellanın konumunun değerlendirilmesinde ve normal aralığın belirlenmesinde literatürde çeşitli metotlar tanımlanmıştır. Insall – Salvati, Caton – Deschamps, Grelsamer – Meadows, Blackburna – Peel indeksleri bunların önde gelenleridir. ISI ise bunların arasında ilk tanımlanan olup diz fleksiyonundan fazla etkilenmemesi ve MRG'de de başarılı bulunması nedeniyle günümüzde en çok kabul gören yöntemdir (53, 54, 70). Bu yöntemde patellar tendon uzunluğu patellar yüksekliğe bölünür (Şekil 8). Patellar tendon uzunluğu ve patellar yükseklik ölçümü lateral grafide tanımlanmasına rağmen günümüzde MRG'de de kolaylıkla ölçülebilmektedir. Lateral diz grafisi veya midsagittal MRG kesitinde patellar tendonun iç konturu düzeyinden patellar apeks ile tuberositas tibia arasında yapılan ölçüm patellar tendon uzunluğunu, patellanın kraniokaudal maksimum boyutu da patellar yüksekliği tanımlar. MRG'de midsagittal düzlem için yaklaşık olarak

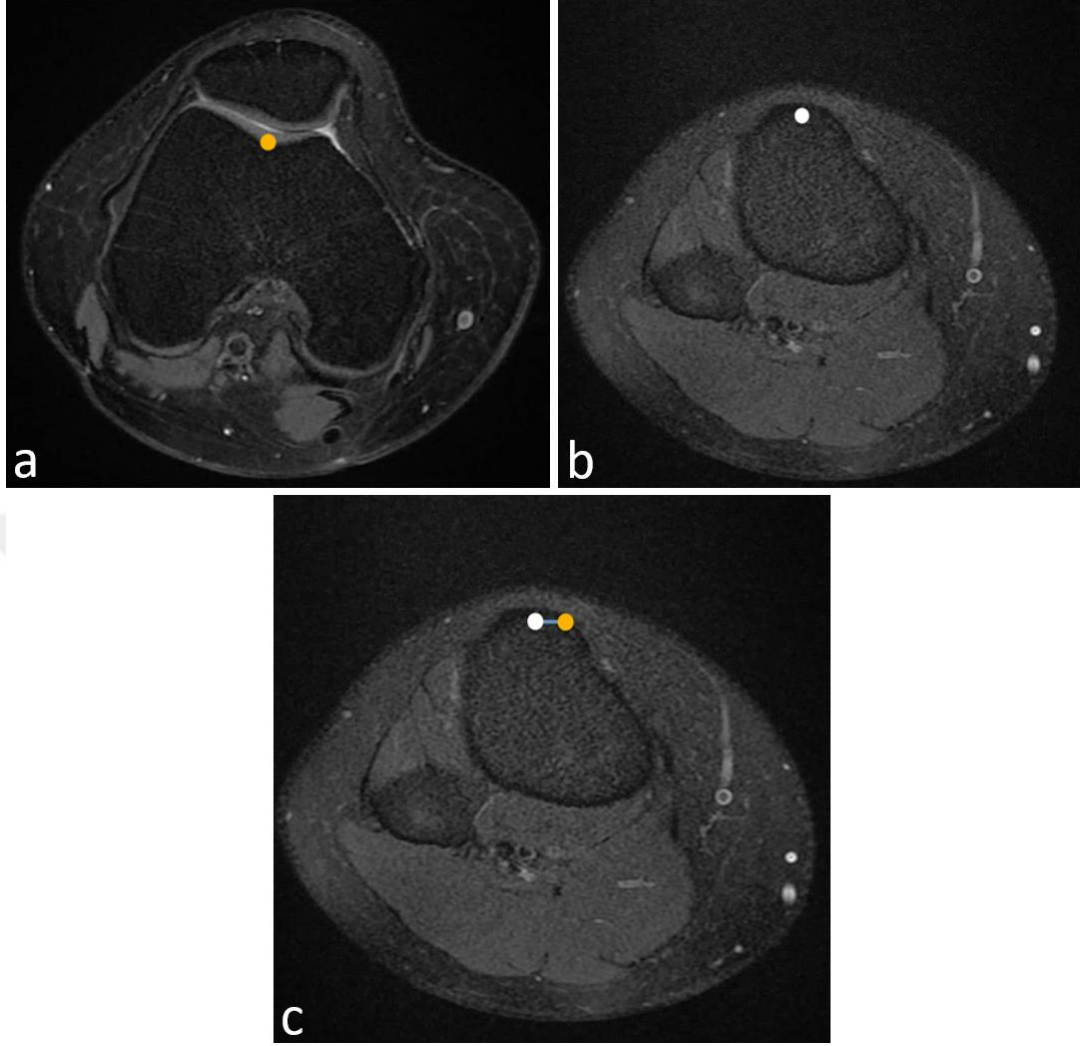
patellanın orta düzeyinden geçen kesit veya ön çapraz bağıın görülebildiği kesit seçilebilir (65, 70).



Şekil 8: Insall – Salvati indeksi ölçümü. Patellar tendon uzunluğu (beyaz çizgi) patellar yüksekliğe (sarı çizgi) oranlanır.

2.3.7 Tuberositas Tibia – Troklear Oluk Arası Mesafe

Tuberositas tibia konumundaki varyasyonlar ekstansör mekanizmanın patella üzerindeki inferior kuvvet vektörünün yönünü değiştirmektedir. Tuberositas tibiannın lateral konumlanması patellanın laterale yer değiştirmesine ve tekrarlayan patella çıkıklarına neden olabilir. Tuberositas tibia lateralizasyonunun klinik değerlendirilmesi güvenilir olmayıp radyolojik olarak TT – TO mesafesi ölçümü lateralizasyonda objektifliği sağlar (71). Yaklaşık 30° fleksiyonda elde olunan patella aksiyal grafisi, TT – TO mesafesinin ölçümünde hatalara neden olduğundan ölçümde kesitsel görüntüleme yöntemleri tercih edilmelidir (72). Troklear oluğun en derin noktası ile patellar tendonun tuberositas tibiaya yapıştığı düzeydeki orta noktasını içeren aksiyal MRG kesitleri süperpoze edilerek bu iki nokta arasında femoral kondillerin posterioruna teğet geçen çizgiye paralel yapılan mesafe ölçümü (Şekil 9) TT – TO mesafesini verir (73, 74).



Şekil 9: Tuberositas tibia – troklear oluk arası mesafenin ölçümü. Troklear oluğun en derin noktası (sarı nokta) (a) ve tuberositas tibianın santral noktası (beyaz nokta) (b) işaretlenir. İki kesit süperpoze edilerek iki nokta arasındaki uzaklık (mavi çizgi) ölçülür (c).

2.4 Patellofemoral Dizilim Bozukluğu

Diz eklemi anatomik varyasyonları belli sınırlar dahilinde normal kabul edilir. Ancak belli bir değer aralığı dışına çıktığında eklem mekaniğini etkileyebilmekte ve özellikle anterior kesimde patellofemoral eklem instabilitesine neden olabilmektedir. Patellofemoral eklem instabilitesi, diz fleksiyonu sırasında patellanın anormal seyrini tanımlar (60). Patellanın anormal seyri akut dislokasyon sonucu oluşabildiği gibi, patellar dislokasyon sonucu medial stabilizatörlerin zedelenmesi veya anatomik

varyasyonlar nedeniyle kronik tekrarlayan vasıfta olabilir. MRG bu nedenlerin ve sonuçlarının değerlendirilmesinde yüksek duyarlılığa sahip olup günümüzde patellofemoral eklem görüntülenmesinde esas yöntem olarak kabul edilir (9, 40).

Patellanın laterale dislokasyonu genellikle genç erişkin yaşta görülür. Prevelansı 100.000'de 6 – 77 arasında bildirilmiştir (75). Lateral patellar dislokasyon sıklıkla tibia sabit pozisyonda ve femur iç rotasyonda iken hafif fleksiyondaki dizi ekstansiyona getirme esnasında kasılan kuadriseps kasının patella üzerinde lateral vektörlü kuvvet uygulaması sonucu gelişir. Klinik öykü ve fizik muayene bulguları oluşan hasar ile uyumsuz olabilir, bu açıdan MRG kemik ve kemik dışı patolojilerde kilit rol oynar (76).

Spesifik olmayan diz ağrısında patellar instabilite tanısı, dislokasyon öyküsü mevcut değilse ayırıcı tanıların çokluğu nedeniyle zor olabilmektedir. Bu vakalarda görüntüleme yöntemleri patellar instabiliteye neden olabilecek faktörlerin değerlendirilmesi ile tanıya katkı sağlar. LPT açısı, TOA ve TT – TO mesafesi ölçümlerinin artışı; troklear derinlik, LTİ açısı ve TFA'nın azalması; troklear displazi ve patella alta varlığı (ISİ'deki artış) patellar instabilite ile ilişkili bulunmuştur (55, 65). Anatomik varyasyonların patellar instabilite ile ilişkili bulunduğu ve genel kabul gören ölçümsel değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. LPT açısı eşik değeri için literatürde görüş birliği bulunmamaktadır. Bu konudaki değişik çalışmalarda 5°, 10°, 11°, 13.5° ve 20° gibi farklı değerler belirtilmiştir (61, 64, 65, 73, 77 – 80) . Medial patellofemoral ligamandaki zayıflık, alt ekstremitte dizilimindeki torsiyonel bozukluklar, vastus medialis kas liflerindeki oryantasyon bozukluğu, vastus medialis kası atrofisi, vastus lateralis kası hipertrofisi, femorotibial malrotasyon, genu rekurvatum, Ehlers – Danlos ve Marfan sendromları da etyolojide yer alabilir (73, 75).

Troklear displazi gelişimsel bir anomali olup patellar instabiliteye neden olan önemli faktörlerden birisidir. Displazik trokleada derinlik azalır, troklea düzleşir ve hatta konveks şekilli olabilir. Troklear displazinin radyografik tanımı ilk olarak patellofemoral eklem aksiyal grafilerinde interkondiler oluk şeklinin incelenmesi ile yapılmıştır (81). Sonrasında ise lateral grafilerde A, B, C ve D olmak üzere 4 tipe ayrılmıştır (82). Tip A displazide troklear oluk sığdır ve lateral grafide femur kondillerinin anterior konturları birbirini çaprazlar. Tip B displazide troklear oluk düz

veya hafif konvektir. Lateral grafide yine femur kondilleri anteriorda birbirini çaprazlar ancak ek olarak supratroklear spur görülür. Tip C displazide B'ye ek olarak trokleanın medial faseti hipoplaziktir. Lateral grafide femur kondilleri anteriorda birbirini çaprazlar ve anteriorda çift kontur işareti görülür. Tip D displazide medial faset hipoplazisi daha belirgindir ve lateral fasette küçük kemik çıkıntı vardır. Lateral grafide çaprazlama ve çift kontur bulgularına ek olarak supratroklear spur izlenir. Displazik trokleanın morfolojisi MRG ile görsel olarak daha optimal yapılmakla birlikte değerlendirmeyi objektif kılmak adına çeşitli ölçümlerden faydalanılmıştır (59). LTİ açısının 11°'den küçük olması, TFA oranının %40'ın altında olması ve troklear derinliğin 3mm'den az olması MRG'de troklear displazi tanısını desteklemektedir (40, 57, 60).

Tablo 1: Anatomik varyasyonların patellar instabilite ile ilişkili ölçümsel değerleri. *Lateral patellar tilt açısı eşik değeri hakkında literatürde görüş birliği bulunmamakla birlikte açıda artışın instabiliteye katkı sağladığı savunulmaktadır.

Anatomik Varyasyon	Patellar İnstabilite ile İlişkili Değer
LPT Açısı*	>5°
LTİ	<11°
TFA	<%40
Troklear Derinlik	<3mm
TOA	>144°
TT – TO Mesafesi	>20mm
Insall – Salvati İndeksi	>1.3

2.5 Yağ Yastığı Ödemi

Diz ekleminin kemik ve kemik dışı anatomik varyasyonları, peripatellar yağ yastıklarının değişik yapılar arasında mekanik sıkışmasına neden olarak diz önu ağrısına neden olabilmektedir. Bu patoloji her üç yağ yastığında olabilmekle birlikte en sık Hoffa yağ yastığının SL kesiminde oluşur. SL Hoffa ve suprapatellar yağ

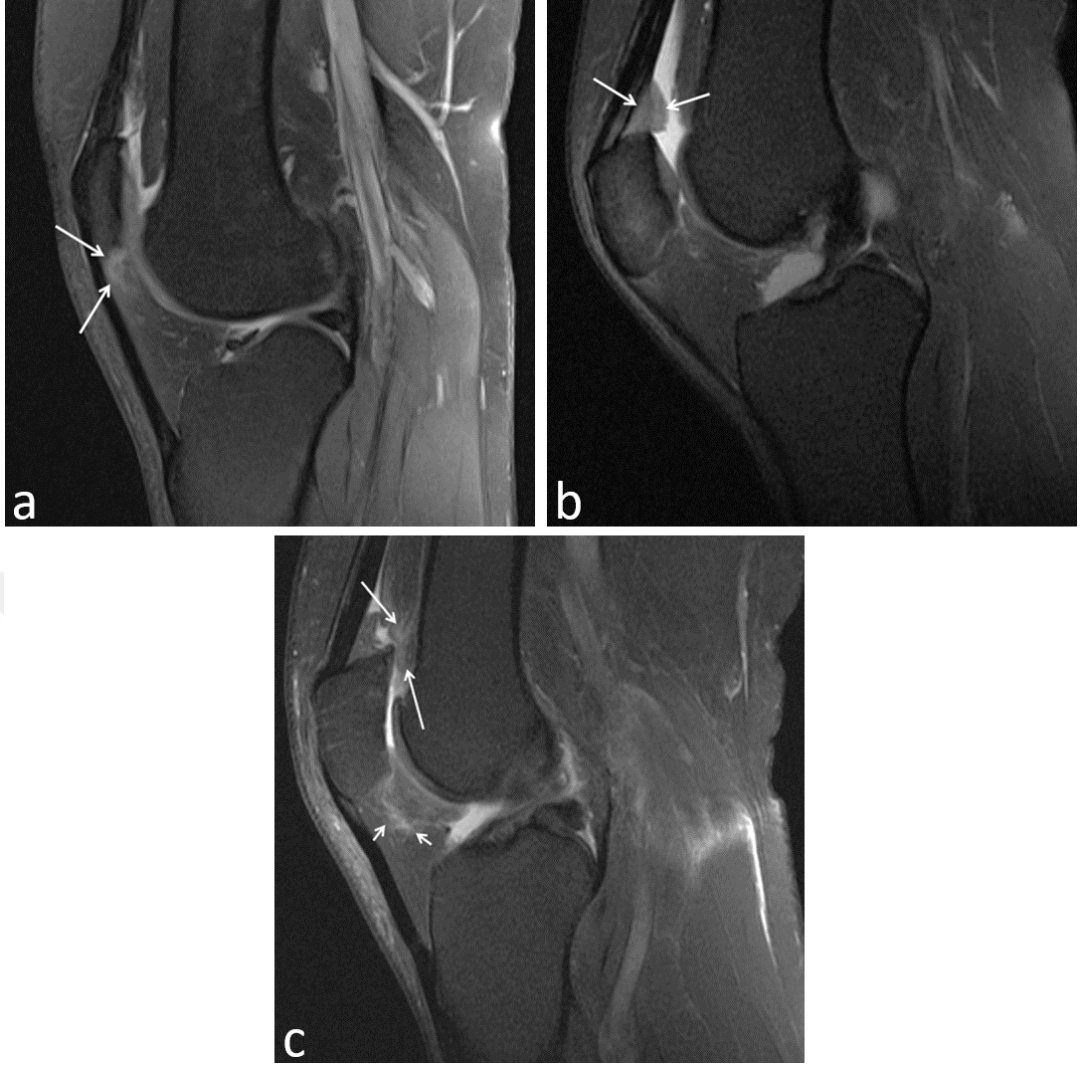
yastıklarındaki ödem ile patellar instabiliteye neden olan faktörler arasındaki bağlantıyı konu alan çeşitli çalışmalar mevcuttur (28, 63, 83). Hoffa yağ yastığı santral kesimindeki ödem akut travma, kronik mekanik stres ve sıkışma sonucu olabileceği gibi travma dışı eklem aralığını daraltan nedenlerle de meydana gelebilir (31, 84). MRG’de yağ yastıkları en iyi sagittal YB PD veya T2A görüntülerde değerlendirilmekte olup ödem bölgelerinde yüksek sinyal ve genellikle hacimsel artış gelişir (Şekil 10). Kronik kanama ürünleri ve fibrozis yüksek sinyalli ödem alanı içinde düşük sinyalli bölgeler şeklinde izlenir.

