

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**PATELLOFEMORAL EKLEMİN MR İLE
MORFOLOJİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ
VE
KIKIRDAK HASARI İLE İLİŞKİSİ**

Dr. Betül Emine DERİNKUYU

**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN:
Prof. Dr. Gülden ŞAHİN**

**ANKARA
2011**

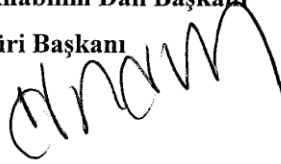
KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı

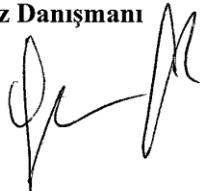
Tıpta Uzmanlık eğitimi çerçevesinde yürütülmüş olan “Patellofemoral eklem MR ile morfolojik olarak değerlendirilmesi ve kırık hasarı ile ilişkisi” başlıklı, **Dr. Betül Emine Derinkuyu**'ya ait bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **Tıpta Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: **18/04/2011**

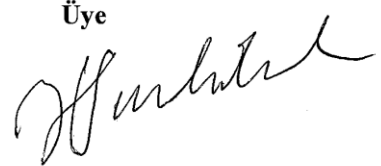
Prof. Dr. Serdar AKYAR
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı
Jüri Başkanı



Prof. Dr. Gülden ŞAHİN
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı



Prof. Dr. Umman SANLIDİLEK
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı
Üye



ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince en iyi şekilde yetişebilmem için bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Serdar Akyar, Prof. Dr. Umman Sanlıdilek, Prof. Dr. İlhan Erden, Prof. Dr. Suat Aytaç, Prof. Dr. Sadık Bilgiç, Prof. Dr. Cemil Yağcı, Prof. Dr. Gül Ayşe Erden, Prof. Dr. Hasan Özcan, Prof. Dr. Çetin Atasoy, Prof. Dr. Suat Fitoz ve Doç. Dr. Anıl Arat'a,

Gerek uzmanlık eğitimim boyunca gerekse tezimin hazırlanmasında her aşamada yardımlarını ve desteğini yanımda bulduğum, kıymetli bilgi ve tecrübeleri ile beni yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Gülden Şahin'e,

Eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, birçok anı paylaştığım uzman ve asistan doktor arkadaşlarıma,

Berber hizmet verdiğimiz Radyoloji teknisyenleri, hemşire ve personeline,

Tüm hayatım boyunca sevgi ve desteklerini hep üzerimde hissettiğim anneme, babama, kardeşlerime,

Son olarak da, tezimin hazırlanması sırasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen sevgili eşime, sevgisiyle bana destek olan kızıma,

Sonsuz teşekkürler...

Dr. Betül Emine DERİNKUYU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
GRAFİKLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1.DİZ EMBRİYOLOJİSİ	2
2.2.DİZ ANATOMİSİ.....	2
2.2.1.Kemik Yapılar.....	3
2.2.2. Kemik Dışı ve Eklem İçi Yapılar.....	4
2.2.3. Kemik ve Eklem Dışı Yapılar	6
2.3. DİZ BİYOMEKANIĞI	7
2.4. PATELLOFEMORAL EKLEMİN ANATOMİSİ.....	8
2.5. KIKIRDAK	9
2.5.1. Diz Eklem Kıkırdağı	11
2.6. PATELLOFEMORAL EKLEM HASTALIKLARI	13
2.6.1. Kondromalazi.....	16
2.7. PATELLOFEMORAL EKLEM HASTALIKLARININ DEĞERLEN- DİRİLMESİNDE KULLANILAN RADYOLOJİK TANI YÖNTEMLERİ.....	22
2.7.1. Rutin Radyografik İnceleme	22
2.7.2. Ultrasonografi	23
2.7.3. Bilgisayarlı Tomografi.....	24

2.7.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	24
2.7.5. Artrografi	27
2.7.6. Artroskopi	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	30
3.1. HASTA SEÇİMİ.....	30
3.2. MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME	31
3.3. ÖLÇÜMLER.....	31
3.4. KIKIRDAK DEĞERLENDİRME	37
3.5. İSTATİSTİKİ ANALİZ	40
4. BULGULAR	41
4.1. PATELLA FASET ASİMETRİ	42
4.2. INSALL-SALVATİ İNDEKSİ	43
4.3. PATELLAR AÇI.....	44
4.4. TROKLEA FASET ASİMETRİ	45
4.5. ÖN TROKLEAR ÇIKINTI	46
4.6. TROKLEAR DERİNLİK.....	48
4.7. LATERAL TROKLEAR EĞİM AÇISI.....	50
4.8. SULKUS AÇISI.....	52
4.9. PATELLOTROKLEAR İNDEKS	54
5. TARTIŞMA	57
6. SONUÇLAR	63
7. ÖZET	64
8. SUMMARY	66
9. KAYNAKLAR	68

KISALTMALAR DİZİNİ

A	: Ağırlıklı
ACL	: Ön çapraz bağ
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
ETL	: Echo train length
PFE	: Patellofemoral eklem
FOV	: Field of view
FSE	: Fast spin eko
GRE	: Gradient eko
MR	: Manyetik rezonans
MRG	: Manyetik rezonans görüntüleme
SE	: Spin eko
US	: Ultrasonografi
MCL	: Medial yan bağ
LCL	: Lateral yan bağ
PCL	: Arka çapraz bağ
ÖTÇ	: Ön troklear çıkıntı
TD	: Troklear derinlik
PA	: Patellar açı
SA	: Sulkus açısı
LTEA	: Lateral troklear eğim açısı
ISİ	: Insall-Salvati indeks
PTİ	: Patellotroklear indeks
PFA	: Patellar faset asimetri
TFA	: Troklear faset asimetri
TKU	: Troklear kırıldak uzunluğu

PKU	: Patellar kırkırdak uzunluğu
PU	: Patella uzunluğu
PTU	: Patellar tendon uzunluğu
PMF	: Patella medial faset
PLF	: Patella lateral faset
TLF	: Tröklea lateral faset
TMF	: Tröklea medial faset
GAG	: Glikozaminoglikan
T	: Tesla
PD	: Proton density
PG	: Proteoglikan
3D	: Üç boyutlu
2D	: İki boyutlu
NEX	: Number of excitation

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 2.1.	Patellofemoral Eklem Hastalıkları için Insall Sınıflaması	13
Tablo 2.2.	Patellofemoral Eklem Hastalıkları için Merchant Sınıflaması	14
Tablo 3.1.	MR incelemesi yapılan hastaların klinik endikasyonları	30
Tablo 3.2.	Kıkırdak hasarını derecelendirmek için kullanılan International Cartilage Repair Society sınıflandırma sistemi	38
Tablo 4.1.	İki ayrı yaş grubu için kıkırdak patolojilerinin dağılımı.....	41
Tablo 4.2.	İki ayrı yaş grubu için patella faset asimetri değerinin farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri.....	42
Tablo 4.3.	İki ayrı yaş grubu için Insall-Salvati indeksi ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri.....	43
Tablo 4.4.	İki ayrı yaş grubu için patellar açı ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri	44
Tablo 4.5.	İki ayrı yaş grubu için troklea faset asimetri ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri.....	45
Tablo 4.6.	İki ayrı yaş grubu için ön troklear çıkıntı ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri.....	47
Tablo 4.7.	İki ayrı yaş grubu için troklear derinlik ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri.....	49
Tablo 4.8.	İki ayrı yaş grubu için lateral troklear eğim açısı ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri	51
Tablo 4.9.	İki ayrı yaş grubu için sulkus açısı ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri	53

Tablo 4.10. İki ayrı yaş grubu için patellofemoral indeks ölçümünün farklı kırıldak patolojilerindeki istatistiki değerleri.....	55
Tablo 4.11. Her iki yaş grubuna göre patellofemoral eklem için yapılan tüm ölçümlerin istatistiki olarak kırıldak hasarı ile ilişkisini gösteren p değerleri	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 2.1. Eklem kıkırdak hasarının gelişim aşamaları	20
Şekil 3.1. Insall-Salvati indeksi. Patellar tendon uzunluğu ve patellar uzunluk ölçülmüştür	32
Şekil 3.2. Patellotroklear indeks. Patellar kıkırdak uzunluğu ve troklear kıkırdağın patellar kıkırdak ile örtüşen kraniokaudal uzunluğu ölçülmüştür	33
Şekil 3.3. Ön troklear çıkıntı. Sagital planda femur ventral korteksinden geçen bir hat çizildiğinde, bu hatta dik en ön troklear nokta ölçülmüştür	33
Şekil 3.4. Patella faset asimetri. Patella medial faset ve patella lateral faset ölçülmüştür	34
Şekil 3.5. Troklear faset asimetri. Troklea medial faset ve troklea lateral faset ölçülmüştür	35
Şekil 3.6. Troklear derinlik. Troklea medial ve lateral faset tepe noktalarından geçen bir hat çizildiğinde, bu hatta dik en derin troklear nokta ölçülmüştür	35
Şekil 3.7. Patellar açısı. Patella medial ve lateral fasetleri arasındaki açı ölçülmüştür	36
Şekil 3.8. Sulkus açısı. Troklea medial ve lateral fasetleri arasındaki açı ölçülmüştür	36
Şekil 3.9. Lateral troklear eğim açısı. Lateral troklear faset ve femur posterior kondillerinden geçen hat arasındaki açı ölçülmüştür	37
Şekil 3.10. Konturları düzgün ve sinyal intensitesi doğal normal kıkırdak yapısı	38

- Şekil 3.11.** Konturları normal izlenmekle birlikte fokal bir alanda kıkırdağa ait sinyal intensitesinin arttığı Grade 1 kıkırdak hasarı..... 39
- Şekil 3.12.** Yaklaşık olarak %100'ün altında ancak %50'nin üzerinde incelmanın izlendiği Grade 3 parsiyel kalınlıkta hasar ve komşuluğunda çevresel kemik iliği ödeminin de eşlik ettiği subkondral kistler 39

GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa No:

- Grafik 4.1.** Kırkbeş yaş altı grupta ön troklear çıkıntının kıkırdak hasarı ile ilişkisi..... 48
- Grafik 4.2.** Kırkbeş yaş altı grupta troklear derinliğin kıkırdak hasarı ile ilişkisi..... 49
- Grafik 4.3.** Kırkbeş yaş altı grupta lateral troklear eğim açısının kıkırdak hasarı ile ilişkisi 51
- Grafik 4.4.** Kırkbeş yaş altı grupta sulkus açısının kıkırdak hasarı ile ilişkisi 53
- Grafik 4.5.** Kırkbeş yaş altı grupta patello troklear indeksin kıkırdak hasarı ile ilişkisi..... 55

1. GİRİŞ

Patellofemoral eklem, oldukça yüksek fonksiyonel ve biyomekanik gereksinimlere sahip kompleks bir yapıdır. Patellofemoral eklem normal fonksiyonu, büyük oranda patella ve troklear oluğun uyumuna bağlıdır. Patellofemoral eklem yüzey geometrisinde herhangi bir gelişimsel veya kazanılmış farklılık olursa, bu durumda kondromalazi patella, patellar instabilite gibi çok çeşitli klinik problemler ortaya çıkabilir (1-6).

Bu çalışmanın amacı patellofemoral eklem morfolojisini MRG ile değerlendirmek ve değişik yaş grubundaki hastalarda bu morfolojik değerlendirmenin farklı evrelerde kıkırdak hasarı ile ilişkisini ortaya koymaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.DİZ EMBRİYOLOJİSİ

İnsan embriyosunda alt ekstremite tomurcukları embriyolojik dönemin 4. haftasında 3. ve 5. lomber omurlar seviyesinde gelişmeye başlar. Bu tomurcuklar içte mezenkim hücreleri ve dışta ise onu saran ektodermal kılıftan oluşmaktadır. Dıştaki ektoderm deri ve ilişkili yapıları; içteki mezoderm ise kemik, kas ve bağ dokusunu oluşturacaktır. Ektoderm kaynaklı sinir ağı ve mezoderm kaynaklı vasküler sistem ise gövdeden büyüyerek ekstremite taslağının içine penetre olurlar. Altıncı haftanın sonunda, ekstremite taslağı içinde kemiklerin hyalin kıkırdak modelleri oluşmaya başlar. Sekizinci haftada diz eklemi, eklem boşluğu dışında erişkindeki biçim ve yapısına benzer görünüm kazanır. Ekstremitte tomurcuğu içinde tüm yapılar taslak olarak oluşumunu 8. - 10. haftalarda tamamlar. Primer ossifikasyon merkezleri 12. haftada oluşmaya başlar. Eklem gelişim sürecinde 10.-12. haftalarda sinovyal villus kalıntıları, 3.-4. ayda bursalar ve 4.-5. aylarda ise ekleme ait yağ yastıkçıkları farklılaşır. Sekonder ossifikasyon merkezleri (epifiz) ise ilk olarak dizde tibia proksimali ve femur distalinde 34. ve 38. haftalarda görülmeye başlar (7).

2.2.DİZ ANATOMİSİ

Diz eklemi vücuttaki en büyük eklemdir. Diz eklemi femur, tibia ve patella olmak üzere üç kemikten oluşmaktadır. Tek bir boşluk içerisinde, femur ve tibia arasında iki “kondiler tip” ve patella ile femur arasında “sellar tip” olmak üzere üç ayrı eklem içerir. Bir bütün olarak diz eklemi “ginglimus” (menteşe) tipi bir eklemdir. Diz eklemi vücutta sagittal planda hareket açıklığı en fazla olan eklemlerden biridir ve stabilitesi ligament bütünlüğü ile sağlanır. Kemik yapılar, kapsül, menisküs ve bağlar diz ekleminde statik stabiliteyi sağlarken, kas ve tendonlar da dinamik stabiliteden sorumludur. Tüm bu yapılar dize altı ayrı hareket

özgürlüğü tanır. Femur kondillerinden geçen transvers eksen etrafında fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri yapılır. Diz fleksiyonda iken abdüksiyon ve addüksiyon, aynı zamanda internal ve eksternal rotasyon hareketleri yapılır (8-10).

Diz anatomisi 3 ana başlıkta toplanabilir:

a- Kemik yapılar

b- Kemik dışı ve eklem içi yapılar

c- Kemik dışı ve eklem dışı yapılar

2.2.1.Kemik Yapılar

Diz eklemine konveks yüzü femur kondillerine, konkav yüzü tibianın üst ucuna aittir. Her iki femur kondilinin önünde ve arasındaki troklear oluğa patella oturarak eklem yapısına katılır. Femur kondillerinin ön yüzleri oval, arka yüzleri ise sferiktir. Ön yüzdeki oval yapı ekstansiyonda stabiliteyi artırırken, arka yüzdeki sferik yapı sayesinde hareket açıklığı artmakta, fleksiyon ile birlikte rotasyon hareketi de yapabilmektedir. Femur kondilleri büyüklük ve şekil açısından asimetrik yapı gösterir. İki kondil arasında patellanın kaydığı oluğa “troklea” denir. Bu oluk her iki yanında bulunan, lateralde daha geniş ve yüksek olmak üzere medial ve lateral dudaklara sahiptir. Kondillerin arasında arkada interkondiller çentik vardır. Ön ve arka çarpaz bağlar buraya yapışır (8,9).

Tibial eklem yüzeyi, medial ve lateral tibia platosu ile bunları birbirinden ayıran eminensia interkondillaristen oluşur. Yükün daha fazla taşındığı medial tibia platosu daha büyük ve düze yakındır. Lateral tibia platosu ise hafif konkavdır. Eminensia interkondilarisin anteriorundaki fossada, anteroposterior planda sırası ile medial menisküs ön boynuzu, ön çarpaz bağ ve lateral menisküsün ön boynuzunun yapışma yeri bulunur. Posteriorundaki fossada ise sırası ile medial menisküs arka boynuzu, lateral menisküs arka boynuzu ve arka çarpaz bağın yapışma yeri bulunur (8,10).

Patella, proksimal kutbu distal kutbundan daha geniş olan ve hemen hemen üçgen şeklinde olan sesamoid bir kemiktir. Patellanın eklem yüzeyi dikey bir çıkıntı ile daha küçük medial ve daha büyük lateral fasetlere ayrılmıştır. Diz ekstansiyonda iken patella femoral oluğun süperior eklem köşesinin üzerine oturur. Ekstansiyonda patellanın lateral fasetinin distal kısmı lateral femoral kondille eklenir. Oysa medial patellar faset, medial femoral kondil ile diz tam fleksiyona gelmeden eklenir. Eklem yüzeyi teması dizin fleksiyon derecesi ile değişir ve maksimum temas diz 45° fleksiyonda iken olur. Temas alanı hiçbir zaman patellanın 1/3'ünden fazla değildir. Patella, 45° diz fleksiyonunun üzerinde laterale açılarak internal rotasyona uğrar (9).

2.2.2. Kemik Dışı ve Eklem İçi Yapılar

2.2.2.1. Menisküsler

Femur kondilleri ile tibia eklem yüzeyinin arasına oturmuş, eklem yüzey alanını artırmaya yarayan yarımay şeklinde fibrokartilaj yapılarıdır. Menisküsler, tibial eklem yüzeyinin 2/3'lük periferik kısmını kaplarlar. Meniskülerin kesitleri üçgen şeklinde olup periferik kısmı kalındır, platonun merkezine doğru gidildikçe incilir. Proksimal yüzeyleri femur kondillerine uyacak şekilde konkav ve tibial yüzeyleri ise düzdür. Menisküsler, basınca direnç gösterecek biçimde yoğun, sıkı örgü şeklinde kollojen lifleri bulunan elastiki bir yapıdadır. Her iki menisküsü anteriorda birbirine bağlayan "ligamentum transversum genu" bulunur (8).

Lateral menisküs medial menisküse göre dairesel yapıdadır ve daha hareketlidir. Arka boynuzu ise interkondiler çıkıntının arkasına ve iç menisküs arka yapışma yeri önüne yapışır. Menisküsün arka boynuzundan, iç femoral kondil ve interkondiler fossaya uzanan ve arka çapraz bağ ile olan ilişkilerine göre adlandırılan iki bağ vardır. Arka çapraz bağın önünde yer alana, "ligamentum meniskofemorale anterior" (Humphry lig.); arkasında yer alana "ligamentum meniskofemorale posterior" (Wrisberg lig.) adı verilir (8).

Medial menisküs yarı dairesel yapıdadır ve orta hatta medial kollateral bağı yapışık olduğundan daha az hareketlidir. C şeklinde olup kenarları lateral menisküse oranla daha kalındır. Medial menisküs posteromedialde eklem kapsülü ve semimembranozus tendonu ile ilişkiindedir.

Menisküslerin görevleri arasında, dizin stabilitesini sağlamak, temas alanını genişletmek, şok absorpsiyonu ve eklem kıkırdağını beslemek sayılabilir. Menisküslerin %30'luk periferik kısmı superior ve inferior geniküler arterlerin medial ve lateral dalları tarafından oluşturulan kapiller pleksustan beslenirken, merkezi kısım direkt eklem sıvısından beslenir. 1/3'lük periferik kısım haricinde avaskülerdir (8,9).

2.2.2.2. Çapraz Bağlar

Ön ve arka çapraz bağ, dizin ön-arka stabilizasyonunda birincil rol alırken, mediolateral ve rotatuar stabilitede değişen derecelerde rol alırlar. Çapraz bağlar tibia eminensia interkondilarise yapışma yerine göre adlandırılır. Çapraz bağlar aynı zamanda ağrı ve propriosepsiyonda da rol alır.

Ön çapraz bağ lateral femoral kondilin medial yüzünün posteriorundan başlayıp tibia eminensiasının anterior ve laterale yapışır. Birincil işlevi tibianın öne yer değiştirmesini engellemektir. Varus, valgus zorlamalarına ve diz ekstansiyonda iken rotasyon zorlamalarına karşı koyar (11,12).

Arka çapraz bağ, dizin anteroposterior planda primer stabilizatörüdür ve daha kuvvetlidir. İç menisküs arka boynuzunun hemen arkasında, tibia interkondiler fossanın arkasından başlar. Yukarıya, öne ve içe doğru giderek ön çapraz bağı çaprazlar, iç femoral kondilde, interkondiler yüzeyin arka dış kısmına yapışır. Eklem içinde daha horizontal seyredir. Primer fonksiyonu tibianın arkaya yer değiştirmesini engellemektir. Aynı zamanda eksternal rotasyon streslerine karşı koyar. Dizin fleksiyonu esnasında, femurun tibia üzerinde kayarken yuvarlanmasından sorumludur (13).

Sinovyal membran, proksimalde kuadriseps kası ile femur alt ucu arasında kalan boşluğu örterek suprapatellar bursayı oluşturur. Sinovyal membran tüm eklem kapsülünün iç kısmını döşer ve tibial platonun merkezinde uzanan çapraz bağların etrafını kılıf gibi sarar.

