



SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
METİN SABANCI BALTALİMANI KEMİK HASTALIKLARI
SAĞLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ YARALANMASI İLE İLİşKİLİ KEMİK
İLİĞİ ÖDEMİNİN MR GÖRÜNTÜLEME İLE HARİTALANMASI
VE ÖDEM BÖLGESİNE GÖRE DİZ EKLEMİ YUMUşAK DOKU
YARALANMALARI İLE İLİşKİSİNİN DEĞERLEDİRİLMESİ**

Dr. Ramazan Hali

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL / 2019



SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
METİN SABANCI BALTALİMANI KEMİK HASTALIKLARI
SAğLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİğİ

**N ÇAPRAZ BAğ YARALANMASI İLE İLİşKİLİ KEMİK
İLİğİ ÖDEMİNİN MR GÖRÜNTÜLEME İLE HARİTALANMASI
VE ÖDEM BÖLGESİNE GÖRE DİZ EKLEMİ YUMUşAK DOKU
YARALANMALARI İLE İLİşKİSİNİN DEğERLEDİRİLMESİ**

Dr. Ramazan Hali

Tez danışmanı: Doç. Dr. şükrü Sarper Gürsu
(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL / 2019

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim döneminde; tecrübe ve bilgisini aktararak, kendine güvenen ve iyi bir uzman olarak yetişmemde büyük katkıları olan hastanemiz Başhekimi Prof. Dr. Mehmet Akif Kaygusuz'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Kliniğinde çalışma şansı yakaladığım, eğitimim sırasında bana her konuda destek olan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Vedat Şahin'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanmasında bana büyük destekleri olan, her türlü konuda sabırla yardımını esirgemeyen, değerli ağabeyim ve tez danışmanım Doç. Dr. Şükrü Sarper Gürsu'ya sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Bilgi ve deneyimlerini her fırsatta bizlere aktararak, yetişmemde katkıları olan değerli hocalarım ve ağabeylerim; Prof. Dr. Kahraman Öztürk, Prof. Dr. Yavuz Selim Kabukçuoğlu, Doç. Dr. Mehmet Fırat Yağmurlu, Doç. Dr. Bilal Demir, Doç. Dr. Timur Yıldırım, Doç. Dr. Kubilay Beng, Doç. Dr. Akif Albayrak, Dr. Avni İlhan Bayhan, Doç. Dr. Mehmet Bülent Balioğlu, Doç. Dr. Umut Yavuz, Doç. Dr. Sami Sökücü, Doç. Dr. Merter Yalçinkaya, Doç. Dr. Yunus Emre Akman, Doç. Dr. Engin Çetinkaya ve Doç. Dr. Serkan Aykut'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışma fırsatı bulduğum değerli uzman ağabeylerim; Op. Dr. Yaşar Güneş, Op. Dr. Rahmi Yavuz Önem, Op. Dr. Mehmet Temel Tacal, Op. Dr. Ahmet Mutlu Vural, Op. Dr. Devrim Özer, Op. Dr. Murat Gül, Op. Dr. Ramadan Öke, Op. Dr. Ümit Selçuk Aykut, Op. Dr. Ferdi Dırvar, Op. Dr. Deniz Kargın, Op. Dr. Osman Lapçin, Op. Dr. Ali Öner, Op. Dr. Murat Demiroğlu, Op. Dr. Seçkin Basılğan, Op. Dr. Yavuz Arıkan, Op. Dr. Mehmet Baydar, Op. Dr. Hakan Bahar, Op. Dr. Hüseyin Emre Akdeniz, Op. Dr. Kadir İlker Yıldız, Op. Dr. Evren Akpınar, Op. Dr. Ferdi Dırvar, Op. Dr. Murat Özel, Op. Dr. Ayşe Şencan, Op. Dr. Ömer Faruk Kümbüloğlu, Op. Dr. Mehmet Ali Uysal, Op. Dr. Aşşin Öztürk, Op. Dr. Osman Orman, Op. Dr. Osman Nuri Özyalvaç, Op. Dr. Mehmet Selçuk Saygılı, Op. Dr. Turan Bilge Kızıkan, Op. Dr. Mustafa Akif Aşşansu, Op. Dr. Gökhan Pehlivanoğlu, Op. Dr. Ahmet Kulduk, Op. Dr. Cem Alpay, Op. Dr. Ethem Ayhan

Ünkar, Op. Dr. Muhammed Mert, Op. Dr. Mehmet Özbey Büyükkuşcu ve Op. Dr. Kutalmış Albayrak'a teşekkürlerimi sunarım.

Geçmişte beraber çalışma fırsatı bulduğum ağabeylerim; Op. Dr. Adem Çöbden, Op. Dr. Necati Emirhan, Op. Dr. Hakan Saygılı, Op. Dr. Osman Emre Aycan, Op. Dr. Çağrı Özcan, Op. Dr. Abdi Keskin, Op. Dr. Mehmet Coşkun, Op. Dr. Fatih Arslanoğlu, Op. Dr. Hanifi Üçpunar, Op. Dr. Ahmet Kocabıyık, Op. Dr. Furkan Yapıcı, Op. Dr. M. Coşkun Arslan, Op. Dr. Volkan Gür, Op. Dr. Ahmet Sevensan, Op. Dr. Abdülhamit Misir, Op. Dr. Bilge Özkan, Op. Dr. İsmet Oral, Op. Dr. Yasin Şahin, Op. Dr. Akay Kırat, Op. Dr. Deniz Akbulut, Op. Dr. Arifjan Hamrayev, Op. Dr. Cem Yetkin, Op. Dr. Süleyman Kasım Taş ve Op. Dr. Emre Yılmaz'a teşekkürlerimi sunarım.

Aynı klinikte yıllarca birlikte çalışmaktan gurur duyduğum asistan hekim kardeşlerim; Dr. Mustafa Çukurlu, Dr. Osman Onaç, Dr. Rıdvan Göçer, Dr. Yakup Alpay, Dr. Şuayip Akıncı, Dr. Mustafa Alper İncesoy, Dr. Emre Turgut, Dr. Özgür İsmail Türk, Dr. Atakan Ezici, Dr. Mehmet Budak, Dr. Erman Ulu, Dr. Muhammed Bilal Kürk, Dr. Ahmet Danacı, Dr. Ömer Faruk Yılmaz, Dr. Hakan Akgün, Dr. Abdurrahman Aydın, Dr. Murat Önder, Dr. Altar Çolak, Dr. Kerem Şencan, Dr. Ersin Demirkaynak, Dr. Ozan Kaya, Dr. Kemal Berkpınar, Dr. Sefa Selük, Dr. Serkan Doğan, Dr. M. Apteğin Kocaoğlu, Dr. Ümit Burak Alparıslan, Dr. Kaan Erol, Dr. Ahmet Akdoğan'a teşekkür ederim.

Serviste, poliklinikte, idari kısımda ve ameliyathanede birlikte çalışma imkânı bulduğum tüm hemşire, sekreter, personel ve teknisyen arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ailem; annem Şerife Hali, babam Mustafa Hali ve kardeşim; aynı zamanda meslektaşım Abdullah Hali'ye sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Mutluluğun tanımı eşim Filiz Hali ve oğlum Yusuf Kerem Hali'ye hayatımdaki neşe ve enerjinin kaynağı oldukları için, dünyalar kadar sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Ramazan Hali

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Tarihçe	3
2.2. Embriyoloji.....	9
2.3. Histoloji	9
2.4. Anatomi	10
2.5. Ön Çapraz Bağın Biyomekaniği.....	16
2.6. Ön Çapraz Bağın Yaralanmasına Sebep Olabilecek Mekanizmalar ...	18
2.7. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarında Öykü ve Fizik Muayene	18
2.8. Radyolojik Değerlendirme	21
2.8.1 Direk grafi.....	21
2.8.2 Manyetik rezonans görüntüleme (MRG):	23
2.8.3 Bilgisayarlı tomografi (BT)	25
2.9. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarının Tedavisi.....	25
2.9.1. Konservatif Tedavi.....	25
2.9.2. Cerrahi Tedavi	25
2.9.3 Ön Çapraz Bağ Cerrahisi Komplikasyonları	26

2.10. Kemik İliği Ödemi Hakkında Genel Bilgi.....	27
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	30
3.1 Radyolojik Değerlendirme ve Ölçümler.....	31
3.1.1 Kemik iliği ödeminin değerlendirilmesi	31
3.1.2 MR görüntülemeye meniskal yırtığın değerlendirilmesi	34
3.1.3 MR görüntülemeye medial ve lateral kollateral ligamanların değerlendirilmesi	35
3.1.4 MR görüntülemeye diğer bağ ve yumuşak dokuların değerlendirilmesi	36
3.2 İstatistiksel Yöntem	37
4.BULGULAR	38
5.VAKA ÖRNEKLERİ.....	55
6.TARTIŞMA	57
7.SONUÇ	68
8.KAYNAKÇA	69
9. EKLER	78
10. ÖZGEÇMİŞ	79

KISALTMALAR DİZİNİ

(°): Derece

(%): Yüzde

(~): Yaklaşık

AÇB: Arka Çapraz Bağ

AM: Anteromedial

AP: Anteroposterior

BT: Bilgisayarlı Tomografi

J: Joule

K-PT-K: Kemik-Patellar Tendon-Kemik

LFK: Lateral Femoral Kondil

LKL: Lateral Kollateral Ligaman

LTP: Lateral Tibia Platosu

MFK: Medial Femoral Kondil

MKL: Medial Kollateral Ligaman

MÖ: Milattan Önce

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

MTP: Medial Tibia Platosu

ÖÇB: Ön Çapraz Bağ

PL: Posterolateral

RSD: Refleks Sempatik Distrofi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Weber kardeşlere ait 1836 yılında yayınlanan ‘‘Mechanics of the human walking apparatus’’adlı kitaptan bir resim	3
Şekil 2 Sir Mayo-Robson (1853-1933).....	5
Şekil 3 Georg Perthes of Tübingen (1869–1927) tarafından tariflenen ÖÇB'nin alüminyum- bronz tel ile tamir edilmesi	5
Şekil 4 Patellar tendon ve ekstansör fasya kullanarak yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonu (Willis Campbell-1936)	6
Şekil 5 Lindeman dinamik rekonstrüksiyon tekniği	7
Şekil 6 Kenneth Jones tarafından 1963 yılında tariflenen Jones prosedürünün şematik gösterimi	8
Şekil 7 Fetus dizinde ÖÇB'nin iki demetinin gösterilmesi	9
Şekil 8 Ön ve arka çapraz bağın femoral ayak izleri	10
Şekil 9 Ön ve arka çapraz bağın tibial ayak izleri	11
Şekil 10 Ön çapraz bağ demetlerinin tibiaya yapışma yerleri	12
Şekil 11 Ön çapraz bağ demetlerinin femurda eklem pozisyonuna göre konumu	12
Şekil 12 Diz hareketleriyle ÖÇB liflerinin kendi içindeki hareketi.....	13
Şekil 13 ÖÇB liflerinin dizin fleksiyon ve ekstansiyondaki gerginlikleri.....	13
Şekil 14 Ön çapraz bağın damarsal yapısı	14

Şekil 15 İnsan fetüsünde orta geniküler arterin ÖÇB üzerinde gösterimi	15
Şekil 16 Tibial sinirden artiküler dalın ayrılması	16
Şekil 17 Bağlaşık dört bar sistemi	17
Şekil 18 Dizde valgus ve anterior tibial translasyon sonrası ÖÇB yaralanması.....	18
Şekil 19 Pivot shift testi	21
Şekil 20 Anterolateral ligament (ALL).....	22
Şekil 21 Lateral grafide derin lateral femoral çentik veya çift sulkus işareti	23
Şekil 22 Aksiyel planda boş çentik işareti ve sagittal planda ön çapraz bağ yaralanması	24
Şekil 23 Çift sulkus işareti ve arka çapraz bağda soru işareti görüntüsü.....	24
Şekil 24 Yao ve Lee'nin 1988 yılında yayınladığı "Occult Intraosseous Fracture: Detection with MR Imaging" adlı makalesinden bir resim.....	27
Şekil 25 T1q haritalamasının travma sonrası ve 1 yıl sonraki görüntü ile karşılaştırılması	28
Şekil 26 Kemik iliği ödeminin MRG'de T2 ağırlıklı yağ baskılı sekanslarda gösterilmesi	31
Şekil 27 Femur, tibia ve patellanın ödem alanlarının toplamda 19 bölgeye ayrılmasının örnek MRG üzerinde gösterilmesi	32
Şekil 28 MRG'de kemik iliği ödeminin derinliğinin değerlendirilmesi	33
Şekil 29 Lateral femoral kondilde MRG'de ödem genişliğinin hesaplanması	34
Şekil 30 Menisküs yaralanma morfolojilerinin sınıflanması	35

Şekil 31 Medial kollateral ligaman yaralanması olan üç ayrı hastanın MR görüntüsü	36
Şekil 32 Vaka 1: 21 yaşında futbol oynarken ön çapraz bağı yaralanan erkek hastada kemik iliği ödeminin MRG kesitlerinde dağılımı	55
Şekil 33 Vaka 2: 35 yaşında trafik kazası nedeniyle sağ dizine aldığı darbe sonrası ön çapraz bağı yaralanan ve patella da dahil olmak üzere yaygın kemik iliği ödemi olan hasta.....	55
Şekil 34 Farklı menisküs yaralanması morfolojisine sahip hastalarımızın örnek MR görüntüleri	56
Şekil 35 Vaka 3: 34 yaşında yüksekte düşme sonrası ön çapraz bağı yaralanan ve ‘‘çift sulkus’’ işareti olan hasta	56