2.6 Kıkırdak Patolojileri

Kondromalazi terimi, kollajenlerin fasikülasyonu ve yüzey dejenerasyonu sonucu kıkırdak yapısında yumuşama, yıpranma ve doku kaybını tanımlar. Kondromalazi patella patellofemoral ağrı nedenlerindedir. Kıkırdak değerlendirmesinde artroskopi altın standart yöntemdir. Ancak, MRG’nin non – invaziv olması, artroskopinin gösteremediği alanları ve subkondral kemiği değerlendirebilmesi ve tüm eklemlerde kullanılabilir olması onu kıkırdak incelemede ön plana çıkarmıştır (69). Patellar kıkırdak aksiyal planda, troklear kıkırdak aksiyal ve sagittal planlarda optimal değerlendirilebilir (9).

Kıkırdak hasarı değerlendirmesinde sıklıkla kondromalazi patellanın artroskopik sınıflamasını temel alan ve MRG değerlendirme için modifiye edilen Outerbridge evrelemesi kullanılır. Buna göre evre 0 normal kıkırdağı, evre 1 kıkırdak yumuşamasına ikincil MRG’deki T2A sinyal artışını, evre 2 kıkırdağın %50’den az kalınlığını etkileyen fragmantasyon ve fissür oluşumunu, evre 3 %50’den fazla kıkırdak kaybını, evre 4 ise tam kat kıkırdak kaybı ve eşlikçi subkondral reaktif değişiklikleri tanımlar (53, 85).

Tekrarlayan patella dislokasyonları ve patellar instabilite, eklem mekaniğini bozarak akut ve kronik travmalarla kıkırdak hasarına neden olabilmektedir (Şekil 11). Literatürde patellofemoral eklem yüzeylerinde daha çok patellar kıkırdağı konu alan çalışmalar mevcuttur (83). Ancak troklear oluk ve femoral kondil kıkırdağında kondromalazinin gelişebildiği de tanımlanmıştır (86).

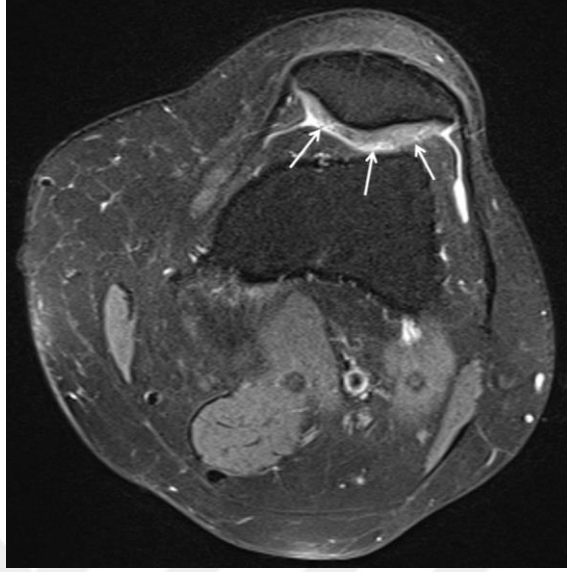


Şekil 10: Yağ yastığı ödemi. Yağ baskılı proton dansite sagittal MRG kesitlerinde superolateral Hoffa (a'da oklar), suprapatellar (b'de oklar), prefemoral (c'de büyük oklar) ve superolateral dışı Hoffa (c'de küçük oklar) yağ yastığı ödemleri izlenmekte.

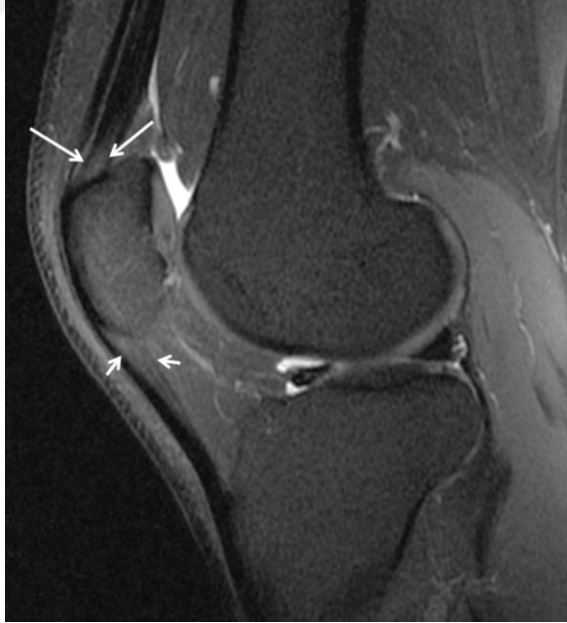
2.7 Tendon Patolojileri

Kuadriseps ve patellar tendon patolojileri patellar instabiliteden bağımsız olarak diz önü ağrısı nedenlerindedir. Rutin diz MRG değerlendirmelerinde özellikle sagittal planda tendon sinyali ve kalınlığı incelenmelidir. Normalde T1A ve T2A sekanslarda düşük sinyalli olup konturları düzgündür. Tendon patolojileri tendinozis, kısmi veya tam kat olabilen yırtık şeklinde karşımıza çıkabilir. Tendinozis histolojik olarak kronik inflamasyon, mukoid dejenerasyon ve fibrinoid nekroz ile karakterize olup MRG'de tendon kalınlığında ve T2A sinyalinde artış (Şekil 12) şeklinde izlenir

(39). Yırtıklarda ise kısmi veya tam kat olmasına göre değişen bütünlük kaybı ve sıvı sinyali mevcuttur.



Şekil 11: Kondromalazi. Yağ baskılı proton dansite aksiyal MRG kesitinde patellar kıkırdakta kondromalazi (oklar) izlenmekte.



Şekil 12: Tendinozis. Yağ baskılı proton dansite sagittal MRG kesitinde kuadriseps (uzun oklar) ve patellar (kısa oklar) tendonlarda tendinozis ile uyumlu sinyal artışı izlenmekte.

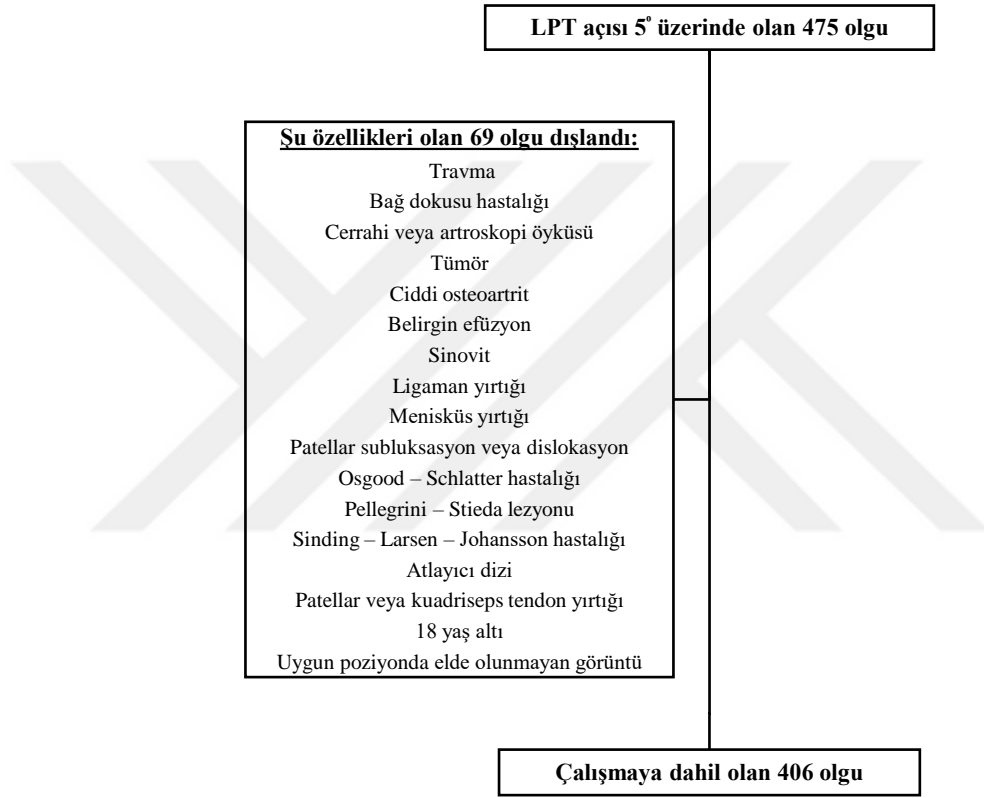
3. GEREÇ VE YÖNTEM

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınan etik kurul onayı sonrasında, Ocak 2015 – Ocak 2018 tarihleri arasında İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği'nde diz MRG tetkiki yapılan hastalar retrospektif olarak Probel HBYS (İzmir, Türkiye) yazılım sistemi kullanılarak tarandı. Çalışma dizaynı retrospektif olduğundan dolayı hasta onamı alınmasına gerek görülmedi. Hasta taraması işlemi, görüntüleme rapor arama sisteminde belirlenen tarihler arasındaki MRG raporlarında “patellar tilt” kelime öbeği aratılarak yapıldı. Bulunan hasta listesi içerisinde LPT açısı 5° üzerinde olan 475 olgu mevcuttu. Travma, bağ dokusu hastalığı, cerrahi ve artroskopi öyküsü; tümör, ciddi osteoartrit, belirgin efüzyon, sinovit, çapraz veya kollateral ligaman ile menisküs yırtığı, patellar subluksasyon, Osgood – Schlatter hastalığı, Pellegrini – Stieda lezyonu, Sinding – Larsen – Johansson hastalığı, atlayıcı dizi, patellar veya kuadriseps tendon yırtığı bulguları olanlar ile 18 yaş altı olgular ve uygun pozisyonda elde olunmayan görüntüler çalışmaya dahil edilmedi. Dışlama kriterleri ile 69 olgu çalışmadan çıkarıldı ve toplamda 406 olgu hasta grubu olarak çalışmaya dahil oldu (Şekil 13). Ayrıca aynı dışlama kriterlerini kullanarak, LPT açısı 5° ve altında olan 40 olgu kontrol grubu olarak seçildi. Yaş ve cinsiyetin patellofemoral eklem mekaniğine etkisi tanımlandığından kontrol grubu seçiminde bu iki özelliğin benzerliğe dikkat edildi (87 – 89).

Diz MRG incelemeleri 1.5 Tesla (Optima MR360, GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA ve Magnetom Aera, Siemens Healthcare, Erlangen, Germany) cihazlar ile diz koili kullanılarak, hasta supin pozisyonda ve diz koilinin sağladığı yaklaşık 10° – 15° fleksiyonda iken elde olundu. İnceleme parametreleri Tablo 2'de aktarılmıştır.

Hasta ve kontrol gruplarının cinsiyet özellikleri ile MRG'si elde olunan dizin tarafı (sol/sağ) belirlendi. Bu iki gruptaki diz MRG'lerinde KPA, LPT açısı, TOA, TT – TO mesafesi, ISI, patellar tendon uzunluğu, patellar yükseklik, LTİ açısı, TFA oranı ve troklea derinliği ölçümleri bitirme aşamasında ve 5. Yılında olan Radyoloji asistanı (A.H.Ç.) tarafından yapıldı. İlk kez tanımlanan KPA ise literatürde ISI değerlendirmesi için başarılı bulunan midsagital MRG kesitleri üzerinden ölçüldü (Şekil 14). Ancak, midsagital kesitte tendonlarda tam düz seyir yerine hafif kıvrım

varlığında bu ölçüm optimal yapılamadığından düz olarak izlendiği bir veya iki yan sagittal kesite gidilerek tendonların aksı değerlendirildi ve ölçüm buna göre yapıldı. Aynı zamanda SL Hoffa, SL dışı Hoffa, suprapatellar ve prefemoral yağ yastıkları ödem açısından; troklea displazi açısından; patellar ve femoral kıkırdaklar kondromalazi açısından; kuadriseps ve patellar tendonlar tendinozis açısından; suprapatellar bursa ise efüzyon varlığı açısından var ya da yok şeklinde aynı gözlemci (A.H.Ç.) tarafından değerlendirildi.



Şekil 13: Olguların çalışmaya dahil olma sürecindeki akış şeması.

Hasta popülasyonundan rastgele seçilen 50 olgu gözlemci içi uyumu değerlendirmek için aynı gözlemci tarafından (A.H.Ç.) tekrar, gözlemciler arası uyumu değerlendirmek için ise farklı bir gözlemci tarafından (kas iskelet sistemi radyolojisinde 15 yıl deneyimli radyoloji uzmanı (Ö.T.)) değerlendirildi. Öncesinde asıl gözlemci (A.H.Ç.) kas iskelet sistemi radyolojisi eğitiminde toplamda 5 ay süresince diğer gözlemci (Ö.T.) ile birlikte çalışmıştı. Ayrıca bu değerlendirme

öncesinde çalışmaya dahil olmayan 20 hastanın MRG kesitleri üzerinde gözlemciler tarafından birlikte deneme ölçümleri ve değerlendirmeleri yapıldı.

Tablo 2: Diz MRG'lerinin sekans parametreleri (Kor: Koronal, Sag: Sagittal, Aks: Aksiyal)

	T1A Kor	PD YB Kor	PD YB Sag	PD YB Aks
TR (ms)	480 – 500	1700 – 2980	1250 – 3150	1850 – 2850
TE (ms)	9 – 10	20 – 35	35 – 40	30 – 35
NEX	2	2	2	2
Kesit kalınlığı (mm)	3 – 4	3 – 4	3 – 3.8	3.0 – 3.5
Kesitler arası boşluk (mm)	0.5 – 0.6	0.5 – 0.6	0.3 – 1.0	0.5 – 0.6
Matriks	384x384	320x320	320x320	320x320
	512x512	512x512	512x512	512x512
FOV (mm)	155 – 160	155 – 160	155 – 160	150 – 160

Yağ yastığı ödemi değerlendirmesi esas olarak sagittal YB PD görüntülerden yapıldı. Şüphede kalınan olgularda aksiyal YB PD görüntülerden de yararlanıldı. Ödem, YB PD sekanslarda yağ yastığında çevresindeki yağ dokusuna göre yüksek sinyal varlığı olarak kabul edildi.

Kıkırdak değerlendirmesi için YB PD görüntülerde kıkırdakta anormal yüksek sinyal, fokal veya diffüz incelme, fissür veya defekt olması kondromalazi olarak kabul edildi.

Kuadriseps ve patellar tendonların tendinozis açısından değerlendirilmesinde ise YB PD sagittal görüntüler incelendi. Tendonda anormal yüksek sinyal olması veya kalınlık artışı patolojik olarak kabul edildi. Ancak, kuadriseps tendonunun iç yapısındaki yüksek sinyalli striasyonlar ve patellar tendon proksimal derin kesimindeki fokal hafif yüksek sinyalli alan normal olarak kabul edildi. Patellar tendon proksimal kesimindeki yüksek sinyalli alanın patolojik kabul edilmesinde tendon kalınlığının %50'sini geçen sinyal artışı anlamlı kabul edildi.

Sagittal YB PD görüntülerde suprapatellar bursada patella üst polünü geçen sıvı efüzyon varlığı olarak kabul edildi.

Hasta ve kontrol grupları bulgular açısından karşılaştırılarak LPT varlığının diğer değişkenler ile ilişkisi değerlendirildi. Ayrıca hasta grubunda LPT açısının ve KPA'nın dağılımı ile diğer değişkenlerin ilişkisi araştırıldı.



Şekil 14: Kuadriseps – patellar tendonlar arasındaki sanal açının ölçümü.

3.1 İstatiksel Analiz

Tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri hesaplandı. Verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS Statistics for Windows Version 22.0 (Armonk, NY, USA) programında %95 güven aralığında ve $\alpha=0.05$ kabul edilerek değerlendirildi. Devamlı değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov – Smirnov ve Shapiro – Wilk testleri ile incelendi. Değişkenlerin normal dağılmadığı saptandığından non – parametrik testler yapıldı.