2.2.3. Kemik ve Eklem Dışı Yapılar

Eklem kapsülü çeşitli kalınlaşma odakları içeren fibröz bir membrandır. Ön tarafta yerini patellar tendona bırakır. Patellar tendon kuadriseps femoris kasının ortak tendonu olup patelladan tüberositas tibiaya uzanır. Patellar tendon, patellanın alt kutbundan başlayan, yaklaşık 6 cm. boyunda, düz ve güçlü bir bağıdır. Arka yüzeyi bir bursayla tibiadan ve infrapatellar yağ yastıkçığı ile eklem sinovyal membranından ayrılır.

Eklem kapsülünün arka bölümü vertikal liflerden oluşmuştur. Bu lifler semimembranosus kasından oluşan oblik lifler ve popliteal bağ ile güçlendirilmiştir. Ligamentum patellanın her iki yanında medial ve lateral retinakulum uzanarak, anteromedial ve anterolateraldeki zayıf kapsülü destekler. Medial retinakulum vastus medialisin oblik aponevrozunun distal uzantısıdır. Lateral retinakulum ise vastus lateralisin distal aponevrozundan oluşmaktadır. Diz eklemine fibröz kapsülü medial ve lateralde kalınlaşarak kollateral bağların yapısına katılmaktadır (8,10).

Kuadriseps kası rektus femoris, vastus medialis, vastus lateralis ve vastus intermedius olmak üzere 4 kas grubundan oluşmuştur. Dizin en güçlü ekstansör kasıdır. Rektus femorisin uzun başı proksimalde spina iliaca anterior inferiora, kısa başı asetabulumun üst dudağına yapışır. Vastus lateralis trokanter majorden, vastus intermedius linea intertrokanterikadan, vastus medialis ise trokanter minörün altında linea asperea'dan başlayarak, aşağıya doğru birleşip kuadriseps tendonunu oluştururlar (8).

Popliteal bölgede medialde semimembranosus tendonu, lateralde biceps femoris tendonu ve inferiorda gastrokinemius kasının medial ve lateral başlarının

sınırladığı alana “popliteal fossa” adı verilir. Popliteal fossanın tabanı derin fasya tarafından döşenmiştir. Posteromedial köşede stabilizasyondan primer sorumlu olan semimembranosus tendonu tibiaya yapışmadan önce semitendinosus tendonunu çarprazlar. Semitendinosus tendonu, grasilis ve sartorius tendonları ile birleşerek pes anserinusu oluşturur ve tibia anteromedialine geniş bir yelpaze şeklinde yapışır. Bacağa fleksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Pes anserinusu oluşturan kaslar valgus ve eksternal rotasyon kuvvetlerine karşı koyar. Lateralde pes anserinusa karşı iliotal traktus ve biceps femoris vardır. Fibula başına yapışan biceps femorisö dize fleksiyon ve tibiaya eksternal rotasyon yaptırırken varus ve internal rotasyon kuvvetlerine karşı koyar (9).

2.3. DİZ BİYOMEKANIĞI

Diz eklemının biyomekaniğini iyi anlayabilmek için anatomisini, eklemın hareket sınırlarını ve eklemın aksını iyi değerlendirmek gerekir. Diz eklemi kondiler tip bir eklemdir. Bu tip eklemler, esas hareketin yanında ikinci bir eksen etrafında sınırlı diğer bazı hareketlerin yapılabilmesine olanak sağlarlar. Bu yönüyle diz eklemi hem transvers eksenli ginglimus (menteşe) tip eklem özelliklerine, hem de longitudinal eksenli trokoid (döner) tip eklem özelliklerine sahiptir.

Diz ekleminde ana hareket transvers eksen etrafında yapılan fleksiyon-ekstansiyon hareketidir. Bacağın yapılabilen fleksiyon hareketi 130° -140° kadardır. Bacağın ekstansiyonu, femur ve tibia düz bir çizgi üzerine gelinceye kadar (0°) olanaklıdır. Ancak 5-10° ye kadar hiperekstansiyon mümkün olabilmektedir. Kollateral ligamentlerin her ikisi ve anterior krusiat ligament ekstansiyon sırasında gerilir. Fleksiyonda ise gevşerler ve gelebilecek mekanik etkilere karşı da dizin ön kısmını korur. Yine diz fleksiyonda iken ekstansör mekanizmanın femur üzerinde kolayca kaymasına yardım ederek fonksiyon görür. Böylece bacağın rotasyon hareketlerine de olanak sağlamış olurlar. Tam fleksiyonda ise posterior krusiat ligament gerilir. Diz ekstansiyonu esnasında tibianın femur yüzleri üzerinde dış rotasyon hareketi, fleksiyonu esnasında ise iç rotasyon hareketi vardır. Dizın ilk 20-30° 'lik fleksiyonundan sonra tam kayma hareketi başlar. Dizın ilk 30° lik

fleksiyonundan sonra dönme hareketleri için elverişli durum meydana gelir. Dönme hareketleri için en elverişli durum, bacağın 90°'lik fleksiyon durumudur (8,10).

Bacak fleksiyon durumundayken yapışma noktaları birbirine yaklaştığı için femur ve tibia arasında uzanan yan bağlar gevşerler. Çapraz bağların durumu, fazla iç rotasyon hareketi için elverişli değildir. Bundan dolayı, iç rotasyon hareketi yalnız 5-10°'ye kadar yapılabilir. Ancak çapraz bağlar dış rotasyonu engellemezler. Dış rotasyon sırasında çapraz bağlar çözülür ve aynı zamanda bağların yapışma noktaları birbirlerine yaklaşarak gerginlikleri azalır. Bundan dolayı diz ekleminde dış rotasyon hareketi iç rotasyona oranla fazla olup 40-50°'ye kadar yapılabilir. Rotasyon hareketleri esnasında tibia dış kondili, dış menisküs ile beraber kayarak hareket eder. Bacak iç rotasyon yaptığı zaman tibianın dış kondili öne, dış rotasyon yaptığı da ortaya doğru hareket eder. Dış menisküsün kayabilmesi ve hareketli olması, tibianın dış kondillerinin hareketlerini kolaylaştırmaktadır. Patella, kuadriseps kasının kirişini diz eklemi ekseninden uzaklaştırarak ve kirişin tüberositas tibiaya yapışırken meydana getirdiği insersiyon açısını büyütür ve kas kuvvetinin etkisini artırır.

2.4. PATELLOFEMORAL EKLEMİN ANATOMİSİ

Patellofemoral eklem, vücudun en büyük ve en karmaşık eklemi olan diz eklemi bir parçasıdır ve tibiofemoral eklem ile birlikte çalışır. Patella diz eklemi ön bölümünde yerleşmiştir. Yerleşimi nedeni ile diz eklemi doğrudan darbelere karşı korur, femurun patellofemoral eklem yüzü kırıkdağının beslenmesine yardımcı olur. Patella tabanı (basis patellae) üstte, dik açısı (apeks patellae) alttadır. Taban köşeleri yuvarlaklaşmış, dik açılı bir ikizkenar üçgene benzer. Kuadriseps tendonu içinde gelişmiş ve vücudun en büyük sesamoid kemiği olan patella yaklaşık 6x5x3 cm boyutlarındadır. Patella embriyolojik olarak 8. haftada diz boşluğu ve kas taslağından önce, kuadriseps taslağı altında oluşur. Özellikle patella üst dış bölümünde oluşan patella bipartita, ilerideki yaşamda patella kırıklarıyla karıştırılabilir. Patellanın kaba yapılı ön yüzüne kuadriseps tendonu lifleri üstten ve üst yanlardan yapışır. Patella tendonu, patella ön yüzüne yayılır, başlıca yapışma

yeri patella alt ucunun ön ve arka yüzleri olmakla birlikte, geniş olarak üstte kemiğin taban bölümünün yan kenarlarıdır. Kuadriseps tendonu ve fascia lata'nın genişlemesi ile oluşan patellar retinakulum, patella ile femur ve tibia kondilleri arasında uzanır. Patellanın ön yüzünde deri ile kemik arasında prepatellar bursa bulunur (9).

Patellaya gelen damarlar, geniküler arterlerin yaptığı damarsal halkadan kaynaklanır ve patellaya genellikle ön yüzden girerler. Patella apeksi, arka yüzden ve eklem yüzünün altından giren damarlarla beslenir. Patella sinirlerini, N. Femoralis'in N. Saphenus dalından (ramus infrapatellaris nevri sapheni) ve medialde küçük bir bölgede N. Obturatorius'un ön uç dalından alır. Patellanın eklem yüzü, uzunlamasına yerleşmiş bir çıkıntı ile daha geniş olan lateral ve daha dar olan medial olmak üzere iki fasete ayrılır. Dizde yüzeyel eklem hareketi, tibia ile femur kondilleri ve femur kondilleri ile patella arasında olur. Tibia ve femur kondilleri arasındaki yüzey hareketi aynı anda üç düzlemde olur. Fakat transvers ve frontal düzlemdeki hareket minimaldir. Patella ile femur kondilleri arasındaki yüzey hareketi frontal ve transvers düzlemde aynı anda olur (9).

2.5. KIKIRDAK

Değişik fonksiyonel ihtiyaçlar nedeni ile, herbirinin matriks kompozisyonlarında farklılık görülen 3 tür kıkırdak meydana gelmiştir. Üç tip kıkırdağın özellikleri aşağıdaki gibidir (14-17):

1.Hyalin Kıkırdak: Bu tip kıkırdak dokusu, büyümekte olan uzun kemiklerin diafizleri ile epifizleri arasındaki, kemiğin uzamasından sorumlu olan epifizeal plağı oluşturur. Yetişkin memelilerde hyalin kıkırdak hareketli eklem yüzeylerinde, büyük solunum yolları duvarlarında ve kaburgaların sternuma bağlandıkları ventral uçlarda bulunur. Bu tipte, kuru ağırlığının %40'ını kollajen oluşturur. Tip II kollajen ve proteoglikanlara (kondroitin-4 sülfat, kondroitin-6 sülfat, keratan sülfat ve hyaluronik asit) ek olarak, kıkırdak matriksinin önemli başka bir parçası da kondronektindir. Bu molekül kondrositlerin matriks kollajenine yapışmasını sağlar. Kıkırdak dokusu, mezenkimden gelişir. Mezenkimal hücrelerden

kondroblastlar oluşur. Kıkırdak hücrelerinin farklılaşması merkezden perifere doğru olduğundan merkezdeki hücreler daha çok kondrosit karakterine sahip olurken, periferdeki hücreler tipik kondroblast halindedir.

Artiküler kıkırdak asla ossifiye olmaz ve kalınlığı 1 ile 7 mm. arasında değişir. Konveks yüzeylerde en kalın olduğu yer merkezi kısmıdır. Ayrıca kalınlığı yaş arttıkça azalmaktadır. Rejenerasyon olayı, memeli kıkırdak dokusunda zayıftır. Kaybolan kıkırdağın yerine, vaskülarize granülasyon dokusu yavaşça geçmektedir. Daha sonra bu doku zayıf kaplanmalı fibröz doku haline gelir. Bazen granülasyon dokusu hücreleri, kondroblastlara dönüşmekte fakat bu kondroblastların birbirleriyle ve orijinal dokuyla olan entegrasyonları olmamakta ve gereği gibi birbirlerine ve orijinal dokuya yapışmamaktadır.

2-Elastik Kıkırdak: Kulak sayvanında, dış kulak yolunda, östaki borusunda ve larinksteki epiglot ve küneiform kıkırdaklarda bulunur. Tip II kollajene ek olarak çok miktarda elastik lif içerir.

3-Fibröz Kıkırdak: Yapısal olarak fibröz kıkırdak, yoğun bağ dokusu ile hyalin kıkırdak dokusu arasında bir yapıya sahiptir. İntervertebral disklerde, bazı ligamanların kıkırdakla kaplı kemik yüzeylerine bağlandıkları yerlerde ve simfizis pubiste bulunur. Fibröz kıkırdağın perikondriumu yoktur (14-17).

Kıkırdak dokusu interstisiyel ve apozisyonel olmak üzere iki yolla büyür:

a. İnterstisiyel büyüme: Mevcut olan kondrositlerin mitotik bölünmeleri sonucudur. Bu tip büyüme, kıkırdak gelişiminin ilk dönemlerinde kıkırdak matriksinin içten dışa doğru genişlemesi sırasında ortaya çıkar. Ayrıca uzun kemiklerin epifizeal kıkırdakları ile eklem kıkırdaklarında da görülür.

b. Apozisyonel büyüme: Perikondriumdaki hücrelerin farklılaşması ile olur. Hyalin kıkırdak, yaş ilerledikçe giderek artan dejeneratif olaylara uğrar. Bunlar arasında en sık rastlanılanı, matriks kalsifikasyonudur. Çok erken yaşlar dışında, tahrip olan kıkırdak, güçlkle ve çoğu kez eksik olarak onarılır. Rejenerasyon, perikondriumun faaliyeti ile gerçekleşir. Kıkırdak hasarlandığında, perikondriumdaki

kondroblastlar hasara uğramış bölgeye doğru ilerleyerek yeni kıkırdağı meydana getirirler. Geniş çapta hasara uğramış alanlarda perikondrium, yeni kıkırdağın oluşacağı yerde, yoğun bağ dokusundan, bir iyileşme dokusu yapar (18, 19).

Kıkırdak dokusu avasküler bir dokudur. Kıkırdak dokusu hasar gördüğünde nekroza uğrar, ancak nekroz fazını inflamasyon fazı izlemez, bu nedenle eğer hasar subkondral kemiğe kadar ilerlememişse tamirde rol alacak olan farklılaşmamış hücreler bu bölgeye gelemez.

Her üç tip kıkırdakta da beslenme, komşu dokudaki (perikondrium) kapillerlerden veya eklem kavitelesinin sinovyal sıvısından diffüzyon yoluyla olur. Bütün avasküler dokuların hücrelerinde olduğu gibi kondrositler de düşük metabolik aktivite gösterirler. Kıkırdak dokusunun lenfatik drenajı veya sinirsel inervasyonu bulunmamaktadır (14).

2.5.1. Diz Eklem Kıkırdağı

Diz eklemının kıkırdağı, hareketler esnasında sürtünmeden kaynaklanan enerji kaybını en aza indirgerken, diğer yandan da eklem yüzeyine gelen yükü emerek altındaki kemiği korumaktadır. Basınca ve aşınmaya dirençli olan bu dokunun, yapısında az miktarda hücre bulunmaktadır. Kanlanması ve sinir innervasyonu yoktur. Hyalin kıkırdak yapısında olan eklem kıkırdağında %95 oranında tip 2 kollojen bulunmakla beraber tip 5, tip 6, tip 9, tip 10, tip 11 kollojenler de az miktarlarda bulunmaktadır. Yüzeyel, orta, derin ve kalsifiye kıkırdak tabakalarında kollojen liflerinin oranları ve dizilimleri farklılık gösterir. Temelde su, kondrositler ve bunların sentezlediği ekstrasellüler matriksten oluşan kıkırdak katmanının yüzeyine yakın kesiminde su ve hücresel içerik fazladır. Kollojen lifleri ince olup yüzeye paralel konumda dizilim gösterirler. Orta tabakada kollajen lifler birbirleriyle çaprazlaşır. Derin katmanlarda ise kondrositler azalmaya başlarlar ve yuvarlaklaşırlar. Kollojen lifleri ise kalınlaşır ve yüzeye dik konuma bürünürler. Ekstrasellüler matriksin önemli bir bileşeni olan proteoglikanlar da derin katmanlarda gittikçe yoğunlaşır ve kıkırdağın beslenmesinde önemli görev üstlenirler

(20, 21). Kondrositler anaerobik solunum ile yaşam boyu matriks sentezlemenin yanında, yıkımını da kontrol ederek kıkırdağın devamlılığını sağlarlar. Kollojen, kıkırdağın kuru ağırlığının %50'sini oluşturur. Kollojen dizilimi sonucunda gerilme ve makaslama kuvvetlerine karşı direnç oluşturmanın yanında proteoglikan moleküllerini de immobilize eder (18, 19).

Proteoglikanlar (PG), glikozaminoglikanların birbirlerine kovalent bağlarla bağlanmasından oluşmuş polisakkarit zincirlerinden ibaret makromoleküllerdir. Kıkırdağda keratan sülfat, kondroitin sülfat, dermatan sülfat olmak üzere üç büyük tipi bulunmaktadır. Proteoglikanlar bağlantı proteinleri vasıtasıyla hyaluronik asite bağlanarak PG polimerini oluştururlar. Bu PG polimerler ise kollojen fibrillerinin arasına gömülerek beraberce, gözenekli bir yapıda geçirgen bir matriksi oluştururlar. Bu polimer, eklem kıkırdağının temel biyomekanik özelliğini belirlemenin yanında difüzyonun ve kıkırdağın yapısal devamlılığını sağlarlar (18).

Sağlıklı kıkırdağın, biyomekaniğinde bifazik yapısının önemi vardır. Sıvı faz; su ve iyonlardan, katı faz; kollojen ve proteoglikanlardan oluşur. Yüklenme ile kıkırdağdaki küçük porlardan dışarıya çıkabilen su, yük ortadan kalktığında yeniden bu küçük porlardan difüzyona uğrayan matriks proteinleri ve proteoglikanlar tarafından tutulmaktadır. Bu esnada sürtünmeye karşı oluşan hidrostatik basınç ta eklem kayganlığı artırmaktadır. Eklem kıkırdağında kollojenler daha çok tensil ve makaslama, proteoglikanlar ise kompresif kuvvetlere karşı koyarak yük iletiminde önemli rol oynarlar (19).

2.6. PATELLOFEMORAL EKLEM HASTALIKLARI

Patellofemoral eklem hastalıklarında farklı sınıflamalar kullanılmıştır. Bu grup hastalıklar başlangıçta patellar kondromalazi adı altında toplanmışsa da, daha sonra patellar kondromalazinin, patellofemoral eklem aşırı yüklenmesi, patellofemoral eksen bozukluğu ve nadir olarak da direkt travma sonucu gelişen, patellanın eklem kıkırdağının lezyonu olduğu ifade edilmiştir.

Insall (22), patellofemoral hastalıkların sınıflamasını, eklem kıkırdağındaki harabiyeti temel alarak yapmıştır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Patellofemoral Eklem Hastalıkları için Insall Sınıflaması (22)

I- Kıkırdak hasarının varlığı <ul style="list-style-type: none">a. Kondromalazib. Osteoartritc. Osteokondral kırıklard. Osteokondritis dissekans
II- Değişken kıkırdak hasarı <ul style="list-style-type: none">a. Dizilim bozukluğu sendromlarıb. Sinovyal plika
III- Kıkırdağın genellikle normal olduğu durumlar <ul style="list-style-type: none">a. Peripatellar nedenler: bursit, tendinitb. Aşırı kullanma sendromlarıc. Refleks sempatik distrofid. Patellar anomaliler

Merchant ise patellofemoral hastalıklar için daha pratik ve faydalı bir sınıflama yapmıştır (Tablo 2.2). Bu sınıflama tablo 2.2' de görüldüğü gibi beş ana bölümden oluşmaktadır.

Tablo 2.2. Patellofemoral Eklem Hastalıkları için Merchant Sınıflaması (23)

I- TRAVMA (Tamamen normal dizde travma ile meydana gelen durumlar)

A- Akut travma

- 1- Kontüzyon
- 2- Kırık: Patella, femurun trokleası, tibial tüberkül
- 3- Çıkıklar
- 4- Yırtıklar: Kuadriseps tendonu, patellar tendon

B- Tekrarlayan travmalar (Overuse sendromları)

- 1- Patellar tendinit (Jumper's knee)
- 2- Kuadriseps tendiniti
- 3- Peripatellar tendinit
- 4- Prepatellar bursit
- 5- Apofizit: Osgood-Schlatter, Sinding - Larsen - Johanssen hastalığı

C- Travmanın geç etkileri

- 1- Travma sonrası patellar kondromalazi
- 2- Travma sonrası patellofemoral artrit
- 3- Anterior yağ yastıkçığı sendromu (Posttravmatik fibrozis)
- 4- Patellanın refleks sempatik distrofisi
- 5- Patellar osseöz distrofi
- 6- Akkiz patella infera
- 7- Akkiz kuadriseps fibrozisi

II- PATELLOFEMORAL DİSPLAZİ

A- Lateral patellar kompresyon sendromu

- 1- Sekonder patellar kondromalazi
- 2- Sekonder patellofemoral artrit

B- Patellanın kronik subluksasyonu

- 1- Sekonder patellar kondromalazi
- 2- Sekonder patellofemoral artrit

C- Patellanın rekürrent çıkıkları

- 1- Kırıkla birlikte olanlar (eklem içi ve eklem dışı)
- 2- Sekonder patellofemoral kondromalazi
- 3- Sekonder patellofemoral artrit

D- Patellanın kronik çıkıkları

- 1- Konjenital
- 2- Akkiz

III- İDİOPATİK PATELLAR KONDROMALAZİ

IV- OSTEOKONDRİTİS DİSSEKANS

A- Patella

B- Femurun trokleası

V- SİNOVYAL PLİKA (Akut veya tekrarlayan travma ile semptomatik hale gelen anatomik varyant)

A- Medial patellar (Shelf)

B- Suprapatellar

C- Lateral patellar

Patellofemoral eklem hastalıklarında temel yakınma patellanın arkasında eklem hattının medialinde, bazı zamanda popliteal fossadaki ağrıdır. Bu özellikle merdiven çıkmak gibi, diz fleksiyonda iken uzun süre oturmak gibi aktivasyonlarda artar (25,26). Ağrı bilateral olabilir ve herhangi bir travmayla ilişkili değildir. Ağrının lokalizasyonu yanlış tanımlara yol açabilir. Eklem hattının anteromedialinde ağrıya neden olan meniskal patolojiler ile patellofemoral ağrı yakınmaları karıştırılarak artroskopi öncesi dönemde birçok sağlam medial menisküs boş yere eksize edilmiştir.