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 Kemik iliği ödeminin derinlik sınıflaması	33
Tablo 2 Sayısal demografik ve klinik bilgiler	38
Tablo 3 Diğer demografik ve klinik bilgiler	39
Tablo 4 Hastalarımızın manyetik rezonans görüntüleme bulguları	39
Tablo 5 Hastalarımızda MKL yaranmasının MRG derecelendirmesine göre dağılımı	40
Tablo 6 Hastalarımızda diz artroskopisi bulguları	41
Tablo 7 Femur ve tibiada kemik iliği ödem varlığı yüzdeleri	42
Tablo 8 Femur, tibia ve patellada kemik iliği ödeminin dağılımı	42
Tablo 9 Femur ve tibiada ödem genişliğinin derecelendirilmesinin dağılımı	43
Tablo 10 Femur ve tibiada kemik iliği ödeminin derinliğinin bölgelere göre dağılımı	43
Tablo 11 Femur ve tibiada kemik iliği ödemi genişliğine göre MRG’de tespit edilen menisküs yaranmaları.....	44
Tablo 12 Femur ve tibiada kemik iliği ödemi derinliğine göre MRG’de tespit edilen menisküs yaranmaları.....	45
Tablo 13 Yaranma mekanizmasına göre sayısal demografik ve klinik bilgiler	46
Tablo 14 Yaranma mekanizmasına göre diğer demografik ve klinik bilgiler.....	46
Tablo 15 Femur ve tibiada yaranma mekanizmasına göre kemik iliği ödemi noktalarının karşılaştırılması.....	47

Tablo 16 Yaralanma mekanizmasına göre femur ve tibiada ödem varlığı ve ödem yüzdeleri.....	47
Tablo 17 Yaralanma mekanizmasına göre ödem genişliği derecelendirilmesininin karşılaştırılması	48
Tablo 18 Ödem derinliğinin yaralanma mekanizmasına göre karşılaştırılması	49
Tablo 19 Yaralanma mekanizmasına göre MRG bulgularının karşılaştırılması	50
Tablo 20 Yaralanma mekanizmasına göre artroskopi bulgularının karşılaştırılması	51
Tablo 21 Yaralanma mekanizmasına göre medial kollateral ligaman yaralanmasının değerlendirilmesi.....	52
Tablo 22 LFK, MFK, LTP ve MTP'de kemik iliği ödeminden etkilenen bölge sayısına göre MRG bulgularının karşılaştırılması	53
Tablo 23 LFK, MFK, LTP ve MTP'de kemik iliği ödeminden etkilenen bölge sayısına göre artroskopi bulgularının karşılaştırılması	54
Tablo 24 LFK, MFK, LTP ve MTP'de kemik iliği ödeminden etkilenen bölge sayısına göre MKL yaralanmalarının karşılaştırılması	54

ÖZET

Amaç: Manyetik rezonans görüntüleme ÖÇB yaralanmasının dolaylı bir işareti olan kemik iliği ödeminin, diz eklemindeki dağılımını ve diz eklemi içindeki yumuşak doku yaralanmaları ile olan ilişkisini araştırmayı planladık.

Gereç ve Yöntem: 2012-2018 yılları arasında ön çapraz bağ yaralanması tanısı alan ve yaralanma sonrası ilk 8 hafta içerisinde manyetik rezonans görüntülemesi yapılan hastalar geriye yönelik olarak tarandı. 144 hasta çalışma popülasyonumuzu oluşturdu. Diz ekleminde kemik iliği ödeminin dağılımı lateral femoral kondil (LFK), medial femoral kondil (MFK), lateral tibia platosu (LTP) ve medial tibia platosu (MTP) olarak dört bölgede incelendi. Bu dört bölge içindeki dağılımı ise femur ve tibia toplam 18 bölgeye ayrılarak belirlendi. Temas sonrası ve temas olmaksızın ÖÇB'si yaralanan hastalarda kemik iliği ödemi ve yumuşak doku yaralanmaları karşılaştırıldı. Son olarak kemik iliği ödeminin LFK, MFK, LTP ve MTP'den kaçında "var" olduğu belirlendi. Elde edilen dört grupta menisküs ve MKL yaralanmaları karşılaştırıldı.

Bulgular: Kemik iliği ödeminin lateral femoral kondil, medial femoral kondil, lateral tibia platosu ve medial tibia platosu için dağılım sıklığı sırasıyla: %83,3, %38,8, %96,5 ve %63,8 olarak bulundu. ÖÇB yaralanması sonrası oluşan kemik iliği ödemi lateral ve medial femur kondillerinin santral kısmını etkilerken; lateral ve medial tibia platosunun çoğunlukla posterior kısmını etkilemiş olarak bulundu. Hastalarımızdan 27'si (%18,8) diz eklemine aldıkları temas sonrası; 117'si (%82,2) ise diz eklemine herhangi bir temas olmadan ÖÇB'sini yaralamıştır. İki grupta kemik iliği ödeminin derinliği diz eklemindeki dört bölge için benzer derecelerde çıkmıştır ($p>0,05$). Kemik iliği ödeminin genişliği ise sadece medial tibia platosunda travma sırasında diz eklemine temas alan hastalarda daha yüksek derecelerde çıkmıştır ($p=0,020$). Her iki grupta da lateral ve medial menisküs yaralanmalarının sıklığı, morfolojisi ve menisküs yaralanmasının menisküste etkilediği bölge benzer dağılımda çıkmıştır ($p>0,05$). MKL yaralanması da benzer şekilde her iki grupta benzer dağılımda çıkmıştır ($p>0,05$). Femur kondilleri ve tibia platosundaki dört bölgeden kemik iliği ödemi tespit edilen bölge sayısına göre

yumuşak doku yaralanmalarını karşılaştırdığımızda medial menisküs ve MKL yaralanmaları açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p<0.05$). Manyetik rezonans görüntüleme tespit edilen lateral menisküs yaralanması sıklığı ise dört bölgenin tamamında ödem tespit edilen hastalarda istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,041$).

Sonuç: Ön çapraz bağ yaralanması tanısını doğrulamak için manyetik rezonans görüntüleme kullandığımız kemik iliği ödemi diz ekleminde sadece lateral kompartmanı değil sıklıkla medial kompartmanı da etkileyebilmektedir. Ayrıca kemik iliği ödeminin tibia platosunun posterior kısımlarını etkilemesi fleksiyonda yük alan kartilaj kısımlarında meydana gelen osteoartriti açıklayabilir. Kemik iliği ödeminin diz ekleminde her iki kompartmanı etkilediği hastalarda lateral menisküs yaralanma sıklığı artmaktadır. Kemik iliği ödemi ön çapraz bağ yaralanması sonrası manyetik rezonans görüntüleme tanı alma ihtimali azalan lateral menisküs yaralanmalarının tespitinde artroskopi sırasında daha şüpheli ve titiz yaklaşmamızı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Kemik iliği ödemi, Ön çapraz bağ, Manyetik rezonans görüntüleme, Diz eklemi

**DISTRIBUTION OF BONE MARROW EDEMA IN PATIENTS WITH
ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT (ACL) INJURY AND EVALUATION
OF RELATION BETWEEN EDEMA REGION AND KNEE JOINT SOFT
TISSUE INJURIES**

ABSTRACT

Purpose: We aimed to examine distribution of bone marrow edema in patients with anterior cruciate ligament (ACL) injury as well as its association with tears of the lateral meniscus, medial meniscus, and medial collateral ligament (MCL).

Material And Method: Patients who were diagnosed with anterior cruciate ligament injury between 2012-2018 and who underwent magnetic resonance imaging within the first 8 weeks post-injury were screened retrospectively. 144 patients formed our study population. The distribution of bone marrow edema in the knee joint was examined in four regions as; lateral femoral condyle (LFC), medial femoral condyle (MFC), lateral tibia plateau (LTP) and medial tibia plateau (MTP). The distribution within these four regions was determined by dividing the femur and tibia into 18 zones. Bone marrow edema and soft tissue injuries were compared in patients with contact and non-contact ACL injuries. Finally, where bone marrow edema exist in knee joint such as LFC, MFC, LTP, MTP is determined. Menisci and MCL injuries were compared in these four groups.

Results: Distribution of bone marrow edema for lateral femoral condyle, medial femoral condyle, lateral tibia plateau and medial tibia plateau was found; %83,3, %38,8, %96,5 and %63,8 respectively. Bone marrow edema after ACL injury; affects the central part of lateral and medial femoral condyles; posterior part of lateral and medial tibial plateau. 27 (%18,8) of our patients were injured their ACL after knee contact injury; 117 (%82,2) our patients injured their ACL non contact injury. The depth of bone marrow edema in two groups was similar in four regions of the knee joint ($p > 0,05$). The width of the bone marrow edema was higher in patients who had contact injury to the medial tibia plateau ($p = 0,020$). In both

groups; the frequency of injury, injury morphology and effected zone of meniscus are the same at lateral and medial menisci ($p > 0,05$). Similarly, MCL injury was also similar in both groups ($p > 0,05$). When we compared soft tissue injuries according to the number of bone marrow edema zones in four regions of femoral condyles and tibia plateau no significant difference was detected in medial meniscus and MCL injuries ($p < 0,05$). In magnetic resonance images, the incidence of lateral meniscus injury was found to be statistically significant in patients with edema in all four regions ($p = 0,041$).

Conclusion: The bone marrow edema detected in MRI used to confirm the diagnosis of anterior cruciate ligament injury can affect not only the lateral compartment but also the medial compartment in the knee joint. In addition, bone marrow edema effects the posterior portion of tibia and this explains the occuring of osteoarthritis at the parts of area which bares load at flexion. The incidence of lateral meniscus injury increases in patients with bone marrow edema affecting both compartments in the knee joint. Bone marrow edema may lead us to be more suspicious and rigorous during arthroscopy in the detection of lateral meniscus injuries, which are less likely to be diagnosed in magnetic resonance imaging after anterior cruciate ligament injury.

Key Words: Bone marrow edema, Anterior cruciate ligament, Magnetic resonance imaging, Knee joint

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ön çapraz bağ (ÖÇB) diz ekleminin en çok yaralanan bağlarından biridir. Özellikle spor faaliyetlerine artan katılım ile yaralanma sıklığı 36,9-60,9/100.000 kişi/yıl olarak gerçekleşmektedir [1]. ÖÇB yaralanmasını öykü ve fizik muayeneden sonra doğrulamak için en sık kullandığımız görüntüleme yöntemi Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)'dir; MRG hem ÖÇB yaralanmasını hem de beraberinde olabilecek diğer yumuşak doku yaralanmalarını tanımlamada diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha üstündür. MRG'de ÖÇB yaralanması tanısını koymak için doğrudan veya dolaylı bazı işaretler mevcuttur: ÖÇB liflerinde devamsızlık ÖÇB liflerinde sinyal artışı, ÖÇB liflerinin Blumensaat çizgisine paralellliğini kaybetmesi, kondiller arası çentiğin lateral duvarında sıvı olup; duvarın boş olması ve kemik iliği ödemi bu işaretlerden bazılarıdır.

Kemik iliği ödemi ÖÇB yaralanması sonrası hastaların %80'inden fazlasında karşımıza çıkabilmektedir [2],[3]. Kemik iliği ödeminin esas olarak travma sırasında tibia ve femurun birbiri üzerinden kayması ve bu iki kemiğin birbirine uyguladığı kompresyon sonucu geliştiği düşünülmektedir [3],[4]. Ek olarak eklem kapsülü, diz içindeki diğer bağlar veya kas tendonları gibi yumuşak dokuların kemikte oluşturduğu torsiyonel ve çekme kuvvetleriyle de gelişebilmektedir [5]. Kemik iliği ödemi bulunan noktalardan alınan örneklerin histolojik incelenmesi sonucunda: mikrotrabeküler kırık, yağ hücresi ödemi ve kemik iliğinde nekroz; skleroz gibi bulgular tespit edilebilmektedir [6],[7]. Histolojik değişikliklerin MRG'ye yansımaları sonucu T2 ağırlıklı görüntülemeler gibi sıvı duyarlı incelemelerde artmış sinyal yoğunluğuyla ve T1 ağırlıklı görüntülemelerde ise azalmış sinyal yoğunluğu ile karşımıza çıkmaktadır [8].

Kemik iliği ödeminin değerlendirilmesi ÖÇB yaralanması olan hastalarda travma mekanizmasının tahminine [9],[10], travma anında dizin uzaysal konumunun tahminine [11], travmanın şiddetinin değerlendirilmesine [12], travma sonrası eklem kartilajındaki hasarın devamlılığının değerlendirilmesine [6],[13], travma sonrası diz ağrısının devamlılığına ve ağrının şiddetinin değerlendirilmesine katkı

sağlayabilmektedir [14]. Yine travmaya maruz kalan dizde diğer meniskal ve bağ yapılarının değerlendirilmesine de dolaylı olarak katkı sağlayabilmektedir [15],[16].

Biz çalışmamızda ÖÇB yaralanmasının MRG'de dolaylı bir işareti olan kemik iliği ödeminin diz eklemindeki dağılımını ve diz eklemindeki diğer yumuşak doku yaralanmaları ile olan ilişkisini araştırmayı planladık.