LPT varlığının anatomik varyasyonlar ve eşlikçi patolojiler ile ilişkisini saptamada; hasta ve kontrol grupları arasında değişkenlerin dağılımı kategorik değişkenler için devamlılık düzeltilmiş ki kare testi ile, devamlı değişkenler için Mann Whitney U testi ile değerlendirildi.

LPT açısındaki artışın anatomik varyasyonlar ve eşlikçi patolojiler ile ilişkisini saptamak için; hasta grubunda tilt dağılımının devamlı değişkenlerle ilişkisi

Spearman'ın rho korelasyon katsayısı kullanılarak, kategorik değişkenlerle ilişkisi Mann Whitney U testi kullanılarak değerlendirildi.

KPA ile anatomik varyasyonlar ve eşlikçi patolojilerin ilişkisini saptamak adına; hasta grubunda KPA dağılımının devamlı değişkenlerle ilişkisi Spearman'ın rho korelasyon katsayısı kullanılarak, kategorik değişkenlerle ilişkisi ise Mann Whitney U testi kullanılarak değerlendirildi.

Spearman'ın rho korelasyon katsayısı değerlendirilirken 0.0 değeri ilişki olmadığı; pozitif veya negatif yöndeki 0.1 ila 0.3 değerleri arası zayıf ilişki, 0.3 ila 0.5 değerleri arası orta dereceli ilişki, 0.5 değeri üzeri güçlü ilişki, 1.0 değerinde ise mükemmel ilişki olduğu kabul edildi (90).

Bu analizlerde non – parametrik testler kullanıldığından medyan ve yüzdeler dilimleri verildi. Analiz sonuçlarında $p < 0.05$ ise anlamlı kabul edildi.

Gözlemciler arası ve gözlemci içi uyum analizinde devamlı değişkenler için sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK), kategorik değişkenler için ise Cohen'in kappa katsayısı (CKK) kullanıldı. Hesaplanan katsayılar ≥ 0.90 mükemmel uyum, 0.75 – 0.90 iyi düzey uyum, 0.50 – 0.75 orta düzey uyum, ≤ 0.50 düşük düzeyde uyum kabul edildi (91).

Patella alta tanısında patellar yükseklik ve patellar tendon uzunluğu için eşik değer saptamada LPT olan grup her iki değişken için $ISI \geq 1.3$ patella alta kabul edilerek patella alta var ve yok olmak üzere kategorize edildi (53, 70). Bu gruplar kullanılarak oluşturulan Receiver Operating Characteristic (ROC) analizi üzerinden sensitivite ve spesifite açısından en uygun ölçümsel değer MATLAB, The MathWorks Inc. (Natick, Massachusetts, USA) programı kullanılarak saptandı.

SL Hoffa yağ yastığı ödemi oluşturulan LPT açısal eşik değerini saptamak için LPT olan grup ödem var ve yok şeklinde kategorize edildi. Bu gruplar kullanılarak oluşturulan ROC analizi üzerinden sensitivite ve spesifite olarak en uygun açısal değer MATLAB, The MathWorks Inc. (Natick, Massachusetts, USA) programı kullanılarak saptandı.

4. BULGULAR

LPT'si olan hasta grubunda 150 erkek (%36.9) ve 256 (%63.1) kadın olmak üzere toplam 406 olgu; LPT olmayan kontrol grubunda ise 17 erkek (%42.5) ve 23 (%57.5) kadın olmak üzere toplam 40 olgu mevcuttu. Hasta grubunda yaş ortalaması 42.7 ± 12.2 , yaş aralığı 18 – 80; kontrol grubunda yaş ortalaması 43.8 ± 11.7 , yaş aralığı 22 – 75 idi. Hasta grubunda 347 (%85.5) olgu diz ağrısı, 22 (%5.4) olgu dizde hareket kısıtlılığı, 20 (%4.9) olgu dizde şişlik, 11 (%2.7) olgu dizde kilitlenme hissi, 4 (%1.0) olgu dizde boşalma hissi, 2 (%0.5) olgu ise dizde kuvvetsizlik şikâyeti ile MRG çekilmişti. Kontrol grubunda ise 34 (%85.0) olguda diz ağrısı, 3 (%7.5) olguda dizde şişlik, 2 (%5.0) olguda dizde hareket kısıtlılığı, 1 (%2.5) olguda ise dizde kilitlenme hissi şikayetleri mevcuttu.

TOA, patellar tendon uzunluğu, ISI ve TT – TO mesafesi hasta grubunda istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulundu. Troklear derinlik, LTİ açısı ve TFA oranı hasta grubunda istatistiksel olarak anlamlı daha düşük bulundu (Tablo 3). SL Hoffa yağ yastığı ödemi, SL dışı Hoffa yağ yastığı ödemi, suprapatellar yağ yastığı ödemi, prefemoral yağ yastığı ödemi, suprapatellar bursada efüzyon, patellar kondromalazi ve femoral troklear kondromalazi dağılımı hasta grubunda istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek saptandı. Diğer değişkenlerin dağılımında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 3 ve 4).

Hasta grubunda devamlı değişkenlerin dağılımının LPT açısı ile ilişkisi incelendiğinde TOA ve TT – TO mesafesi ile pozitif yönde, LTİ açısı ve troklear derinlik ile negatif yönde zayıf veya orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi olduğu saptandı. Diğer devamlı değişkenler ile LPT açısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı (Tablo 5).

Hasta grubunda LPT açısı dağılımının kategorik değişkenler ile ilişkisi incelendiğinde troklear displazi, patellar kondromalazi ve kuadriseps tendinozisi varlığında LPT açısının istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulundu. Diğer kategorik değişkenlerin varlığı ile LPT açısının dağılımı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 6).

Tablo 3: İncelenen devamlı değişkenlerin medyan (1. Çeyrek – 3. Çeyrek) değerlerinin hasta ve kontrol gruplarındaki dağılımları

Değişken	Hasta grubu <i>medyan (Ç₁-Ç₃)</i>	Kontrol grubu <i>medyan (Ç₁-Ç₃)</i>	p
Yaş	43.5 (34.7–51.0)	41.5 (34.2–52.2)	0.847
KPA (°)	132.0 (127.0–137.2)	131.0 (128.2–134.0)	0.704
Troklear Oluk Açısı (°)	135.0 (131.0–139.0)	132.5 (128.2–136.7)	0.008
Patellar Yükseklik (mm)	40.0 (38.0–43.0)	40.0 (39.0–44.0)	0.480
Patellar Tendon Uzunluğu (mm)	46.0 (43.0–50.0)	43.5 (39.0–47.0)	0.001
Insall – Salvati İndeksi	1.1 (1.0–1.2)	1.0 (1.0–1.1)	<0.001
TT – TO Mesafesi (mm)	11.0 (8.0–13.0)	8.0 (5.2–10.7)	<0.001
LTİ (°)	17.0 (14.0–20.0)	22.0 (21.0–25.0)	<0.001
TFA	57.0 (50.0–65.0)	68.0 (64.2–77.0)	<0.001
Troklear Derinlik (mm)	6.0 (5.0–7.0)	7.0 (6.2–8.0)	<0.001

Tablo 4: İncelenen kategorik değişkenlerin hasta ve kontrol gruplarındaki sayıları ve yüzdeleri (n: hasta sayısı)

Değişken		Hasta grubu n (%)	Kontrol grubu n (%)	p
Cinsiyet	Erkek	150 (%36.9)	17 (%42.5)	0.602
	Kadın	256 (%63.1)	23 (%57.5)	
Taraf	Sol	213 (%52.5)	26 (%65.0)	0.177
	Sağ	193 (%47.5)	14 (%35.0)	
Troklear Displazi	Var	37 (%9.1)	1 (%2.5)	0.233
	Yok	369 (%90.9)	39 (%97.5)	
SL Hoffa Ödemi	Var	333 (%82.0)	13 (%32.5)	<0.001
	Yok	73 (%18.0)	27 (%67.5)	
SL Dışı Hoffa Ödemi	Var	122 (%30.0)	3 (%7.5)	0.004
	Yok	284 (%70.0)	37 (92.5)	
Suprapatellar Ödem	Var	199 (%49.0)	10 (%25.0)	0.006
	Yok	207 (%51.0)	30 (%75.0)	
Prefemoral Ödem	Var	72 (%17.7)	0 (%0.0)	0.007
	Yok	334 (%82.3)	40 (%100.0)	
Efüzyon	Var	345 (%85.0)	17 (%42.5)	<0.001
	Yok	61 (%15.0)	23 (%57.5)	
Patellar Kondromalazi	Var	332 (%81.8)	0 (%0.0)	<0.001
	Yok	74 (%18.2)	40 (%100.0)	
Femoral Kondromalazi	Var	122 (%30.0)	0 (%0.0)	<0.001
	Yok	284 (%70.0)	40(%100.0)	
Patellar Tendinozis	Var	116 (%28.6)	7 (%17.5)	0.190
	Yok	290 (%71.4)	33 (%82.5)	
Kuadriseps Tendinozis	Var	29 (%7.1)	0 (%0.0)	0.095
	Yok	377 (%92.9)	40 (%100.0)	

Tablo 5: Hasta grubunda LPT açısının dağılımının incelenen devamlı değişkenler ile ilişkisi

Değişken	LPT Açısı Dağılımı ile İlişki
Yaş	
<i>rho</i>	-0.036
<i>p</i>	0.467
KPA	
<i>rho</i>	-0.029
<i>p</i>	0.561
Troklear Oluk Açısı	
<i>rho</i>	0.138
<i>p</i>	0.005
Patellar Yükseklik	
<i>rho</i>	-0.011
<i>p</i>	0.828
Patellar Tendon Uzunluğu	
<i>rho</i>	-0.002
<i>p</i>	0.962
Insall – Salvati İndeksi	
<i>rho</i>	0.004
<i>p</i>	0.943
TT – TO Mesafesi	
<i>rho</i>	0.200
<i>p</i>	<0.001
LTİ	
<i>rho</i>	-0.375
<i>p</i>	<0.001
TFA	
<i>rho</i>	-0.087
<i>p</i>	0.080
Troklear Derinlik	
<i>rho</i>	-0.235
<i>p</i>	<0.001

Tablo 6: Hasta grubunda LPT açısının dağılımının incelenen kategorik değişkenler ile ilişkisi

Değişken		LPT Açısı <i>medyan (Ç₁ – Ç₃)</i>	<i>p</i>
Cinsiyet	Erkek	12.5 (9.0 – 17.0)	0.324
	Kadın	13.0 (10.0 – 17.0)	
Taraf	Sol	14.0 (10.0 – 18.0)	0.182
	Sağ	13.0 (10.0 – 17.0)	
Troklear Displazi	Var	15.0 (12.0 – 22.5)	0.004
	Yok	13.0 (10.0 – 17.0)	
SL Hoffa Ödemi	Var	13.0 (10.0 – 17.0)	0.271
	Yok	12.0 (9.0 – 17.0)	
SL Dışı Hoffa Ödemi	Var	14.0 (10.0 – 16.2)	0.793
	Yok	13.0 (10.0 – 17.0)	
Suprapatellar Ödem	Var	13.0 (10.0 – 17.0)	0.562
	Yok	13.0 (10.0 – 17.0)	
Prefemoral Ödem	Var	13.0 (10.0 – 16.0)	0.525
	Yok	13.0 (10.0 – 17.0)	
Efüzyon	Var	13.0 (10.0 – 17.0)	0.155
	Yok	14.0 (10.5 – 17.0)	
Patellar Kondromalazi	Var	14.0 (10.0 – 17.0)	0.047
	Yok	12.0 (9.7 – 15.0)	
Femoral Kondromalazi	Var	13.0 (9.7 – 17.0)	0.640
	Yok	13.0 (10.0 – 17.0)	
Patellar Tendinozis	Var	13.0 (10.0 – 16.0)	0.716
	Yok	13.0 (10.0 – 17.0)	
Kuadriseps Tendinozis	Var	17.0 (11.5 – 20.0)	0.005
	Yok	13.0 (10.0 – 17.0)	

Hasta grubunda devamlı değişkenlerin dağılımının KPA ile ilişkisi incelendiğinde TOA'nın pozitif yönde, LTİ açısının negatif yönde zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi olduğu saptandı. Diğer devamlı değişkenlerin dağılımı ile KPA arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı (Tablo 7).

Tablo 7: Hasta grubunda KPA dağılımının incelenen devamlı değişkenler ile ilişkisi

Değişken	KPA Dağılımı ile İlişki
Yaş	
<i>rho</i>	0.059
<i>p</i>	0.239
LPT Açısı	
<i>rho</i>	-0.029
<i>p</i>	0.561
Troklear Oluk Açısı	
<i>rho</i>	0.129
<i>p</i>	0.009
Patellar Yükseklik	
<i>rho</i>	0.071
<i>p</i>	0.153
Patellar Tendon Uzunluğu	
<i>rho</i>	0.083
<i>p</i>	0.097
Insall – Salvati İndeksi	
<i>rho</i>	0.016
<i>p</i>	0.753
TT – TO Mesafesi	
<i>rho</i>	0.043
<i>p</i>	0.391
LTİ	
<i>rho</i>	-0.143
<i>p</i>	0.004
TFA	
<i>rho</i>	-0.061
<i>p</i>	0.216
Troklear Derinlik	
<i>rho</i>	-0.096
<i>p</i>	0.052

Hasta grubunda KPA dağılımının kategorik değişkenlerle ilişkisi incelendiğinde troklear displazi, SL dışı Hoffa yağ yastığı ödemi ve prefemoral yağ yastığı ödemi varlığında KPA açının istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek olduğu saptandı. Diğer kategorik değişkenler ile KPA açının dağılımı arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadı (Tablo 8).

Tablo 8: Hasta grubunda KPA dağılımının incelenen kategorik değişkenler ile ilişkisi

Değişken		KPA (°) <i>medyan (Ç₁ – Ç₃)</i>	<i>p</i>
Cinsiyet	Erkek	132.0 (128.0 – 138.0)	0.065
	Kadın	131.0 (126.2 – 137.0)	
Taraf	Sol	132.0 (127.0 – 138.0)	0.910
	Sağ	132.0 (127.0 – 137.0)	
Troklear Displazi	Var	136.0 (130.5 – 140.0)	0.010
	Yok	131.0 (127.0 – 137.0)	
SL Hoffa Ödemi	Var	132.0 (127.0 – 137.0)	0.547
	Yok	130.0 (126.0 – 139.0)	
SL Dışı Hoffa Ödemi	Var	133.0 (129.7 – 140.0)	0.001
	Yok	131.0 (126.0 – 136.0)	
Suprapatellar Ödem	Var	132.0 (127.0 – 138.0)	0.371
	Yok	131.0 (127.0 – 137.0)	
Prefemoral Ödem	Var	133.0 (130.0 – 138.7)	0.033
	Yok	131.0 (127.0 – 137.0)	
Efüzyon	Var	131.0 (127.0 – 137.7)	0.233
	Yok	132.0 (127.0 – 136.0)	
Patellar Kondromalazi	Var	132.0 (128.0 – 137.7)	0.051
	Yok	129.0 (125.7 – 136.5)	
Femoral Kondromalazi	Var	133.0 (127.0 – 139.2)	0.073
	Yok	131.0 (127.0 – 136.7)	
Patellar Tendinozis	Var	131.0 (126.0 – 139.0)	0.540
	Yok	132.0 (127.0 – 137.0)	
Kuadriseps Tendinozis	Var	137.0 (128.0 – 143.5)	0.026
	Yok	132.0 (127.0 – 137.0)	

Gözlemci içi uyumun devamlı değişkenler için SKK değerlendirilmesinde; TOA, TT – TO mesafesi, patellar yükseklik, patellar tendon uzunluğu, ISI ve LPT açısından mükemmel uyum; KPA, LTİ ve troklear derinlikte iyi düzeyde uyum; TFA

oranında ise orta düzeyde uyum saptandı (Tablo 9). Tüm değerlendirmelerde $p<0.001$ idi.

Gözlemci içi uyumun kategorik değişkenler için CKK değerlendirilmesinde; troklear displazi, prefemoral yağ yastığı ödemi, patellar kondromalazi, femoral troklear kondromalazi ve kuadriseps tendinozisinde mükemmel uyum; SL dışı Hoffa yağ yastığı ödemi ve efüzyonda iyi düzeyde uyum; SL Hoffa yağ yastığı ödemi, suprapatellar yağ yastığı ödemi ve patellar tendinoziste orta düzeyde uyum saptandı (Tablo 10). Tüm değerlendirmelerde $p<0.001$ idi.