Patellar disfonksiyonlu hastanın ikinci yakınması; patellofemoral eklemden ses gelmesi, boşalma hissi, kilitlenme terimleriyle tanımlanmaya çalışılan; daha çok normal patellofemoral hareketin yumuşak ritmindeki kesilme veya bozukluğu anlatmak için kullanılan yakınmaları içerir. Sürtünme hissi, özellikle patellofemoral ekleme binen yükün arttığı durumlarda (merdiven inip çıkma gibi) hasta tarafından hissedilir veya nadiren kişilerce de duyulabilir (29). Boşalma hissi, patellofemoral eklem hastalıklarının önemli bir bulgusudur. Kuadriseps kasının zayıflığının da neden olduğu bu bulgu yük altında diz fleksiyonu-ekstansiyonu sırasında ortaya çıkar (merdiven inme, yokuş aşağı inme). Diz instabilitelerinde ve menisküs yırtıklarında da oluşabilir, muayene ile ayırımı olasıdır. Patellofemoral eklem hastalığı olan hastaların çoğunda diz ekleminde effüzyon görülür. Kronik olgularda kuadriseps atrofi de tespit edilir.

Patellofemoral ağrısı olan hastanın muayenesine başlamadan önce, hastanın öyküsünü dinlemek için zaman ayırmak gereklidir. Ağrının başlangıç şekli, süresi, travma olup olmadığı ve özgün bulguların varlığı önemli olabilir. Diz fleksiyonda iken diz üzerine gelen künt bir travma sonrasında kondral ve subkondral yaralanmalar oluşabilir. Eğer ağrı travma olmaksızın oluşmuşsa eksen bozukluğu akla gelmelidir. Ağrının karakteri, hastanın problemlerinin açıklanabilmesi için ipuçları verebilir. Ağrı, krepitasyonla birlikte ise, serbest bir artiküler kırırdağın flap lezyonunu düşündürmelidir. Keskin, elektrik çarpar gibi bir ağrı, cerrahi tedaviden sonra infrapatellar sinir yaralanması ve sıkışması sonucunda oluşabilir. Diffüz lokalize edilemeyen ağrılar ise refleks sempatik distrofi (RSD) veya sistemik bir hastalığa bağlı olabilir. Künt diz ağrıları, kalça patolojilerinden de

kaynaklanabileceğinden ayırıcı tanının iyi yapılması gereklidir. Ağrının lokalizasyonu hastadan iyi öğrenilmeye çalışılmalıdır. Hastaların büyük bir bölümü ağrının lokalizasyonunu işaret ederek gösterebilirler ki bu ağrıların büyük bir bölümü retinaküler ağrılardır. Bazen ise ağrının diz kapağının arkasından kaynaklandığı ifade edilir. Bunun ayırımının iyi yapılması gereklidir. Çünkü bu tip ağrılar patellar tendinit, yağ yastıkçığı sıkışması, plika sendromu ve diğer intrartiküler problemlerden kaynaklanabilir. Baker kistin de diz önü ağrısına neden olabileceği unutulmamalıdır. Krepitasyon, genellikle patella veya trokleadaki kıkırdak lezyonundan oluşabilir. Ancak cerrahi sonrası gelişen skatris doku, plika, sinovit, osteofit de krepatasyona neden olabilir. Dizde sıvı birikimi kıkırdak harabiyeti ve oluşan debriserin sinovit oluşturması ile ortaya çıkar. Bu bir inflamatuvar süreçtir. Öyküyü alırken patellar instabilite ve onun neden olabileceği ağrı da araştırılmalıdır. Patella, eksen bozukluğu nedeni ile hareketler sırasında sublukse veya lukse olabilir. Tedavinin planlanması açısından bu önemlidir. Öyküyü tamamlarken eşlik eden ek hastalıkların varlığının araştırılmasına dikkat edilmelidir. Psöriasis, Lyme hastalığı, bağ dokusu hastalıkları, ülseratif kolit, artrit yaparak diz ağrısına neden olabilirler.

2.6.1. Kondromalazi

2.6.1.1. Terminoloji

Dejenerasyon terminolojisinde kondroz, yalnızca eklem kıkırdağını etkileyen bir süreci belirtirken, artroz deyimini, eklem yapısının her üç komponentinde; kemik, kıkırdak ve sinovyal membranlarındaki tutulumu gösterir. Patellar kondromalazi Fulkerson tarafından basitçe kıkırdak yumuşaması olarak tanımlanmıştır (24).

Kondropati ya da kondromalazi, eklem kıkırdağında yumuşama, fibrilasyon, incelme, fokal kabarıklık, ülser oluşumlar, kondral defektler ve subkondral eroziv değişiklikler şeklinde progresif bir sıralamayı içerir.

Global Kondromalazi:

Daha önceki tanımlamalarda lezyon tek fasette lokalize iken, patella kırığı ve artrofibrozis gibi nedenle tüm patella eklem kıkırdağında kondromalazinin görülmesidir.

2.6.1.2. Etiyoloji

Etiyolojik faktörleri biyomekanik ve biyokimyasal olmak üzere iki ana grupta toplamıştır (25,26).

1. Biyomekanik Nedenler:

A. Akut

1. Kondral veya osteokondral kırıkla patella dislokasyonu
2. Direkt travma
3. Düzensiz eklem yüzüne neden olan patella kırıkları

B. Kronik

1. Patellanın tekrarlayan subluksasyon veya dislokasyonu
2. Artmış Q açısı
3. Kuadriseps imbalansı
4. Femur cisim kırığı sonrası gelişen aks bozukluğu
5. Aşırı lateral bası sendromu
6. Patella hareketi ve stabilite kaybı ile birlikte olan menisküs yaralanması
7. Refleks sempatik distrofi

2. Biyokimyasal Nedenler:

A. Hastalıklar

1. Romatoid artrit
2. Tekrarlayan hemartroz

3. Alkaptonüri
4. Periferel sinovitis
5. Sepsis ve adhezyonlar

B. İatrojenik

1. Tekrarlayan eklem içi steroid enjeksiyonu
2. Uzamış immobilizasyon

C. Dejeneratif

1. Primer osteoartrit

Artiküler kartilajın sinir uçları yoktur ve böylece ağrının direkt kaynağı olamaz. Sinovyum ve subkondral kemik, kondral defektlerde ağrıya neden olan iki bölgedir. Eklem içine dökülen artiküler kartilaj debrisı sinovyumun kimyasal irritasyonuna neden olabilir. Bu da ağrı ve şişliğe neden olur.

2.6.1.3. Patoloji

Diz eklemindeki kondral defektlerde bazal patolojik lezyon travmatik artritteki ile aynı değildir. Kondromalazi patellada başlangıç lezyonu kıkırdağın derin seviyelerindeki kollajen lifleri ve temel maddedeki değişikliktir (27). Goodfellow ve arkadaşları bu lezyonu tarif etmek için bazal dejenerasyon terimini kullanmışlardır. Kondromalazi patella gelişiminde sadece geç dönemde yüzeysel tabakaları tutan, kıkırdağın derin tabakalarının hastalığıdır (Şekil 2.1). Böyle bir değişiklik dokunulabilir fakat görülmez. Yüzey düzgün ve intaktır. Aksine osteoartritte başlangıç değişiklikler kıkırdak yüzeyinde meydana gelir. Transvers liflerin devamlılığında kayıp ve fibrilasyon vardır. Kondromalazi temel maddedeki sülfatlı mukopolisakkaritlerdeki azalmaya atfedilir. Bu hematoksilen ve eozin preparatlarında bazofili kaybıyla gösterilebilir. Bu değişiklikler en yaygın olarak kıkırdağın derin tabakasındaki iki taraftan birinde meydana gelir (25, 26).

Osamu Ohno ve arkadaşlarının 1988 yılında yaptıkları elektronmikroskop çalışmalarında, başlangıç patolojik bulgu, özellikle yüzeysel ve geçiş zonlardaki

matriks çizgilerinde olmak üzere kollajen lif ağ yapısının bozulması ile birlikte yüzeysel matriksin şişmesidir. Goodfellow, yaşa bağlı yüzeysel dejenerasyon ile bazal dejenerasyonun ayırıcı tanısını yapmıştır. Yaşa bağlı olan medial fasette gelişir. Progresyon göstermez, yüzey değişiklikleri içerir ve tüm kıkırdak kalınlık kaybı geliştirmez. Bazal dejenerasyon ise medial ve odd fasetleri ayıran sırtta gelişmektedir (25, 26).

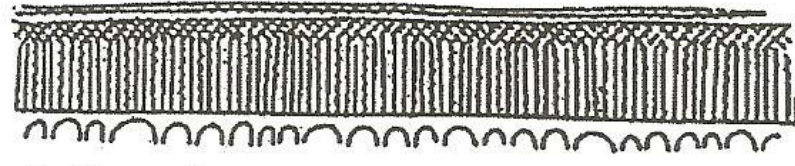
Bazı otörler makroskopik ve mikroskopik patolojik değişiklikleri sınıflandırır. Sınıflamalarını bazıları kıkırdak değişikliklerine, bazıları ise lezyon boyutuna dayandırır (25, 26).

Grade 1 değişiklikler, minimal eklem kıkırdağı değişikliklerini içerir. Kıkırdak yüzeyinde bozulma olmaksızın ya da minimal düzensizlikle birlikte lokalize yumuşama olabilir. Yüzeyine bastırılan bir künt uçlu alet kıkırdak içine batabilir. Kıkırdak hafifçe soluk ve yumuşak görünebilir. Makroskopik yüzey devamlılığı görüldüğü için artroskopik prob muayenesi ile kesin tanı konulur. Mikroskopide fibröz metaplazi ve hücrelerde yassılaşıma, kıkırdağın derin tabakasında ödem izlenir.

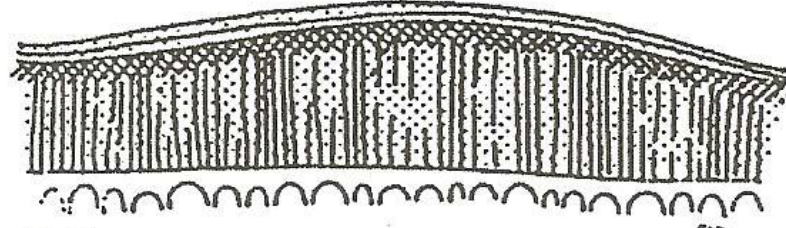
Grade 2 değişiklikler, düzensiz yüzey fibrilasyon veya fissür bölgesi içerir. Eklem kıkırdağındaki fibrilasyon, fissür ve ülserasyon ile devam etmektedir. Ülserasyonda lokalize kıkırdak madde kaybı mevcuttur.

Grade 3 değişiklikler, subkondral kemiğe uzanan fissür ile belirgin fibrilasyona sahiptir. Bu sıklıkla yengeç eti görünümü olarak tarif edilen klasik artroskopik resimdir. Subkondral kemik ortaya çıkmıştır. Cilalanmış gibi gözükten subkondral kemiğe eburnasyon adı verilir. Bu olay kıkırdak dejenerasyonunun son aşamasıdır. Mikroskopisinde hiperaktivite gösteren kondrositlerin komşu alanlarında artmış dejenerasyon ve nekrotik hücreler izlenir.

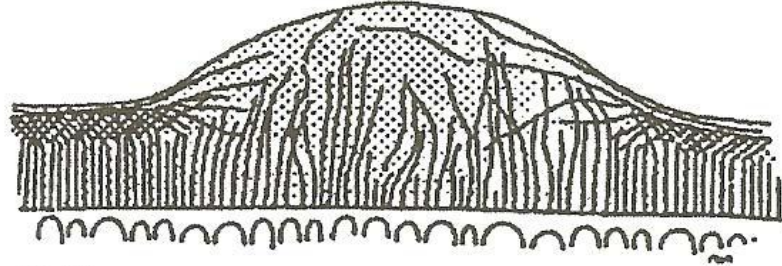
Grade 4 değişikliklerde ise eklem kıkırdağı görülmez ve subkondral kemiğin erozyonuna izin verir.



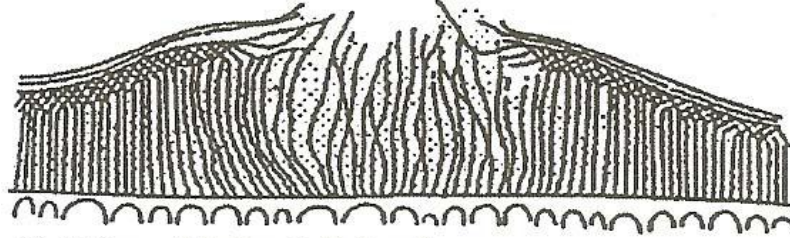
A Normal



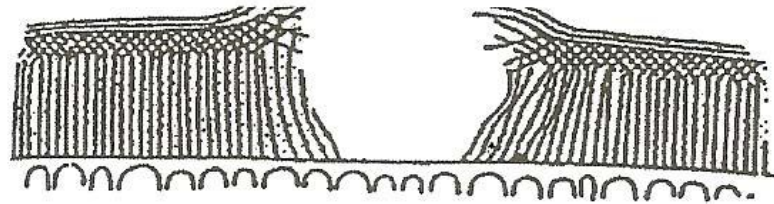
B Yumuşama



C Yumuşama



D Yüzeysel kırıldak kaybı



E Derin kırıldak kaybı

Şekil 2.1. Eklem kırıldak hasarının gelişim aşamaları

2.6.1.4. Tedavi

Patellar kondromalazinin artroskopik tedavisi Jackson evrelerine göre Dandy tarafından 1986'da tanımlanmıştır (25,28):

Evre 1:

Patellar yüzey yumuşamış ancak kırılmamıştır. Lezyonun gelecekteki referansları için varlığı ve boyutu not edilebilir. Lezyonun tepesinden kör bir prob ile girilerek etkilenmiş alan eksize edilebilir.

Evre 2:

Patellada sarkan kaba eklem kıkırdak saçakları vardır. Serbest materyali uzaklaştırmak için patellanın traşlanmasından belirli bir yarar sağlanabilir. Böyle bir işlemle en azından yakınmalar azalacak ve zamanla iyileşme gözlenebilecektir. Ogilvie Haris ve Jackson, evre 2 olgularda postop. 5 yılda %73 başarılı sonuç bildirmişlerdir.

Evre 3:

Her iki eklem yüzeyi olaya iştirak etmiştir. Bir yüzeyin geniş fibrilasyonu mevcuttur. Dış görünüş hekim açısından umut kırıcıdır. Semptomatik tedavi kural olmasına rağmen artroskopik traşlama seçilecek yöntem olabilir.

Yaygın olarak kullanılan prosedürler:

1. Açık patellar traşlama
2. Artroskopik patellar traşlama
3. Subkondral kemiği delme ile birlikte defektin lokal eksizyonu
4. Fasetektomi
5. Tibial tuberositasın anteriora elevasyonu ile birlikte patellofemoral eklemde mekanik dekompresyonu (Maquet prosedürü)
6. Patellektomi

2.7. PATELLOFEMORAL EKLEM HASTALIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN RADYOLOJİK TANI YÖNTEMLERİ

2.7.1. Rutin Radyografik İnceleme

Dizin rutin radyografik incelemesi, ön arka (anteroposterior) ve yan (lateral) olmak üzere en az iki projeksiyon içermelidir. Bunlara sıklıkla tünel ve tanjansiyel patella grafileri ilave edilebilir.

Ön-arka grafi elde edilirken, diz ekstansiyonda, kaset dizin arkasında ve santral ışın kasete diktir. Hasta ayakta olmalıdır. Değerlendirilmesi istenilen, kemiklerin birbirine göre olan durumları ve dizilimleriyle (alignment) ilgiliyse ayakta ve ağırlık taşıırken elde edilen grafi gerekir.

Yan grafi, hasta incelenecek dizinin üzerine yatar durumda ve diz 20-30° fleksiyonda iken elde edilir. Kaset dizin altında ve ışın buna diktir. Eğer femoro-tibial dizilim klinik önem taşımakta ise, ayakta ve diz düz durumda iken elde olunur.

Tünel grafisi dizin yaklaşık 50° fleksiyonda ve tüpün kraniokaudal 45° yönlendirilerek çekilen pozisyonda interkondiler tüberküller, interkondiler fossa, femur kondilleri hakkında daha iyi bilgi alınabilir. Tibiofemoral kompartmanlardaki eklem aralıklarının değerlendirilmesinde çekimin ayakta basarak yapılması daha doğru bilgi vermektedir (30).

Tanjansiyel patella grafilerinde literatürde daha çok Merchant ve Mountain adı verilen teknikler tercih edilir. Genellikle her iki dizin grafisi birlikte elde edilir. Bu grafide patellofemoral eklem gösterilir. Patellofemoral instabilitelerde, patella kırıklarında ve kemikleşme varyasyonlarında, artroplastide patellar komponent bu grafi ile değerlendirilir. Bu grafide hasta pron pozisyonudadır. Kaset dizin altına yerleştirilir. Ayak bileğine sarılan bir bandaj hastanın karşı taraf eline verilerek krurisin femurla 45° açı yapacak şekilde hasta tarafından bandajın tutulması sağlanır. Işın patella arka yüzeyine paralel olacak şekilde verilmelidir.

Oblik grafiler rutin diz muayenesinin bir parçası olmamakla birlikte, bazen gerekli olabilir. Bu grafiler hasta sırtüstü yatar pozisyonda, diz 45° iç ve dış

rotasyonda iken, iki projeksiyon olarak elde edilir. Diz kaset üzerinde ve ekstansiyondadır. Bu grafilerde medial ve lateral femoral kondilleri ile patellanın arka eklem yüzeyleri görülür. Bu grafi, kıkırdak kalınlığının azalma derecesini saptamakla birlikte tünel pozisyonu yerine de geçmektedir. Genellikle erken dönem dejeneratif hastalık tanısı için seçilir.

2.7.2. Ultrasonografi

Sonografi diz hastalıklarında artiküler kartilaj, tendon ve ligamentler, menisküs, sinovyal boşluklar ve komşu kas yapıları ilgilendiren lezyonların tanısında kullanılabilir olmasına karşın beklenen yaygınlığa ulaşamamıştır. İncelemenin operatöre bağımlı kalması, incelemenin dizin ancak belirli pozisyonlarında yapılabilmesi ve travmatize hastalarda dizin bu pozisyonlara getirilmesinin olanaklı olmaması, menisküs anterior boynuzlarının ve anterior çapraz bağların görüntülenememesi ve diğer radyolojik modalitelere göre bilgi birikiminin eksikliği sonografinin dezavantajlarını oluşturmaktadır.

Patellofemoral eklemden ise patellanın ultrasonografi dalgalarının geçişine engel olması patellar artiküler yüzeyin dolayısıyla retropatellar artiküler kartilajın değerlendirilmesini olanaksızlaştırmaktadır. Ultrasonografi patellofemoral eklemden en önemli kullanımını kuadriseps tendonu ve patellar ligamanın değerlendirilmesinde bulmuştur. Normal tendon, sonografide düzgün konturlu ekojenik yapı olarak izlenir. Travmatik tendinitte, tendonda genişleme ve hipoekojenite izlenirken dejeneratif tendinitte fokal hipoekoik alanlar mevcuttur. Parsiyel yırtık ve intratendinöz hematoma da yine yoğun ekojen odak şeklinde izlenir. Prepatellar sinovyal plika, semptomatik olgularda sonografide medialde patellofemoral eklem uzanan ekojen bant şeklinde vizualize olur (30).