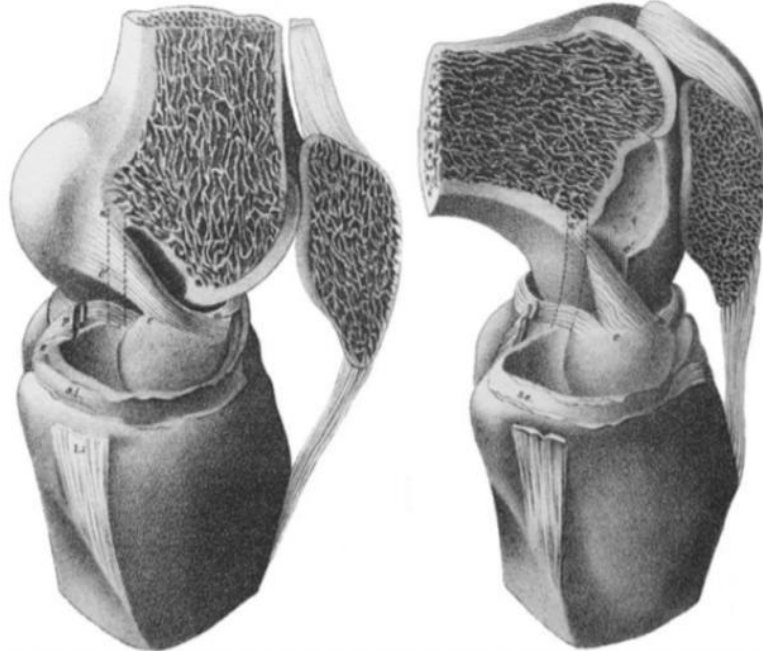


2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Ön çapraz bağ ile ilgili ilk belgelere milattan önce (M.Ö.) 3000 yılına ait Mısır papirüslerinde rastlanılmıştır [17]. Hipokrat (M.Ö. 460-470) diz instabilitesinin bağ yaralanmasına bağlı olabileceğini belirtmiştir. Ancak ÖÇB fonksiyonu ve anatomisi ile ilgili ilk detaylı bilgiler Roma'da gladyatörlerin de hekimliğini yapan Cladius Galen'e (M.Ö. 129-199) aittir. Galen daha önceden sinir sisteminin bir parçası olduğu düşünülen çapraz bağların kas-iskelet sistemine ait olduğunu belirtmiş ve onları "ligamenta genu cruciate" olarak adlandırmıştır [18]. Galen ayrıca çapraz bağların menteşe tipi eklemlerde anormal hareketleri kısıtlayan statik yapılar olduğunu belirtmiştir.

Weber kardeşler 1836 yılında ön çapraz bağ yaralanması sonrasında tibiannın öne kaydığını göstermişlerdir. Ayrıca ÖÇB'nin dizin farklı fleksiyon derecelerinde farklı gerginlikte olan demetleri olduğunu da göstermişlerdir [19] (Şekil 1).



Şekil 1 Weber kardeşlere ait 1836 yılında yayınlanan ‘‘Mechanics of the human walking apparatus’’adlı kitaptan bir resim [20].

Akut ÖÇB yaralanmasından ilk olarak 1845 yılında Fransız cerrah Amédée Bonnet bahsetmiştir. Bonnet kitabında dizde kopma hissi, şişme ve fonksiyon kaybı şikayeti olan hastalarda kırığın dışlanması ile çapraz bağ yaralanmasının düşünülmesi gerektiğini belirtmiştir [21].

Yunan George C. Noulis tarafından; 1875 yılında, günümüzde ‘‘Lachman testi’’ olarak bilinen fizik muayene bulgusu tanımlanmıştır [22].

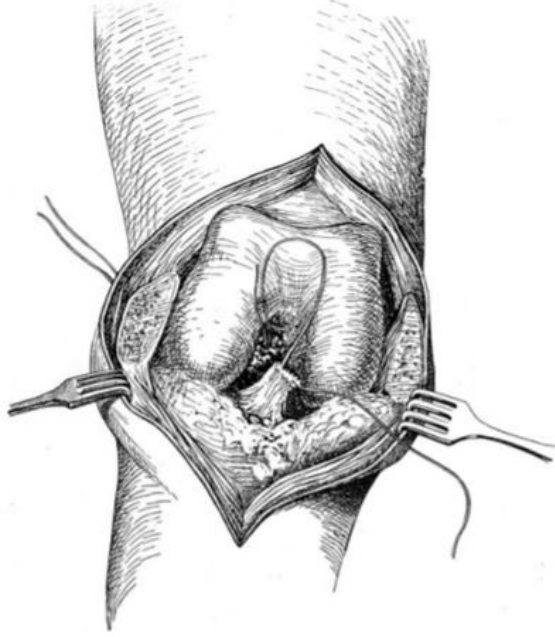
Fransız cerrah Paul Segond 1879 yılında daha sonra "Segond Kırığı" olarak bilinen tibia platosunun anterolateral kenarının kopma kırığına ÖÇB yaralanmasının eşlik edebileceğini bildirmiştir [23]. Segond ayrıca yaralanma sırasındaki kopma hissi, kopma sesi, eklemde ağrı, eklem efüzyonu ve anterior instabilite gibi ÖÇB yaralanması semptomlarını da belirtmiştir.

Bilinen ilk cerrahi onarım A.W. Mayo Robson tarafından 1895'de bir maden işçisine yapılmıştır; Dr. Robson yaralanan ön çapraz bağı dikerek tamir ettiğini, hastadan iyi sonuçlar elde ettiğini ve tamirden 8 yıl sonra bile işçinin işine devam ettiğini bildirmiştir [20] (Şekil 2). Ancak Dr. Robson bu yayını 1903 yılında yaptığı için cerrahi tamir ile ilgili yapılmış ilk yayını 1900 yılında W. H. Battle'a aittir [20].

Daha çok çocuklarda femur başı avasküler nekrozunu tanımlayan kişi olarak bildiğimiz Georg Perthes of Tübingen (1869–1927) yaralanan ÖÇB'nin femurdaki yapışma yerinde bağı primer tamiri için yeterli bağ doku uzunluğunun olmadığını belirtmiş ve bunu göz önüne alarak bağı tamir etmek yerine tibiada kalan distal parçanın içinden gümüş-bronz tel geçirdikten sonra bu teli femurdan açtığı tünelden geçirerek yeni bir teknik tanımlamıştır [20] (Şekil 3).



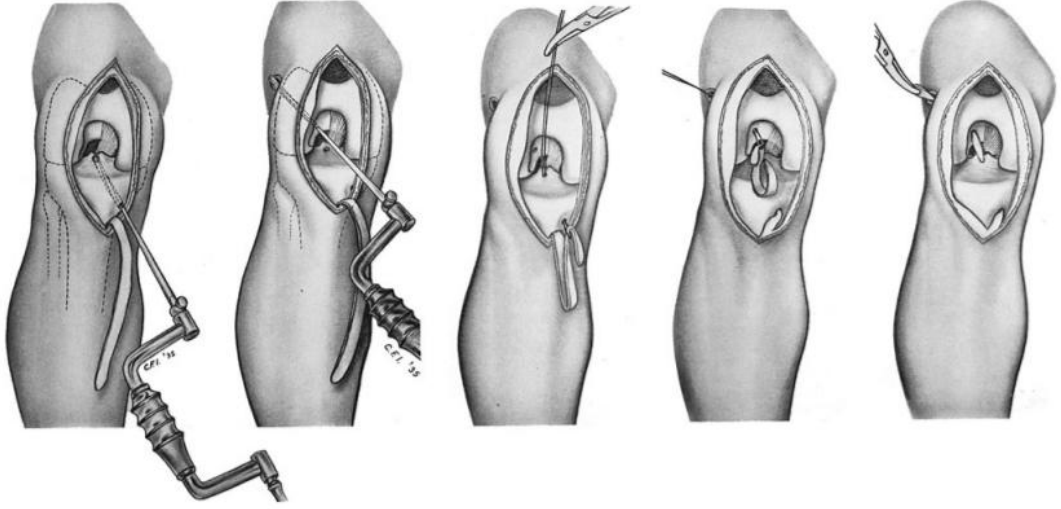
Şekil 2 Sir Mayo-Robson (1853-1933) ilk primer ÖÇB tamirini 1895 yılında İngiltere'de Leeds kentinde gerçekleştirmiştir [20].



Şekil 3 Georg Perthes of Tübingen (1869–1927) tarafından tariflenen ÖÇB'nin alüminyum- bronz tel ile tamir edilmesi [20].

İlk ÖÇB rekonstrüksiyonu Nicoletti tarafından deneysel olarak köpekler üzerinde 1913 yılında otolog greftler ile yapılmıştır [20]. Hesse 1914 yılında rus cerrah Grekow tarafından tariflenmiş olan fasya lata grefti ile yapılmış olan ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası başarılı sonuçlar bildirmiştir [20]. Hey Groves 1917 yılında ilk kez intraartiküler rekonstrüksiyon olgusunu sunmuştur ve tekniğinde fasya lata greftini distal pediküllü olarak kullanmıştır [20].

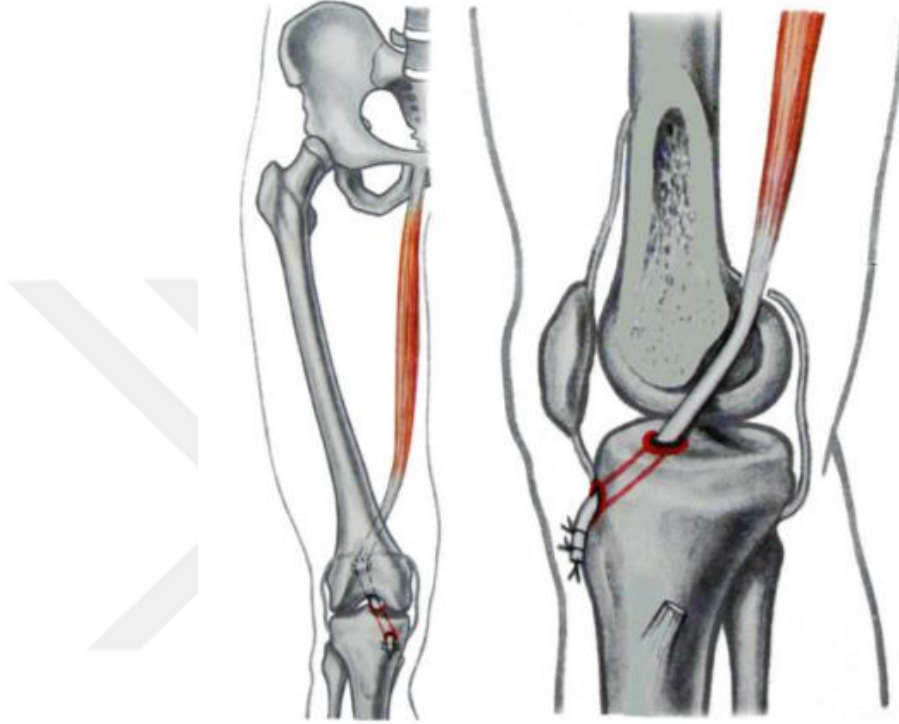
Zur Verth 1932 yılında Almanya Ortopedik Kongresi'nde patellar tendon grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu sonuçlarını bildirmiştir [20], Wittek 1935'de aynı tekniği kullanarak yaptığı rekonstrüksiyon sonuçlarını bildirmiştir [20]. Bir yıl sonra Campbell tarafından patellar tendon grefti ile rekonstrüksiyon yapılan 17 hastanın sonuçları yayınlanmıştır [20] (Şekil 4).



Şekil 4 Patellar tendon ve ekstansör fasya kullanarak yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonu (Willis Campbell-1936) [20].

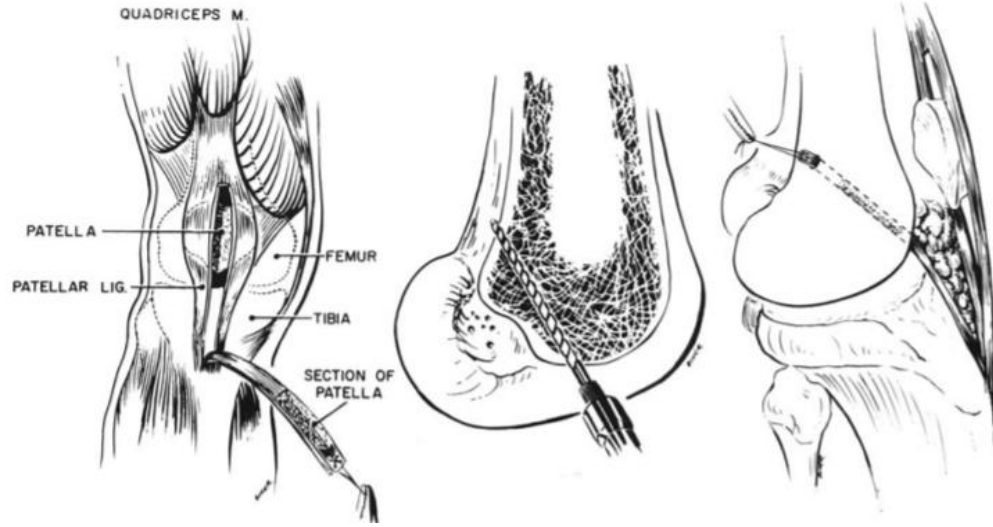
Hamstring grefti kullanılarak yapılan ilk rekonstrüksiyon 1934 yılında Galeazzi tarafından tanımlanmış, beş yıl sonrasında da Macey yine hamstring grefti ile yaptığı rekonstrüksiyon sonuçlarını yayınlamıştır [20].