Gözlemciler arası uyumun devamlı değişkenler için SKK değerlendirilmesinde; TT – TO mesafesi, patellar yükseklik, patellar tendon uzunluğu, ISI ve LPT açısında mükemmel uyum; KPA ve TOA'da iyi düzeyde uyum; LTİ açısı, TFA oranı ve troklear derinlikte orta düzeyde uyum saptandı (Tablo 11). Tüm değerlendirmelerde $p<0.001$ idi.

Tablo 9: Devamlı değişkenlerin incelenmesinde gözlemci içi uyum

Değişken	SKK	%95 Güven Aralığı		p
		Alt Sınır	Üst Sınır	
KPA	0.815	0.696	0.891	<0.001
TOA	0.835	0.726	0.903	<0.001
TT – TO Mesafesi	0.945	0.905	0.968	<0.001
Patellar Yükseklik	0.979	0.963	0.988	<0.001
Patellar Tendon Uzunluğu	0.966	0.940	0.980	<0.001
Insall – Salvati İndeksi	0.956	0.924	0.975	<0.001
LPT Açısı	0.952	0.917	0.973	<0.001
LTİ	0.641	0.444	0.779	<0.001
TFA	0.544	0.316	0.713	<0.001
Troklear Derinlik	0.792	0.661	0.876	<0.001

Tablo 10: Kategorik değişkenlerin incelenmesinde gözlemci içi uyum

Değişken	<i>kappa</i>	Standart Hata	<i>p</i>
Troklear Displazi	1.000	0.001	<0.001
SL Hoffa Ödem	0.706	0.103	<0.001
SL Dışı Hoffa Ödem	0.896	0.072	<0.001
Suprapatellar Ödem	0.711	0.101	<0.001
Prefemoral Ödem	1.000	0.001	<0.001
Efüzyon	0.865	0.093	<0.001
Patellar Kondromalazi	0.955	0.045	<0.001
Femoral Kondromalazi	0.940	0.060	<0.001
Patellar Tendinozis	0.715	0.108	<0.001
Kuadiseps Tendinozis	1.000	0.001	<0.001

Tablo 11: Devamlı değişkenlerin incelenmesinde gözlemciler arası uyum

Değişken	SKK	%95 Güven Aralığı		<i>p</i>
		Alt Sınır	Üst Sınır	
KPA	0.854	0.751	0.915	<0.001
TOA	0.794	0.393	0.912	<0.001
TT – TO Mesafesi	0.919	0.856	0.954	<0.001
Patellar Yükseklik	0.952	0.917	0.973	<0.001
Patellar Tendon Uzunluğu	0.954	0.858	0.980	<0.001
Insall – Salvati İndeksi	0.934	0.884	0.962	<0.001
LPT Açısı	0.941	0.889	0.967	<0.001
LTİ	0.683	0.503	0.806	<0.001
TFA	0.617	0.407	0.764	<0.001
Troklear Derinlik	0.631	0.429	0.772	<0.001

Gözlemci içi uyumun kategorik değişkenler için CKK değerlendirilmesinde; troklear displazi, SL Hoffa yağ yastığı ödemi, SL dışı Hoffa yağ yastığı ödemi, suprapatellar yağ yastığı ödemi, efüzyon, patellar kondromalazi ve patellar tendinozis için orta düzeyde uyum; prefemoral ödem, femoral troklear kondromalazi ve

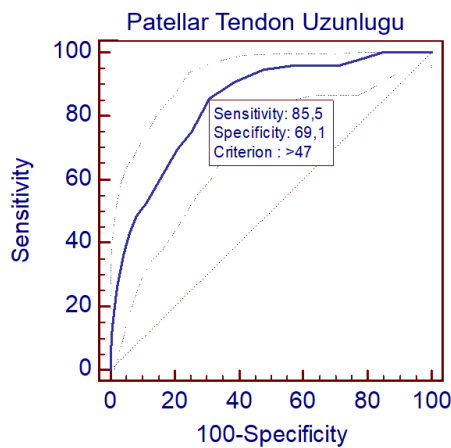
kuadriseps tendinozisi için düşük düzeyde uyum saptandı (Tablo 12). Prefemoral yağ yastığı ve femoral troklear kondromalazi değerlendirmesi için $p=0.002$, kuadriseps tendinozisi değerlendirmesi için $p=0.007$, diğer değerlendirmelerde $p<0.001$ idi.

Tablo 12: Kategorik değişkenlerin incelenmesinde gözlemciler arası uyum

Değişken	<i>kappa</i>	Standart Hata	<i>p</i>
Troklear Displazi	0.658	0.319	<0.001
SL Hoffa Ödem	0.667	0.107	<0.001
Hoffa Diğer Ödem	0.677	0.110	<0.001
Suprapatellar Ödem	0.504	0.108	<0.001
Prefemoral Ödem	0.394	0.178	0.002
Efüzyon	0.513	0.113	<0.001
Patellar Kondromalazi	0.633	0.117	<0.001
Femoral Kondromalazi	0.370	0.113	0.002
Patellar Tendinozis	0.660	0.118	<0.001
Kuadiseps Tendinozis	0.370	0.285	0.007

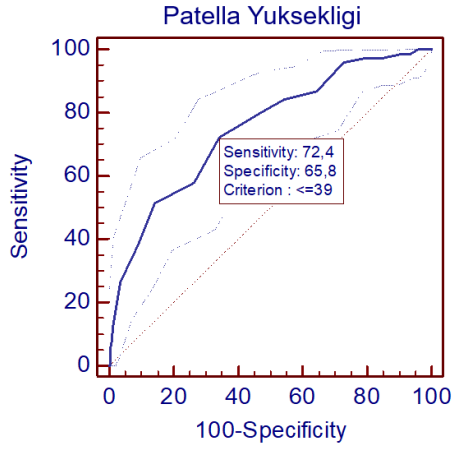
Patella alta tanısında patellar yükseklik ve patellar tendon uzunluğunun eşik değerini saptamak için elde olunan ROC eğrisine göre; patellar tendon uzunluğu 47mm'den büyük olduğunda %85.5 sensitivite ve %69.1 spesifiteyle, patellar yükseklik 39mm'den küçük veya eşit olduğunda %72.4 sensitivite ve %65.8 spesifiteyle patella alta tanısı konabileceği saptandı (Tablo 13 ve 14).

Tablo 13: Patella alta tanısında patellar tendon uzunluğu için ROC analizi



Eğri Altındaki Alan	0,841
%95 Güven Aralığı	0,802 – 0,875
p değeri	<0,001

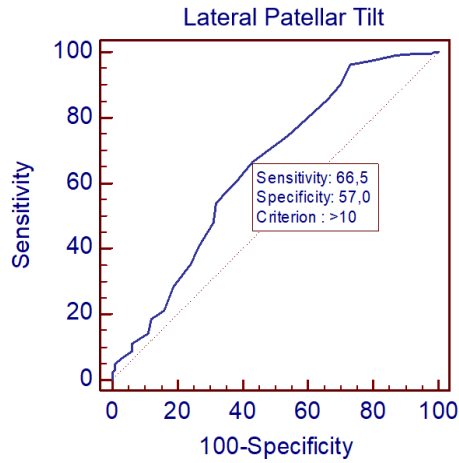
Tablo 14: Patella alta tanısında patellar yükseklik için ROC analizi



Eğri Altındaki Alan	0,750
%95 Güven Aralığı	0,705 – 0,792
p değeri	<0,001

SL Hoffa yağ yastığı ödemi oluşturan LPT açısının eşik değerini saptamak için elde olunan ROC eğrisine göre LPT açısı 10°'dan büyük olduğunda %66.5 sensitivite ve %57 spesifite ile SL Hoffa yağ yastığı ödemi tanısı konabileceği saptandı (Tablo 15).

Tablo 15: SL Hoffa yağ yastığı ödemi oluşturan LPT açısı için ROC analizi



Eğri Altındaki Alan	0,646
%95 Güven Aralığı	0,600 – 0,691
p değeri	<0,001

5. TARTIŞMA

Diz, anatomik olarak uyumsuz iki kemik yüzeyini çeşitli ligaman, tendon ve destek yapıları ile bir arada tutan bir eklemdir. Destek yapılarının çeşitliliği ile uygun dizilimi sağlamak adına kişiden kişiye değişen anatomik farklılıklar mevcuttur. Diz ekleminin anatomik varyasyonları belirli değer aralıklarında normal kabul edilmekle birlikte, bu aralıkların ve sınırların dışına çıktığında çeşitli sorunlara neden olabilmektedir. Anatomik varyasyonların birbirleriyle ve çeşitli patolojilerle ilişkisini saptamak spesifik tedavi açısından yol gösterici olmaktadır.

Patellar tilt ile SL Hoffa yağ yastığı ödemi ve patellofemoral kondromalazi ilişkisi literatürde tanımlanmıştır. Ancak, SL Hoffa yağ yastığı ödemi gelişimine neden olan LPT açısı için bir eşik değer ile LPT'nin diğer varyasyonlarla ilişkisini inceleyen yeterli çalışma Türkçe ve İngilizce literatürde bulunamamıştır. Ayrıca, KPA daha önce literatürde tanımlanmamıştır. Amacımız LPT ve KPA ile diğer anatomik varyasyonların ilişkisini incelemek; eşlikçi yağ yastığı, kıkırdak ve tendon patolojilerini ortaya koymaktır. Çalışmamızdaki diğer amaçlarımız da SL Hoffa yağ yastığı ödeminin varlığı için LPT açısına ait; patella alta tanısı için ise patellar tendon uzunluğu ve patellar yüksekliğe ait eşik değeri belirlemektir.

Bu çalışmada LPT varlığı ile TOA, troklear derinlik, patellar tendon uzunluğu, ISI, TT – TO mesafesi, LTİ açısı, TFA oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır. Buna göre LPT varlığı ile TOA'da, patellar tendon uzunluğunda, ISI'de ve TT – TO mesafesinde artış; troklear derinlikte, LTİ açısında ve TFA oranındaki azalma ilişkilidir. Ayrıca LPT varlığı ile SL Hoffa, SL dışı Hoffa, suprapatellar ve prefemoral yağ yastığı ödemi, suprapatellar bursada efüzyon, patellar ve femoral troklear kondromalazi varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki mevcuttur. Hasta grubunda LPT açısındaki artış ile TOA ve TT – TO mesafesinde artışın, LTİ açısı ve troklear derinlikte ise azalmanın istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi bulunmuştur. LPT açısındaki artış ile troklear displazi, patellar kondromalazi ve kuadriseps tendinozis varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Hasta grubunda KPA'da artış ile TOA'daki artışın ve LTİ açısındaki azalmanın istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca KPA'da artış ile troklear

displazi, SL dışı Hoffa ve prefemoral yağ yastığı ödemleri, kuadriseps tendinozisi varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır.

Patellofemoral dizilim bozukluğu ve anterior diz ağrısı nedenlerinden biri olan patellar tilt, patellanın aksiyal düzlemdeki açılanmasını tanımlamaktadır (61). Literatürde patellar tilt varlığı için farklı ölçüm yöntemleri mevcuttur ancak genel olarak kabul edilen yöntem LPT açısı ölçülerek saptanmasıdır. Grelsamer ve ark. MRG üzerinden LPT açısı ölçümünün fizik muayenedeki tilt değerlendirmesini %87 sensitivite ve %88 spesifite ile tahmin edebildiğini saptamıştır (61). Çalışmamızda patellar tilt değerlendirilirken fizik muayeneyle korele olması, tilt açısındaki küçük değişiklikleri daha iyi saptayabilmesi ve lateral faset morfolojisinden etkilenmemesi nedeniyle LPT açısı ölçümü kullanılmıştır. Literatürde LPT açısı ile daha çok patellar instabilite arasındaki ilişki incelenmiş ve LPT açısı için çeşitli eşik değerler bulunmuştur (61, 64, 65, 73, 77 – 79, 92). Dejour ve ark. patellar tiltin patellofemoral instabiliteyle direkt olarak ilişkili olduğunu savunmuştur (93). Escala ve ark. LPT'nin patellar instabiliteyi saptamada en yüksek sensitivite ve spesifiteye sahip olduğunu belirtmiştir (65). Güncel yaklaşımda ise LPT, patellofemoral instabiliteye direkt olarak etki etmeyen ancak artmış TT – TO mesafesi, patella alta, troklear displazi, medial patellofemoral ligaman patolojileri gibi etkenler sonucu oluşan ve instabiliteyle indirekt ilişkili bir faktör olarak tanımlanmaktadır (67, 73). Çalışmamızda hasta grubu oluşturulurken klinik ile korelasyon sağlamak ve bir kesim noktası belirlemek adına literatürde patellofemoral instabilite ile ilişkilendirilen en küçük LPT açısı olan ve kliniğimizde patellar tilt açısından anlamlı kabul edilen 5° değeri eşik olarak alındı. Powers ve ark. kinematik MRG ile yaptıkları çalışmada diz ekstansiyonu ile LPT açısında azalma geliştiğini saptamıştır (66). Bu nedenle LPT açısı ölçümünde diz eklemi pozisyonu ve açısı önemlidir. Çalışmamızda eklem açısını yaklaşık 10° – 15° arasında tutacak şekilde pozisyonlandıran diz koili ile elde olunan görüntüler değerlendirildiğinden hastalar arası pozisyon farklılıkları minimale indirgenmiştir.

Diz eklemının morfolojik ölçütlerinden olan TOA, TT – TO mesafesi, LTİ açısı, troklear derinlik ve TFA'daki varyasyonlar eklem biyomekaniğini etkileyebilmekte, başta patellofemoral instabilite ve buna ikincil eklem patolojileri olmak üzere çeşitli klinik sonuçlara neden olabilmektedir. Bunların arasında LTİ açısında 11°'den küçük olma, troklear derinlikte 3mm'den az olma, TFA'da %40'ın

altında olma ve TOA'da 144°'den geniş olma kriterleri troklear displazinin tanısında kullanılmaktadır. Çalışmamızda troklear displazi varlığını saptarken bu kriterlerden birisinin olması anlamlı kabul edildi. Troklear displazi tanısında lateral grafiler ile Dejour sınıflaması yapılabileceği gibi aksiyal MRG kesitlerinden bu sınıflamaya tam uymasa da displazi tanısı başarılı biçimde konabilmektedir (73). Trokleanın konjenital geometrik anormalliğini tanımlayan troklear displazi, femoral trokleanın daha çok kranial bölümünü etkiler. Bu nedenle troklear displazi, troklear derinlik ve TFA'nın değerlendirilmesinde tibiofemoral eklem aralığından 3cm kranialdeki aksiyal MRG kesitinin kullanılması önerilmiştir (57). Her ne kadar instabilite için ana faktörlerden biri olarak tanımlansa da Diederichs ve ark. çalışmalarında displazinin şiddeti ile patellofemoral instabilite arasında anlamlı ilişki saptamamıştır (55). Keser ve ark. çalışmalarında troklear displazili olguların %77.7'sinde patellar tiltte artış bulmuştur (56). Displastik trokleanın kinematik özelliklerini kadavralarda inceleyen bir çalışmada ise troklear displazi varlığında LPT'de artış olduğu öne sürülmüştür (94). Biz de troklear displazi varlığında LPT açısı değerinin daha yüksek olduğunu gösterdik (p=0.004).

Troklear oluk açısı ile ilgili literatürde genellikle patellofemoral instabilite üzerine çalışmalar mevcuttur ve instabilitede sığılaştığı ortaya konulmuştur (55, 57, 65). Qin ve ark. ise direkt olarak LPT ile TOA arasındaki ilişkiyi incelemiş ve pozitif yönde anlamlı ilişki bulmuştur (95). Biz de TOA'nın hasta grubunda daha fazla olduğunu (p=0.008) ve LPT açısının sayısal değerindeki artış ile TOA arasında pozitif yönde anlamlı ilişki olduğunu saptayarak (p=0.005) literatür ile uyumlu biçimde TOA'daki artışın LPT açısını arttırdığını belirledik.