2.7.3. Bilgisayarlı Tomografi

Patellanın ve patellofemoral eklem ilişkisinin değerlendirilmesinde en geçerli düzlem olan transvers plan, BT ile mümkün olmuştur. BT incelemesi intraartiküler kontrast madde uygulanarak (BT artrografi) ya da direkt olarak yapılabilir. Patellofemoral eklemde direkt BT incelemesinde patella ve femoral kondillerin konturları değerlendirilebilirken, BT artrografi ile retropatellar ve troklear artiküler kartilajın ve sinovyal yüzeylerin görüntülenmesi olanaklı olmaktadır.

Hasta supin pozisyonda ve diz tam ekstansiyonda iken tarama yapılmalı, superiorda kuadriseps tendonu, distalde patellar ligament incelemeye dahil edilmelidir. Patellayı içeren kesitler 2,5-3 mm. kalınlığında olmalıdır. Patellofemoral eklemde subluksasyon anemnezi olan olgularda görüntüleme, diz 15, 30, 45 ve 60° 'de fleksiyona getirilerek yapılır. Patella ile troklear oluk ilişkisi ortaya konulabilir. Patella boyutu, şekli, konturu ve troklear olukla ilişkisi direkt BT tetkiki ile değerlendirilebilir (30).

2.7.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) 1980'lerin ikinci yarısında yaygın olarak klinik uygulamaya geçmesiyle, merkezi sinir sisteminden sonra ikinci sıklıkta kullanım alanı kas iskelet sistemi, özellikle de diz eklemi olmuştur (30). Patellofemoral eklem hastalıklarının tanısında, invaziv prosedür içermemesi, osseöz, kondral ve yumuşak doku bilgilendirmesini yüksek rezolüsyonla yapabilmesi, BT'de olduğu gibi görüntüleme planının sadece transvers düzlemde sınırlı olmayıp tüm planlarda görüntü alabilmesi, iyonizan radyasyon içermemesi gibi çok çeşitli nedenlerle MRG günümüzde başka bir görüntüleme yöntemine gerek kalmaksızın tercih edilir olmuştur.

Normal artiküler kartilajın MR imajı; Modl ve arkadaşları tarafından T2 ağırlıklı Spin Eko imajlarda değerlendirilen insan artiküler kartilaj spesimeninde üç tabaka olarak tarif edilmiştir (31). İnce, düşük sinyalli bir yüzeyel tabaka, daha

yüksek sinyalli bir orta tabaka ve düşük sinyalli bir derin tabaka tarif edilmiştir. Düşük sinyalli derin tabakanın T1 ağırlıklı imajlarda daha az kalın olduğunu, T2 ağırlığın artan derecelerinde bu tabakanın görünen kalınlığının arttığını izlemişlerdir. Kartilajın histolojik bölümleriyle MR imajlarının korelasyonu kabaca kalitatif olarak gösterilmiştir ancak bu iki sekansla gösterilen tabakaların kalınlıkları arasında kesin kantitatif korelasyon gösterilememiştir. Bu sebeple MR taramalarında görülen tabakaların kesin orijini hala bilinmemektedir. Fakat kollajen liflerin kalınlığı ve oryantasyonundaki zonal farklılıklarla ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu lifler statik hassasiyet mekanizmasıyla su protonlarını etkiler.

Kıkırdak görüntülemenin amacı kıkırdak yüzeyinin bütünlüğünü, kıkırdak matriksinin kalınlığını, volümünü ve subkondral kemikle ilişkilerini değerlendirmektir. Diz ekleminde eklem yüzeyini kaplayan kıkırdak dokusu büyük bir alana sahip olsa da kalınlığı 2-6 mm arasında değişmektedir ve oldukça incedir (32-36).

Manyetik Rezonans'ta kullanılan temel inceleme parametresi SE sekansı olmakla birlikte, kıkırdağın değerlendirilmesinde T1 ve T2 ağırlıklı SE sekanslarının görüntülemeye tam anlamıyla yeterli olduğu söylenemez. T1 ağırlıklı imajlarda, kartilaj rölatif olarak homojendir. Ancak tabakalar belirsiz görülebilir. Üstelik kıkırdakla eklem içi sıvı arasında yeterli kontrast sağlanamaz (33). Konvansiyonel T2-A SE sekanslarda ise kıkırdak sinyalindeki düşüş eklem sıvısından çok daha hızlıdır. Bu uyumsuzluk kıkırdak sıvı arasındaki kontrastı artırır, ancak sinyal-gürültü oranı genellikle uzaysal çözünürlüğü desteklemek için yetersizdir (37). Dahası uzun eko zamanları ile birlikte derin kıkırdak katmanlarında izlenen sinyal kaybı kıkırdak-subkondral kemik arasındaki ara yüzü bulanıklaştırır, böylece kıkırdak kalınlığının ve volümünün doğru ölçülmesi zorlaşır (34, 38, 39).

Eklem kıkırdağını değerlendirmede, SE sekansının daha hızlı bir şekli olan FSE (fast spin eko) PD-T2 sekansı ve volümetrik görüntüleme yapabilen 3D SPGR (Spoiled Gradient) sekansları yağ baskılama tekniği de eklenerek kullanıldığında en doğru bilgiyi veren ve rutin olarak kullanılabilen sekanslar olarak tanımlanmaktadır (34, 40-44). FSE sekanslarında, yağ baskılama tekniği kullanılmazsa ağır T2 ve

magnetizasyon transfer etkilerinin kombinasyonu ile kemik iliğinin yüksek sinyal özelliği rölatif olarak korunurken eklem kıkırdığı belirgin olarak düşük sinyalli, eklem sıvısı ve subkondral kemik ise yüksek sinyalli olarak izlenmektedir. Böylece kıkırdak, eklem sıvısı ve kemik iliği arasındaki kontrast farkı yüksektir (34, 37, 45). T2-A FSE sekansları, yalnızca kıkırdak ile eklem sıvısı arasında yüksek kontrast oluşturma sonucu yüzeysel kıkırdak defektlerini saptama kolaylığı sağlamalarıyla değil, aynı zamanda erken kıkırdak matriks hasarını saptamada da faydalıdırlar. Böylece hasarlanma öncesi tedaviye de imkan sağlayabilirler (41). Yağ baskılama tekniği eklendiğinde kemik iliğindeki yüksek sinyal artışı da engellenerek aynı zamanda subkondral kemiğin de optimum olarak değerlendirilebilmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca yağ baskılama tekniğinin kullanılması kemik iliği-kortikal kemik-eklem kıkırdığı-eklem sıvısı arasındaki kontrast rezolüsyonunu da belirgin derecede artırmaktadır.

Gradient eko (GE) tekniği daha hızlı sürede görüntüleme yapmaya elverişli bir MR tekniği olup, bu sekansın değişik parametreleri kıkırdak görüntülemeye çalışılmıştır. Bu tekniklerden frekans selektif yağ baskılama tekniği kullanılan 3D SPGR (spoiled GR) sekansında kıkırdak-eklem sıvısı arasındaki ve kıkırdak ile subkondral kemik arasındaki kontrast- gürültü önemli oranda yüksektir, eklem kıkırdığı bu sekansta yüksek sinyalli bir bant şeklinde görülür. Yağın baskılanmasıyla eklem içinde kıkırdak dokusu tek yüksek sinyalli yapıdır, eklem sıvısı ve subkondral kemik daha düşük sinyal intensitesindedir (34, 37). Üç boyutlu görüntüleme iki boyutlu görüntülemeye oranla daha yüksek rezolüsyon ve kontrast-gürültü oranı sağlar. Elde edilen ince kesitler sayesinde özellikle eklem yüzeylerinin kavis yaptığı, eklem yüzlerine dik yerleşen patellar ve troklear kıkırdak dokusunun değerlendirilmesi yüksek kalitede multiplanar rekonstrüksiyonlarla mümkün olmaktadır (39, 47-49). Bu sekansta kıkırdığın sinyali yukarıda da tanımlandığı gibi uniformdur, kıkırdak patolojileri sinyal değişikliğinden daha çok kontur düzensizlikleri biçiminde görülür (47, 48). Ancak bu sekansta her ikisi de yüksek sinyalli olan kıkırdak ve eklem içi sıvı arasında yeterli kontrast rezolüsyonu sağlanamadığı için duyarlılık düşüktür ve yüzeysel lezyonların tanınmasında yetersizdir.

Literatürde FSE 3D SPGR sekansı için doğruluk, duyarlılık, özgüllük oranları sırasıyla %91, %87, %97 olarak bildirilmektedir (48). Diğer kıkırdak görüntüleme sekanslarında olduğu gibi en yüksek doğruluk patellofemoral eklem kıkırdağı değerlendirilmesinde sağlanırken yüksek dereceli kıkırdak kayıplarında doğruluk oranı artmaktadır. Sekansın en büyük dezavantajı 10-15 dakikaya ulaşabilen uzun tetkik süresidir.

Yağ baskılama, kartilaj dejenerasyonunu tesbit etmede kullanılan sekansların kesinliğini artırmada önemli bir komponenttir (50-56). Kartilajın morfolojik değişikliklerini tespit etmede yağ baskılamalı T2 ağırlıklı fast spin eko sekansı tercih edilmektedir. 2D (two dimensional) fast spin eko sekans ile 1-2 mm'lik ince kesitler elde edilebilir. Bu ince kesitler 2D tekniğin kesinliğini artırır. 3D gradient eko sekans artiküler kartilajın volümünü ölçmek için kullanılabilir. Ayrıca bu teknik diffüz kartilaj kaybının progresyonunu takip etmeyi sağlar (51-55).

Patellofemoral eklem için, rutin diz MR protokolüne aksiyel planı da dahil etmek gerekir ki bu çoğu merkezde rutin protokol içindedir. Klinisyen özellikle kondromalazi ön tanısını belirtmişse, incelemeye artiküler kartilaja yönelik en az iki sekans dahil edilmelidir ve kesit kalınlıkları en fazla 3-4 mm. olmalıdır (54,56).

Kartilajdaki erken dönem değişiklikler yumuşama ve bül formasyonu oluşumudur. Geç dönem değişiklikleri kartilaj yüzeyinde düzensizlik, önce sığ ardından derin erozyonlar, fissürler, en son tüm kartilaj kalınlığı kaybı ve altındaki kemiğin eburnasyonudur. Erken dönem değişikliklerde T2 ağırlıklı imajlarda parlak sinyalli fokus mevcuttur. Geç dönem değişikliklerde yüzey düzensizliği ve içinde eklem sıvısı izlenen fokal defektler mevcuttur.

2.7.5. Artrografi

Konvansiyonel artrografi, BT artrografi veya MR artrografi olmak üzere 3 farklı şekilde yapılabilir.

BT artrografi çekimi, çift kontrast artrografi işlemi sonrasında (5 ml kontrast madde ve 40 ml hava intraartiküler verilir) 45 dakika içinde yapılmalıdır. Patellofemoral eklem incelemesinde özellikle intraartiküler hava verilmesinin amacı eklem mesafesini genişleterek retropatellar ve troklear kondral yüzeylerin temasını önlemek ve kondral konturların değerlendirilmesini sağlamaktır. Hasta supin pozisyonda ve diz tam ekstansiyonda iken tarama yapılmalı, superiorda kuadriseps tendonu distalde patellar ligament incelemeye dahil edilmelidir. Patellayı içeren kesitler 2,5-3 mm. kalınlığında olmalıdır. BT artrografide hava ile doldurulmuş eklemden patellanın minimal laterale yer değiştirmesi normaldir. Bu nedenle BT artrografide patellofemoral subluksasyonu yorumlamamak gerekir. BT artrografide patella artiküler yüzeyler düzgün kontur sergiler. Sinovyumun ve retinakular yapıların patellaya yapışma yerleri izlenebilir. Troklear artiküler kartilajın ince olması, inceleme planına göre tanjansiyel konumda ve konveks konumda olduğundan BT artrografide optimal düzeyde görüntülenemez. BT artrografide sinovyal plika kontrast maddenin çevrelediği bant şeklinde vizualize olur (30).

MR artrografi çekiminde ise, 20 gauge iğne fluoroskopik gözlem altında diz eklemine yerleştirilir. 300 mg/ml suda eriyen noniyonik kontrast maddenin 1-2 ml injekte edilerek iğnenin yerleşip yerleşmediği kontrol edilir. Sonra salin ile sulandırılmış 2 mmol/lit gadopentetat dimeglumine kontrast maddesinden 10-30 ml ile eklem boşluğu doldurularak yapılır. Aksiyel planda T1 ağırlıklı imajlar alınır. MR artrogramda yüzeyel kartilajın sinyal intensitesi hafifçe artar. Artiküler kartilaj içine kontrast madde absorbe ve intravaze olabilir. Hasarlı kartilajın kontrastı alımı MR artrogramda BT artrogramdan daha belirgindir. MR artrografinin maliyetinin yüksek olması ve invaziv bir yöntem olması dezavantajlarıdır (32,57).

2.7.6. Artroskopi

Günümüzde artroskopi diz eklemine en önemli tanı ve tedavi edici yöntem olarak kullanılmaktadır. Artroskopi, patellofemoral eklem yüzeylerini, prob ile palpe ederek, patella pozisyonunu değerlendirmede yegane ve eşsiz bir fırsat sağlar. Aktif ve pasif olmak üzere dinamik olarak patella hareketinin görülmesi diğer bir

avantajdır. Patellofemoral eklem, artroskopik tekniklerin uygulandığı ilk bölgelerden biridir. Patellofemoral artroskopinin esas endikasyonları genelde patellar malpozisyon ile ilgilidir. Artroskopi kondral defektlerin tanısında oldukça güvenilirdir. Eklem yüzeyinin fibrilasyonu ve fragmantasyonu direkt görüş altında palpe edilebilir ve yumuşak alanlar saptanabilir.

Kartilaj, iyileşmesi sınırlı bir avasküler dokudur. Birçok araştırmacı kondrositlerin artiküler yüzey defektlerini iyileştirme yetenekleri üzerine çalışmışlardır. Zayıf dereceli fibrokartilajinöz dokuyla iyileşme gerçekleşir. Ancak bu doku disorganize ve bozulmaya eğilimli bir dokudur.

Normal artroskopik muayenede patella ve femoral trokleanın düzgün beyaz eklem yüzeyleri görülür. Yağ yastıkçığının ucu saçaklıdır ve patella ile femur arasına girer. Diz ekstansiyonda iken patella, femura göre lateral ve superiordadır. Suprapatellar plika normal bir anatomik yapıdadır. Genellikle su kemeri şeklindedir. Suprapatellar kesenin lateralinde, medialinde veya her iki duvarında olabilir. En çok görülen eklem kıkırdağı lezyonu, patellanın üst kısmından aşağı doğru sarkan saçaklanmalardır. Dejenerasyonun ilk işareti dokunma ile yumuşamasıdır. Bunu kıkırdaktaki kabarma takip eder. Fissürler gelişir.

Fragmantasyon, yengeç eti görünümü olarak tanımlanmıştır. Eklem kıkırdağının tamamen kaybı ile kemikte sklerotik bir lezyon oluşur. Troklear lezyonlar da patella gibi aynı basamaklardan geçer. Fakat genellikle merkezde yerleşir. Lateral troklea kıkırdağı, kronik lateral patellar pozisyondan dolayı aşınmış olabilir. Serbest cisimler posterior dahil herhangi bir kompartmanda olabilir. Dislokasyonlarda, serbest cisimler genellikle lateral femurda veya lateral olukta yapışıktırlar (25,28).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. HASTA SEÇİMİ

Çalışmamıza Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesine Nisan 2010-Ekim 2010 tarihleri arasında, diz ekleminde çeşitli yakınmalar ile başvuran ve farklı öntanılar ile kliniğinden Radyodiagnostik Anabilim Dalına MR incelemesi için yönlendirilen 173 hasta (yaş ortalaması 43.8 ± 15.7 , yaş aralığı 8-88 yaş) dahil edilmiştir (Tablo 3.1). Cerrahi öyküsü, fraktür veya hareket artefaktı bulunan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. 64 (%38.4) erkek, 109 (%61.6) kadın hasta incelenmiştir. İki erkek ve 5 kadın hastanın bilateral diz MR'ı çekilmiş ve her iki diz MR'ı da çalışmaya dahil edilmiştir. Toplam 180 diz MR'ı bu çalışma için retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Diz ekleminin üç kompartmanından özellikle patellofemoral eklem incelenmiştir.

Hastalar 2 ayrı yaş grubuna ayrılmıştır. Toplam 180 diz incelemesinin 85 (%47, yaş aralığı 8-44 yaş) tanesi 45 yaşın altındaki hastalara ait iken, 95 (%53, yaş aralığı 45-88 yaş) tanesi ise 45 yaş ve üzeri yaş grubundaki hastalara aittir. Bu ayırımın yapılmasının sebebi, yaşa bağlı osteoartritik değişiklikleri hesaba katabilmek içindir.

Tablo 3.1. MR incelemesi yapılan hastaların klinik endikasyonları

Klinik Endikasyon	Hastaların endikasyonlarına göre yüzdelik dilimi
Menisküs hasarı şüphesi	%68
ACL hasarı şüphesi	%5
Kıkırdak hasarı şüphesi (kondromalazi, osteokondral hastalık)	%11
Diğer (ağrı, şişlik, nekroz, kitle, instabilite, loose body, baker, artrit, bursit...)	%16

3.2. MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Manyetik Rezonans incelemesi için kliniğimize yönlendirilen hastaların klinik endikasyonları şu şekilde dağılım göstermektedir. Hastaların %68'i menisküs hasarı şüphesi ile, %5'i ACL hasarı şüphesi ile, %11'i kıkırdak hasarı şüphesi ile ve geri kalan %16'sı ise ağrı, şişlik, nekroz, kitle, instabilite, loose body, baker, artrit, bursit gibi diğer çeşitli nedenlerle MR incelemesi için kliniğimize yönlendirilmişlerdir (Tablo 3.1).

Yüz yetmiş üç hastaya ait 180 diz incelemesinin 45 (%25) tanesi 3 Tesla MR cihazında, 135 (%75) tanesi ise 1 Tesla MR cihazında ticari olarak elde edilebilir diz koili kullanılarak görüntülenmiştir. Bütün olgularda rutin olarak 1 Tesla MR cihazında; koronal planda T1-A SE ve STIR yağ baskılı; aksiyel planda PD FSE yağ baskılı; sagittal planda Gradient eko, PD ve T2-A FSE sekansları alınmıştır. 3 Tesla MR cihazında ise rutin olarak; koronal planda T1-A SE ve STIR yağ baskılı; sagittal planda Gradient eko, PD ve yağ baskılı PD FSE; aksiyel planda ise yağ baskılı PD FSE ve T1-A SE görüntüler elde edilmiştir.

MRG görüntüleri retrospektif olarak iş istasyonunda değerlendirilmiştir. Kıkırdağa ve kemiğe ait tüm ölçümler, sagittal ve aksiyel planda PD FSE sekansında gerçekleştirilmiştir.

Üç Tesla cihazda MR parametreleri sagittal planda PD için (FSE:3800/19, ETL:12, FOV:16 cm, 3 mm/0.6 mm, 448x358, NEX:2), aksiyel planda PD yağ baskılı için (FSE:3000/19, ETL:6, FOV:16 cm, 3 mm/0.3 mm, 320x272, NEX:2) iken, 1 Tesla cihazda sagittal planda PD için (FSE:3000/10, ETL:10, FOV:20 cm, 3 mm/1 mm, 288x192, NEX:2), aksiyel planda PD yağ baskılı için (FSE:2800/8, ETL:6, FOV:20 cm, 5 mm/1 mm, 256x224, NEX:2) olarak gerçekleştirilmiştir.

3.3. ÖLÇÜMLER

Sagittal planda yapılan tüm ölçümler, en geniş patellar uzunluğa sahip olan kesitten gerçekleştirilmiştir.

Patellar uzunluk (PU), sagital planda patellanın en proksimal ucundan, osteofit ve entezofitleri dahil etmemek koşuluyla en distal ve anterior ucuna dek ölçülmüştür.

Patellar tendon uzunluğu (PTU), patellanın distal ucundan başlayarak tüberositas tibiaya yapışan ve tendonun iç kesiminden geçen hat boyunca ölçülmüştür.

İnsall-Salvati indeksi (ISI), PTU'nun PU'na oranı olarak hesaplanmıştır. (Şekil 3.1)

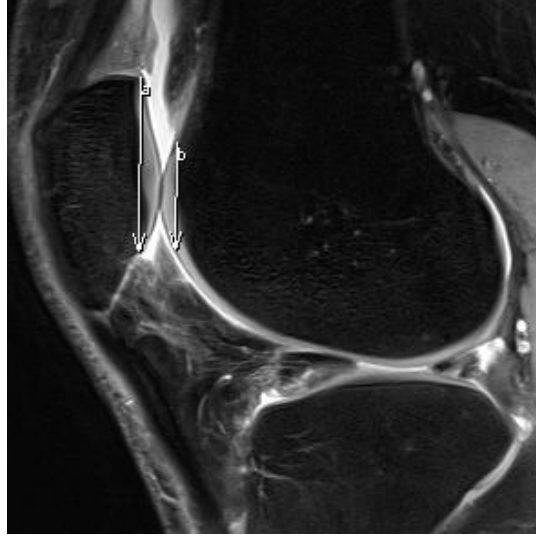


Şekil 3.1. Insall-Salvati indeksi. Patellar tendon uzunluğu ve patellar uzunluk ölçülmüştür (a:patellar uzunluk, b:patellar tendon uzunluğu).