Lindeman 1950 yılında gracilis ve semitendinosus tendonlarını kullanarak eklem içi rekonstrüksiyonu tanımlamıştır [20]. Yapılan cerrahinin mevcut kasların kasılmasına bağlı dinamik bir tespit olduğu yazar tarafından bildirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5 Lindeman dinamik rekonstrüksiyon tekniği [20]

1963 yılında ise Kenneth G. Jones patellar tendonun 1/3'ünü kemik bloğu ile beraber kullanarak yapılan rekonstrüksiyondan bahsetmiştir [20]. Günümüzde kullanılan teknikten farklı olarak Jones patellar tendonun tibiaya yapışma yerinden kemik bloğu kaldırmamış ve sadece patelladan kemik blok ile birlikte tendonu ayırmıştır. Elde ettiği kemik bloğu femurda interkondiler çentiğinin posterioruna açtığı tünele yerleştirmiştir. Sonuçları çok iyi olmasa da tanımlanan yöntem ilerleyen yıllar için yol gösterici olmuştur [20] (Şekil 6). 1966 yılında Alman Brückner patellar tendonun iç tarafını kullanarak yaptığı rekonstrüksiyon sonuçlarını yayınlamıştır [20].



Şekil 6 Kenneth Jones tarafından 1963 yılında tariflenen Jones prosedürünün şematik gösterimi [20].

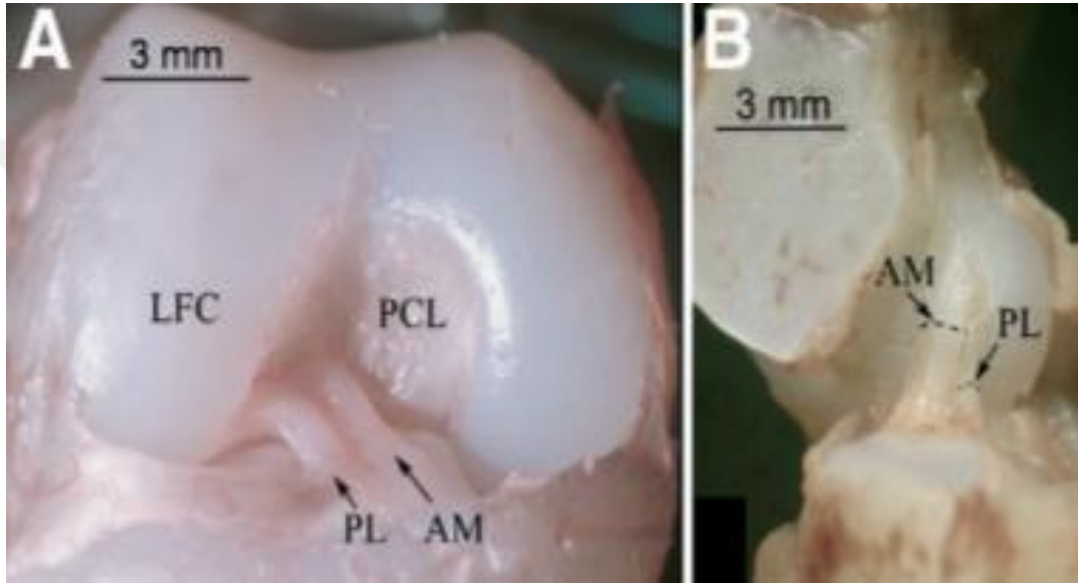
1981 yılında Dandy tarafından karbon lifler kullanılarak ilk artroskopik ÖÇB rekonstrüksiyonu tanımlanmıştır [20]. Ancak bu hastalarda karbon parçacıklarına bağlı eklemden gelişen sinovit önemli bir sorun oluşturmuştur. Clancy ilk defa 1982 yılında kemik-tendon-kemik olarak adlandırılan serbest patellar tendon greftini tanımlamıştır [20]. Bu yöntemde greftler düğme ile asılıyordu. 1987 yılında Kurusoka ve arkadaşları interferans vidaları ile tespiti tanımlamış ve diğer tespit yöntemlerinden daha üstün olduğunu belirtmişlerdir [20].

İlk çift demet ÖÇB rekonstrüksiyonu 1982 yılında Mott tarafından tariflenmiştir [20]. Mott diz eklemine artrotomi yaparak bu teknikte greft olarak semitendinosus tendonunu kullanmıştır. Ancak Mott bu tekniğin sonuçlarını yayınlamadığı için çift demet rekonstrüksiyonun ilk klinik sonuçları Lars Peterson tarafından yayınlanmıştır [20]. İlk artroskopik çift demet tamiri ise Rosenberg tarafından bildirilmiştir [20]. Doksanlı yıllarda tekniğin göreceli olarak basit olması ve sonuçlarının iyi olması nedeniyle kemik-patellar tendon-kemik grefti yöntemi ÖÇB rekonstrüksiyonunda altın standart hale gelmiştir [20]. Kenneth Jones'ın 1960'lı yıllardaki öncü çalışmaları nedeniyle yönteme "Jones Prosedürü" adı verilmiştir.

Ülkemizde ise ilk ÖÇB rekonstrüksiyonu Prof. Dr. Mehmet Tiner tarafından 1970 yılında dizinde "mutsuz üçlü" olan hastaya Hey-Groves yöntemi ile uygulanmıştır [24]

2.2. Embriyoloji

Diz eklemi fetal hayatın altıncı haftasında gelişmeye başlar. Yedinci haftaya doğru çapraz bağlar ve menisküsler oluşmaya başlar. Yaklaşık 10. haftada ön ve arka çapraz bağlar birbirinden ayrılır. Yirminci haftada fetüs ÖÇB'si erişkin insan ÖÇB'sine benzer özellikler kazanır [25][26] (Şekil 7).



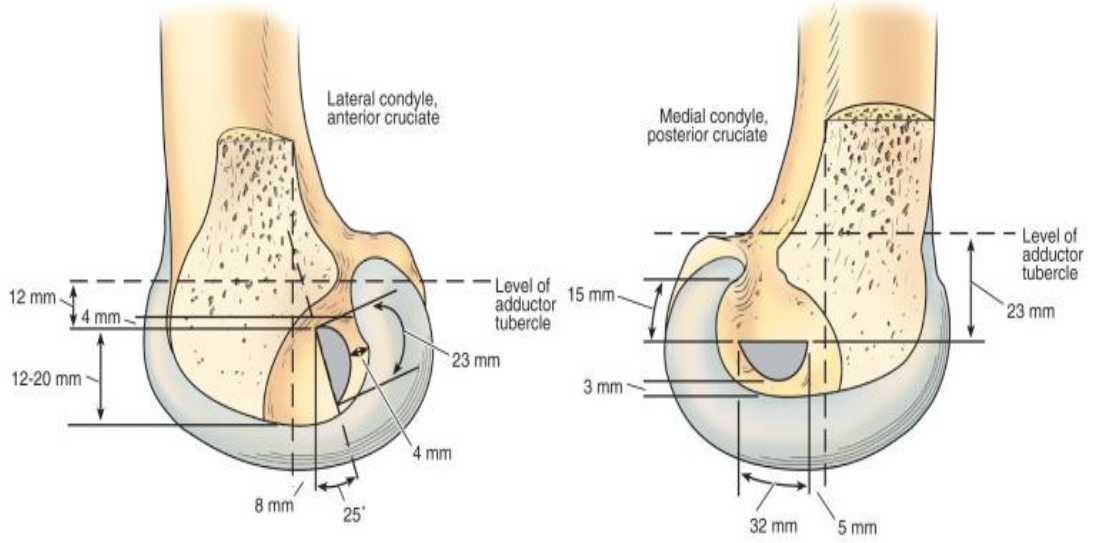
Şekil 7 Fetus dizinde ÖÇB'nin iki demetinin gösterilmesi [27]

2.3. Histoloji

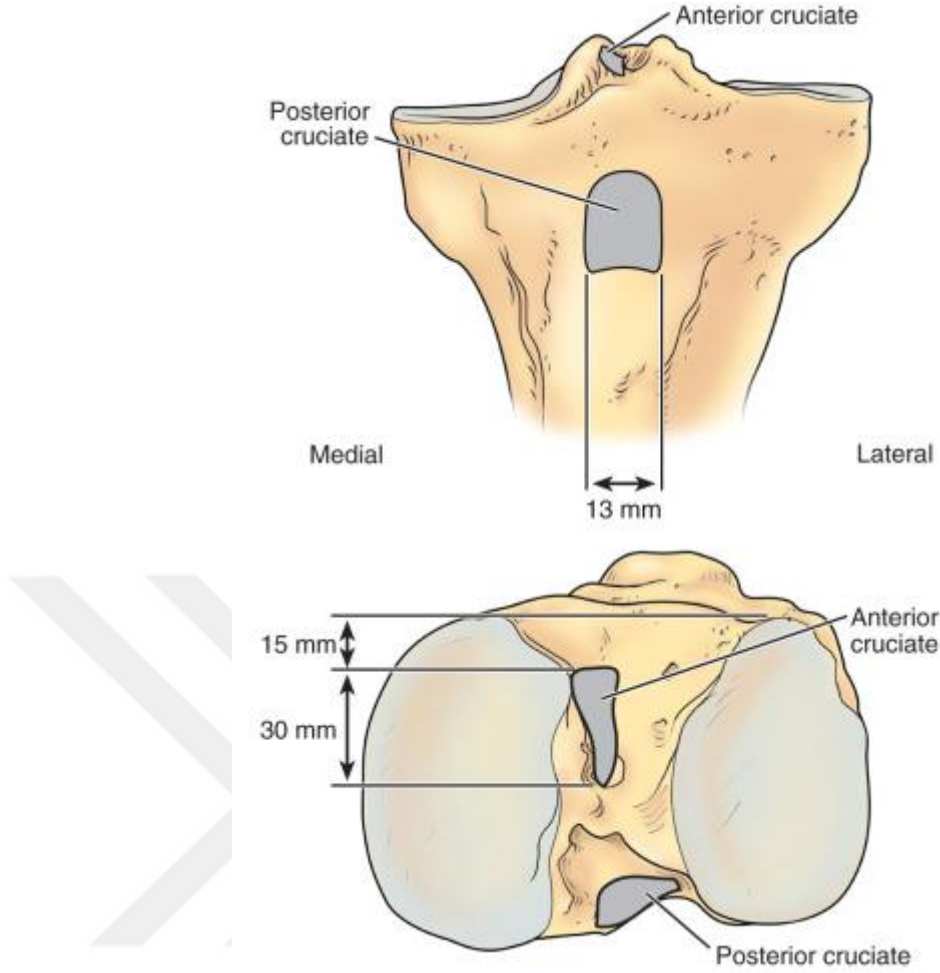
Ön çapraz bağ birbirine paralel uzanan düzenli olarak yerleşmiş kollajen liflerinden oluşur. Kollajen liflerinin temel yapısal birimi tip 1 kollajendir (%90). Kalan kısmı ise (%10) tip 3 kollajenden oluşur [28]. Kollajenler ÖÇB'nin kuru ağırlığının %75'ini oluşturur. Kalan kısmını ise proteoglikanlar, elastin ve kollajen olmayan proteinler oluşturur. Ön çapraz bağın kemiğe yapışma yeri bağın lifleri, fibrokartilaj, mineralize kartilaj ve subkondral kemik plağı olarak 4 farklı katmandan oluşur. Kemiğe yapışma yerindeki bu geçiş zonu sertlikte aşamalı olarak artma sağlar ve böylece bağın kemiğe yapışma bölgesinde stresin birikmesini engeller [29].

2.4. Anatomi

Ön çapraz bağ eklem içi fakat sinovya dışı bir yapıdır. Proksimalde lateral femoral kondilin medial yüzünün posteriorundaki fossaya yarım daire şeklinde yapışarak başlar (Şekil 8). Distale anteriora ve mediale doğru uzanarak tibiada; lateral menisküs ön boynuzunun medialindeki, anterior eminensiyanın anterolateralindeki fossaya yapışır [30] (Şekil 9). Tibial yapışma alanı (yaklaşık 3 cm²) femoral yapışma alanına (yaklaşık 2-2.5 cm²) göre daha geniş ve güçlüdür. ÖÇB'nin en dar olduğu kısım eklem içinde seyrettiği kısımdır ve kalınlığı 7-12 mm arasında değişir. ÖÇB'nin ortalama uzunluğu 32 mm'dir (22-41mm). Eklem içinde seyrettiği kısımda ligaman oval şekillidir ve kesit alanı ortalama olarak kadınlarda 36 mm², erkeklerde 44 mm²'dir [29].