LTİ açısında azalmanın literatürde patellofemoral instabilite ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür (56, 60, 65). Bu açının anterior diz ağırlı olgularda daha az olduğu ve LPT açısı ile negatif yönde ilişkili olduğu bulunmuştur (92, 96). Çalışmamızda hasta grubunda LTİ açısının az olduğunu (p<0.001) ve LPT açısının sayısal değeri ile LTİ açısı arasında negatif yönde anlamlı ilişki bulunduğunu saptayarak (p<0.001) literatür ile uyumlu biçimde LTİ'deki azalmanın LPT açısını arttırdığını belirledik.

TT – TO mesafesinde anormal artış, patellayı etkileyen lateral güç vektörlerini egemen kılarak onu laterale doğru çeker. Bu da patellofemoral dizilim bozukluğuna

neden olarak çeşitli klinik sonuçlar doğurur. Bu mesafe, diz tam ekstansiyondayken daha fazla ölçülebilmektedir. Bu nedenle MRG incelemede vücut koili yerine minimal fleksiyonu sağlayan diz koili kullanarak ölçüm yapmanın daha doğru sonuçlar sağladığı belirtilmiştir (73). Şiddetli displazide ise trokleada en derin noktayı bulmak konveks şekil nedeniyle mümkün olmadığından TT – TO mesafesi doğru biçimde ölçülemeyebilir (40). Literatürde anterior diz ağrısı ve instabilite mevcudiyetinde bu mesafenin arttığı belirtilmiştir (92). Biyani ve ark. LPT açısı ile TT – TO mesafesi arasında pozitif yönde anlamlı ilişki saptamıştır (96). Çalışmamızda hasta grubunda TT – TO mesafesinin daha fazla olduğunu ($p<0.001$) ve LPT açısı ile TT – TO mesafesi arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulunduğunu saptayarak literatürle uyumlu biçimde TT – TO'daki artışın LPT açısını arttırdığını belirledik ($p<0.001$).

Normalden düşük değerleri patellofemoral instabilite ve troklear displazi ile ilişkilendirilen TFA oranı ve troklear derinlik, çalışmamızda LPT açısı ile ilişki bakımından değerlendirildi. Her iki değişken hasta grubunda daha düşük değerlere sahipti ($p<0.001$). Ayrıca LPT açısı sayısal değeri ile troklear derinlik arasında negatif yönde ilişki bulundu ($p<0.001$), ancak TFA oranı için anlamlı ilişki gösterilemedi ($p=0.080$).

Çalışmamızda değerlendirilen eklem tarafı (sol/sağ) ile LPT varlığı veya LPT'nin sayısal dağılımı arasında istatistiksel anlamlı farklılık mevcut değildi (sırasıyla $p=0.177$ ve $p=0.182$). Literatürde de LPT ile bu değişkeni ilişkilendiren çalışma saptanmadı.

Diz eklemi efüzyonu patellofemoral dizilimi etkileyebilmekte ve LPT açısında değişikliklere neden olabilmektedir (61). Bu nedenle belirgin efüzyona sahip olgular çalışmamıza dahil edilmedi. Çalışmamızda LPT varlığı ile efüzyon ilişkisinin incelenmesinde, değerlendirmesi daha objektif bir bölge olan suprapateller bursa düzeyindeki sıvı esas alındı. Buna göre kontrol grubuyla karşılaştırıldığında hasta grubunda hafif – orta düzeyli efüzyon varlığı anlamlı olarak daha fazla bulundu. Çalışmamızda literatürle uyumlu biçimde patellar tilt varlığının ile efüzyonun ilişkili olduğunu gösterildi ($p<0.001$). Ancak hasta grubu içinde LPT açısının dağılımıyla efüzyon varlığı arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p=0.155$). Bu durumun, hasta

grubuna belirgin efüzyonu olan olguların dahil edilmemesi ile açıklanabileceği düşünüldü.

Patellanın sagittal düzlemdeki konumu patellofemoral eklem biyomekaniği ve stabilitesi üzerinde etkilidir. Kraniokaudal eksenindeki yerleşimi kişiden kişiye değişmekte ve genellikle normal sınırlar dahilinde varyasyon göstermektedir. Ancak patella alta veya baja durumunda çeşitli klinik bulgular oluşabilmektedir. Patella alta genellikle asemptomatik olmakla birlikte diz önü ağrısı, patellar kondromalazi, patellar instabilite ve SL Hoffa yağ yastığı ödemi ile ilişkili olabileceği tanımlanmıştır (28, 40, 53, 54). Yukarı yerleşimli patellanın dizin fleksiyonu esnasında troklear oluğa daha geç girmesi ve trokleanın düzenleyici etkisinden uzak kalması instabiliteye katkısının temelini oluşturur. Patella altanın etyolojisinde patellar tendonun normalden uzun olması sorumlu tutulmuştur (97). ISİ bu değerlendirme için sıklıkla kullanılan ve diz eklemi fleksiyon açısından bağımsız bir yöntemdir. İlk başta lateral radyografilerden tanımlanmasına karşın günümüzde MRG'de de güvenilir biçimde kullanılabilirliği gösterilmiş ve eşik değer olarak 1.3 değeri kabul görmüştür (70, 98). Ancak literatürde patella alta tanısında ISİ için MRG sınırını 1.5 olarak belirleyen çalışma da mevcuttur (54). Ayrıca MRG'de patellar tendon midsagittal kesitte tam düz değil de hafifçe kıvrımlı konumlanmış ise uzunluğunun ölçümü zorlayıcı olabilmektedir. Miller ve ark. patellar tendonun patellaya ve tibiaya yapışma düzeylerinin iç noktalarını birleştiren düz çizginin referans alınmasının güvenilir bir ölçüm olduğunu göstererek bu dezavantajı ortadan kaldırmıştır (70). Biz de çalışmamızda bu gibi olgularda onların gösterdiği şekilde ölçümlerimizi yaptık.

Patellanın sagittal düzlemdeki konumu ile patellofemoral instabiliteyi karşılaştıran çalışmalar olmasına karşın LPT ile ilişkisini inceleyen az sayıda çalışma mevcuttur. Ward ve ark. ile Pal ve ark. patella altaya sahip olgularda LPT açısının anlamlı olarak daha yüksek olduğunu bulmuştur (99, 100). Biyani ve ark. ise LPT açısı ile ISİ arasında anlamlı ilişki saptamamıştır (96). Bizim çalışmamızda ISİ ve patellar tendon uzunluğu için hasta grubu ile kontrol grubu arasında farklılık mevcut olup ikisi de hasta grubunda daha yüksek değerlere sahipti (sırasıyla $p=0.001$ ve $p<0.001$). Patellar yükseklik açısından ise anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0.480$). Hasta grubunda LPT açısı sayısal değerinin dağılımı ile patellar yükseklik, patellar tendon uzunluğu ve ISİ arasında anlamlı ilişki saptanmadı. Çalışmamıza göre LPT'nin

varlığında ISI ve patellar tendon uzunluğu daha fazla olmakta iken LPT varlığında açı sayısal değerinin artışı anlamlı bir farklılık oluşturmamaktadır. Bu sonuçlar ile sagittal düzlemde patellar tendon uzunluğunun LPT gelişimini etkileyen esas faktör olabileceği düşünülebilir.

Neyret ve ark. patellar tendonun 50mm'den uzun olmasının %67 sensitivite ve %90 spesifiteyle, Escala ve ark. ise aynı eşik değer için %52.5 sensitivite ve %84.5 spesifiteyle patellar instabilite açısından anlamlı olduğunu bulmuştur (65, 97). Çalışmalarındaki sensitivitenin nispeten düşük, spesifitenin ise yüksek olması bize instabiliteyi ön görmeye patellar tendon uzunluğunun 50mm'den fazla olmasının değil, normal kabul etmede 50mm'den kısa olmanın daha değerli olabileceğini düşündürmüştür. Çalışmamızda instabiliteyi direkt olarak ön görmeye de patellofemoral instabilitenin majör etmenlerinden biri olan patella alta tanısında patellar tendon uzunluğunun 47mm'den fazla olmasını %85.5 sensitivite ve %69.1 spesifiteyle, patellar yüksekliğin 39mm'ye eş veya daha az olmasını % 72.4 sensitivite ve %65.8 spesifite ile anlamlı bulduk ($p<0.001$). Patellar tendon uzunluğu 47mm'den fazla ya da patellar yüksekliği 39mm'den az olan olguların ISI'leri hesaplanarak patella alta varlığı açısından dikkatli değerlendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Eklem stabilitesine katkı sağlayan ve hareketi kolaylaştıran yağ yastıkları, zengin sinirsel ve vasküler ağa sahip olduklarından patolojileri diz ağrısına neden olabilmektedir. Tekrarlayan sıkışma, sürtünme ve mikrotravmalar sonucu gelişen inflamasyon, ödem, hemoraji ve fibrozis bu ağrının kaynağını oluşturur. Ancak MRG'lerde izlenen yağ yastığı ödeminin asemptomatik olabileceği de akılda tutulmalıdır.

Hoffa yağ yastığı patolojileri genellikle komşu yapı patolojilerine ikincil gelişir. İzole patolojisi ise daha nadir olup femoral kondiller ile tibial plato arasında sıkışması sonucunda olacağı Albert Hoffa tarafından tanımlanmıştır (101). Ayrıca geçirilmiş cerrahi veya artroskopiye ikincil olarak da ödem ve skarlaşma oluşabilmektedir. Hoffa yağ yastığında ödem en sık SL kesimde, lateral patellofemoral ligaman ile trokleanın lateral faseti arasında tekrarlayan mikrotravmalara bağlı olarak meydana gelir (9, 84). Literatürde SL Hoffa yağ yastığındaki ödem ile TT – TO mesafesi, patella alta, LPT gibi patellofemoral dizilim bozukluğu parametreleriyle

ilişkilendiren çalışmalar mevcuttur (9, 58, 63, 83, 92, 102 – 104). Bu etmenlere ikincil gelişen SL Hoffa yağ yastığının lateral femoral kondil ile patellar tendon veya lateral patellar faset arasında sıkışması ödemin ana nedenidir. Jibri, Subhawong, Barbier-Brion, Cristiano ile Gürsoy ve ark. herbiri ayrı ayrı SL Hoffa yağ yastığı ödemi neden olan faktörleri araştırdıkları çalışmalarda patellar tilt ile anlamlı ilişki bulmuşlardır (58, 83, 92, 105, 106). Campagna ile Widjajahakim ve ark. ise patellar tilt ile SL Hoffa yağ yastığı ödemi arasında anlamlı ilişki bulamamıştır (63, 102). Çalışmamızda patellar tilt varlığını ile hem SL hem de SL dışı Hoffa yağ yastığı ödemi ilişkili olarak saptadık (sırasıyla $p<0.001$ ve $p=0.004$). Ancak hasta grubunda LPT açısının dağılımıyla SL ve SL dışı Hoffa yağ yastığı ödemi arasında anlamlı ilişki gösteremedik (sırasıyla $p=0.271$ ve $p=0.793$). Bu durum LPT varlığının SL Hoffa ödemi açısından risk teşkil ettiğini ancak LPT varlığında açının daha da artmasının ödem varlığını değiştirmediğini düşündürmektedir. Yanısıra, LPT açısındaki artış ile ödem şiddeti arasında ilişki olabilir ancak çalışmamızda bu parametre değerlendirilmemiştir.

Suprapatellar yağ yastığı ödemi kuadriseps tendonu, patella üst konturu ve troklea arasında tekrarlayan sürtünme ve sıkışmalara ikincil gelişir. Buradaki ödem varlığı için posterior konturunda suprapatellar bursaya doğru konveksite gelişimi tanı koymada etkili bir kriterdir. Roth ve ark. posterior konturdaki konveksite ile diz önü ağrısı arasında anlamlı ilişki bulmuştur (107). Shabshin ve ark. suprapatellar yağ yastığı ödemi klinik öneminin belirsiz olduğunu öne sürmüştür (108). Literatürdeki çalışmalarda suprapatellar yağ yastığı ödemi ile patellar tilt ve diğer patellofemoral dizilim bozukluğu parametleri arasında anlamlı ilişki gösterilememiştir (107, 109). Biz ise bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak patellar tilt varlığı ile suprapatellar yağ yastığı ödemi arasında anlamlı ilişki saptadık ($p=0.006$); ancak hasta grubunda LPT açısının dağılımı ile suprapatellar yağ yastığı ödemi arasında anlamlı ilişkiyi gösteremedik ($p=0.562$). Bu sonuçlar ile suprapatellar yağ yastığı ödemi gelişmesi üzerinde de patellofemoral eklem dizilim bozukluklarının etkili olabileceğini düşünmekteyiz.

Prefemoral yağ yastığı ödemi için çalışmalar daha az olup yine patellofemoral eklemdaki sıkışmaya ikincil gelişebileceği değerlendirilmiştir (28, 105). Patella üst polüne komşu alanda lokalize diz ağrısı nedeni olabilmektedir. Ödemli prefemoral yağ

yastığında T2 sinyal artışının yanı sıra hacim artışının neden olduğu suprapatellar bursaya protrüzyon da eşlik edebilir (84). Çalışmamızda patellar tilt varlığı ile prefemoral yağ yastığı ödemi arasında anlamlı ilişki bulduk ($p=0.007$). Hasta grubunda LPT açısının dağılımı ile prefemoral ödemi karşılaştırdığımızda ise anlamlı ilişki saptamadık ($p=0.525$). Literatürde prefemoral yağ yastığı ile LPT açısının ilişkisini inceleyen çalışmaya ise rastlamadık.

Çalışmamızdaki yağ yastıkları ile ilgili bu verilerden LPT varlığının SL Hoffa, SL dışı Hoffa, suprapatellar ve prefemoral yağ yastığı ödemleri ile ilişkili olduğu; ancak LPT varlığı kabul edilen değerlerde LPT açısındaki sayısal değişikliklerin yağ yastığı ödemi varlığına etki etmediği sonucunu çıkarılabiliriz.

Patellofemoral eklem kıkırdağı patolojileri sık görülen ve genellikle diz önu ağrısına neden olan bir durumdur. Yaşam kısıtlayıcı bir süreç olan osteoartriti görece genç yaşta başlatabilmektedir. Kıkırdak patolojileri veya osteokondral lezyonların, artroskopi yapılan hastalarda %61 – 66 gibi sık bir oranda görülebildiği ve bunların üçte birinin patellofemoral ekleme olduğu belirtilmiştir (110). Kondromalazi terimi sıklıkla patellar kıkırdak patolojisini tanımlamak için kullanılmakla birlikte patella dışı kıkırdak yumuşaması, incilmesi ve defektini de tanımlayabilir. Patellar kondromalazi etyolojisinde travma, komşu subkondral kemikte vasküler yetersizlik, patellar instabiliteye neden olan başta patella alta olmak üzere anatomik varyasyonlar ve diğer yapısal faktörler suçlanmıştır (40, 53, 75, 83, 111). Patellar instabilitede eklem yüzey temas alanının normale göre daha az olması ve patella üzerindeki lateral kuvvetlerin artması ile eklem mekaniği değişmiştir (99, 104). Yüzey alanının azalması birim alandaki basınçta artışa neden olur ve bu artış lateral kuvvetlerin etkisiyle lateral fasette daha belirgindir. Anormal yük sonucu gelişen kollajen fasikülasyonları kondromalazi sürecini başlatır (69). Patellofemoral eklem kıkırdağı görüntülenmesindeki esas amaç ise ciddi morfolojik değişiklikler olmadan erken evrede tanınıp tedavi edilmesini sağlamaktır (44).

Literatürde, kondromalazi patella (KP) ile diz eklemi anatomik varyasyonlarının ve patellar instabilite etmenlerinin ilişkisini inceleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bunlara göre patellar tilt, ISI, TT – TO mesafesi ve TOA'daki artış, troklear derinlikte azalma, patella alta ve troklear displazi varlığı KP ile

ilişkilendirilmiştir (79, 83, 104, 110, 111). Ambra ve ark. troklear kıkırdak patolojilerinin patellar kıkırdak patolojilerine göre daha ileri yaşta ortaya çıktığını ve anatomik risk faktörleri ile daha az ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (110). Thuillier ve ark. kıkırdağı T1p ve T2 haritalama ile değerlendirdikleri çalışmalarında patellar tilt açısındaki artışın T1p haritalamada kondromalazi ile ilişkili olduğunu, T2 haritalamada ise anlamlı ilişki olmadığını saptamış ve yanısıra, KP'nin lateral fasette daha fazla olduğunu göstermiştir (112). Bu çalışma, kıkırdağın değişik metotlarla değerlendirilmesinin kondromalazi tanısında farklı sonuçların ortaya çıkabilme olasılığını akla getirmektedir.