Patellar kıkırdak uzunluğu (PKU), sagital planda patellar kıkırdağın kraniokaudal uzunluğunun ölçümüdür.

Troklear kıkırdak uzunluğu (TKU), sagital planda troklear kıkırdağın patellar kıkırdak ile örtüşen kraniokaudal uzunluğudur.

Patellotroklear indeks, TKU'nun PKU'na oranı olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Patellotroklear indeks. Patellar kıkırdak uzunluğu ve troklear kıkırdağın patellar kıkırdak ile örtüşen kraniokaudal uzunluğu ölçülmüştür (a:patellar kıkırdak uzunluğu, b:troklear kıkırdak uzunluğu).

Ön troklear çıkıntı (ÖTÇ), sagittal planda femur ventral korteksinden geçen bir hat çizildiğinde, bu hattan dik olarak en ön troklear noktaya kadar yapılan ölçümdür (Şekil 3.3). Trokleanın en çıkıntılı noktası aksiyel planda yapılan ölçümler için referans noktası olarak kabul edilmiştir. ÖTÇ'dan geçen horizontal çizgi ile ilişkili aksiyel kesit, aksiyel ölçümler için kullanılmıştır. Bazı hastalarda böyle bir çıkıntı bulunmaz ve bu hastalarda da aksiyel planda yapılacak ölçümler anterior fiz hattından geçen nokta referans alınarak yapılmıştır.

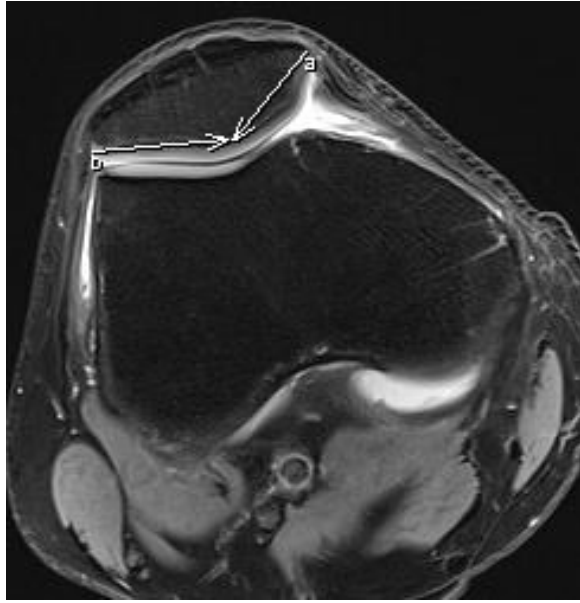


Şekil 3.3. Ön troklear çıkıntı. Sagittal planda femur ventral korteksinden geçen bir hat çizildiğinde, bu hatta dik en ön troklear nokta ölçülmüştür (a:ön troklear çıkıntı).

Aksiyel planda patella, patellar tepe noktası sınır kabul edilerek patella medial faset (PMF) ve patella lateral faset (PLF) olarak ikiye ayrılmıştır. Patellar medial faset ölçümünde patellanın en medialindeki odd faseti ölçüme dahil edilmemiştir.

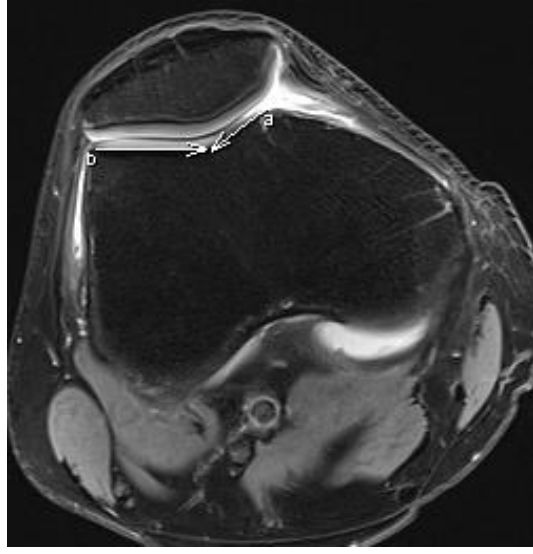
Troklea ise, troklear oluğunun en derin noktası sınır kabul edilerek yine medial faset (TMF) ve lateral faset (TLF) olarak ayrılmıştır.

Patellar faset asimetri (PFA), PMF'in PLF'e oranıdır (Şekil 3.4).



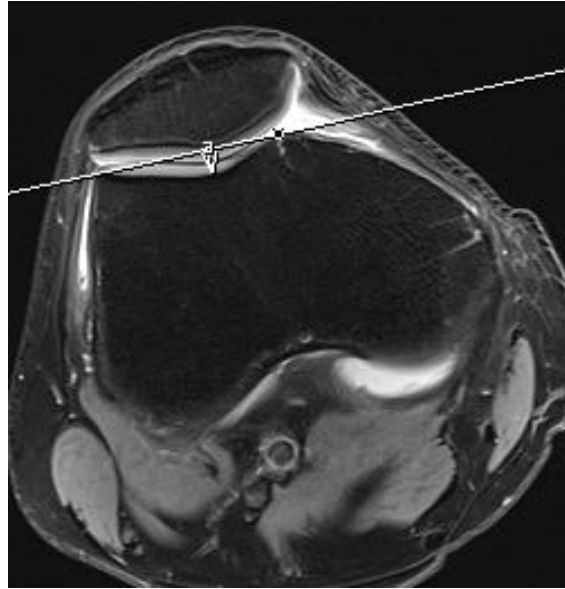
Şekil 3.4. Patella faset asimetri. Patella medial faset ve patella lateral faset ölçülmüştür (a:patella medial faset, b:patella lateral faset).

Troklear faset asimetri (TFA) ise, TMF'in TLF'e oranıdır (Şekil 3.5).



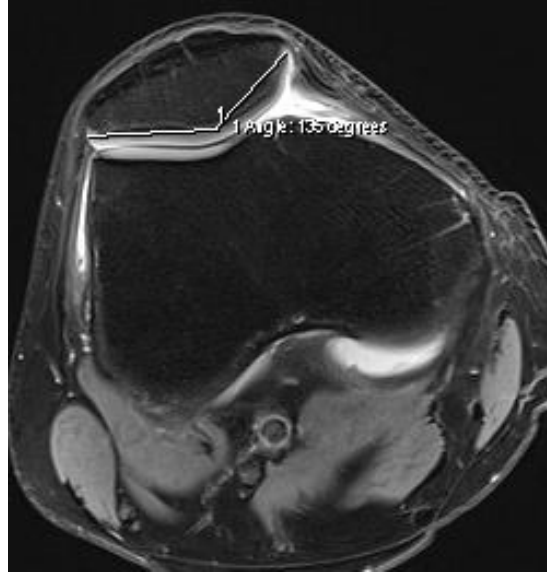
Şekil 3.5. Troklear faset asimetri. Troklea medial faset ve troklea lateral faset ölçülmüştür (a:troklea medial faset, b:troklea lateral faset).

Troklear derinlik (TD), medial ve lateral troklear fasetlerin en tepe noktalarından geçen bir hat çizildiğinde bu hat ile troklear oluğun en derin noktası arasındaki mesafe olarak ölçülmüştür (Şekil 3.6).



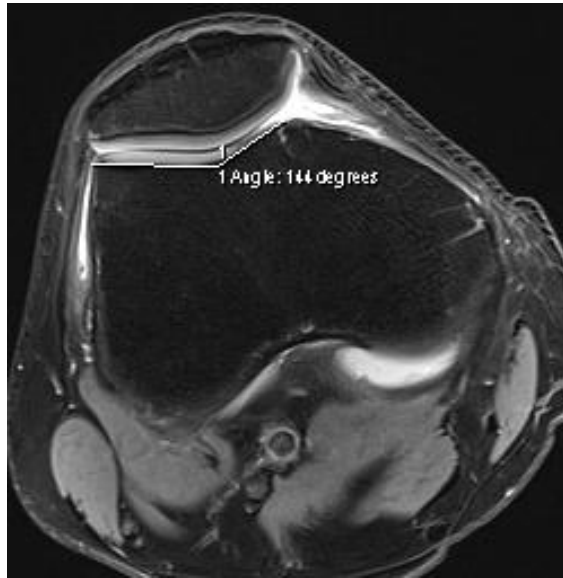
Şekil 3.6. Troklear derinlik. Troklea medial ve lateral faset tepe noktalarından geçen bir hat çizildiğinde, bu hatta dik en derin troklear nokta ölçülmüştür (a:troklear derinlik).

Patellar açı (PA), patella medial ve lateral fasetleri arasındaki açı olarak ölçülmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Patellar açı. Patella medial ve lateral fasetleri arasındaki açı ölçülmüştür (1:patellar açı).

Sulkus açısı (SA), troklea medial ve lateral fasetleri arasındaki açı olarak ölçülmüştür (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Sulkus açısı. Troklea medial ve lateral fasetleri arasındaki açı ölçülmüştür (1:sulkus açısı).

Lateral troklear eğim açısı (LTEA), lateral troklear fasetten geçen hat ve femur posteriorunda femoral kondillerden geçen hat arasında kalan açı olarak ölçülmüştür (Şekil 3.9).

Tüm ölçümler tek bir gözlemci tarafından, elektronik cetvel ve elektronik pergel kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.9. Lateral troklear eğim açısı. Lateral troklear faset ve femur posterior kondillerinden geçen hat arasındaki açı ölçülmüştür (1:lateral troklear eğim açısı).

3.4. KIKIRDAK DEĞERLENDİRME

MRG, hastaların patellofemoral eklemlerindeki kıkırdak hasarını saptamak ve derecelendirmek için kullanılmıştır.

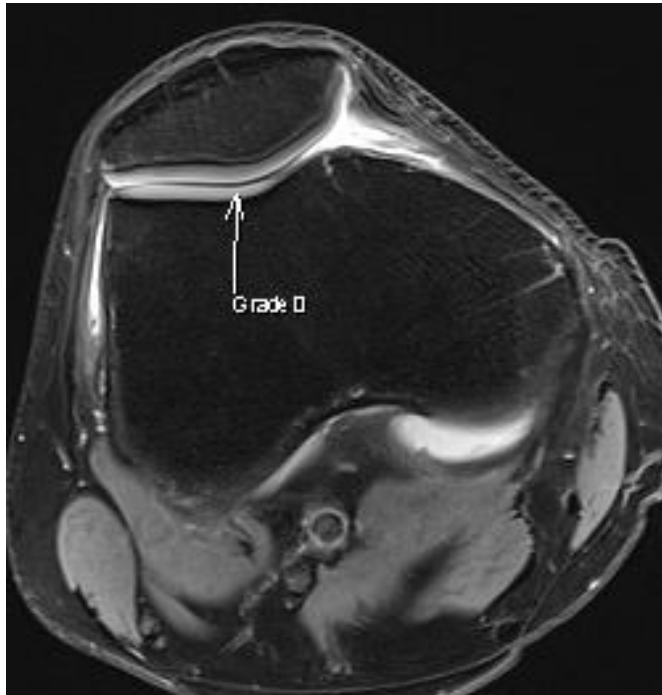
Yüz seksen diz MR incelemesi retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Troklear veya patellar kıkırdaktaki kondral defektlerin ciddiyeti, lezyonların derinliğine göre oluşturulan International Cartilage Repair Society sınıflandırma

sistemi kullanılarak değerlendirilmiştir (Tablo 3.2). Birden fazla kıkırdak hasarı bulunan incelemelerde, en ciddi hasar üzerinden değerlendirmeye yapılmıştır (58).

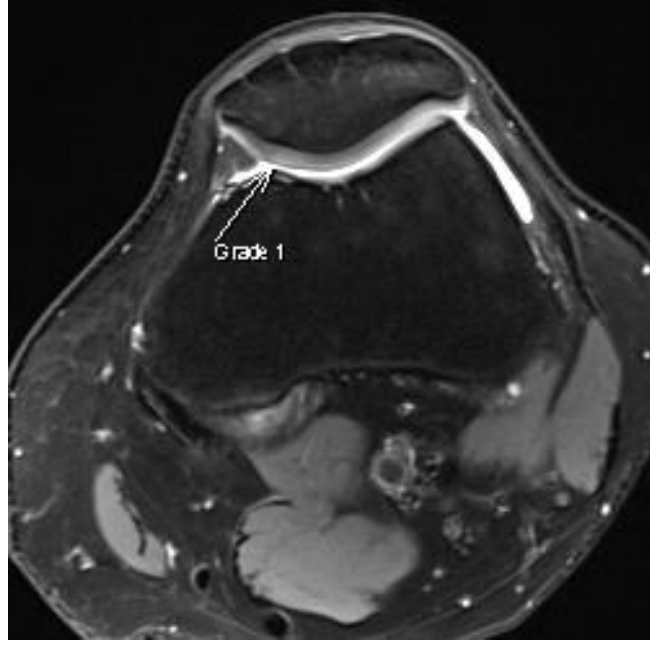
Bu sınıflandırma sisteminde kıkırdak, normal görünüm veya hasar derecesine göre 5 ayrı gruba ayrılmışken biz çalışmamızda kıkırdak hasarı olmayan hastaları (Grade 0) normal yani 1 numara olarak gruplandırdık. Grade 1 ve Grade 2 düzeyinde kıkırdak hasarı bulunan hastaları hafif hasarlı hastalar olarak değerlendirip 2 numara altında gruplandırdık. Grade 3 ve Grade 4 düzeyinde kıkırdak hasarı bulunan hastaları ise ağır hasarlı hastalar olarak değerlendirip 3 numara olarak gruplandırdık.

Tablo 3.2. Kıkırdak hasarını derecelendirmek için kullanılan International Cartilage Repair Society sınıflandırma sistemi

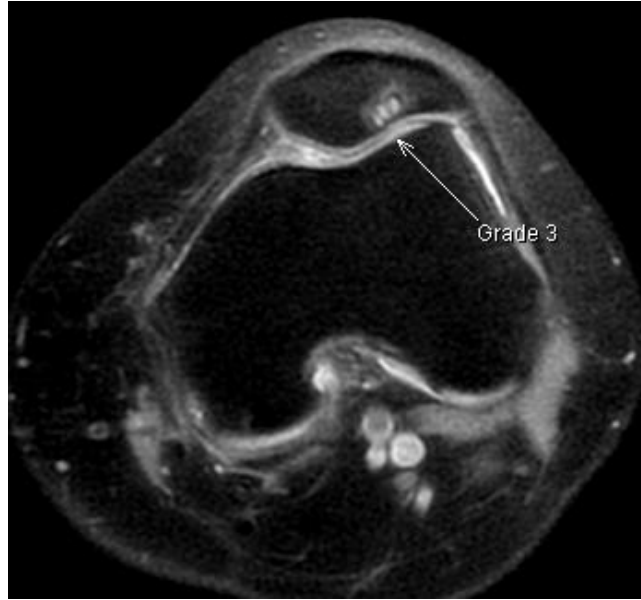
Kıkırdak hasarı	MR bulguları
1:Normal	Grade 0 Normal (Şekil 3.4.1)
2:Hafif hasar	Grade 1 Konturları normal, ancak sinyal intensitesi artmış (Şekil 3.4.2)
	Grade 2 <%50 yüzeysel erozyon veya ülserasyon
3:Ağır hasar	Grade 3 <%100 ve >%50 parsiyel kalınlıkta hasar (Şekil 3.4.3)
	Grade 4 Tam kat kıkırdak kaybı



Şekil 3.10. Konturları düzgün ve sinyal intensitesi doğal normal kıkırdak yapısı



Şekil 3.11. Konturları normal izlenmekle birlikte fokal bir alanda kıkırdağa ait sinyal intensitesinin arttığı Grade 1 kıkırdak hasarı



Şekil 3.12. Yaklaşık olarak %100'ün altında ancak %50'nin üzerinde incelmenin izlendiği Grade 3 parsiyel kalınlıkta hasar ve komşuluğunda çevresel kemik iliği ödeminin de eşlik ettiği subkondral kistler

3.5. İSTATİSTİKİ ANALİZ

İki yaş grubu için yapılan ölçümler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Her bir yaş grubu için kıkırdak hasarı olmayan hastalar ile hafif ve ciddi kıkırdak hasarı olan hastaların ölçümleri ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel analizler SPSS 11.5 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistik olarak ortalama ve standart sapma ile ortanca (minimum-maksimum) değerler verilmiştir.

Ölçümle elde edilen ikiden fazla bağımsız grubun karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis varyans analizi kullanılmıştır. Bu test sonucunda farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Bağımlı iki grubun karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Değişkenler arası ilişkinin incelenmesinde Spearman ilişki katsayısı kullanılmıştır. P değeri 0.05'den küçük olduğunda istatistiki olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Toplam 180 diz incelemesinin 85 (%47, yaş aralığı 8-44 yaş) tanesi 45 yaşın altındaki hastalara ait iken, 95 (%53, yaş aralığı 45-88 yaş) tanesi ise 45 yaş ve üzeri yaş grubundaki hastalara aittir. 45 yaş altı toplam 85 diz incelemesinin, 60 (%70.6) tanesi normal iken, 18 (%21.2) tanesinde hafif kıkırdak hasarı, 7 (%8.2) tanesinde ise ağır kıkırdak hasarı tesbit edilmiştir. 45 yaş ve üzeri 95 diz incelemesinin 30 (%31.6) tanesi normal iken, 24 (%25.3) tanesinde hafif kıkırdak hasarı, 41 (%43.2) tanesinde ise ağır kıkırdak hasarı tesbit edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. İki ayrı yaş grubu için kıkırdak patolojilerinin dağılımı

Yaş	Kıkırdak hasarı			Total
	Normal	Hafif hasar	Ağır hasar	
<45 yaş	60 (%70)	18 (%21)	7 (%8)	85
≥45 yaş	30 (%32)	24 (%25)	41 (%43)	95
Toplam	90 (%50)	42 (%23)	48 (%27)	180 (%100)

Toplam 180 diz incelemesi kıkırdak hasarlarına göre sınıflandırıldığında 90 (%50) incelemede kıkırdak hasarı saptanmamıştır. 42 (%23.3) incelemede hafif kıkırdak hasarı söz konusuyken, 48 (%26.7) incelemede ise ağır kıkırdak hasarı söz konusudur. 90 adet kıkırdak hasarı olmayan diz incelemesinin 60 (%66.7) tanesi 45 yaş altı grupta, 30 (%33.3) tanesi ise 45 yaş ve üzeri grupta yer almaktadır. 42 adet hafif kıkırdak hasarı bulunan incelemenin 18 (%43) tanesi 45 yaş altı grupta, 24 (%57) tanesi ise 45 yaş ve üzeri grupta yer almaktadır. Ağır kıkırdak hasarı bulunan toplam 48 hastanın 7 (%15) tanesi 45 yaş altı grupta, 41 (%85) tanesi ise 45 yaş ve üzeri grupta yer almaktadır.

Her iki yaş grubunda normal, hafif ve ağır derecede kıkırdak hasarı olan hastalar için patella faset asimetri, troklea faset asimetri, Insall-Salvati indeksi ve patellar açı ölçümlerinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu parametreler için 45 yaşından genç ve 45 yaşından yaşlı hastalarda ölçülen değerler

kıkırdak hasarına göre kıyaslandığında p değeri 0.05'den büyük bulunmuştur (Tablo 4.11).

4.1. PATELLA FASET ASİMETRİ

Aksiyel düzlemde ölçülen patella medial fasetin patella lateral fasete oranıdır. Her iki yaş grubunda normal, hafif ve ağır derecede kıkırdak hasarı olan hastalar için patella faset asimetri ölçümünde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.2). Bu parametre için 45 yaşından genç ve 45 yaşından yaşlı hastalarda ölçülen değerler, kıkırdak hasarına göre kıyaslandığında p değeri 0.05'den büyük bulunmuştur (Tablo 4.11).