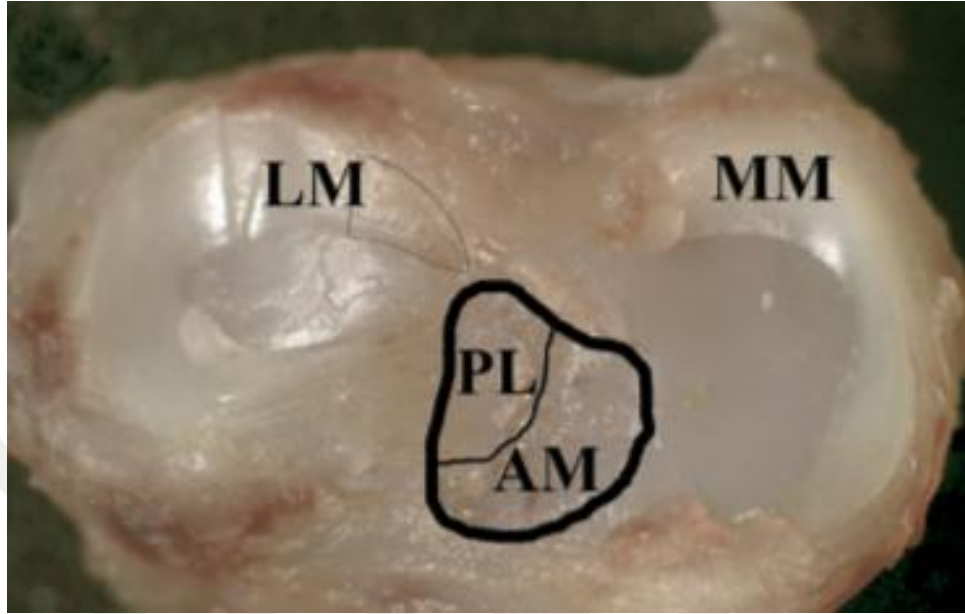
Şekil 8 Ön ve arka çapraz bağın femoral ayak izleri [31].



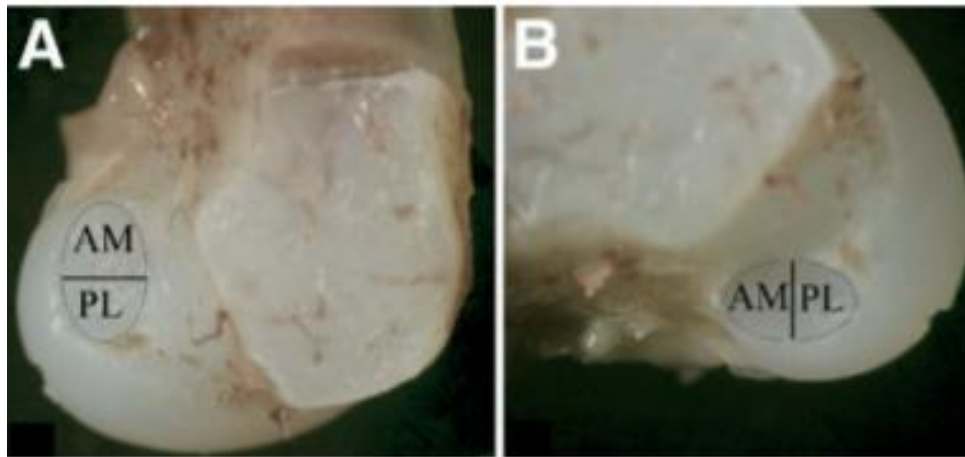
Şekil 9 Ön ve arka çapraz bağın tibial ayak izleri [31].

ÖÇB'nin iki demetten oluştuğu geniş olarak kabul görmüştür [32]. Bu demetlere tibiaya yapışma yerlerine göre anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) demet isimleri verilmektedir (Şekil 10). Femur yapışma yerinde AM demet proksimalden ve PL demet distalden kaynaklanmaktadır [33]. Femoral yapışma yeri ekstansiyonda dikey bir oryantasyonda iken fleksiyonda yatay konuma gelmektedir (Şekil 11). Ekstansiyonda ÖÇB'nin uzunlamasına aksında dikeye göre yaklaşık 26° anteriora açılma görülür. ÖÇB'nin eklem içi seyirinde kendi üzerinde yaklaşık 90° 'lik bir dış rotasyonu vardır (Şekil 12). Frontal planda AM demet daha dikey bir seyir gösterirken ($\sim 70^\circ$), PL demet daha yatay bir seyir göstermektedir ($\sim 55^\circ$) [34]. Diz eklemi ekstansiyondan fleksiyona doğru hareket ederken ÖÇB'nin AM ve PL demetleri üzerindeki gerginliği, femoral yapışma yerlerinin oryantasyonunun değişmesine bağlı olarak değişmektedir [26] (Şekil 13). PL demet ekstansiyonda

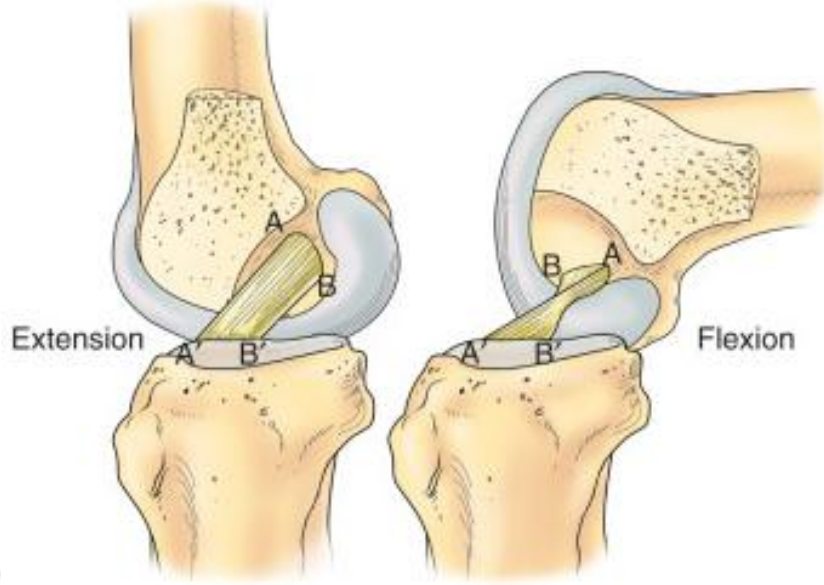
gerginken, diz fleksiyonu arttıkça gevşer. AM demet ise ekstansiyonda gevşek iken; diz fleksiyonu arttıkça gerginleşmektedir [35].



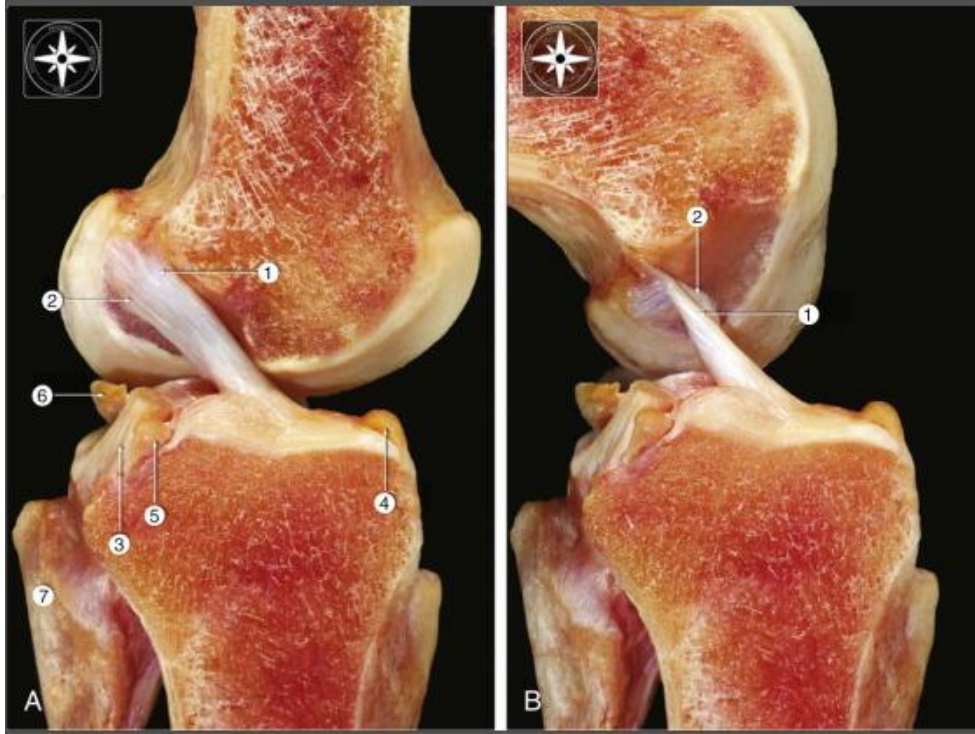
Şekil 10 Ön çapraz bağ demetlerinin tibiaya yapışma yerleri [33] **AM:** Anteromedial, **PL:** Posterolateral, **LM:** Lateral menisküs, **MM:** Medial menisküs



Şekil 11 Ön çapraz bağ demetlerinin femurda eklem pozisyonuna göre konumu [26]. **A:** Ekstansiyon **B:** Fleksiyon



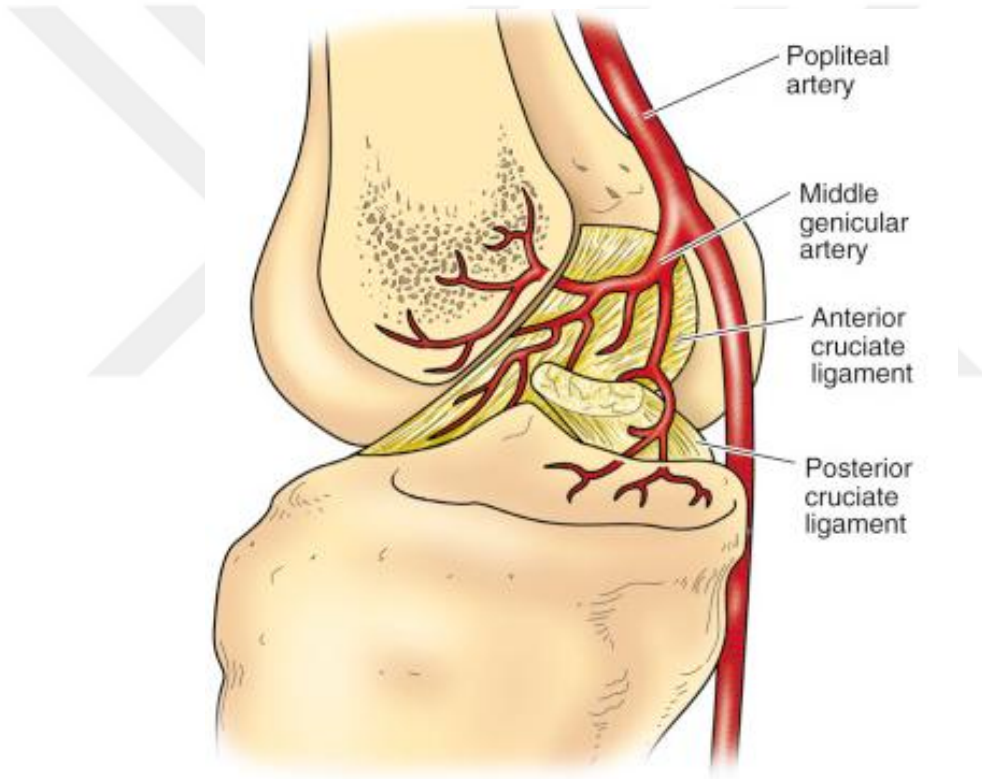
Şekil 12 Diz hareketleriyle ÖÇB liflerinin kendi içindeki hareketi [36]



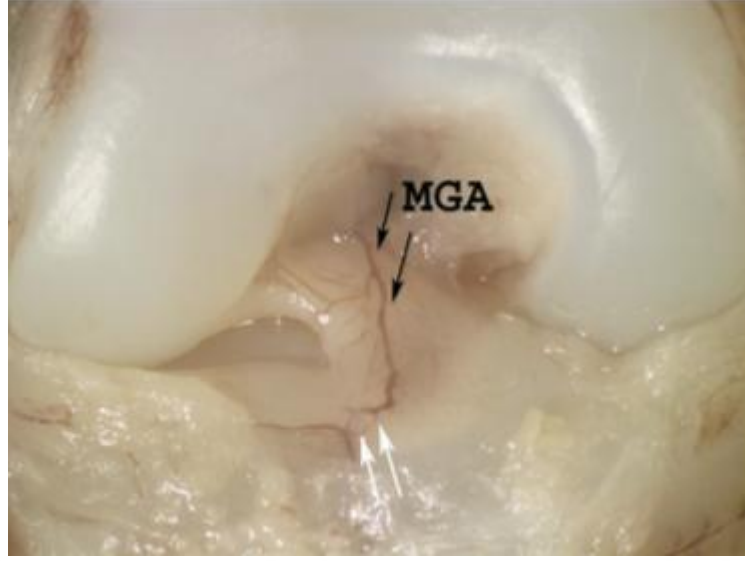
Şekil 13 ÖÇB liflerinin dizin fleksiyon ve ekstansiyondaki gerginlikleri [37] **1:** Anteromedial (AM) demet, **2:** Posterolateral (PL) demet

Bağın kanlanması başlıca orta geniküler arterin ligamentöz dallarından olmaktadır (Şekil 14). Fakat bağın distal kısmı, medial ve lateral inferior geniküler

arterlerden de dallar almaktadır. Orta ve inferior geniküler arterin dalları bağın çevresinde anastomoz yaparak sinovyal bir ağ oluşturmaktadır (Şekil 15). Bağ çevresindeki bu damarların bir kısmı iç katmanlara ilerleyerek gevşek bağ dokusu içerisindeki fasiküllerin arasına kadar uzanmaktadır. Bağın beslenmesi homojen değildir. Proksimal kısmın kanlanması daha iyi görülmektedir. Bağın distaldeki fibrokartilaj kısmı ise avaskülerdir. Kemiğe yapışma bölgelerindeki fibrokartilaj kısımların damarlanması olmadığı gibi, bağ içerisindeki damarlarda bu kartilaj kısma uzanmamaktadır. Ayrıca kartilaj bölgeye subkondral kemikten de damarsal geçiş bulunmamaktadır [38].