Anatomik varyasyonların kondromalazi ile ilişkilerini saptayan bu bulgulara karşın Endo ve ark. KP varlığını cerrahi olarak değerlendirdikleri çalışmalarında troklear derinlik, patellar yükseklik, patellar tendon uzunluğu ve ISI ile KP arasında anlamlı ilişki bulmamıştır (111). Ayrıca, Mehl ve ark. ile Gürsoy ve ark. patellar tilt ile, Ali ve ark. ise ISI ile KP arasında istatistiksel anlamlı ilişki saptamamıştır (53, 79, 83).

Çalışmamızda LPT varlığı ile KP ve femoral troklear kondromalazi arasında istatistiksel anlamlı ilişki saptadık (her ikisi için de $p < 0.001$). Hasta grubunda LPT açısının dağılımı ile KP varlığı arasında anlamlı ilişki bulduk ($p = 0.047$). Bu ilişkiye göre kondromalazi varlığında LPT açısı daha yüksek değerler almaktaydı. Hasta grubunda LPT açısının dağılımı ile femoral troklear kondromalazi arasında ilişki gösteremedik ($p = 0.640$).

Kondromalazi etyolojisinde patellar instabilite ve dizilim bozukluğunun katkı sağladığı çeşitli çalışmalar ile kanıtlandığından patellar instabilite ve dizilim bozukluğunun neden olduğu yağ yastığı ödemi ile kondromalazi arasındaki ilişki de araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Özellikle SL Hoffa yağ yastığı ile KP ilişkilendirilmiştir (104, 109). Haj-Mirzaian ve ark. yağ yastığı ödemi ile patellar kıkırdak hacim kaybını incelediği çalışmalarında SL Hoffa yağ yastığı ödeminin patellar kıkırdak patolojisine eşlik ettiğini ve ileride olacak kıkırdak kaybını öngördüğünü belirtmiştir (113). Suprapatellar yağ yastığı ödemi ile KP arasında ve SL Hoffa yağ yastığı ödemi ile troklear kondromalazi arasında ise ilişki gösterilememiştir (104, 107, 108).

Diz eklemi ekstansiyonunun esas sorumlusu olan kuadriseps kası, gücünü kuadriseps tendonu, patella ve patellar tendon aracılığıyla tibiaya iletir. Kuadriseps ve patellar tendonlarda direkt travma, aşırı kullanım veya anatomik yapılar arasında kronik sıkışmaya bağlı olarak patolojiler oluşabilmektedir (114). Tendon patolojileri sıklıkla tendinozis şeklinde karşımıza çıkar. Daha nadiren kısmi veya tam kat yırtıkları da oluşabilir. Patellar tendonun tipik patolojileri olan atlayıcı dizi, Sinding – Larsen – Johansson hastalığı ve Osgood – Schlatter hastalığı ise aşırı kullanım ve kronik traksiyon ile ilişkilidir (115). Tendinozisle karışacak biçimde kuadriseps tendonu ince ve düzgün konturlu yüksek sinyalli striasyonlar, patellar tendon ise proksimal yapışma düzeyi derininde fokal hafif yüksek sinyalli alan bulundurabilir. Asemptomatik olgularda da izlenen bu bölgelerden tendon liflerinin dizilimi, tendon dışı lifler, sihirli açılı fenomeni ve endotenon yağ olarak nitelendirilen yağ yastıklarının tendon içerisine kısmi uzanımı sorumlu tutulmuştur (84, 116). Yüzeysel liflere göre daha zayıf lifler içeren patellar tendon proksimal derin kesimi, diz fleksiyonda iken patella alt polü tarafından sıkıştırılabilir. Bu mekanizma, patellar tendinozisin neden patellar tendon proksimalinde daha sık olduğunu açıklamıştır (114, 117).

Tscholl ve ark. patellar tendinopati ve patellofemoral dizilim bozukluğu parametrelerini değerlendirdikleri çalışmalarında tendinopati grubunda TFA oranının daha düşük, ISI ve TT – TO mesafesinin ise daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ancak çalışmalarında LPT açısı için gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (117). Johnson ve ark. da patella alta ile patellar tendinozis arasında ilişki bulmuştur (114).

Etyoloji benzerliği nedeniyle yağ yastığı ödemi ile tendinozis ilişkisi de literatürde değerlendirilmiştir. Campagna ve ark. SL Hoffa yağ yastığı ödemi ile patellar tendinozis arasında anlamlı ilişki bulmuş, ayrıca yağ yastığı ödemi tendinozis eşlik ettiğinde diz önü ağrısının daha belirgin olduğunu saptamıştır (102). Ancak Subhawong ve ark. SL Hoffa yağ yastığı ödemi ile patellar veya kuadriseps tendinozisi arasında ilişki gösterememiştir (105). Literatürde suprapatellar yağ yastığı ödemi ile patellar ve kuadriseps tendon patolojileri arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır (107, 108).

Çalışmamızda tendinozisin MRG değerlendirmesini daha optimal yapabilmek adına Johnson ve ark. yaptığı sinyal intensite sınıflamasına göre %50'den fazla

kalınlığı etkileyen yüksek sinyal varlığını tendinozis olarak kabul ettik (114). Buna göre patellar ve kuadriseps tendinozisi açısından hasta ve kontrol grupları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptamadık (sırasıyla $p=0.190$ ve $p=0.095$). Hasta grubunda LPT açısı dağılımı ile patellar tendinozis arasında ilişki saptamazken ($p=0.716$), kuadriseps tendinozisi ile anlamlı ilişki saptadık ($p=0.005$). Buna göre kuadriseps tendinozisi varlığında LPT açısı daha yüksek olmaktadır. Bu sonuç bize patellofemoral dizilim bozukluğunun ekstansör tendonlardan kuadriseps tendonu üzerinde daha fazla stres oluşturabileceğini düşündürmüştür.

Önceki araştırmaların ve bizim çalışmamızın bulgularına göre LPT açısı ile tendinozis ilişkisi henüz net olarak ortaya konamamıştır. Ancak, patellofemoral instabilite etmenleri kuvvet vektörlerini etkileyerek, kronik travma veya sıkışmaya neden olarak tendon patolojilerine yol açabilmektedir. Bu nedenle anterior diz ağrılı olgularda tendon patolojileri de akılda tutulmalıdır.

Diz eklemi kemik ve tendon yapılarıyla ilgili daha önce bahsedildiği üzere birçok anatomik varyasyon ve ölçüm tanımlanmıştır. Anatomideki bu çeşitlilik eklem mekaniğini etkileyip çeşitli sorunlara yol açabilmektedir. Ekstansör tendonlar diz eklem biyomekaniğinde önemli bir fonksiyona sahiptir. Tendon uzunlukları ve patella pollerine yapışma açıları kişiden kişiye değişiklik gösterebilir. Patella alta mevcudiyetinde daha yüksek tepki kuvvetlerine bağlı olarak diz ekstansör mekaniğinin değişmiş olabileceğini ve patella altaya sahip olmayan bireyler ile karşılaştırıldığında aynı diz fleksiyon kuvvetini aşmak için ekstansiyonda daha az kuvvet gerektiği gösteren kanıtlar mevcuttur (118, 119). Tendon uzunluklarını konu alan ile çeşitli araştırmalar olmasına karşın, Türkçe ve İngilizce literatürde iki tendon arasındaki açıyı ya da bu açının patellofemoral eklem değişkenlerine veya patolojilerine etkisini bildiren çalışmaya rastlamadık.

Anatomik varyasyonların değerlendirilmesi ve ölçümünde diz eklem pozisyonu sonuçları etkileyebilmektedir (40). Diğer anatomik varyasyonlarda da olduğu gibi KPA ölçümünde kuadriseps ve patellar tendonların dizilimi diz eklemının fleksiyon/ekstansiyon derecesi ile ilişkilidir. Literatürde eklem açısındaki değişikliklerin patellar tilt açısını, TT – TO mesafesini ve patellar yüksekliği etkilediği gösterilmiş, patellar tiltin değerlendirmesinde 20° fleksiyonun etkili olduğu

belirtilmiştir (67, 116). Neyret ve ark. patellar instabilite etmenlerini değerlendirdikleri çalışmalarında ölçümleri diz 10° fleksiyonda iken elde olunan MRG kesitlerinde yapmıştır (97). Tan ve ark. patellofemoral intabilite tanısı alan kişilerde yaptıkları çalışmalarında anatomik değerlendirmenin 10 – 20° fleksiyonda optimal yapılabildiğini savunmuştur (120). Biz de çalışmamızda hem KPA hem de diğer değerlendirmeler için dizi yaklaşık 10° – 15° fleksiyonda konumlandırılan diz MRG koili ile elde olunmuş görüntüleri kullandık. Böylelikle pozisyondan kaynaklanan değişiklikleri minimize ederek çalışma içi tutarlılığı sağladık ve literatür ile uyumlu bir değerlendirme yapmış olduk.

Çalışmamızda KPA medyan (1. Çeyrek – 2. Çeyrek) değerleri hasta grubunda 132.0 (127.0 – 137.2), kontrol grubunda 131.0 (128.2 – 134.0) olarak saptadık (p=0.704). Troklear displazi, SL dışı Hoffa ve prefemoral yağ yastığı ödemi ve kuadriseps tendinozisi varlığında KPA açısının anlamlı olarak daha fazla olduğunu bulduk (sırasıyla p=0.010, p=0.001, p=0.033, p=0.026). Tendon akslarında yapısal değişikliğe neden olup KPA'yı değiştirebilecek demografik faktörlerden olan cinsiyet ve yaşta anlamlı sonuca ulaşamadık. Bu bulgular doğrultusunda tendon düzlemlerinin birbirlerine yaklaşması yani KPA'da artış sonucu eklem dinamiğinin etkilenmesiyle prefemoral ve SL dışı Hoffa yağ yastığı ödeminin gelişebildiği, kuadriseps tendinozisinin ise kuvvet düzlemindeki değişikliğe bağlı gelişebildiği düşünülebilir. Ancak, KPA açısının komşu anatomik yapılara etkisini ortaya koymak adına patellofemoral instabilite tanılı olgularla normal olguların karşılaştırıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anatomik yapıların değerlendirmesi ve ölçümlendirilmesi çeşitli araştırmalarla objektifleştirilmeye ve klinik ile uyumlu hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla tanımlanan metodlar karşılaştırılmış ve en uygun olanları seçilmiştir. Ölçüm ve değerlendirme yöntemlerinin standardizasyonu sonucu gözlemci içi ve gözlemciler arası uyum değerlendirmesinin LPT, TOA, LTİ açısı, TFA oranı, troklear derinlik, ISI, patellar yükseklik, patellar tendon uzunluğu, TT – TO mesafesi, SL Hoffa yağ yastığı ödemi varlığı açısından iyi veya mükemmel seviyede olduğu bildirilmiştir (54, 58, 60, 63, 96, 102, 104, 113, 121 – 123). Dornacher ve ark. troklear displazi şiddeti arttıkça TT – TO mesafe ölçümlerinde mükemmel veya iyi düzeydeki uyumun orta düzeye düştüğünü göstermiştir (124). Dietrich ve ark. TT – TO mesafesi ölçümünde distal

nokta olarak tuberositas tibia orta noktası yerine tuberositas tibiaya yapışan patellar tendonun orta noktasının alınmasının ölçümler arası uyumu artırdığını belirtmiştir (73). Literatürde yüksek uyumun saptandığı çalışmalar çoğunlukta olsa da Tscholl ve ark. TOA, LTİ açısı ve TT – TO mesafesi için gözlemciler arası uyumu iyi veya mükemmel düzeyde saptarken LPT açısı ve ISİ için orta düzeyde, TFA oranında ise düşük düzeyde uyum saptamıştır (117). Campagna ve ark. patellar tendinopati varlığı değerlendirmesinin gözlemciler arası uyumunu mükemmel olarak bulmuştur (102).

Çalışmamızda gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumu da değerlendirdik. İncelediğimiz devamlı veya kategorik değişkenlerin çoğunda iyi veya mükemmel düzeyde gözlemci içi uyum ortaya koyduk. Gözlemciler arası uyumda devamlı değişkenlerin çoğunda yine iyi veya mükemmel düzeyde uyum mevcut iken, kategorik değişkenlerde orta veya düşük düzeyde uyum saptadık. Yeni bir ölçüm olan KPA'da hem gözlemci içi hem de gözlemciler arası uyum iyi düzeydeydi. Uyum sonuçlarımızdan; sayısal olarak ölçümü net olarak tanımlanan niceliksel verilerin değerlendirilmesinde gözlemciler arası uyumun sağlandığı ancak sayısal ölçümün olmadığı, görselliğe ve tecrübeye dayanan, niteliksel verilerin değerlendirmesinde tam olarak uyumun ortaya konmadığı sonucu çıkarılabilir. Örneğin; çalışmamızda sinyal artışı kriter alınarak değerlendirilen suprapatellar yağ yastığı ödeminin gözlemciler arası uyumu orta düzeyde saptanmışken, yağ yastığının suprapatellar bursa düzeyinde kitle etkisi varlığını kriter alan Tsavalas ve ark. iyi düzeyde uyum saptamıştır (109). Çalışmamızda ise yağ yastığı ödemi için sinyal artışı varlığı kriter alınarak suprapatellar yağ yastığı ödeminin gözlemciler arası uyumu orta düzeyde saptanmıştır. Bunun gibi niteliksel değerlendirmenin daha objektif kriterler ile ortaya konduğu başka çalışmalar da standardizasyon ve uyum artışı konusunda katkı sağlayacaktır. KPA ölçümündeki iyi uyum sonuçları ise bize bu değerlendirmenin farklı gözlemciler tarafından uygun teknik ile doğru biçimde olabileceğini göstermiştir.

Çoğu çalışmada olduğu gibi çalışmamızda da birtakım kısıtlılıklar mevcuttur. Tek merkezli olması ve retrospektif dizaynı bu kısıtlılıkların temelini oluşturmaktadır. Çalışmanın retrospektif olması bias nedeni olabilir, ancak araştırmacılar ölçüm ve değerlendirmeleri yaparken hasta hakkında hiçbir bilgiye sahip değildi. Kontrol grubu popülasyonunun görece az olması ve tamamen asemptomatik kişilerden oluşmaması da kısıtlılık nedenlerindedir. Yağ yastığı ödemi doğrulamak adına histopatolojik

örnekleme veya kondromalaziyi doğrulamak adına artroskopik inceleme kullanılmamıştır. Statik MRG kesitlerinin kullanıldığı çalışmamızda patellofemoral eklem dinamiği optimal şekilde değerlendirilememiş olabilir. Bu konuda kinematik MRG ile yapılacak randomize kontrollü prospektif çalışmalar daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Sonuçlarımızın klinik bulgularla korele edilmemesi de başka bir kısıtlılık nedenidir.



6. SONUÇ

Anatomisi nedeniyle diz eklemi ve özellikle patellofemoral eklem instabiliteye yatkın, varyasyonların izlendiği bir bölgedir. Bu varyasyonlardan biri olan LPT açısı, patellofemoral instabilitenin indirekt ancak görsel olarak kolay değerlendirilebilen ve tekrarlanan ölçümlerde tutarlılığı yüksek bir göstergesidir. Anormal LPT ile TOA, patellar tendon uzunluğu, TT – TO mesafesi, LTİ açısı, TFA oranı, troklear derinlik, ISI, peripatellar yağ yastığı ödemi ve patellofemoral eklem kondromalazisi ilişkili bulunmuştur. Sonuçlarımıza göre LPT açısı 10°'den fazla olan olguların SL Hoffa ödemi varlığı açısından dikkatli değerlendirilmesi gerekmektedir. Çalışmamızda troklear displazi, patellar kondromalazi, kuadriseps tendinozisi varlığında LPT açısının daha yüksek değerlerde olduğu; ayrıca tek başına patellar tendon uzunluğu ölçümünün patella alta tanısında başarılı olabildiği gösterilmiştir. Buna göre patellar tendonu 47mm'den uzun bireyler ile patellar yüksekliği 39mm'den az olan bireylerde ISI hesaplanarak patellofemoral uyumsuzluğa neden olabilecek patella alta varlığı değerlendirilmelidir.