Tablo 4.2. İki ayrı yaş grubu için patella faset asimetri değerinin farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri

Kıkırdak hasarı		Patella faset asimetri	
		<45 yaş	≥45 yaş
Normal	Mean	0.708	0.722
	SD	0.068	0.076
	Median	0.712	0.743
	Minimum	0.57	0.54
	Maksimum	0.87	0.88
Hafif hasar	Mean	0.709	0.685
	SD	0.095	0.1
	Median	0.706	0.679
	Minimum	0.51	0.42
	Maksimum	0.88	0.88
Ağır hasar	Mean	0.738	0.699
	SD	0.084	0.063
	Median	0.735	0.7
	Minimum	0.61	0.57
	Maksimum	0.85	0.88
Toplam	Mean	0.71	0.703
	SD	0.075	0.078
	Median	0.715	0.701
	Minimum	0.51	0.42
	Maksimum	0.88	0.88

4.2. INSALL-SALVATI İNDEKSİ

Midsagital düzlemde ölçülen patellar tendon uzunluğunun patella uzunluğuna oranıdır. Her iki yaş grubunda ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde normal, hafif ve ağır derecede kıkırdak hasarı olan hastalar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.3). Bu parametre için 45 yaşından genç ve 45 yaşından yaşlı hastalarda ölçülen değerler, kıkırdak hasarına göre kıyaslandığında p değeri 0.05'den büyük bulunmuştur (Tablo 4.11).

Tablo 4.3. İki ayrı yaş grubu için Insall-Salvati indeksi ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri

Kıkırdak hasarı		Insall-Salvati İndeksi	
		<45 yaş	≥45 yaş
Normal	Mean	0.997	0.986
	SD	0.104	0.073
	Median	0.984	0.998
	Minimum	0.82	0.72
	Maksimum	1.26	1.1
Hafif hasar	Mean	1.008	1.003
	SD	0.086	0.096
	Median	1.01	0.99
	Minimum	0.8	0.82
	Maksimum	1.13	1.18
Ağır hasar	Mean	1.056	0.996
	SD	0.095	0.097
	Median	1.054	0.983
	Minimum	0.94	0.78
	Maksimum	1.22	1.25
Toplam	Mean	1.004	0.995
	SD	0.099	0.089
	Median	0.992	0.992
	Minimum	0.8	0.72
	Maksimum	1.26	1.25

4.3. PATELLAR AÇI

Patellar açı (PA), aksiyel düzlemde patella medial ve lateral fasetleri arasındaki açı olarak ölçülmüştür. Her iki yaş grubu için ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde normal, hafif ve ağır derecede kıkırdak hasarı olan hastalar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.4). Bu parametre için 45 yaşından genç ve 45 yaşından yaşlı hastalarda ölçülen değerler, kıkırdak hasarına göre kıyaslandığında p değeri 0.05'den büyük bulunmuştur (Tablo 4.11).

Tablo 4.4. İki ayrı yaş grubu için patellar açı ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri

Kıkırdak hasarı		Patellar Açı (°)	
		<45 yaş	≥45 yaş
Normal	Mean	129.5	132.5
	SD	6.6	5.5
	Median	129.5	132
	Minimum	115	122
	Maksimum	144	150
Hafif hasar	Mean	132.1	131.4
	SD	8	6.7
	Median	130.5	130
	Minimum	122	117
	Maksimum	146	142
Ağır hasar	Mean	130.8	132.6
	SD	6.2	6.1
	Median	132	132
	Minimum	120	121
	Maksimum	139	144
Toplam	Mean	130.2	132.2
	SD	6.9	6
	Median	130	132
	Minimum	115	117
	Maksimum	146	150

4.4. TROKLEA FASET ASİMETRİ

Aksiyel düzlemde ölçülen troklea medial fasetin troklea lateral fasete oranıdır. Her iki yaş grubunda normal, hafif ve ağır derecede kıkırdak hasarı olan hastalar için troklea faset asimetri ölçümünde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.5). Bu parametre için 45 yaşından genç ve 45 yaşından yaşlı hastalarda ölçülen değerler, kıkırdak hasarına göre kıyaslandığında p değeri 0.05'den büyük bulunmuştur (Tablo 4.11).

Tablo 4.5. İki ayrı yaş grubu için troklea faset asimetri ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri

Kıkırdak hasarı		Troklea faset asimetri	
		<45 yaş	≥45 yaş
Normal	Mean	0.566	0.538
	SD	0.104	0.06
	Median	0.538	0.549
	Minimum	0.36	0.44
	Maksimum	0.78	0.66
Hafif hasar	Mean	0.565	0.537
	SD	0.079	0.07
	Median	0.577	0.529
	Minimum	0.41	0.41
	Maksimum	0.7	0.7
Ağır hasar	Mean	0.537	0.55
	SD	0.052	0.075
	Median	0.553	0.547
	Minimum	0.47	0.41
	Maksimum	0.61	0.72
Toplam	Mean	0.564	0.543
	SD	0.096	0.069
	Median	0.557	0.541
	Minimum	0.36	0.41
	Maksimum	0.78	0.72

4.5. ÖN TROKLEAR ÇIKINTI

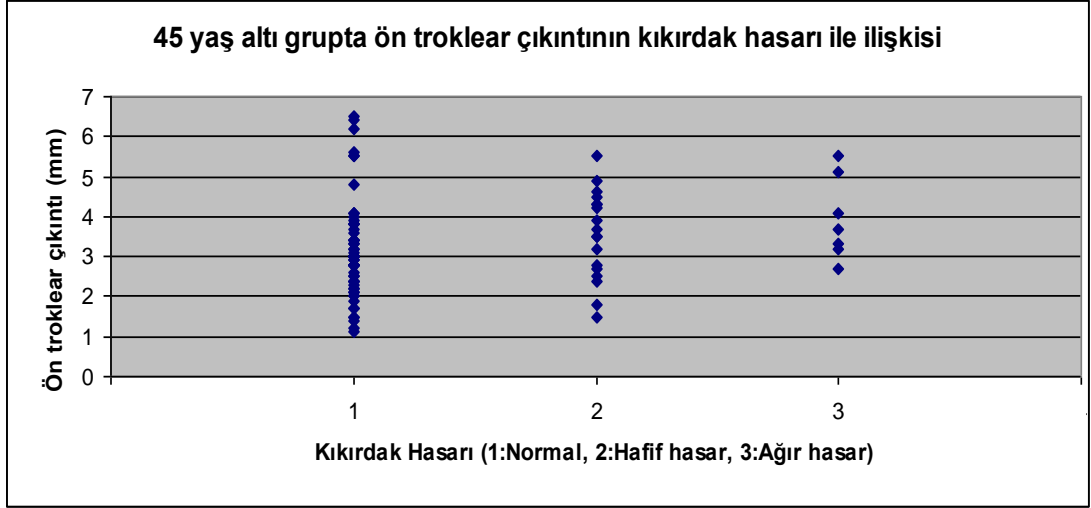
Sagittal troklear ölçümlerden ön troklear çıkıntı için, sadece 45 yaş altı grupta normal ve ağır derecede kıkırdak hasarı bulunan hastalar karşılaştırıldığında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

45 yaş altı grupta kıkırdak hasarı olmayan ve ciddi hasarı olanlar arasındaki p değeri 0.05 bulunmuştur ve istatistiki olarak anlamlıdır. Hafif derecede kıkırdak hasarı olanlar ile ağır derecede kıkırdak hasarı olanlar arasındaki p değeri ve kıkırdak hasarı olmayanlar ile hafif derecede kıkırdak hasarı olanlar arasındaki p değeri 0.05'den büyüktür ve istatistiki anlamlı farklılık saptanmamıştır (Tablo 4.11). Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda ÖTÇ ortalama 4.66 ± 0.68 mm iken, hafif derecede kıkırdak hasarı olanlarda ÖTÇ ortalama 3.54 ± 1.09 mm, normal hastalarda ise ÖTÇ değeri ortalama 3.06 ± 1.11 mm olarak bulunmuştur (Tablo 4.6). Ciddi derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda ön troklear çıkıntı değeri normal hastalara oranla daha yüksektir (Grafik 4.1).

Ancak 45 yaş ve üzeri hasta grubunda ağır-hafif derecede kıkırdak hasarı olan ve olmayanlarda ön troklear çıkıntı ölçümünde istatistiki olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (Tablo 4.6). Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda ÖTÇ ortalama 3.92 ± 0.87 mm, hafif derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda ÖTÇ 3.75 ± 0.99 mm iken, kıkırdak hasarı olmayan hastalarda ÖTÇ değeri ortalama 3.38 ± 0.93 mm'dir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. İki ayrı yaş grubu için ön troklear çıkıntı ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri

Kıkırdak hasarı		Ön Troklear Çıkıntı (mm)	
		<45 yaş	≥45 yaş
Normal	Mean	3.06	3.38
	SD	1.11	0.93
	Median	3	3.3
	Minimum	1.1	1.2
	Maksimum	5.6	5.1
Hafif hasar	Mean	3.54	3.75
	SD	1.09	0.99
	Median	3.6	3.7
	Minimum	1.5	2.2
	Maksimum	5.5	5.6
Ağır hasar	Mean	4.66	3.92
	SD	0.68	0.87
	Median	4.7	3.8
	Minimum	3.7	2
	Maksimum	5.5	5.7
Toplam	Mean	3.29	3.71
	SD	1.16	0.94
	Median	3.1	3.7
	Minimum	1.1	1.2
	Maksimum	5.6	5.7



Grafik 4.1. Kırkbeş yaş altı grupta ön troklear çıkıntının kıkırdak hasarı ile ilişkisi

4.6. TROKLEAR DERİNLİK

Aksiyel troklear ölçümlerden troklear derinlik için, sadece 45 yaş altı grupta istatistiki olarak anlamlı farklılık söz konusudur.

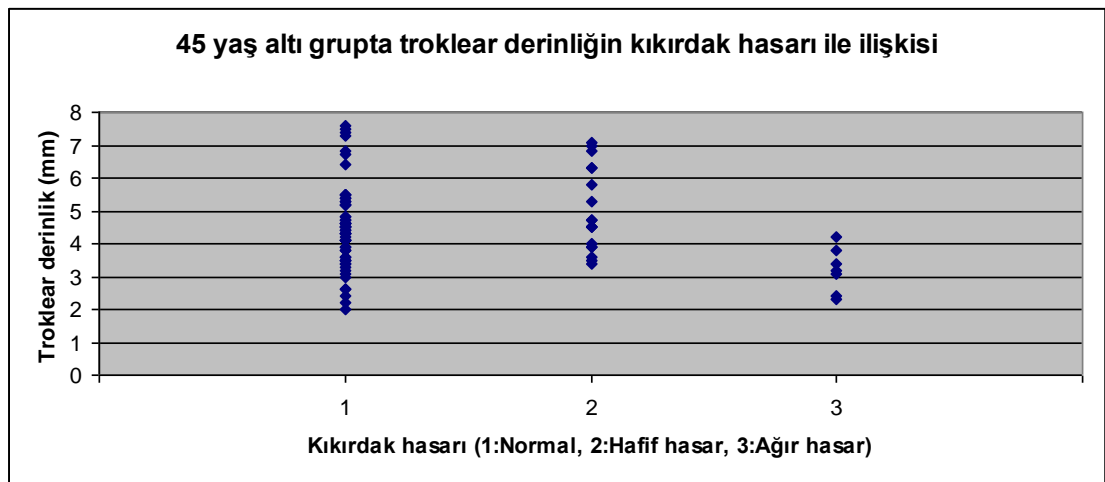
45 yaş altı grupta, kıkırdak hasarı olmayan ve ciddi hasarı olanlar arasındaki p değeri 0.004'tür ve istatistiki olarak anlamlıdır. Hafif derecede kıkırdak hasarı olanlar ile ağır derecede kıkırdak hasarı olanlar arasındaki p değeri de 0.001'dir ve istatistiki olarak anlamlı farklılık vardır (Tablo 4.11). Ancak kıkırdak hasarı olmayanlar ile hafif derecede kıkırdak hasarı olanlar arasında troklear derinlik ölçümlerinde anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda TD ortalama 3.2 ± 0.69 mm iken, hafif derecede kıkırdak hasarı olanlarda TD ortalama 4.99 ± 1.26 mm, normal hastalarda ise TD değeri ortalama 4.49 ± 1.28 mm olarak bulunmuştur (Tablo 4.7). Ciddi derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda troklear derinlik değeri hafif derecede kıkırdak hasarı olan hastalar ve normal hastalara oranla daha düşüktür (Grafik 4.2).

Ancak 45 yaş ve üzeri grupta hafif-ağır derecede kıkırdak hasarı olan ve olmayan hastalar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda TD ortalama 4.54 ± 1.18 mm, hafif derecede kıkırdak

hasarı olan hastalarda TD ortalama 4.42 ± 1.29 mm ve kıkırdak hasarı olmayan hastalarda TD ortalama 4.38 ± 1.22 mm olarak ölçülmüştür (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. İki ayrı yaş grubu için troklear derinlik ölçümünün farklı kıkırdak patolojilerindeki istatistikî değerleri

Kıkırdak hasarı		Troklear Derinlik (mm)	
		<45 yaş	≥45 yaş
Normal	Mean	3.06	4.38
	SD	1.11	1.22
	Median	3	4.1
	Minimum	1.1	2.6
	Maksimum	5.6	7.4
Hafif hasar	Mean	3.54	4.42
	SD	1.09	1.29
	Median	3.6	4.4
	Minimum	1.5	2
	Maksimum	5.5	7.5
Ağır hasar	Mean	4.66	4.54
	SD	0.68	1.18
	Median	4.7	4.8
	Minimum	3.7	2.2
	Maksimum	5.5	7.1
Toplam	Mean	3.29	4.46
	SD	1.16	1.21
	Median	3.1	4.5
	Minimum	1.1	2
	Maksimum	5.6	7.5



Grafik 4.2. Kırkbeş yaş altı grupta troklear derinliğin kıkırdak hasarı ile ilişkisi

4.7. LATERAL TROKLEAR EĞİM AÇISI

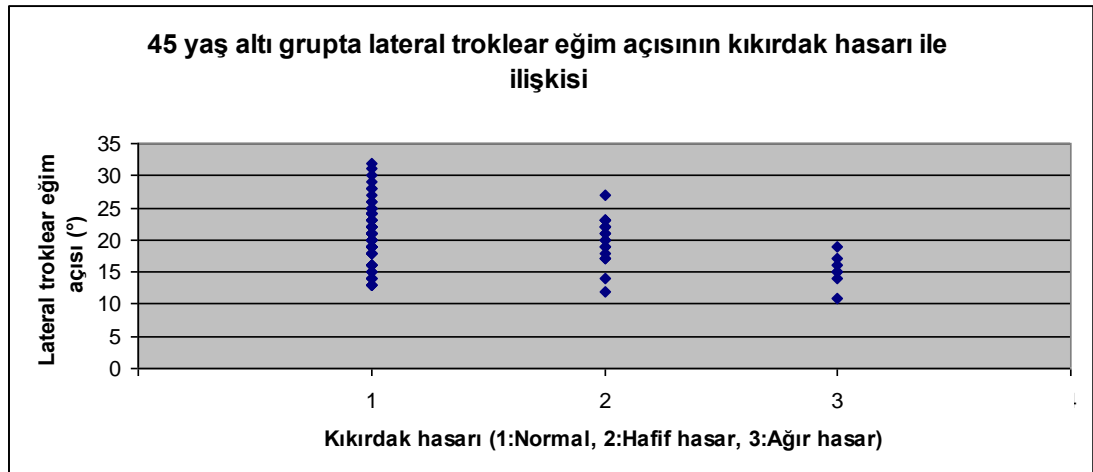
Aksiyel troklear ölçümlerden lateral troklear eğim açısı için, sadece 45 yaş altı grupta istatistiki olarak anlamlı farklılık söz konusudur.

45 yaş altı grupta kıkırdak hasarı olmayan ve ciddi hasarı olanlar arasındaki p değeri 0.002'dir ve istatistiki olarak anlamlıdır. Hafif derecede kıkırdak hasarı olanlar ile ağır derecede kıkırdak hasarı olanlar arasındaki p değeri de 0.004'dür ve istatistiki olarak anlamlı farklılık vardır. Ancak kıkırdak hasarı olmayanlar ile hafif derecede kıkırdak hasarı olanlar arasında troklear derinlik ölçümlerinde anlamlı farklılık saptanmamıştır (Tablo 4.11). Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda LTEA ortalama 15.3 ± 2.5 derece iken, hafif derecede kıkırdak hasarı olanlarda LTEA ortalama 20 ± 3.5 derece, normal hastalarda ise LTEA değeri ortalama 20.9 ± 4.6 derece olarak bulunmuştur (Tablo 4.8). Ciddi derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda LTEA değeri hafif derecede kıkırdak hasarı olan hastalar ve normal hastalara oranla daha düşüktür (Grafik 4.3).

Ancak 45 yaş ve üzeri grupta hafif-ağır derecede kıkırdak hasarı olan ve olmayan hastalar lateral troklear açı ölçümleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda LTEA ortalama 18.2 ± 4.1 derece, hafif derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda LTEA ortalama 17.9 ± 4.6 derece ve kıkırdak hasarı olmayan hastalarda LTEA ortalama 19.9 ± 4 derece olarak ölçülmüştür (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. İki ayrı yaş grubu için lateral troklear eğim açısı ölçümünün farklı kırkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri

Kırkırdak hasarı		Lateral Troklear Eğim Açısı (°)	
		<45 yaş	≥45 yaş
Normal	Mean	20.9	19.9
	SD	4.6	4
	Median	21	20
	Minimum	13	13
	Maksimum	32	31
Hafif hasar	Mean	20	17.9
	SD	3.5	4.6
	Median	20.5	18
	Minimum	12	9
	Maksimum	27	28
Ağır hasar	Mean	15.3	18.2
	SD	2.5	4.1
	Median	15	18
	Minimum	11	11
	Maksimum	19	29
Toplam	Mean	20.3	18.6
	SD	4.5	4.3
	Median	20	19
	Minimum	11	9
	Maksimum	32	31



Grafik 4.3. Kırkbeş yaş altı grupta lateral troklear eğim açısının kırkırdak hasarı ile ilişkisi

4.8. SULKUS AÇISI

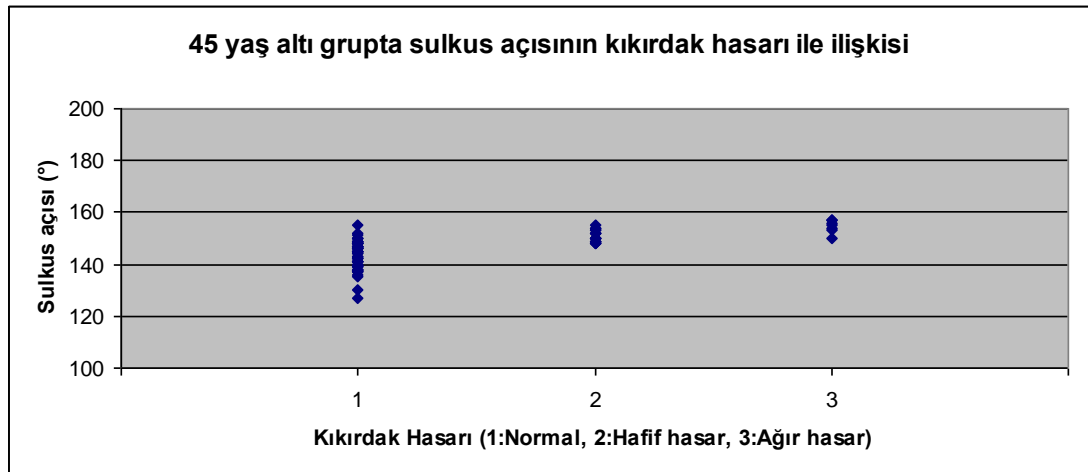
Aksiyel troklear ölçümlerden sulkus açısı için, 45 yaş altı grubunda hafif-ciddi kıkırdak hasarı olan ve normal hastalar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık söz konusudur.

45 yaş altı grupta kıkırdak hasarı olmayan ve ciddi hasarı olanlar arasında yapılan ölçümlerde p değeri 0.001'den küçüktür ve istatistiki olarak anlamlıdır. Normal hastalar ile hafif derecede kıkırdak hasarı olanlar arasındaki p değeri de 0.001'den küçüktür ve istatistiki olarak anlamlı farklılık vardır. Hafif derecede kıkırdak hasarı olanlar ile ciddi derecede kıkırdak hasarı olanlar arasında sulkus açısı ölçümlerinde ise p değeri 0.005'dir ve istatistiki olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (Tablo 4.11). Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda SA ortalama 154.6 ± 2.5 derece iken, hafif derecede kıkırdak hasarı olanlarda SA ortalama 150.9 ± 2.3 derece, normal hastalarda ise SA değeri ortalama 143.6 ± 5.4 derece olarak bulunmuştur (Tablo 4.9). Ciddi ve hafif derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda SA değeri normal hastalara oranla daha yüksektir (Grafik 4.4).