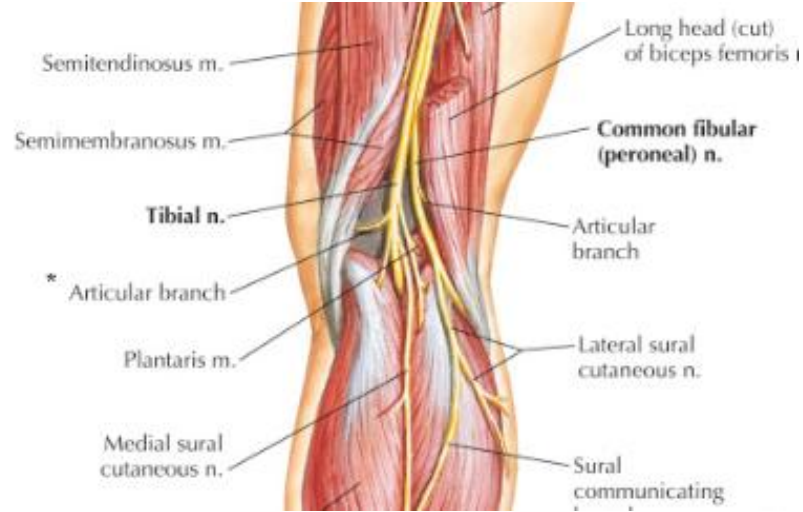


Şekil 14 Ön çapraz bağın damarsal yapısı [39].



Şekil 15 İnsan fetüsünde orta geniküler arterin ÖÇB üzerinde gösterimi [38]
(**Beyaz oklar:** İnferior genikulat arter ile orta genikulat arter arasındaki anastomoz)

Ön çapraz bağ tibial sinirin dalı olan posterior artiküler sinir tarafından uyarılır (Şekil 16). Posterior artiküler sinir eklem kapsülünü posteriordan delerek sinovyal ve periligamentöz damarlarla birlikte bağa ulaşır. Histolojik çalışmalar sinovyal membranın altında; bağın yüzeyinde mekanoreseptörler olduğunu göstermiştir. Golgi benzeri reseptörler ve ruffini korpuskülleri gibi yavaş adapte olan mekanoreseptörler hareket değişiklikleri, eklem pozisyonu ve açısındaki değişikliklerle uyarılırlar. Pacinian korpuskülleri hızlı adapte olan ve bağın gerilmesiyle uyarılan mekanoreseptörlerdir. Az sayıda bulunan serbest sinir sonlanmaları ağrı iletiminden sorumludurlar. Ağrı iletiminden sorumlu olan serbest sinir sonlanmalarının az sayıda bulunması ÖÇB yaralanmalarında ağrıdan ziyade kopma hissinin hissedilmesine neden olur. Daha sonra gelişen ağrının sebebi ise hemartroz nedeniyle eklem kapsülündeki gerilmeye bağlıdır. Serbest sinir sonlanmalarının vazomotor kontrolde de rolü vardır [29].



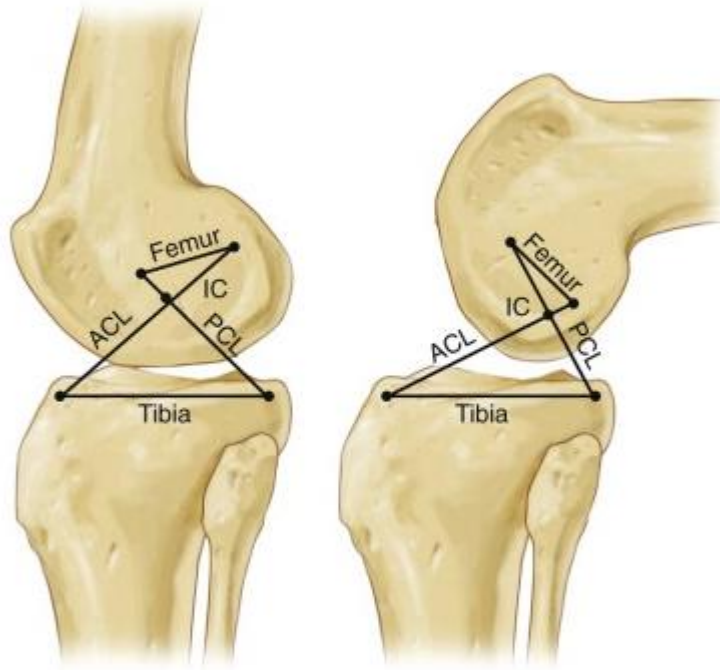
Şekil 16 Tibial sinirden artiküler dalın ayrılması [40]

2.5. Ön Çapraz Bağın Biyomekaniği

Diz ekleminin ekstansiyondan fleksiyona hareketi sırasında femur kondilleri tibial plato üzerinde arkaya doğru yuvarlanma ve kayma hareketi yapmaktadırlar. Bu femoral kayma ve yuvarlanma hareketi bağlaık dört bar sistemi ile açıklanmıştır. Bu modele göre: ön çapraz bağ ile arka çapraz bağ arasındaki kesişme noktası, diz fleksiyonu sırasında arkaya doğru yer değiştirerek kayma yuvarlanma hareketini sağlar. Bağlaık dört bar sistemi geri kayma sırasında femurun tibia posterioruna düşmesini engeller. Dizin 0° - 90° arasındaki hareketi esnasında femur ile tibia arasındaki temas noktası 14 mm arkaya kayar. Çapraz bağlar bağlaık dört bar sisteminden anlaşıldığı gibi eklemden birer dişli görevi görürler (Şekil 17).

Lateral femoral kondilin medial kondilden büyük olması nedeniyle fleksiyon sırasında tibiada iç rotasyon ve ekstansiyon sırasında tibiada dış rotasyon oluşmaktadır. Tam ekstansiyonda dizde rotasyon hareketi yapılamaz. Tüm bu hareketler sırasında dizin stabilizasyonunu sağlayan pasif ve aktif stabilizatör yapılar vardır. Kas ve tendonlar aktif stabilizatörler olarak görev görür. ÖÇB, AÇB, medial kollateral ligaman (MKL), lateral kollateral ligaman (LKL), menisküsler, eklem kapsülü ve kemik yapı pasif stabilizatör yapılarıdır [41]. Ön çapraz bağ primer olarak anterior tibial translasyona karşı koyarken sekonder olarak da rotasyonel kuvvetlere direnmektedir. ÖÇB anterior tibial translasyonu ve tibial iç rotasyonu sınırlandırmakla görevlidir. Diz ekstansiyonda iken ÖÇB femur yapışma bölgesi

dikey oryantasyondadır ve AM ile PL demetler neredeyse paralel dizilim gösterir. Diz 90 derece fleksiyona geldiğinde femur yapışma bölgesi yatay oryantasyona gelir ve AM demet PL demet üzerinde yaklaşık 90 derece laterale dönüş gösterir. ÖÇB'nin demetleri sabit bir gerginlikte değildir ve diz hareketleri sırasında AM ve PL demetlerin gerginliği değişir. Ekstansiyonda PL demet gerginken fleksiyonda AM demet daha gergin hale gelir. Ayrıca fleksiyonda AM demet gerildikçe uzunluğunun arttığı rapor edilmiştir [42]. Gabriel ve ark. [34] anterior tibial translasyon ve kombine rotasyonel yüklenmeye cevap olarak ÖÇB'de oluşan in situ kuvvetleri ölçmüştür. Ekstansiyonda PL demette ve 15°'den fazla fleksiyonda AM demette daha büyük kuvvetlerin etki ettiğini göstermişlerdir. 15° fleksiyonda ise her iki demete etki eden kuvvetlerin benzer olduğunu bulmuşlardır. Ek olarak rotasyonel kuvvetler uygulandığında hem 15° hem de 30° fleksiyonda AM demette etki eden kuvvetlerin belirgin olarak daha büyük olduğunu gözlemlemişlerdir.



Şekil 17 Bağlaşık dört bar sistemi (Werner Müller modeli) [37]

2.6. Ön Çapraz Bağın Yaralanmasına Sebep Olabilecek Mekanizmalar

Ön çapraz bağın yaralanma mekanizmaları temas sonrası ve temas olmaksızın yaralanmalar olmak üzere iki başlık altında incelenir [43]. Temas sonrası oluşan yaralanmalar, fiziksel temas içeren durumlarda, özellikle spor sırasında başka bir oyuncunun darbesi sonucu veya trafik kazalarında meydana gelebilmektedir. Temas sonrası oluşan yaralanmalar ÖÇB yaralanmalarının yaklaşık %20'sini oluşturmaktadırlar [44].

Temas olmaksızın meydana gelen yaralanmalar en çok ani yön değiştirme, ani durma ile kombine kesme manevraları, sıçrama sonrası yere düşüş, ayak yerde sabitken ve diz tam ekstansiyonda iken dönme hareketleri sırasında oluşur [45]. Yaralanma manevralarının dizde valgus, varus, tibial internal; eksternal rotasyon momentleri ve anterior tibial translasyon kuvvetlerinin kombinasyonunlarını içerebildiği görülebilmektedir. ÖÇB yaralanmalarının en çok ani yavaşlama hareketi sırasında yerle temas eden ekstremitede tama yakın ekstansiyon, tibial internal rotasyon ve valgus kollapsı sonucu meydana geldiğini kamera kayıtlarının incelenmesi ile ortaya koyulabilmiştir [44] (Şekil 18).



Şekil 18 Dizde valgus ve anterior tibial translasyon sonrası ÖÇB yaralanması[44]

2.7. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarında Öykü ve Fizik Muayene

Tüm diğer diz yaralanmalarında olduğu gibi ön çapraz bağ yaralanmasında da ilk ve en önemli basamak hastadan detaylı bir öykü alınmasıdır. Yaralanmaların büyük çoğunluğu dize temas olmaksızın oluşan bir travma sonrası meydana

gelmektedir. Genellikle bir bacak yerde sabitken ani yavaşlama sonrası rotasyon hareketi ile meydana gelir. Akut yaralanma sonrasında hastalar sıklıkla ağrı, topallama, diz eklemde hareket güçlüğü, dizde dönme ve güvensizlik hissi gibi şikayetlerle hastaneye başvururlar.

Hastaların yaklaşık %80'inde hemartroza bağlı diz eklemde şişme meydana gelir. Akut dönemde hemartroza bağlı eklem hareket açıklığı kısıtlanabilir. Yine kuadriseps kasını hastalar kasmaktan kaçınabilir ve etkilenen diz ekstansiyona gelemeyebilir. Hastaların bir kısmı yaralanma sırasında kopma sesi duyduklarını belirtirler. Kronik süreçte ise ÖÇB yaralanmasına ek olarak menisküs yaralanması ve kıkırdak hasarı gibi patolojiler eklenebilir. Bunların sonucunda hastalar güvensizlik hissi, kilitleme ve diz öne ağrısı gibi şikayetlerle de doktora başvurabilirler.

Hastalara başvuru sırasında hemartrozun sebep olduğu diz eklemdeki şişlik, menisküs yaralanmasına bağlı dizde kilitleme ve ağrı gibi nedenlerle ilk başvuru anında uygun değerlendirme yapılamayabilir. Bunun üstesinden gelmek için diz eklemine lokal anestezi ilaç uygulanması veya diğer anestezi yöntemleriyle daha uygun değerlendirme yapılabilir. Ön çapraz bağ yaralanmasından şüphelenilen hastalarda diz eklemde diğer bağ ve menisküslerin yaralanabileceği göz önünde bulundurulmalı ve sistematik olarak bu yapılar değerlendirilmelidir. Özellikle ön çapraz bağ değerlendirmek için ise bazı özel testlerden faydaniılmaktadır ve günlük pratiğimizde genellikle Ön Çekmece Testi, Lachman Testi ve Pivot Shift Testi kullanılmaktadır. Yapılan bu özel testlerle dizin stabilitesi değerlendirilir. Bu üç test aşağıda açıklanmıştır.