Literatürde ilk kez tanımladığımız KPA; troklear displazi varlığından etkilenmekte olup, SL dışı Hoffa ve prefemoral yağ yastığı ödemi ile kuadriseps tendinozisi varlığında daha yüksek değerler almaktadır. LPT olmayan kontrol grubumuzda KPA 131°, LPT olan hasta popülasyonunda ise 132°'dir. Gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumun iyi olduğu bu açı ölçümünü deneyimli radyoloji uzmanı ve asistanları uygun teknik ile doğru bir şekilde yapabilir.

Varyasyonların ve neden olabildikleri patolojilerin akılda tutulması, diz ağrısı etyolojisini ortaya çıkarmada ayırıcı tanı açısından faydalıdır. Görüntülemelerde spesifik dizilim bozukluğu saptanması ise tedavinin şekillendirilmesinde yardımcı olacaktır.

PATELLAR TİLT VE KUADRİSEPS PATELLAR TENDON ARASINDAKİ AÇININ DİZ EKLEMİ ANATOMİK VARYASYONLARI VE PATOLOJİLERİ İLE İLİŞKİSİ

ÖZET

Diz eklemi kompleks anatomisi nedeni ile yapısal varyasyonlara sahiptir. Patellar tilt ile superolateral Hoffa yağ yastığı ödemi ve patellofemoral kondromalazi ilişkisi literatürde tanımlanmıştır. Ancak diğer varyasyonlar ile patellar tiltin ilişkisini inceleyen yeterli bilgi bulunmamaktadır ve kuadriseps – patellar tendon açısı daha önce tanımlanmamıştır. Amacımız patellar tilt ve kuadriseps – patellar tendon açısı ile diğer anatomik varyasyonların ilişkisini incelemek; eşlikçi yağ yastığı, kıkırdak ve tendon patolojilerini ortaya koymaktır.

Ocak 2015 – Ocak 2018 tarihleri arasında çekilen ve anormal patellar tilti olan 406 diz MRG’si çalışmaya dahil edildi. Kırk diz MRG’si kontrol grubu olarak alındı. Yaş, cinsiyet, taraf, troklear oluk açısı, tuberositas tibia – troklear oluk mesafesi, patellar tendon uzunluğu, patellar yükseklik, Insall – Salvati indeksi, lateral troklear inklinasyon açısı, troklear faset asimetri oranı, troklear derinlik, troklear displazi, suprapatellar – superolateral ve superolateral dışı Hoffa – prefemoral yağ yastığı ödemi, suprapatellar efüzyon, patellar ve femoral troklear kondromalazi, kuadriseps ve patellar tendinosis retrospektif olarak değerlendirildi. Patellar tilt ve kuadriseps – patellar tendon açısı ile diğer parametrelerin ilişkisi araştırıldı.

Superolateral ve superolateral dışı Hoffa – suprapatellar – prefemoral yağ yastığı ödemi, suprapatellar efüzyon, patellar ve femoral troklear kondromalazi anormal patellar tilt grubunda daha fazla saptandı. Troklear oluk açısı, tuberositas tibia – troklear oluk mesafesi, patellar tendon uzunluğu, Insall – Salvati indeksi, lateral troklear inklinasyon açısı, troklear faset asimetri oranı ve troklear derinlik ölçümleri gruplar arasında farklıydı. Lateral patellar tilt açısının dağılımı ile troklear displazi, patellar kondromalazi, kuadriseps tendinozisi, troklear oluk açısı, tuberositas tibia – troklear oluk mesafesi, lateral troklear inklinasyon açısı ve troklear derinlik ilişkili saptandı. Kuadriseps – patellar tendon açısının dağılımı ile troklear displazi, superolateral dışı Hoffa ve prefemoral yağ yastığı ödemi, kuadriseps tendinozisi, troklear oluk açısı, lateral troklear inklinasyon açısı ilişkili bulundu. Superolateral

Hoffa yağ yastığı ödemi varlığını saptamada lateral patellar tilt açısı kesim noktası 10 derece olarak belirlendi.

Diz, kuadriseps – patellar tendon açısı gibi anatomik varyasyonlar içeren kompleks bir eklemdir. Anatomik varyasyonların yağ yastığı, kıkırdak ve tendon patolojileriyle ilişkisi mevcuttur.

Anahtar Kelimeler: Anatomik varyasyon, Diz eklemi, Kondromalazi, Kuadriseps patellar açısı, Lateral patellar tilt, Yağ yastığı



THE RELATIONSHIP BETWEEN PATELLAR TILT AND QUADRICEPS PATELLAR TENDON ANGLE WITH ANATOMICAL VARIATIONS AND PATHOLOGIES OF THE KNEE JOINT

SUMMARY

The knee joint has structural variations due to its complex anatomy. The correlation between patellar tilt, oedema in superolateral portion of Hoffa fat pad and patellofemoral chondromalacia was described in the literature. However, there is not enough information about correlation between patellar tilt and other variations. Quadriceps – patellar tendon angle was not described before. Our aim was to describe the correlation between knee joint variations and analyse accompanying fat pad, cartilage and tendon pathologies.

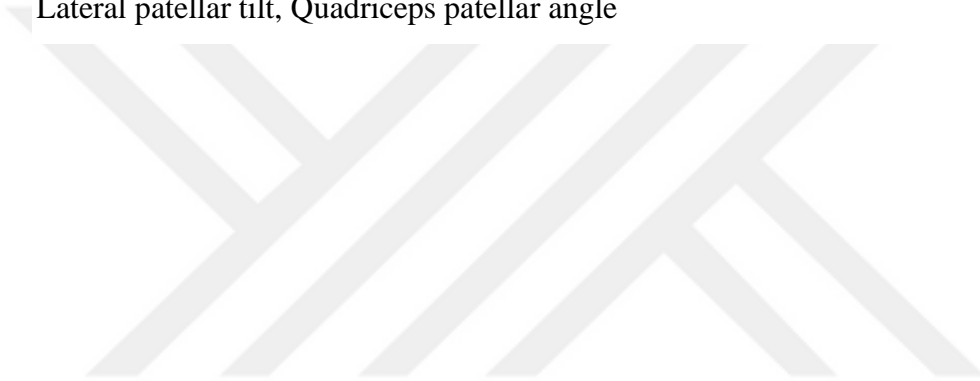
A total of 406 knee MRIs with abnormal patellar tilt, which were performed between January 2015 and January 2018, were included. Forty knee MRIs without abnormal patellar tilt were selected as a control group. Retrospective analyses of age, gender, side, trochlear sulcus angle, tibial tubercle – trochlear groove distance, patellar tendon length, patellar height, Insall – Salvati index, lateral trochlear inclination angle, trochlear facet asymmetry ratio, trochlear depth, trochlear dysplasia, suprapatellar – superolateral and other than superolateral portion of Hoffa – prefemoral fat pad oedema, suprapatellar effusion, patellar and femoral trochlear chondromalacia, quadriceps and patellar tendinosis were performed. The relationship between patellar tilt, quadriceps – patellar tendon angle and other parameters were evaluated.

Oedema in the superolateral and other portion of Hoffa, suprapatellar and infrapatellar fat pads, suprapatellar effusion, patellar and femoral trochlear chondromalacia were more frequent in abnormal patellar tilt group. Trochlear sulcus angle, tibial tubercle – trochlear groove distance, patellar tendon length, Insall – Salvati index, lateral trochlear inclination angle, trochlear facet asymmetry ratio, trochlear depth values were significantly different between two groups. The distribution of lateral patellar tilt angle was significantly related with trochlear dysplasia, patellar chondromalacia, quadriceps tendinosis, trochlear sulcus angle, tibial tubercle – trochlear groove distance, lateral trochlear inclination angle, trochlear depth in patellar tilt group. The distribution of quadriceps – patellar tendon angle was

significantly associated with trochlear dysplasia, other than superolateral portion of Hoffa fat pad oedema, prefemoral fat pad oedema, quadriceps tendinosis, trochlear sulcus angle, lateral trochlear inclination angle in patellar tilt group. We calculated 10 degrees of patellar tilt angle as a cut off value for oedema in the superolateral portion of the Hoffa fat pad.

The knee is a complex joint with anatomical variations including quadriceps – patellar tendon angle. They are associated with fat pad, cartilage and tendon pathologies.

Key Words: Anatomic variation, Chondromalacia, Fat pad, Knee joint, Lateral patellar tilt, Quadriceps patellar angle



KAYNAKLAR

1. Tubbs RS. Pelvic Girdle and Lower Limb. İçinde: Standring S. Gray's Anatomy The Anatomical Basis of Clinical Practice. 41st ed. Philadelphia: Elsevier Limited, 2016:1316-1451.
2. Taner D. Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. Dördüncü baskı. Ankara: HYB Basım Yayın, 2007.
3. Hirschmann MT, Müller W. Complex function of the knee joint: the current understanding of the knee. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2015;23:2780-2788.
4. Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. Sports Med Arthrosc Rev 2011;19:82-92.
5. Gupton M, Terreberry RR. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2019.
6. Gürsoy M. İnfrapatellar yağ yastığı ödemi ile patellofemoral dizilim bozukluğu ve kondromalazi patellanın ilişkisi [Uzmanlık tezi]. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 2013.
7. Sonin A. Knee Overview. İçinde: Blankenbaker DG, Davis KW. Diagnostic Imaging Musculoskeletal Trauma. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier, 2016:636-641.
8. Çavuş Y. Diz ekleminde menisküs yırtıklarının değerlendirilmesinde MRG ile artroskopi bulgularının karşılaştırılması [Uzmanlık Tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi, 2013.
9. Chhabra A, Subhawong TK, Carrino JA. A systematised MRI approach to evaluating the patellofemoral joint. Skeletal Radiol 2011;40:375-387.
10. Rünow A. The dislocating patella. Etiology and prognosis in relation to generalized joint laxity and anatomy of the patellar articulation. Acta Orthop Scand Suppl 1983;201:1-53.
11. Warren LF, Marshall JL. The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. J Bone Joint Surg Am 1979;61:56-62.
12. Terminologia Anatomica [İnternet]. terminologia-anatomica.org. 2019 Eki 3 tarihinde ulaşıldı. Adresinden ulaşılabilir: <http://terminologia-anatomica.org/en/Terms/View?sitemapItemId=154&defaultSearch={%22page%22:7}>
13. De Maeseneer M, Van Roy F, Lenchik L, Barbaix E, De Ridder F, Osteaux M. Three layers of the medial capsular and supporting structures of the knee: MR imaging-anatomic correlation. Radiographics 2000;20:suppl_1,S83-S89.
14. Loredó R, Hodler J, Pedowitz R, Yeh LR, Trudell D, Resnick D. Posteromedial corner of the knee: MR imaging with gross anatomic correlation. Skeletal Radiol 1999;28:305-311.

15. De Maeseneer M, Lenchik L, Starok M, Pedowitz R, Trudell D, Resnick D. Normal and abnormal medial meniscocapsular structures: MR imaging and sonography in cadavers. *AJR Am J Roentgenol* 1998;171:969-976.
16. Nissman DB, Hobbs RH, Pope TL, Geier CD, Conway WF. Imaging the knee: Ligaments. *Appl Radiol* 2008;37:25-32.
17. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1975;106:216-231.
18. Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:260-267.
19. Purnell ML, Larson AI, Clancy W. Anterior cruciate ligament insertions on the tibia and femur and their relationships to critical bony landmarks using high-resolution volume-rendering computed tomography. *Am J Sports Med* 2008;36:2083-2090.
20. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J. Tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry, arthroscopic landmarks, and orientation model for bone tunnel placement. *Arthroscopy* 2008;24:154-161.
21. Tsukada H, Ishibashi Y, Tsuda E, Fukuda A, Toh S. Anatomical analysis of the anterior cruciate ligament femoral and tibial footprints. *J Orthop Sci* 2008;13:122-129.
22. Mommersteeg TJ, Kooloos JG, Blankevoort L, Kauer JM, Huiskes R, Roeling FQ. The fibre bundle anatomy of human cruciate ligaments. *J Anat* 1995;187:461-471.
23. Kennedy NI, Wijdicks CA, Goldsmith MT, Michalski MP, Devitt BM, Aroen A, et al. Kinematic analysis of the posterior cruciate ligament, part 1: the individual and collective function of the anterolateral and posteromedial bundles. *Am J Sports Med* 2013;41:2828-2838.
24. Wijdicks CA, Kennedy NI, Goldsmith MT, Devitt BM, Michalski MP, Aroen A, et al. Kinematic analysis of the posterior cruciate ligament, part 2: a comparison of anatomic single- versus double-bundle reconstruction. *Am J Sports Med* 2013;41:2839-2848.
25. Knee Ligament Injuries [Internet]. *Fitnessphysio.com*. 2019 Eki 3 tarihinde ulaşıldı. Adresinden ulaşılabilir: <https://www.fitnessphysio.com/knee-ligament-injury>
26. Knee bursae [Internet]. *Radiopaedia.org*. 2019 Eki 3 tarihinde ulaşıldı. Adresinden ulaşılabilir: <https://radiopaedia.org/articles/knee-bursae>
27. Chatra PS. Bursae around the knee joints. *Indian J Radiol Imaging* 2012;22:27-30.

28. Jarraya M, Diaz LE, Roemer FW, Arndt WF, Goud AR, Guermazi A. MRI Findings Consistent with Peripatellar Fat Pad Impingement: How Much Related to Patellofemoral Maltracking? *Magn Reson Med Sci* 2018;17:195-202.
29. Anterior knee fat pads [İnternet]. Radiopaedia.org. 2019 Eki 3 tarihinde ulaşıldı. Adresinden ulaşılabilir: <https://radiopaedia.org/articles/anterior-knee-fat-pads>
30. Staeubli HU, Bollmann C, Kreutz R, Becker W, Rauschnig W. Quantification of intact quadriceps tendon, quadriceps tendon insertion, and suprapatellar fat pad: MR arthrography, anatomy, and cryosections in the sagittal plane. *AJR Am J Roentgenol* 1999;173:691-698.
31. Jacobson JA, Lenchik L, Ruhoy MK, Schweitzer ME, Resnick D. MR imaging of the infrapatellar fat pad of Hoffa. *Radiographics* 1997;17:675-691.
32. do Amaral RJFC, Almeida HV, Kelly DJ, O'Brien FJ, Kearney CJ. Infrapatellar Fat Pad Stem Cells: From Developmental Biology to Cell Therapy. *Stem Cells Int* 2017;2017:6843727.
33. Quadriceps tendon [İnternet]. Radiopaedia.org. 2019 Eki 3 tarihinde ulaşıldı. Adresinden ulaşılabilir: <https://radiopaedia.org/articles/quadriceps-tendon>
34. Zeiss J, Saddemi SR, Ebraheim NA. MR imaging of the quadriceps tendon: normal layered configuration and its importance in cases of tendon rupture. *AJR Am J Roentgenol* 1992;159:1031-1034.
35. University of Minnesota Web Anatomy Knee [İnternet]. 2019 Eki 3 tarihinde ulaşıldı. Adresinden ulaşılabilir: http://msjensen.cbs.umn.edu/webanatomy/skeletal/bone_knee_1_text.htm
36. Sadowska A, Spodnik JH, Wójcik S. Variations in popliteal fossa venous anatomy: implications for diagnosis of deep-vein thrombosis. *Folia Morphol (Warsz)* 2013;72:51-56.
37. Freeman MA, Wyke B. The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. *J Anat* 1967;101(Pt 3):505-532.
38. Fulkerson JP. *Disorders of the Patellofemoral Joint*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
39. Yu JS, Petersilge C, Sartoris DJ, Pathria MN, Resnick D. MR imaging of injuries of the extensor mechanism of the knee. *Radiographics*. 1994;14:541-551.
40. Diederichs G, Issever AS, Scheffler S. MR imaging of patellar instability: injury patterns and assessment of risk factors. *Radiographics*. 2010;30:961-981.
41. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dyn Med*. 2008;7:9.
42. Green ST. Patellofemoral syndrome. *Journal of bodywork and movement therapies* 2005;9:16-26.
43. Greenspan A. *Ortopedik Radyoloji: Pratik Bir Yaklaşım*. Çev.: Berna Dirim Mete, Fatma Bilge Ergen. Ankara: Dünya Tıp Kitapevi, 2016.