Ancak 45 yaş ve üzeri grupta hafif-ağır derecede kıkırdak hasarı olan ve olmayan hastaların SA ölçümleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda SA ortalama 145.4 ± 7.1 derece, hafif derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda SA ortalama 146.9 ± 7.8 derece ve kıkırdak hasarı olmayan hastalarda SA ortalama 146.5 ± 6.8 derece olarak ölçülmüştür (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. İki ayrı yaş grubu için sulkus açısı ölçümünün farklı kırkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri

Kırkırdak hasarı		Sulkus Açısı (°)	
		<45 yaş	≥45 yaş
Normal	Mean	143.6	146.6
	SD	5.4	7.2
	Median	145	147
	Minimum	127	132
	Maksimum	155	165
Hafif hasar	Mean	150.9	145.8
	SD	2.3	6.9
	Median	150	146
	Minimum	148	130
	Maksimum	155	160
Ağır hasar	Mean	154.6	145.9
	SD	2.5	7.3
	Median	155	146
	Minimum	150	130
	Maksimum	157	165
Toplam	Mean	146	146.1
	SD	6.1	7.1
	Median	147	147
	Minimum	127	130
	Maksimum	157	165



Grafik 4.4. Kırkbeş yaş altı grupta sulkus açısının kırkırdak hasarı ile ilişkisi

4.9. PATELLOTROKLEAR İNDEKS

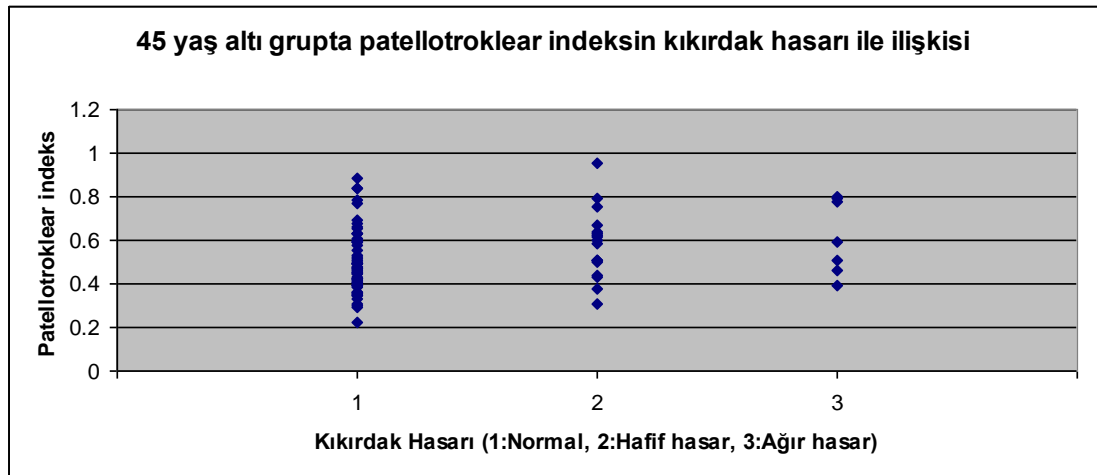
Sagital ölçümlerden patelloroklear indeks için, sadece 45 yaş altı grupta istatistiki olarak anlamlı farklılık söz konusudur.

45 yaş altı grupta kıkırdak hasarı olmayan ve hafif derecede hasarı olanlar arasındaki p değeri 0.05'den küçüktür ve istatistiki olarak anlamlıdır (Tablo 4.11). Ciddi derecede kıkırdak hasarı olanlar ile kıkırdak hasarı olmayanlar arasında ve ciddi kıkırdak hasarı olanlar ile hafif derecede kıkırdak hasarı olanlar arasında patelloroklear indeks ölçümlerinde anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda PTİ ortalama 0.62 ± 0.17 iken, hafif derecede kıkırdak hasarı olanlarda PTİ ortalama 0.58 ± 0.16 , normal hastalarda ise PTİ değeri ortalama 0.5 ± 0.14 olarak bulunmuştur (Tablo 4.10). Ciddi ve hafif derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda PTİ değeri normal hastalara oranla daha yüksektir (Grafik 4.5).

Ancak 45 yaş ve üzeri grupta hafif-ağır derecede kıkırdak hasarı olan ve olmayan hastaların PTİ ölçümleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ciddi kıkırdak hasarı olan hastalarda PTİ ortalama 0.57 ± 0.4 , hafif derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda PTİ ortalama 0.55 ± 0.14 ve kıkırdak hasarı olmayan hastalarda PTİ ortalama 0.46 ± 0.12 olarak ölçülmüştür (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. İki ayrı yaş grubu için patelloroklear indeks ölçümünün farklı kırkırdak patolojilerindeki istatistiki değerleri

Kırkırdak hasarı		Patelloroklear İndeks	
		<45 yaş	≥45 yaş
Normal	Mean	0.499	0.465
	SD	0.144	0.118
	Median	0.475	0.428
	Minimum	0.23	0.31
	Maksimum	0.89	0.79
Hafif hasar	Mean	0.58	0.549
	SD	0.156	0.143
	Median	0.594	0.539
	Minimum	0.31	0.33
	Maksimum	0.96	0.92
Ağır hasar	Mean	0.616	0.575
	SD	0.172	0.104
	Median	0.593	0.522
	Minimum	0.39	0.21
	Maksimum	0.8	0.79
Toplam	Mean	0.526	0.534
	SD	0.153	0.123
	Median	0.496	0.498
	Minimum	0.23	0.21
	Maksimum	0.96	0.92



Grafik 4.5. Kırkbeş yaş altı grupta patelloroklear indeksin kırkırdak hasarı ile ilişkisi

Tablo 4.11. Her iki yaş grubuna göre patellofemoral eklem için yapılan tüm ölçümlerin istatistiki olarak kıkırdak hasarı ile ilişkisini gösteren p değerleri

	ÖTÇ	TD	PA	SA	LTEA	İSİ	PTİ	PFA	TFA	
45 yaş altı										
Toplam	0.52	0.04	0.618	<0.001	0.006	0.257	0.038	0.656	0.644	Kruskal-Wallis
Normal-Hafif	0.082	0.2	0.399	<0.001	0.548	0.441	0.031	0.91	0.594	Mann-Whitney U
Normal-Ağır	0.05	0.004	0.531	<0.001	0.002	0.119	0.093	0.356	0.58	Mann-Whitney U
Hafif-Ağır	0.545	0.001	0.952	0.005	0.005	0.364	0.717	0.468	0.25	Mann-Whitney U
45 yaş ve üstü										
Toplam	0.235	0.606	0.781	0.808	0.12	0.951	0.069	0.231	0.697	Kruskal-Wallis
Normal-Hafif	0.325	0.708	0.571	0.91	0.048	0.835	0.024	0.139	0.862	Mann-Whitney U
Normal-Ağır	0.503	0.331	0.762	0.596	0.104	0.917	0.073	0.136	0.625	Mann-Whitney U
Hafif-Ağır	0.088	0.577	0.54	0.581	0.78	0.755	0.786	0.892	0.377	Mann-Whitney U

ÖTÇ: Ön troklear çıkıntı, TD: Troklear derinlik, PA: Patellar açı, SA: Sulkus açısı, LTEA: Lateral troklear eğim açısı, İSİ: Insall-Salvati indeks, PTİ: Patellotroklear indeks, PFA: Patellar faset asimetri, TFA: Troklear faset asimetri

5. TARTIŞMA

Patellofemoral eklem hastalıklarında en yaygın yakınma ön diz ağrısı olup ortopedi ve spor hekimliğinde çok sık rastlanan bir problemdir. Patellofemoral eklem, oldukça yüksek fonksiyonel ve biyomekanik gereksinimlere sahip kompleks bir yapıdır. Patellofemoral eklem normal fonksiyonu, büyük oranda patella ve troklear oluşun uyumuna bağlıdır. Patellofemoral eklem yüzey geometrisinde herhangi bir gelişimsel veya kazanılmış farklılık olursa, bu durum çok çeşitli klinik problemler ile ortaya çıkabilir. Bu problemlerin başında patellar instabilite, kondromalazi patella ve bunlara bağlı olarak gelişen ön diz ağrısı sayılabilir (1-6). Dolayısıyla, eklem anatomisi ve fonksiyonu hakkında kesin ve doğru bilgilere sahip olmak, eklemde var olan çok çeşitli klinik tablolara neden olabilecek değişik anomalileri anlamak, tanı koymak ve tedavi etmek açısından son derece önemlidir.

Patellofemoral eklem hastalıkları incelenirken geleneksel olarak birçok araştırmacı eklem patellar tarafına odaklanmıştır ve patellar morfolojideki değişiklikler üzerinde durulmuştur. 1941 senesinde Wiberg (59) patellayı medial ve lateral faset uzunluklarına göre 3 grupta sınıflandırmıştır. Bu sınıflama yöntemi, radyografi ve MR'ı kullanarak patellar morfoloji ve kondromalazi patella arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla uzun yıllar çalışılmıştır (60-63). Fakat birçok araştırmacı, bu ikisi arasındaki ilişkiyi ortaya koymada başarısız olmuştur. Dolayısıyla, patellofemoral eklemdeki kıkırdak değişikliklerini anlamak için troklear anatomiye özel bir dikkat göstererek bu bölgeyi tekrar değerlendirmek gerekmektedir.

Literatürde femoral troklea, radyografi (64,65), BT (1) ve MR (66-68) kullanılarak tanımlanmıştır. Dejour ve arkadaşları (1) femoral troklea displaziyi lateral radyografiden bir kalitatif (crossing işareti) ve iki kantitatif (troklea çıkıntı ve troklea derinlik) özellik ile tanımlamıştır. Pfirrmann ve arkadaşları (66) bu sınıflamayı kullanarak femoral trokleayı MR'da değerlendirmeye çalışmışlardır.

Sagittal ve transvers düzlemlerden ventral prominens, troklear derinlik ve faset asimetri ölçümleri yapılarak troklear displazi tanısının güvenilir bir biçimde konulabileceğini bulmuşlardır (66). Daha sonraki çalışmalarda ise sulkus açısı, lateral troklear açı gibi farklı kantitatif ölçümler eklenmiştir (67, 68). Bu ölçümler sayesinde troklear morfoloji hakkındaki bilgilerimiz gelişmiştir. Ancak literatürde henüz patellofemoral eklem anomalileri ve bu ölçümler arasında tam anlamıyla bir ilişki ortaya konulamamıştır. Daha önceki çalışmalarda, kondral defekt ve Q açısı, patellar uzunluk ve şekil, örtüşme açısı gibi değişik radyografik morfolojik ölçümler arasında ilişki kurmak için çalışmalar yapılmıştır (60, 69, 70).

1964 yılında Quterbridge (61), medial patellar fasetin medial femoral kondil üzerindeki hareketi bu bölgenin kıkırdağında yıpranma oluşturduğunu öngörmüştür. Yaptığı 35 hastalık bir otopsi çalışmasından yola çıkarak, her insanın diz eklemine medial femoral kondilinin farklı yükseklikte olduğunu, ve patellar kondromalazinin dizin normal hareketi esnasında patellar medial fasetin bu tepe noktası üzerine binmesi ile oluşan sürtünmeden ortaya çıktığını öne sürmüştür. Medial troklear tepe noktası ne kadar yüksek olursa, buna bağlı olarak aşınmanın daha fazla olacağını iddia etmiştir. Yıllar içerisinde, önemli başarılar elde edilmese de, birçok araştırmacı radyografi (60, 71) ve MRG (63) kullanarak bu teori üzerinde çalışmıştır (72).

Eklem kıkırdağının patella ve femoral troklea arasında örtüşmesi, bu bölgedeki kondral değişikliklerin gelişimini anlamada diğer bir alternatif görüş olarak iddia edilmiştir. Endo ve arkadaşları (63) cerrahi olarak patellofemoral eklem kıkırdaklarının üst üste binmesi ile kondromalazi patella varlığı arasında herhangi bir ilişki bulamamıştır. Bu teori doğrultusunda biz çalışmamızda patellotroklear indeks değerini ölçtük ve sonuç olarak hafif derecede kıkırdak hasarı olan hastalarda PTİ değeri normal hastalara oranla daha yüksek bulunmuştur. Yani patellofemoral eklemden örtüşen kıkırdak uzunluğu fazla ise kıkırdak hasarı riski daha yüksektir denebilir.

Pfırmann ve arkadaşları (66), Carrillon ve arkadaşları (67), Tecklenburg ve arkadaşları (73), van Huyssteen ve arkadaşları (74) MRG'de troklear displazi tanımlamak için değişik troklear ölçümler üzerinde çalışmışlardır. Troklear

ölçümlerden ön troklear çıkıntı (8 mm'den büyük ise), faset asimetri (%40'dan küçük ise), troklear derinlik (3 mm'den küçük ise), lateral troklear eğim açısı (11 dereceden küçük ise) ve sulkus açısı (150 dereceden büyük ise) bu durumu sınıflandırmak için kullanılan morfolojik ölçümlerden bazılarıdır. Bizim çalışmamızda sadece belirlenen sulkus açısı değeri (ağır hasarda ortalama 154 derece) öngörülen eşik değerine uygun olarak bulunmuştur. Halbuki, ön troklear çıkıntı (ağır kırıkta ortalama 4.6 mm.), troklear derinlik (ağır kırıkta ortalama 3.2 mm.), lateral troklear eğim açısı (ağır kırıkta ortalama 15 derece) ölçümleri öngörülen eşik değerlerinin dışında bulunmuştur.

Bizim bulgularımız ve diğer çalışmalar arasındaki farklılık birçok faktöre bağlı olabilir (66, 67, 73, 74). Önceki çalışmalarda ölçüm yapılırken aksiyel düzlemde birkaç seviyeden ölçüm yapılmıştır. Ali ve arkadaşları, ciddi troklear anomalisi olan hastalarda aksiyel düzlemde en çarpıcı değişikliklerin, ön troklear çıkıntının en fazla olduğu kesite denk geldiğini gözlemlemiştirler (75). Bu nedenle aksiyel düzlemde birkaç seviyeden ölçüm yapmak yerine sadece mid sagittal planda ön troklear çıkıntının en fazla olduğu düzeyden geçen aksiyel düzlemde ölçüm yapmışlardır. Biz de çalışmamızda benzer şekilde ön troklear çıkıntının en fazla olduğu düzeyden geçen aksiyel kesitten ölçüm yaptık. İkinci olarak, biz çalışmamızda bu ölçümleri bir miktar modifiye ettik ve kartilajınöz yüzeyleri dışarda tutarak ölçümleri en uç kortikal noktaya kadar yaptık. Bu şekilde davranmamızın amacı, kondral defekti bulunan dizlerde karşılaşılan kırıkta çeşitliliğini ortadan kaldırmak ve eklem kırıkta ve komşu subkondral osseöz anatomisinin yüzey geometrisindeki değişiklikleri en aza indirmek içindir (62). Son olarak, biz çalışmamızda yaşlı hastalarda yaşa bağlı osteoartritik değişiklikleri hesaba katabilmek için hastaları 2 ayrı yaş grubuna ayırdık (75-78). Ali ve arkadaşları haricinde daha önceki araştırmacılar benzer bir ayrıma gitmemişlerdir (75). Ali ve arkadaşları 40 yaş sınırı kabul ederken biz çalışmamızda 45 yaş sınırı kabul ettik. Böyle bir yaş ayrımına gidilmesi yapılan ölçümlerde de değişikliğe neden olabilir.

Bununla birlikte, normal kırıkta yapısına sahip ve ciddi kondral defekti olan hastalar arasında troklear anatomideki varyasyonlar ile ilgili olarak bizim bulgularımız, normal ve displazik troklea arasında tanımlanan farklılıklar ile uyum

içerisindedir (66, 67, 68). Troklear displazisi olan dizlerde, çalışmalar gösteriyor ki, artmış ön troklear çıkıntı, azalmış troklear derinlik, artmış sulkus açısı ve azalmış lateral troklear eğim açısı söz konusudur (66, 67, 68). Biz de benzer şekilde çalışmamızda kıkırdak hasarı olan hastalarda normal hastalara oranla ön çıkıntının arttığını, troklear oluşun sığlaştığını, sulkus açısının genişlediğini ve troklea lateral fasetinin daha horizontal seyrettiğini saptadık. Daha önceden tanımlanan değerler ile bizim çalışmamız arasındaki korelasyon, ciddi derecede kıkırdak hasarı olan hastalar ile troklear displazisi olan hastalar arasında ilişki bulunduğunu güçlü bir şekilde öne sürmektedir.

Ciddi kıkırdak hasarı varlığı ile troklear ölçümler arasındaki ilişkinin çeşitli açıklamaları olabilir. Olası açıklamalardan bir tanesi, dizin fleksiyon-ekstansiyon hareketi esnasında troklear oluk ile patella arasında temas paterni ve eklemlenmesindeki değişiklikler olabilir. Diz tam olarak ekstansiyona getirildiğinde patella trokleanın üzerinde yer alır, patella-femur arasındaki temas alanı minimumdur. Diz fleksiyona geçerken ise, patella inferiora doğru hareket eder ve troklear oluk ile tam olarak örtüşür. Bu esnada anlamlı düzeyde medial ve lateral faset teması söz konusudur (79). Artmış ön troklear çıkıntı ve azalmış troklear derinlik varlığında, patella ve troklea arasındaki temas alanı azalır. Buna ek olarak, in vivo çalışmalar göstermiştir ki, troklear oluşun sığlaşması ve daha az açılma gösteren horizontal seyirli lateral troklear faset varlığı, patellanın çok daha kolay bir şekilde laterale doğru yer değiştirmesine izin verir (80, 81). Patellofemoral eklemden insitabilite ile sonuçlanan bu durumda, dize gelen yükte eşit olmayan bir dağılım ve eklemden uygun olmayan mekanik stres ortaya çıkabilir. Ekleme binen yükün devamlı olarak artmasıyla, bu hastalar ciddi stresten çabuk etkilenirler ve çevreleyen kıkırdakta da patolojik değişiklikler ortaya çıkar.

Bundan başka, aksiyel ölçümler ile ciddi kıkırdak hasarı varlığı arasındaki ilişki sadece genç hasta grubunda ortaya konulmuştur. Fizyolojik olarak, patellofemoral eklem kıkırdağındaki incelmeye, kıkırdak hastalığı yokluğunda yaş ilerledikçe ortaya çıkan bir durumdur (75-77). Tecrübelerden dayalı gözlem ve araştırmalar göstermiştir ki, interstisyel sıvı içeriğinin azalmasına bağlı kıkırdak yaş ilerledikçe sertleşir ve değişikliklere daha az uyum sağlar (78). Üstelik, yaşlı bireyler

fiziksel egzersiz esnasında imkan dahilinde ekleme binen yükü azaltmak için değişik motor stratejileri uyguluyorlar (82). Bununla birlikte, yaşlı hastalarda genç hastalara oranla sert yapısı nedeniyle kıkırdakta şekil değişikliği oldukça zordur (76).

Sonuç olarak, patellofemoral eklemin morfolojik özellikleri hakkında yapılan daha önceki incelemelerde daha çok eklemin patellar kesimine odaklanılmıştır. Bu tarz çalışmaların başarısızlığının ve patellofemoral eklem morfolojisi ile kondromalazi patella arasındaki ilişkinin ortaya konulamamasındaki sebep, eklemin troklear kesiminin ihmal edilmesi olabilir. Bizim çalışmamızda ise genç yaş grubunda troklear faset asimetri haricinde diğer yaptığımız troklear ölçümler (sulkus açısı, lateral troklear eğim açısı, ön troklear çıkıntı, troklear derinlik) ile kıkırdak hasarı varlığı arasında anlamlı ilişki söz konusudur. Buna ek olarak, daha önceki çalışmalarda da bildirildiği gibi patellar morfoloji (patellar açı, patella faset asimetri, insall-salvati indeksi) ile kıkırdak hasarı arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmadığını ortaya koyduk. Biz çalışmamızda patellar ölçümlerden sadece patellotroklear indeks değerinde ilişki saptadık.