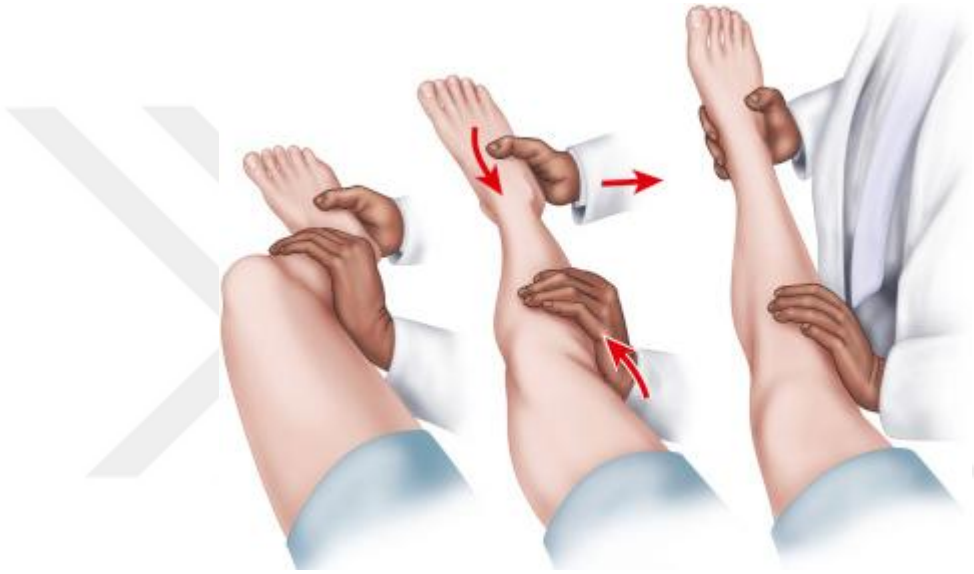
a. Ön çekmece testi: Hasta dizi 90° fleksiyonda iken supin pozisyonda muayene masasında yatar. Kalça eklemi 45° fleksiyondadır ve ayak tabanı masaya temas eder. Muayene edecek kişi muayene masasının ayak ucuna uyluğu hastanın ayağını destekleyecek şekilde oturur. Muayene eden kişi tibiayı eklem çizgisinin hemen altından tutarak hastadan gevşemesini ister. Bacağı posteriordan tutarken hamstring kaslarının gevşek ya da gergin olduğu hissedilebilir. Eğer hasta yeterince gevşemişse bacak bırakıldığında yana doğru düşme eğiliminde olmalıdır. Muayene eden kişi her iki eliyle tibiayı öne çekerek tibianın femura göre anteriora yer değiştirmesinin miktarını ve son noktasının kalitesini değerlendirir [46]. Anterior çekmece testindeki anterior tibial yer değiştirme 0–5 mm arasındaysa test 1 pozitif,

5–10 mm arasında ise 2 pozitif, 10 mm üzerindeki öne yer değiştirmede ise test 3 pozitifdir. ÖÇB yaralanması durumunda tibianın karşı taraftan daha çok öne doğru yer değiştirdiği ve son noktanın yumuşak olduğu hissedilir [46]. Anterior çekmece testinde yaşanabilecek zorluklar vardır. Birçok kişide 90° fleksiyon pozisyonunda mevcut olan normal esnekliğin anormal esneklikten ayırımı güç olabilir. İkincisi, akut yaralanmalı ve ağrılı bir dizin 90° fleksiyona getirilmesi zor olabilir. Son olarak tam gevşememiş bir hastada hamstring kasları anormal anterior yer değiştirmeyi engelleyebilir.

b. Lachman testi: Hasta muayene masasında supin pozisyonda yatar. Hekim muayene edeceği diz tarafında masanın kenarında dize yakın durur. Bir eliyle bacağı kavrar. Genellikle bu elinin başparmağı tibial tüberkül üzerinde, diğer parmakları baldır etrafındadır. Diğer eliyle de patellanın hemen üzerinden uyluğu kavrar. Bu elin başparmağı kuadriseps tendonu üzerinden femura basarken diğer parmaklar posterior uyluktadır. Eğer hasta yeterince gevşediye bacakta bir ölü ağırlığı hissedilmelidir. Hasta gevşememişse uyluktaki el hamstring kaslarındaki gerginliği hisseder [46]. Diz 20°-30° fleksiyonda iken hekim bir eliyle tibiayı öne doğru çekerken diğer eliyle femuru arkaya doğru iter. Lachman testinde öne yer değiştirmenin miktarı karşı taraf ile karşılaştırmalı olarak belirlenir ve son noktanın kalitesi değerlendirilir. ÖÇB sağlam ise tibiada ya hiç yer değiştirme olmaz ya da sert bir son noktası olan 1-2 mm'lik yer değiştirme gözlenir. ÖÇB yırtık olan dizde yer değiştirme belirgindir ve yumuşak bir son nokta hissedilir. ÖÇB'nin uzadığı kısmi ÖÇB yaralanmalarında artmış anterior laksite olabilir ancak son nokta hala sert olarak hissedilir.

c. Pivot shift testi: ÖÇB fonksiyonel olmadığı durumlarda oluşan sublüksasyonun redükte edilmesidir. ÖÇB yaralanmasını indirek olarak işaret eden dinamik testtir. Anterior diz laksitesi fazla olan normal kişiler hafif bir fizyolojik pivot shift gösterebilir. Klasik pivot shift testinde hasta gevşemiş olarak supin pozisyonda muayene masasında yatar. Muayene eden kişi ayaktan tutarak bacağı masadan kaldırır ve bacağı iç rotasyona getirir. Eğer hasta yeterince gevşemişse diz kendiliğinden tam ekstansiyona gelir ve bacakta bir ölü ağırlığı hissedilir. ÖÇB'nin fonksiyon göstermediği durumlarda yerçekimi etkisiyle femur posteriora düşecektir ve femura göre tibia anteriora sublükse olacaktır. Muayene eden kişi diğer elini dizin hemen altında proksimal bacağın lateraline yerleştirir. Diz ekstansiyondayken valgus

stresi ve dizi fleksiyona getiren bir kuvvet uygulanır. Diz 20°-30° arası fleksiyona getirildiğinde, anteriora sublukse olan tibia, iliotal bandın etkisiyle femura göre normal olan pozisyonuna redükte olur [46] (Şekil 19). Gözle görülebilecek ani bir sıçrama veya kayma oluşur. Sıçrama en iyi Gerdy tüberkülünde izlenir. Jerk testi, fleksiyon-rotasyon çekmece testi, Losee testi pivot shift fenomeni gösteren diğer muayene yöntemleridir. Eğer dizde ağrı, şişlik veya deplase menisküs yırtığı nedeniyle ekstansiyon kısıtlılığı varsa pivot shift testi doğru olmayacaktır [46].



Şekil 19 Pivot shift testi [47]

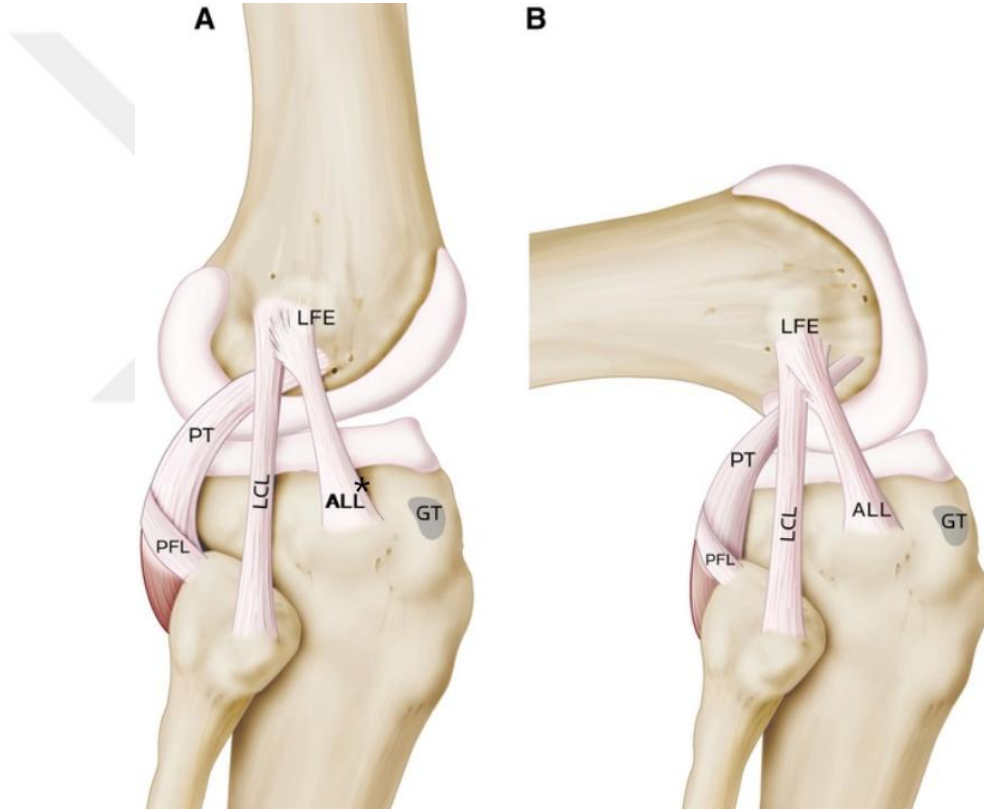
Bu testler dışında Jerk testi, fleksiyon rotasyon çekmece testi, lelli testi gibi ÖÇB yaralanmasında kullanılabilecek birçok test bulunmaktadır.

2.8. Radyolojik Değerlendirme

Radyolojik değerlendirme ÖÇB yaralanmalarının değerlendirilmesinde klinik değerlendirme ile beraber ayrılmaz bir bütündür. Klinik değerlendirme mutlaka radyolojik değerlendirme ile desteklenmelidir.

2.8.1 Direk grafi: Ön çapraz bağ yaralanması sonrası temel radyolojik değerlendirme ön-arka ve lateral diz grafileri üzerinden yapılır. Direk grafiler ÖÇB

yaralanması sonrası genellikle normaldir. Ancak direk grafilerde ÖÇB yaralanmasını düşündürmesi gereken iki dolaylı işaret vardır. Ön–arka grafide tibia anterolateralinden anterolateral ligamanın çekmesiyle (Şekil 20) oluşan avülsiyon kırığı dizdeki rotasyonel yaralanmanın sonucudur ve %75-100 oranında ÖÇB yaralanmasıyla beraberdir [48]. Yine lateral grafide derin lateral femoral çentik veya çift sulkus işareti ÖÇB yaralanması olabileceğinin ikinci bir dolaylı işaretidir (Şekil 21).



Şekil 20 Anterolateral ligament (ALL) [49]



Şekil 21 Lateral grafide derin lateral femoral çentik veya çift sulkus işareti [50]

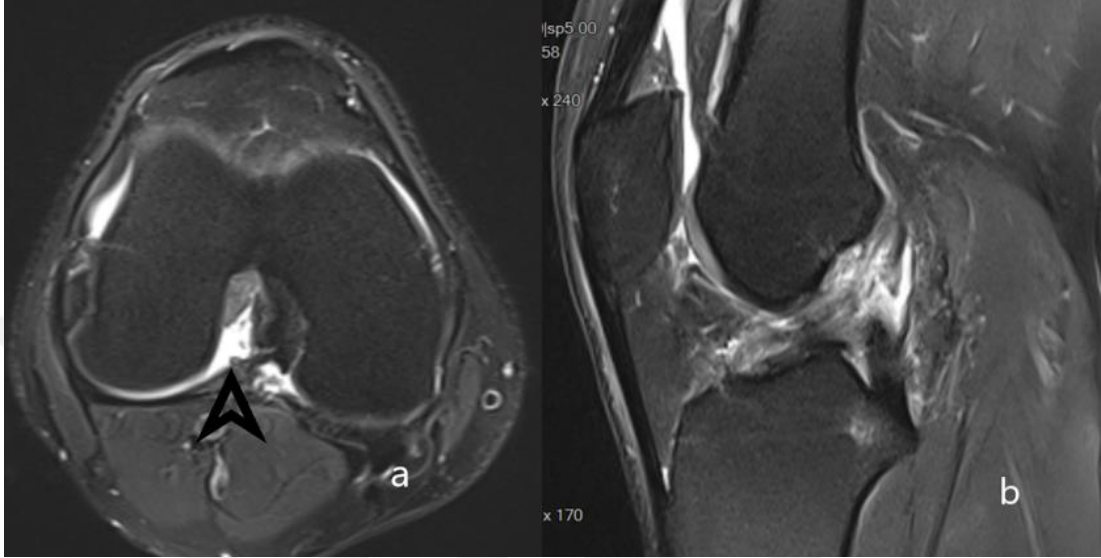
2.8.2 Manyetik rezonans görüntüleme (MRG):

İlk diz nükleer manyetik rezonans görüntülemesi ile ilgili yayın 3 gönüllü sağlıklı birey, 1 kırık ve 1 tümör hastasına uygulanarak 1982 yılında Kean tarafından yayınlanmıştır [51]. Ön çapraz bağ yaralanmalarının değerlendirilmesinde altın standart radyolojik yöntemdir. ÖÇB yaralanmalarının %95'i iyi kalitedeki bir MRG ile tespit edilebilmektedir (Fizik muayene de benzer orana sahiptir). MRG'nin temel rolü klinik şüpheyi doğrulamak ve fizik muayene ile gözden kaçabilecek kısmi yaralanmaları atlamamaktır. Ek olarak MRG: ÖÇB yaralanması ile birlikte olabilecek kemik kırıklarını, kartilaj hasarını, menisküs yaralanmasını ve diğer bağ yaralanmalarını gösterebilmektedir [52].

Ön çapraz bağ yaralanmalarında temel olarak MRG'de sagittal T2 ağırlıklı kesitler kullanılmaktadır. Aksiyel ve koronal kesitler tamamlayıcı olarak değerlendirilmelidir.