44. Ateşalp A. Patellofemoral eklemin görüntülenmesi (II. Bölüm). *Acta Orthop Traumatol Turc* 1995;29:361-368.
45. Alves TI, Girish G, Kalume Brigido M, Jacobson JA. US of the Knee: Scanning Techniques, Pitfalls, and Pathologic Conditions. *Radiographics*. 2016;36:1759-1775.
46. Van Heuzen EP, Golding RP, Van Zanten TEG, Patka P. Magnetic resonance imaging of meniscal lesions of the knee. *Clin Radiol* 1988;39:658-660.
47. Vohra S, Arnold G, Doshi S, Marcantonio D. Normal MR imaging anatomy of the knee. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2011;19:637-653.
48. Türk Radyoloji Derneği MRG ve BT İnceleme Standartları [İnternet]. Türk Radyoloji Derneği. 2019 Eki 9 tarihinde ulaşıldı. Adresinden ulaşılabilir: <https://www.turkrad.org.tr/assets/2018/standartlar2018.pdf>
49. Crema MD, Roemer FW, Marra MD, Burstein D, Gold GE, Eckstein F et al. Articular cartilage in the knee: current MR imaging techniques and applications in clinical practice and research. *Radiographics* 2011;31:37-61.
50. Vallotton JA, Meuli RA, Leyvraz PF, Landry M. Comparison between magnetic resonance imaging and arthroscopy in the diagnosis of patellar cartilage lesions: a prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1995;3:157-162.
51. Freeman DM, Bergman G, Glover G. Short TE MR microscopy: accurate measurement and zonal differentiation of normal hyaline cartilage. *Magn Reson Med* 1997;38:72-81.
52. Dunn TC, Lu Y, Jin H, Ries MD, Majumdar S. T2 relaxation time of cartilage at MR imaging: comparison with severity of knee osteoarthritis. *Radiology* 2004;232:592-598.
53. Ali SA, Helmer R, Terk MR. Patella alta: lack of correlation between patellochlear cartilage congruence and commonly used patellar height ratios. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;193:1361-1366.
54. Shabshin N, Schweitzer ME, Morrison WB, Parker L. MRI criteria for patella alta and baja. *Skeletal Radiol* 2004;33:445-450.
55. Diederichs G, Köhlitz T, Kornaropoulos E, Heller MO, Vollnberg B, Scheffler S. Magnetic resonance imaging analysis of rotational alignment in patients with patellar dislocations. *Am J Sports Med* 2013;41:51-57.
56. Keser S, Savranlar A, Bayar A, Ege A, Turhan E. Is there a relationship between anterior knee pain and femoral trochlear dysplasia? Assessment of lateral trochlear inclination by magnetic resonance imaging. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16:911-915.
57. Pfirrmann CW, Zanetti M, Romero J, Hodler J. Femoral trochlear dysplasia: MR findings. *Radiology*. 2000;216:858-864.

58. Jibri Z, Martin D, Mansour R, Kamath S. The association of infrapatellar fat pad oedema with patellar maltracking: a case-control study. *Skeletal Radiol* 2012;41:925-931.
59. Salzman GM, Weber TS, Spang JT, Imhoff AB, Schöttle PB. Comparison of native axial radiographs with axial MR imaging for determination of the trochlear morphology in patients with trochlear dysplasia. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130:335-340.
60. Carrillon Y, Abidi H, Dejour D, Fantino O, Moyon B, Tran-Minh VA. Patellar instability: assessment on MR images by measuring the lateral trochlear inclination-initial experience. *Radiology* 2000;216:582-585.
61. Grelsamer RP, Weinstein CH, Gould J, Dubey A. Patellar tilt: the physical examination correlates with MR imaging. *Knee* 2008;15:3-8.
62. Laurin CA, Lévesque HP, Dussault R, Labelle H, Peides JP. The abnormal lateral patellofemoral angle: a diagnostic roentgenographic sign of recurrent patellar subluxation. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60:55-60.
63. Widjajahakim R, Roux M, Jarraya M, Roemer FW, Neogi T, Lynch JA et al. Relationship of Trochlear Morphology and Patellofemoral Joint Alignment to Superolateral Hoffa Fat Pad Edema on MR Images in Individuals with or at Risk for Osteoarthritis of the Knee: The MOST Study. *Radiology* 2017;284:806-814.
64. Grelsamer RP, Bazos AN, Proctor CS. Radiographic analysis of patellar tilt. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75:822-824.
65. Escala JS, Mellado JM, Olona M, Giné J, Saurí A, Neyret P. Objective patellar instability: MR-based quantitative assessment of potentially associated anatomical features. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:264-272.
66. Powers CM, Shellock FG, Pfaff M. Quantification of patellar tracking using kinematic MRI. *J Magn Reson Imaging* 1998;8:724-732.
67. Berruto M, Ferrua P, Carimati G, Uboldi F, Gala L. Patellofemoral instability: classification and imaging. *Joints* 2013;1:7-14.
68. Walker C, Cassar-Pullicino VN, Vaisha R, McCall IW. The patello-femoral joint—a critical appraisal of its geometric assessment utilizing conventional axial radiography and computed arthro-tomography. *Br J Radiol* 1993;66:755-761.
69. Dirim Mete B, Gürsoy M, Koçyiğit H. Magnetic Resonance Imaging of the Patellofemoral Joint. *Turk J Phys Med Rehab* 2015;61:261-271.
70. Miller TT, Staron RB, Feldman F. Patellar height on sagittal MR imaging of the knee. *AJR Am J Roentgenol* 1996;167:339-341.
71. Shakespeare D, Fick D. Patellar instability—can the TT-TG distance be measured clinically? *Knee* 2005;12:201-204.
72. Wagenaar FC, Koëter S, Anderson PG, Wymenga AB. Conventional radiography cannot replace CT scanning in detecting tibial tubercle lateralisation. *Knee* 2007;14:51-54.

73. Dietrich TJ, Fucentese SF, Pfirrmann CW. Imaging of Individual Anatomical Risk Factors for Patellar Instability. *Semin Musculoskelet Radiol* 2016; 20:65-73.
74. Wittstein JR, Bartlett EC, Easterbrook J, Byrd JC. Magnetic resonance imaging evaluation of patellofemoral malalignment. *Arthroscopy* 2006;22:643-649.
75. Mesquita RDT, Lopes PMM, Castro M, Cardoso R. Patellar Instability - What a Radiologist Should Know! Şurada sunulan poster bildiri: European Congress of Radiology, March 2014, Vienna.
76. Sanders TG, Medynski MA, Feller JF, Lawhorn KW. Bone contusion patterns of the knee at MR imaging: footprint of the mechanism of injury. *Radiographics* 2000;20[spec no]:S135-S151.
77. Schulz B, Brown M, Ahmad CS. Evaluation and Imaging of Patellofemoral Joint Disorders. *Oper Techn Sport Med* 2010;18:68-78.
78. Lattermann C, Toth J, Bach BR Jr. The role of lateral retinacular release in the treatment of patellar instability. *Sports Med Arthrosc Rev* 2007;15:57-60.
79. Mehl J, Feucht MJ, Bode G, Dovi-Akue D, Südkamp NP, Niemeyer P. Association between patellar cartilage defects and patellofemoral geometry: a matched-pair MRI comparison of patients with and without isolated patellar cartilage defects. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24:838-846.
80. Ward SR, Shellock FG, Terk MR, Salsich GB, Powers CM. Assessment of patellofemoral relationships using kinematic MRI: comparison between qualitative and quantitative methods. *J Magn Reson Imaging* 2002;16:69-74.
81. Brattström H. Shape of the Intercondylar Groove Normally and in Recurrent Dislocation of Patella: A Clinical and X-Ray Anatomical Investigation. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1964;35:sup68,1-148.
82. Dejour H, Walch G, Neyret P, Adeleine P. Dysplasia of the femoral trochlea. *Rev Chir Orthop Repar Appar Mot* 1990;76:45-54.
83. Gürsoy M, Dirim Mete B, Oyar O, Erdoğan N, Uluç ME, Bulut T et al. The association of patellar maltracking with infrapatellar fat pad edema and chondromalacia patella: A quantitative morphological magnetic resonance imaging analysis. *Turk J Phys Med Rehab* 2018;64:246-252.
84. Liu YW, Skalski MR, Patel DB, White EA, Tomasian A, Matcuk GR Jr. The anterior knee: normal variants, common pathologies, and diagnostic pitfalls on MRI. *Skeletal Radiol* 2018;47:1069-1086.
85. Modified Outerbridge grading of chondromalacia [İnternet]. Radiopaedia.org. 2019 Eki 3 tarihinde ulaşıldı. Adresinden ulaşılabilir: <https://radiopaedia.org/articles/modified-outerbridge-grading-of-chondromalacia?lang=us>
86. Sanders TG, Paruchuri NB, Zlatkin MB. MRI of osteochondral defects of the lateral femoral condyle: incidence and pattern of injury after transient lateral dislocation of the patella. *AJR Am J Roentgenol* 2006;187:1332-1337.

87. Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahon PJ, Lee TQ. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. *Clin Orthop Relat Res* 2002;402:260-269.
88. McNally EG, Ostlere SJ, Pal C, Phillips A, Reid H, Dodd C. Assessment of patellar maltracking using combined static and dynamic MRI. *Eur Radiol* 2000;10:1051-1055.
89. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Silva P, Davis DK, Elias DA et al. Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med* 2004;32:1114-1121.
90. Corder GW, Foreman DI. *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.
91. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med* 2016;15:155-163.
92. Barbier-Brion B, Lerais JM, Aubry S, Lepage D, Vidal C, Delabrousse E et al. Magnetic resonance imaging in patellar lateral femoral friction syndrome (PLFFS): prospective case-control study. *Diagn Interv Imaging* 2012;93:e171-182.
93. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994;2:19-26.
94. Van Haver A, De Roo K, De Beule M, Labey L, De Baets P, Dejour D et al. The effect of trochlear dysplasia on patellofemoral biomechanics: a cadaveric study with simulated trochlear deformities. *Am J Sports Med* 2015;43:1354-1361.
95. Qin J, Chen D, Xu Z, Shi D, Dai J, Jiang Q. Evaluation of the Effect of the Sulcus Angle and Lateral to Medial Facet Ratio of the Patellar Groove on Patella Tracking in Aging Subjects with Stable Knee Joint. *Biomed Res Int*. 2018;2018:4396139.
96. Biyani R, Elias JJ, Saranathan A, Feng H, Guseila LM, Morscher MA et al. Anatomical factors influencing patellar tracking in the unstable patellofemoral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:2334-2341.
97. Neyret P, Robinson AH, Le Coultre B, Lapra C, Chambat P. Patellar tendon length-the factor in patellar instability? *Knee* 2002;9:3-6.
98. Chung CB, Skaf A, Roger B, Campos J, Stump X, Resnick D. Patellar tendon-lateral femoral condyle friction syndrome: MR imaging in 42 patients. *Skeletal Radiol* 2001;30:694-697.
99. Ward SR, Terk MR, Powers CM. Patella alta: association with patellofemoral alignment and changes in contact area during weight-bearing. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1749-1755.
100. Pal S, Besier TF, Beaupre GS, Fredericson M, Delp SL, Gold GE. Patellar maltracking is prevalent among patellofemoral pain subjects with patella alta: an upright, weightbearing MRI study. *J Orthop Res* 2013;31:448-457.

101. Hoffa A. The Influence of The Adipose Tissue With Regard to the Pathology of the Knee Joint. *JAMA* 1904;43:795-796.
102. Campagna R, Pessis E, Biau DJ, Guerini H, Feydy A, Thevenin FS et al. Is superolateral Hoffa fat pad edema a consequence of impingement between lateral femoral condyle and patellar ligament? *Radiology* 2012;263:469-474.
103. Matcuk GR Jr, Cen SY, Keyfes V, Patel DB, Gottsegen CJ, White EA. Superolateral Hoffa fat-pad edema and patellofemoral maltracking: predictive modeling. *AJR Am J Roentgenol* 2014;203:W207-212.
104. Kim JH, Lee SK, Jung JY. Superolateral Hoffa's fat pad oedema: Relationship with cartilage T2* value and patellofemoral maltracking. *Eur J Radiol* 2019;118:122-129.
105. Subhawong TK, Eng J, Carrino JA, Chhabra A. Superolateral Hoffa's fat pad edema: association with patellofemoral maltracking and impingement. *AJR Am J Roentgenol* 2010;195:1367-1373.
106. Cristiano L, Bartoloni A, Fioroni G, Manfredonia G, Cantone C, David V et al. Superolateral Hoffa's fat pad edema as indicator of patellar lateral femoral friction syndrome (PLFFS). Şurada sunulan poster bildiri: European Congress of Radiology, March 2016, Vienna.
107. Roth C, Jacobson J, Jamadar D, Caoili E, Morag Y, Housner J. Quadriceps fat pad signal intensity and enlargement on MRI: prevalence and associated findings. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182:1383-1387.
108. Shabshin N, Schweitzer ME, Morrison WB. Quadriceps fat pad edema: significance on magnetic resonance images of the knee. *Skeletal Radiol* 2006;35:269-274.
109. Tsavalas N, Karantanas AH. Suprapatellar fat-pad mass effect: MRI findings and correlation with anterior knee pain. *AJR Am J Roentgenol* 2013;200:W291-296.
110. Ambra LF, Hinckel BB, Arendt EA, Farr J, Gomoll AH. Anatomic Risk Factors for Focal Cartilage Lesions in the Patella and Trochlea: A Case-Control Study. *Am J Sports Med* 2019;47:2444-2453.
111. Endo Y, Schweitzer ME, Bordalo-Rodrigues M, Rokito AS, Babb JS. MRI quantitative morphologic analysis of patellofemoral region: lack of correlation with chondromalacia patellae at surgery. *AJR Am J Roentgenol* 2007;189:1165-1168.
112. Thuillier DU, Souza RB, Wu S, Luke A, Li X, Feeley BT. T1ρ imaging demonstrates early changes in the lateral patella in patients with patellofemoral pain and maltracking. *Am J Sports Med* 2013;41:1813-1818.
113. Haj-Mirzaian A, Guermazi A, Hafezi-Nejad N, Sereni C, Hakky M, Hunter DJ et al. Superolateral Hoffa's fat pad (SHFP) oedema and patellar cartilage volume loss: quantitative analysis using longitudinal data from the Foundation for the National Institute of Health (FNIH) Osteoarthritis Biomarkers Consortium. *Eur Radiol* 2018;28:4134-4145.

114. Johnson DP, Wakeley CJ, Watt I. Magnetic resonance imaging of patellar tendonitis. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78:452-457.
115. Sinding-Larsen-Johansson disease [Internet]. Radiopaedia.org. 2019 Eki 15 tarihinde ulaşıldı. Adresinden ulaşılabilir: <https://radiopaedia.org/articles/sinding-larsen-johansson-disease?lang=us>
116. Benjamin M, Redman S, Milz S, Buttner A, Amin A, Moriggl B et al. Adipose tissue at entheses: the rheumatological implications of its distribution. A potential site of pain and stress dissipation? *Ann Rheum Dis* 2004;63:1549-1555.
117. Tscholl PM, Biedert RM, Wanivenhaus F, Fucentese SF. Patellar tendinopathy with intratendinous alteration on MRI may be related to patellofemoral dysplasia. *Scand J Med Sci Sports* 2018;28:1443-1450.
118. Ward SR, Terk MR, Powers CM. Influence of patella alta on knee extensor mechanics. *J Biomech* 2005;38:2415-2422.
119. Yamaguchi GT, Zajac FE. A planar model of the knee joint to characterize the knee extensor mechanism. *J Biomech* 1989;22:1-10.
120. Tan SHS, Ibrahim MM, Lee ZJ, Chee YKM, Hui JH. Patellar tracking should be taken into account when measuring radiographic parameters for recurrent patellar instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26:3593-3600.
121. Ye Q, Yu T, Wu Y, Ding X, Gong X. Patellar instability: the reliability of magnetic resonance imaging measurement parameters. *BMC Musculoskeletal Disord* 2019;20:317.
122. Seil R, Müller B, Georg T, Kohn D, Rupp S. Reliability and interobserver variability in radiological patellar height ratios. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8:231-236.
123. Skelley N, Friedman M, McGinnis M, Smith C, Hillen T, Matava M. Inter- and intraobserver reliability in the MRI measurement of the tibial tubercle-trochlear groove distance and trochlea dysplasia. *Am J Sports Med* 2015;43:873-878.
124. Dornacher D, Reichel H, Lippacher S. Measurement of tibial tuberosity-trochlear groove distance: evaluation of inter- and intraobserver correlation dependent on the severity of trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:2382-2387.