Biz çalışmamızın bazı sınırlamaları olduğunun farkındayız. Bunlardan ilki, bu çalışma retrospektif olarak yapılmıştır ve bu çalışmada sadece semptomatik hastalar analiz edilmiştir. İkinci olarak, bu hastalar artroskopisi veya cerrahi gibi herhangi bir yöntemle korele edilemediğinden, eklem kıkırdak hasarının tanısında MRG'ye güvenmek durumundayız. Üçüncü olarak, çalışmamızda nisbeten küçük bir hasta grubunda ciddi kıkırdak hasarı tespit edilmiştir ve bu nedenle istatistiksel analiz esnasında non-parametrik test uygulanmıştır. Biz troklear ölçümler ile kıkırdak hasarı arasındaki ilişkide genel olarak bir eğilim görsek, bundan sonraki yapılacak çalışmalar, bu ilişkiyi tam olarak ortaya koymak için ciddi kıkırdak hasarına sahip daha geniş hasta gruplarını kapsamalıdır. Son olarak, biz çalışmamızda troklear ölçümlerin kıkırdak hasarı ile ilişkisini patellofemoral eklemin belirli bir lokalizasyonuna göre değerlendirmedik. Patella veya trokleanın, medial veya lateral faseti gibi belirli bir alandaki hasara yönelik yapılacak çalışmalar, spesifik troklear morfoloji ile ilişkili hasar mekanizmasını daha iyi anlamamızı sağlayabilir. Ayrıca bizim çalışmamız retrospektif bir çalışma olduğundan, morfolojik değerlendirmenin yanında kıkırdak hasarını değerlendirmek için, biz rutin diz MR protokolünde var

olan PD sekansını kullandık. Bunun yerine, kıkırdak için çok daha spesifik 3D SPGR gibi özel sekanslar kullanılarak yapılacak prospektif bir çalışma, daha kesin ve net bir değerlendirmeye olanak sağlayabilir.

Ayrıca, bizim çalışmamızda, hastaların dörtte üçü 1 Tesla MR cihazında incelenmiştir. Bu hastalarda, sadece intensite değişikliği ile kendini gösteren erken evre kıkırdak hasarı varlığı net değerlendirilememiş ve bir kısmı gözden kaçmış olabilir. Bu nedenle, yüksek manyetik alanlı cihaz kullanımının yaygınlaşması ve bu cihazlarda eklem kıkırdağının fizyolojik değişikliklerini göstermeye yönelik yeni çalışmaların geliştirilmesi, kıkırdağın hem morfolojik hem de fizyolojik değişikliklerini aynı anda gösterebilecektir (83).

6. SONUÇLAR

1. Patellofemoral eklem dejenerasyonunun nedenleri ile ilgili, bu bölgenin morfolojik olarak değerlendirmesi son derece önemlidir.
2. Anormal femoral troklear osseöz anatomi ve patellofemoral eklem kıkırdak hasarı arasında ilişki söz konusudur.
3. Yaşa bağlı osteoartritik değişiklikleri bulunmayan genç hastalarda, geniş ön troklear çıkıntı, düşük troklear derinlik, geniş sulkus açısı ve dar lateral troklear eğim açısı varlığı, patellofemoral eklem kıkırdağında hasar ile ilişkilidir.
4. Kondromalazi patellanın erken dönem tanısında MR önemlidir.

7. ÖZET

Patellofemoral Eklem MR ile Morfolojik Olarak Değerlendirilmesi ve Kıkırdak Hasarı ile İlişkisi

Amaç: Bu çalışmanın amacı patellofemoral eklem morfolojisini MRG ile değerlendirmek ve bu morfolojik değerlendirmenin farklı evrelerde kıkırdak hasarı ile ilişkisini ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem: Değişik diz yakınmalarıyla MR incelemesi yapılan 173 hastanın 180 diz MR incelemesi retrospektif olarak aksiyel ve sagittal düzlemlerde analiz edilmiştir. Hastalar 45 yaş altı ve 45 yaş-üzeri şeklinde iki ayrı yaş grubuna ayrılmıştır. 180 diz incelemesinin her birinden aksiyel ve sagittal planda çeşitli patellar ve troklear ölçümler yapılmıştır. Görüntüler tek bir gözlemci tarafından iş istasyonlarında değerlendirilmiştir ve tüm ölçümler elektronik cetvel ve pergel kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Patellar ölçümler, patellar açısı, patellar faset asimetri, patellotroklear indeks, Insall-salvati indeksi'dir. Benzer şekilde troklear ölçümler ise, ön troklear çıkıntı, troklear derinlik, sulkus açısı, lateral troklear eğim açısı ve troklear faset asimetri'dir. Ayrıca aksiyel ve sagittal MR incelemeleri, patellofemoral eklemden fokal kıkırdak hasarının varlığı ve derecelendirilmesi için lezyonların derinliğine göre incelenmiştir. Kıkırdak hasarı olmayan hastalar ile, hafif ve ağır derecede kıkırdak hasarı bulunan hastaların ölçümleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular: 45 yaşından genç hastalarda, kıkırdak hasarı olan ve olmayan hastalar arasında troklear ölçümlerden ön troklear çıkıntı, troklear derinlik, sulkus açısı, lateral troklear eğim açısı ölçümlerinde istatistiki olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Patellar ölçümlerden sadece patellotroklear indeks ölçümünde 45 yaş altı grupta kıkırdak hasarı olan ve olmayan hastalar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Diğer patellar açısı, patellar faset asimetri, Insall-salvati indeksi ölçümlerinde istatistiki olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Sonuç: Anormal femoral troklear morfoloji ve patellofemoral eklem kıkırdak hasarı varlığı arasında 45 yaş altı grupta ilişki söz konusudur. Yaşa bağlı osteoartritik değişiklikleri bulunmayan genç hastalarda, geniş ön troklear çıkıntı, düşük troklear derinlik, geniş sulkus açısı ve dar lateral troklear eğim açısı varlığı patellofemoral eklem kıkırdağında hasar ile ilişkilidir.

Anahtar kelimeler: Patella, troklea, diz, kıkırdak

8. SUMMARY

Analysis of the Patellofemoral Joint Morphology on MRI and Association with Cartilage Defects

Purpose: The purpose of our study was to assess patellofemoral morphology on MRI and to determine its association with different grades of cartilage defects.

Materials and Methods: Axial and sagittal images of 180 knee MRI of 173 patients with various pathologic knee conditions were analyzed. The patients were divided into two age groups: <45 years and ≥ 45 years. The images were analyzed on a workstation and measured using electronic calipers. Patellar measurements of patellar facet asymmetry, the patella-to-patellar tendon ratio, and the amount of patellotrochlear cartilage overlap were obtained in each subject. Similarly, trochlear measurements of the ventral trochlear prominence, trochlear depth, facet asymmetry, sulcus angle, and lateral inclination were obtained. Axial and sagittal MR images were reviewed to grade the severity of focal cartilage defects in the patellofemoral region on the basis of the depth of the lesion. Measurements in knees without a chondral defect were compared with knees with mild and severe chondral defects.

Results: There was a statistically significant difference in the trochlear measurements of the ventral prominence, trochlear depth, sulcus angle, and lateral inclination between normal knees and knees with cartilage defects in patients younger than 45 years. No significant difference was seen in the patellar measurements except patellotrochlear index between normal knees and knees with severe cartilage defects.

Conclusion: There is an association between abnormal trochlear morphology and severe patellofemoral cartilage defects in patients younger than 45 years. Knees with a large ventral trochlear prominence, shallow trochlear groove, increased sulcus

angle, and decreased lateral trochlear inclination in patients younger than 45 years are associated with patellofemoral joint chondral defects.

Keywords: Patella, trochlea, knee, cartilage.

9. KAYNAKLAR

1. 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.
2. Sasaki T, Yagi T. Subluxation of the patella: investigation by computerized tomography. *Int Orthop* 1986; 10:115–20.
3. MacNab I. Recurrent dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Am* 1952; 34:957–67.
4. Aglietti P, Insall JN, Cerulli G. Patellar pain and incongruence: measurements of incongruence. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 176:217–24.
5. Insall J, Bullough PG, Burstein AH. Proximal 'tube' realignment of the patella for chondromalacia patellae. *Clin Orthop Relat Res* 1979; 144:63–9.
6. Christoforakis JJ, Strachan RK. Internal derangements of the knee associated with patellofemoral joint degeneration. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005; 13:581–4.
7. O'Rahilly R, Gardner E: The embryology of movable joint. In. Sokoloff L (ed): *The Joints and Synovial Fluid*. Vol 1 New York, Academic Pres. 1978.
8. Stroller DW, Cannon WD, Anderson LJ. The Knee. In: Stroller DW, ed. *Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine*. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1997:203-443.
9. Sebik A. Patellofemoral eklemin anatomisi ve biyomekanik özellikleri. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1995; 29:351-6.
10. Snell S. Richard. *Clinical Anatomy*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1995.

11. Remer EM, Fitzgerald SW, Hoff FL, Rogers LF, Hendrix RW, Schafer MF. Anterior Cruciate Ligament Injury: MR Imaging Diagnosis and Patterns of Injury. *Radiographics* 1992; 12:901-15.
12. Arnoczky SP: Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 172:19, 1983.
13. Sonin AH, Fitzgerald SW, Hoff FL, Friedman H, Bresler ME. MR Imaging of the Posterior Cruciate Ligament: Normal, abnormal, and Associated Injury Patterns. *Radiographics* 1995; 15:551-61.
14. Soames RW: Skeletal system. In Williams PL (ed): Gray's Anatomy. Thirty Eight edition. Churchill Livingstone, New York:425, 1995.
15. Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO: Basic Histology. Seventh edition. Appleton & Lange, Connecticut : 158, 1992.
16. Buckwalter J, Mankin H : Articular cartilage. In Cannon WD (ed). Instructional course lectures , Vol 47, AAOS, Rosemont: 461,1998.
17. Goldberg VM, Caplan AI : Cartilage and Bone. In Zuckerman JD (ed) . Instructional course lectures , Vol 48 , AAOS, Rosemont: 623, 1999.
18. Carneiro J, Kelley RO. Kıkırdak histolojisi. In: Junqueira CL, Carneiro J, Kelley RO, eds. Temel Histoloji. İstanbul: Barış Kitabevi, 1998; 124-32.
19. Waldschmidt JG, Rilling RJ, Kajdacsy-Balla AA, Boynton MD, Erickson SJ. In vitro and in vivo MR imaging of hyaline cartilage: zonal anatomy, imaging pitfalls, and pathologic conditions. *Radiographics* 1997; 17:1387-402.
20. Benninghoff A. Form und bau der gelenkknorpel in ihren beziehungen zur funktion. *Anat Entwicklungsgesch* 1925; 76:43.
21. Bullough P, Goodfellow J. The significance of the fine structure of articular cartilage. *J Bone Joint Surg* 1968; 50: 852-7.
22. Aglietti P, Buzzi R, Insall JN: Disorders of the patellofemoral joint. In: Insall JN, Windsor RE, Scott WN, Kelly MA, Aglietti P eds. Surgery of the knee. Vol.1, 2 nd ed. New York, etc: Churchill Livingstone, 241-401, 1993.

23. Merchant AC: Radiologic evaluation of the patellofemoral joint. In: Aichroth PM, Cannon WD Jr eds. *Knee Surgery: Current Practice*. 1st ed. London: Raven Press, 380-388, 1992.
24. Fulkerson JB, Shea KP: Disorders of patellofemoral alignment. *J Bone and Joint Surg* 72A:1424-9, 1990.
25. Gür E, Baydar ML. Patellar kondromalazinin artroskopik tanı ve tedavisi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1995; 29:385-90.
26. Sisk TD. Knee injuries. In: Crenshaw A.H. ed. *Campbell's Operative Orthopedics*. Toronto, 1987: 2477-2485.
27. Bullogh P, Cawston T. Pathology and biochemistry of osteoarthritis. *Osteoarthritis*. 1994; 29-58.
28. Alturfan AK. Patellofemoral eklemin artroskopik değerlendirilmesi ve tedavisi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1995; 29:380-4.
29. Willner P, Recurrent dislocation of the patella. *Clin Orthop* 69: 213,1970.
30. Ateşalp A. Patellofemoral eklemin görüntülenmesi Bölüm II. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1995; 29:361-368.
31. Modl JM, Sether LA, Haughton VM, Kneeland JB. Articular cartilage: correlation of histologic zones with signal intensity at MR imaging. *Radiology* 1991; 181:853-5.
32. Arkun R. Imaging of articular cartilage. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2007; 41:32-42.
33. Hayes CW, Convay WF. Evaluation of articular cartilage: radiographic and cross-sectional imaging techniques. *Radiographics* 1992; 12:409-28.
34. McCauley TR, Recht MP, Disler DG. Clinical imaging of articular cartilage in the knee. *Semin Musculoskelet Radiol* 2001; 5:293-304.
35. Disler DG, Recht MP, McCauley TR. MR imaging of articular cartilage. *Skeletal Radiol* 2000; 29:367-77.

36. Suh JS, Lee SH, Jeong EK, Kim DJ. Magnetic resonance imaging of articular cartilage. *Eur Radiol* 2001; 11:2015-25.
37. Imhof H, Nobauer-Huhmann IM, Krestan C, Gahleitner A, Sulzbacher I, Marlovits S, et al. MRI of the cartilage. *Eur Radiol* 2002; 12:2781-93.
38. McCauley TR, Kier R, Lynch KJ, Jokl P. Chondromalacia patellae: diagnosis with MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1992; 158:101-5.
39. Recht MP, Kramer J, Marcelis S, Pathria MN, Trudell D, Haghghi P, et al. Abnormalities of articular cartilage in the knee: analysis of available MR techniques. *Radiology* 1993; 187:473-8.
40. Yao L, Gentili A, Thomas A. Incidental magnetization transfer contrast in fast spin-echo imaging of cartilage. *J Mag Reson Imaging* 1996; 6:180-4.
41. Potter HG, Linklater JM, Allen AA, Hannafin JA, Haas SB. Magnetic resonance imaging of articular cartilage in the knee. An evaluation with use of fast-spin-echo imaging. *J Bone Joint Surg* 1998; 80:1276-84.
42. Sonin AH, Roychowdhury S, Fonner BT, Fitzgerald SW. Grading the articular cartilage of the patellofemoral joint with a double-echo spin-echo sequence pair. In: Fifth Scientific Meeting of the International Society of Magnetic Resonance in Medicine; 1997. p. 34.
43. Broderick LS, Turner DA, Renfrew DL, Schnitzer TJ, Huff JP, Harris C. Severity of articular cartilage abnormality in patients with osteoarthritis: evaluation with fast spin-echo MR vs arthroscopy. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 162:99-103.
44. Bredella MA, Tirman PF, Peterfy CG, Zarlingo M, Feller JF, Bost FW, et al. Accuracy of T2-weighted fast spin-echo MR imaging with fat saturation in detecting cartilage defects in the knee: comparison with arthroscopy in 130 patients. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172: 1073-80.
45. Constable RT, Anderson AW, Zhong J, Gore JC. Factors influencing contrast in fast spin-echo MR imaging. *Magn Reson Imaging* 1992; 10:497-511.

46. Erickson SJ, Waldschmidt JG, Czervionke LF, Prost RW. Hyaline cartilage: truncation artifact as a cause of trilaminar appearance with fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-recalled sequences. *Radiology* 1996; 201:260-4.
47. Recht MP, Piraino DW, Paletta GA, Schils JP, Belhobek GH. Accuracy of fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-echo FLASH MR imaging in the detection of patellofemoral articular cartilage abnormalities. *Radiology* 1996; 198:209-12.
48. Disler DG, McCauley TR, Wirth CR, Fuchs MD. Detection of knee hyaline cartilage defects using fat-suppressed three dimensional spoiled gradient-echo MR imaging: comparison with standard MR imaging and correlation with arthroscopy. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 165:377-82.
49. Sittek H, Eckstein F, Gavazzeni A, Milz S, Kiefer B, Schulte E, et al. Assessment of normal patellar cartilage volume and thickness using MRI: an analysis of currently available pulse sequences. *Skeletal Radiol* 1996; 25:55-62.
50. Disler DG, Mc Cauley TR, Kelman CG, et al. Fat suppressed three dimensional spoiled gradient echo MR imaging of hyaline cartilage defects in the knee: comparison with standart MR imaging and arthroscopy. *AJR* 1996; 167: 127-132.
51. Heron CW, Calvert PT. Three dimensional gradient echo MR imaging of the knee: comparison with arthroscopy in 100 patients. *Radiology* 1992; 183:839-44.
52. Lee SH, Suh JS, Cho J, Kim SJ. Evaluation of chondromalacia of the patella with axial inversion recovery-fast spin-echo imaging. *J Magn Reson Imaging*. 2001; 13:412-6.
53. Merchant AC, Mercer RL, et al. Roentgenographic analysis of the patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg* 56-A: 1391, 1974.
54. Murphy BJ. Evaluation of grades 3 and 4 chondromalacia of the knee using T2*W 3D GRE articular cartilage imaging. *Skeletal Radiol*. 2001 Jun; 30:305-11.
55. Rose PM, Demlow TA, Szumowski J, QuinnSF. Chondromalacia patellae: fat-suppressed MR imaging. *Radiology* 1994; 193:437-40.

56. Sonin AH, Pensy RA, Mulligan ME, Hatem S, et al. Grading articular cartilage of the knee using fast spin echo proton density-weighted MR imaging without fat suppression. *AJR* 2002; 179:1159-66.
57. Engel A. Magnetic resonance knee arthroscopy: enhanced contrast by gadolinium complex in the rabbit and humans. *ACTA Orthop Scand* 1990; 61:1-57.
58. Brittberg M, Winalski CS. Evaluation of cartilage injuries and repair. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85:58-69.
59. Wiberg G. Roentgenographs and anatomic studies on the femoropatellar joint. *Acta Orthop* 1941; 12: 319-410.
60. Insall J, Falvo KA, Wise DW. Chondromalacia patellae: a prospective study. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58: 1-8.
61. Outerbridge RE. Further studies on the etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1964; 46:179-90.
62. Stäubli HU, Dürrenmatt U, Porcellini B, Rauschnig W. Anatomy and surface geometry of the patellofemoral joint in the axial plane. *J Bone Joint Surg Br* 1999; 81:452-458.
63. 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* 2007; 189:1165-8.
64. Grelsamer RP, Tedder JL. The lateral trochlear sign: femoral trochlear dysplasia as seen on a lateral view roentgenograph. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 281:159-63.
65. Dejour H, Walch G, Neyret P, Adelein P. Dysplasia of the femoral trochlea [in French]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1990; 76:45-54.
66. Pfirrmann CWA, Zanetti M, Romero J, Hodler J. Femoral trochlear dysplasia: MR findings. *Radiology* 2000; 216: 858-64.
67. Carrillon Y, Abidi H, Dejour D, Fantino O, Moyen B, Tran-Minh VA. Patellar instability: assessment on MR images by measuring the lateral trochlear inclination—initial experience. *Radiology* 2000; 216:582-5.

68. Davies AP, Costa ML, Shepstone L, Glasgow MM, Donell S. The sulcus angle and malalignment of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82:1162–6.
69. Dowd GS, Bentley G. Radiographic assessment in patellar instability and chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68: 297 –300.
70. Aglietti P, Cerulli G. Chondromalacia and recurrent subluxation of the patella: a study of malalignment, with some indications for radiography. *Ital J Orthop Traumatol* 1979; 5: 187–201.
71. Goodfellow J, Hungerford DS, Zindel M. Patellofemoral joint mechanics and pathology: functional anatomy of the patello-femoral joint. *J Bone Joint Surg Br* 1976; 58: 287–90.
72. Tria AJ Jr, Alicea JA. Embryology and anatomy of the patella. In: Scuderi GR, ed. *The patella*. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1995: 11 –23.
73. Tecklenburg K, Dejour D, Hoser C, et al. Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14:235–40.
74. van Huyssteen AL, Hendrix MR, Barnett AJ, Wakeley CJ, Eldridge JD. Cartilage–bone mismatch in the dysplastic trochlea: an MRI study. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88:688–91.
75. Ali SA, Helmer R, Terk MR. Analysis of the patellofemoral region on MRI: association of abnormal trochlear morphology with severe cartilage defects. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;194:721-727.
76. Hudelmaier M, Glaser C, Hohe J, et al. Age-related changes in the morphology and deformational behavior of knee joint cartilage. *Arthritis Rheum* 2001; 44: 2556–61.
77. Karvonen RL, Negendank WG, Teitge RA, Reed AH, Miller PR, Fernandez-Madrid F. Factors affecting articular cartilage thickness in osteoarthritis and aging. *J Rheumatol* 1994; 21:1310–8.
78. Meachim G, Bentley G, Baker R. Effect of age on thickness of adult patellar articular cartilage. *Ann Rheum Dis* 1977; 36:563–8.

79. Salsich GB, Ward SR, Terk MR, Powers CM. In vivo assessment of patellofemoral joint contact area in individuals who are pain free. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 417:277–84.
80. Brattström H. Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of the patella. *Acta Scand* 1964; 68:1–148.
81. Jafaril A, Farahmand F, Meghdari A. The effects of trochlear groove geometry on patellofemoral joint stability: a computer model study. *Proc Inst Mech Eng H* 2008; 222:75–88.
82. Papa E, Cappozzo A. Sit-to-stand motor strategies in able-bodied young and elderly subjects. *J Biomech* 2000; 33:1113–22.
83. Kijowski R, Blankenbaker DG, Davis KW, Shinki K, Kaplan LD, De Smet AA. Comparison of 1.5- and 3.0-T MR imaging for evaluating the articular cartilage of the knee joint. *Radiology* 2009; 250:839–48.