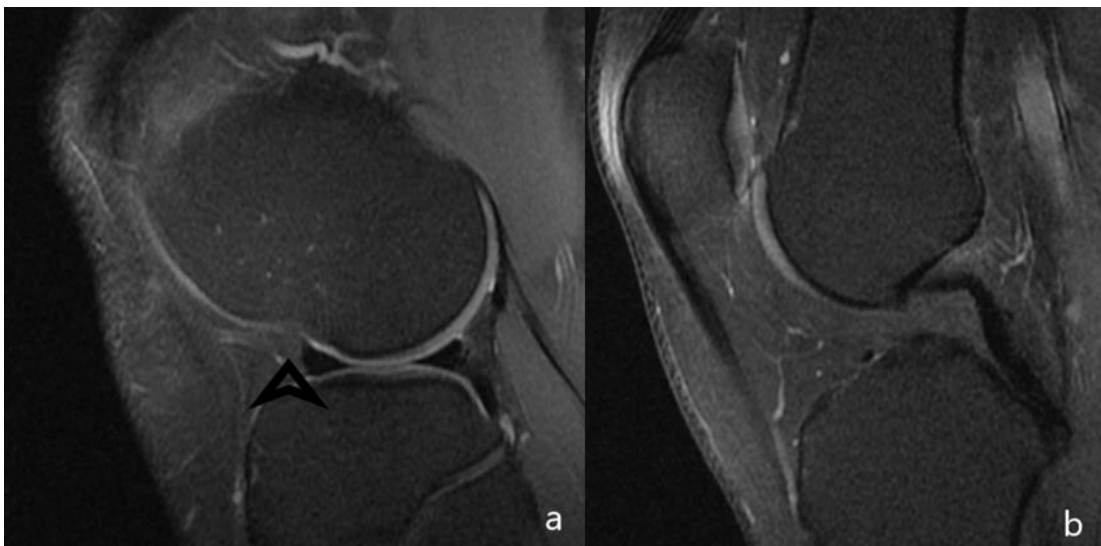
Ön çapraz bağ liflerinin olması gereken alanda ödem olması, lateral femoral kondil medial duvarının boş olması (boş çentik işareti), ÖÇB liflerinin posteriora

veya inferiora düşmesi, özellikle adölesanlarda tibial yapışma yerinde avülsiyon kırığı olması ve ÖÇB'nin görüntülenememesi (kronik dönem) gibi bulgular ÖÇB yaralanmasının MRG'de doğrudan işaretidir [52] (Şekil 22).



Şekil 22 Aksiyel planda boş çentik işareti ve sagittal planda ön çapraz bağ yaralanması

Kemik iliği ödemi, second kırığı, çift sulkus işareti ve AÇB'de soru işareti görüntüsü ÖÇB yaralanmasının MRG'de dolaylı işaretleridir [52] (Şekil 23).



Şekil 23 Çift sulkus işareti ve arka çapraz bağda soru işareti görüntüsü

2.8.3 Bilgisayarlı tomografi (BT): Bilgisayarlı tomografinin ön çapraz bağ yaralanmalarında kullanımı oldukça sınırlıdır. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu revizyonunda interkondiler çentik genişliğini, tünel pozisyonunu ve tünel genişliğinin belirlenmesi gibi kemik yapıların değerlendirilmesinde kullanılabilir.

2.9. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarının Tedavisi

Ön çapraz bağ yaralanmalarının tedavisinde amaç diz stabilitesini sağlamak ve böylece instabiliteye bağlı oluşabilecek olan menisküs yırtıkları ve osteoartroz gelişmesi (tartışmalı) gibi patolojileri önlemektir. Tedavi kararı verirken hastanın yaşı, aktivite düzeyi, parsiyel ya da tam yırtık olması, eşlik eden yaralanmaların mevcudiyeti, hastanın beklentisi gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Tedavide konservatif ve cerrahi seçenekler mevcuttur.

2.9.1. Konservatif Tedavi

Ön çapraz bağ yaralanmalarında konservatif tedavi beklenti düzeyi düşük olan ve nadir instabilite atakları geçiren sedanter hastalarda uygulanabilir. Tedavide aktivite modifikasyonları, diz çevresi kasları güçlendirme, propriosepsiyonu arttıran denge-koordinasyon ağırlıklı fizyoterapi programları yer almaktadır. Ayrıca bazı breyslerde kullanılabilir.

2.9.2. Cerrahi Tedavi

Günümüzde ÖÇB yaralanmalarının tedavisinde cerrahi tedavi standart yaklaşım kabul edilmektedir. Amerika Ortopedik Cerrahlar Akademisi (AAOS) 2015 yılı kılavuzuna göre 18-35 yaş arası genç, aktivite düzeyi ve beklentisi yüksek hastalarda cerrahi tedavi kuvvetle önerilmektedir [53].

2.9.2.1. Greft Seçimi: Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda kullanılan greftler: otojen, allojenik ve sentetik olarak üç ana başlık altında değerlendirilebilir. Greft seçimi üzerine etkili olabilecek faktörler: donör saha morbiditesi, greft

stabilitesi, doku uyumu ve maliyet olarak sayılabilir [54]. Ototogreftlerin allogreftlere göre avantajlı yönleri olarak: doku uyumu sorunu olmaması, ek maliyet gerektirmemesi ve kolay elde edilebilmesi sayılabilir. Günümüzde en sık kullanılan otogreftler hamstring ve kemik-patellar tendon-kemik (K-PT-K) greftleridir [54]. Hamstring greftinin avantajı düşük diz önü ağrısı, düşük donör saha morbiditesi, yüksek rejenerasyon kapasitesi ve yeterli greft dayanım gücüdür [54]. Yumuşak doku iyileşme problemleri, cerrahi planlama sırasında greft boyunu belirleme güçlüğü ve sporcularda hamstring kaslarında zayıflamaya bağlı performans kaybı bu greftin dezavantajları olarak ifade edilebilir [54]. Kemik-Patellar Tendon-Kemik Grefti kullanılarak yapılan rekonstrüksiyon tünel içerisinde kemik-kemik tutunumu prensibine dayanır. En önemli avantajı yüksek stabilite ve dayanım gücüdür [54]. Donör saha morbiditesi, geniş sınırlı cerrahi, patella kırığı, patellar tendon rüptürü riski ve diz önü ağrısı K-PT-K greftinin dezavantajlarıdır [54]. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda allogreft olarak patellar tendon, tibialis anterior tendonu, hamstring tendonları ve aşil tendonu kullanılabilir. Donör saha morbiditesi olmaması, cerrahi süreyi kısaltması gibi avantajlarına rağmen; enfeksiyon riski, uzamış iyileşme zamanı, biyolojik uyum sorunu ve maliyet gibi dezavantajları vardır [55]. Sentetik greftler allogreftlerin dezavantajları nedeniyle geliştirilmiştir [54]. İlk sentetik greftlerde karbon, politrifloroetilen ve dacron materyalleri kullanılmıştır [20]. İlk kuşak greftlerde yüksek oranda greft yetmezliği ve eklemden sinovit gelişmiştir.

2.9.3 Ön Çapraz Bağ Cerrahisi Komplikasyonları

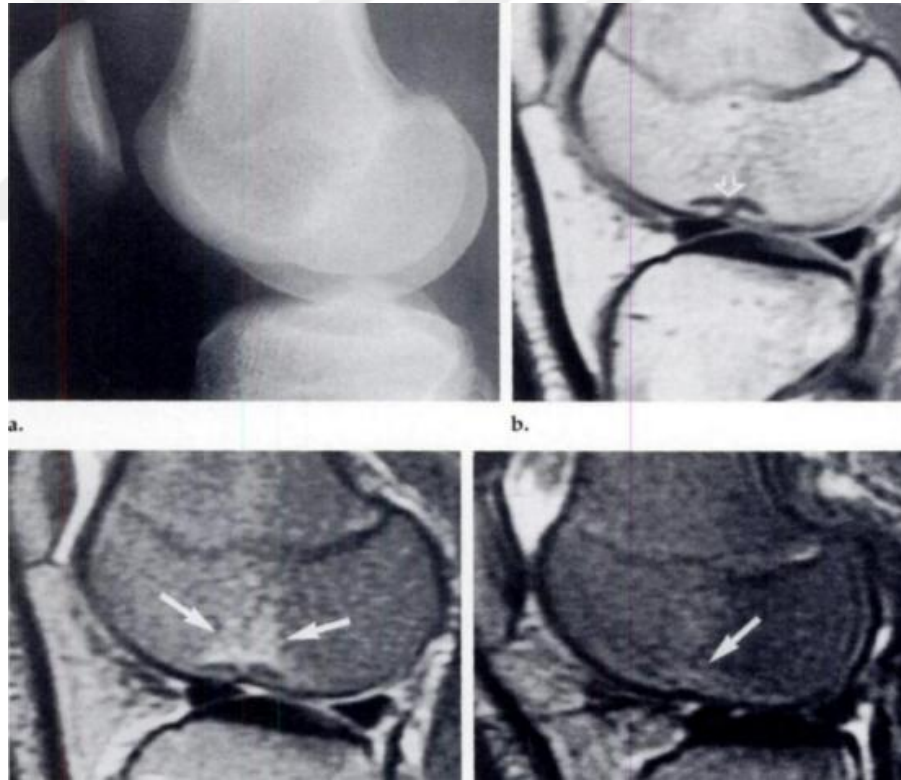
Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu cerrahisinde ortaya çıkabilecek başlıca komplikasyonlar şunlardır:

- Tünel malpozisyonuna bağlı yetmezlik
- Greft fiksasyonuna bağlı yetmezlik
- Artrofibrozise bağlı eklem hareket açıklığı kaybı
- Enfeksiyon
- Nörovasküler yaralanma
- Diz önü ağrısı

- Patella kırığı
- Patellar tendon rüptürü
- Femur kondil kırığı
- Siklops lezyonu (Fibroproliferatif dokuya bağlı terminal ekstansiyonda kısıtlılık veya ses gelmesi)
- Yaygın bölgesel ağrı sendromu (RSD)

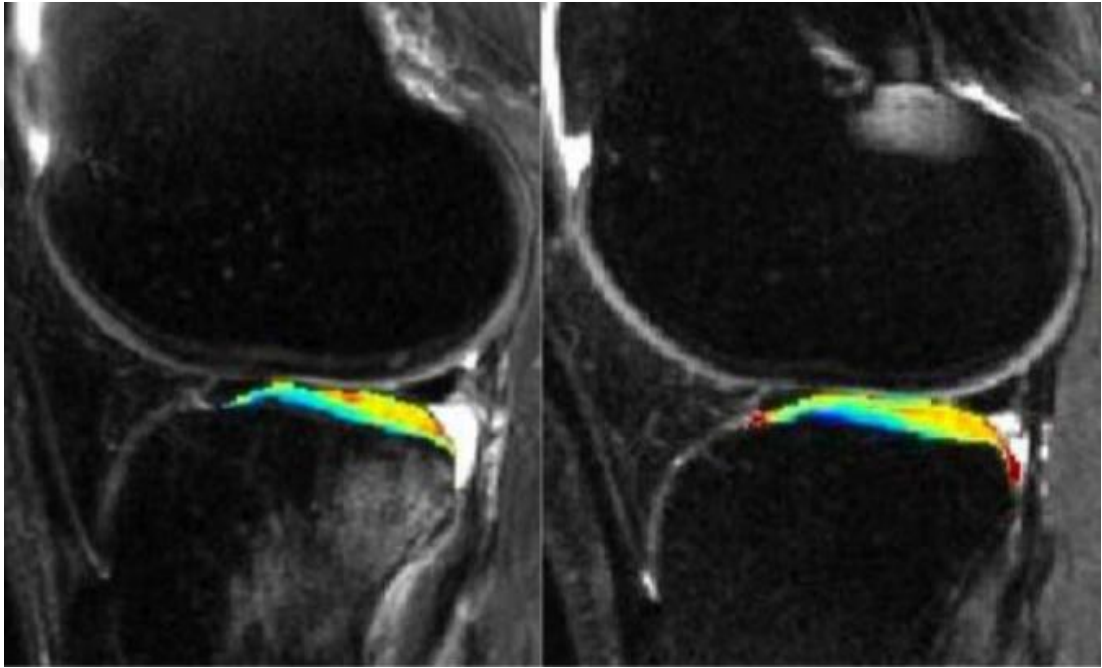
2.10. Kemik İliği Ödemi Hakkında Genel Bilgi

Kemik iliği ödemi diz ekleminde ilk olarak 1988 yılında Yao ve Lee tarafından tanımlanmıştır. Yao ve Lee değerlendirdiği sekiz hastanın üçünde artroskopik olarak ÖÇB yaralanması olduğunu belirtmiştir [56] (Şekil 24).



Şekil 24 Yao ve Lee'nin 1988 yılında yayınladığı "Occult Intraosseous Fracture: Detection with MR Imaging" adlı makalesinden bir resim [56]

Kemik iliği ödemi MRG'de T2 ağırlıklı/STIR (Short Tau Inversion Recovery) sekanslarında hiperintens olarak görülürken T1 ağırlıklı sekanslarda hipointens olarak görülür. Kemik iliği ödeme eşlik eden kartilaj hasarını değerlendirmek için rutin MRG'ye ek olarak kantitatif T2 haritalama, dGEMRIC(delayed gadolinium MRI of cartilage) ve T1q(T1 in the rotating reference frame) gibi bazı özel yöntemler tanımlanmıştır [13] (Şekil 25).



Şekil 25 T1q haritalamasının travma sonrası ve 1 yıl sonraki görüntü ile karşılaştırılması (Kırmızı-Sarı-Turuncu alanlar yüksek T1q değerini ve kartilaj hasarını göstermektedir) [13].

Spor aktivitesiyle alakalı kemik iliği ödeminin patogenezi büyük oranda travma ile ilişkilidir. Akut travma sonrasında oluşan ödem kompresyon, traksiyon veya bu iki mekanizmanın aynı anda birlikteliğiyle oluşabilmektedir. Stres kırığı, spor faaliyetine bağlı özellikle pelvik halkada kasların çekme kuvvetiyle oluşan kronik avulsiyon kırığı ve spor faaliyeti ile birlikte ekstremitede anormal dizilim nedeniyle değişen biyomekaniğe bağlı olarak da kemik iliği ödemi gelişebilmekte ve bunlar gibi kronik tekrarlayan travmalar patogeneizde karşımıza çıkabilmektedir. Kemik iliği ödemi bazen karşımıza travma öyküsü olmadan da çıkabilmektedir.

Kemik tümörleri, kemiği etkileyebilecek organ-yumuşak doku tümörleri, kemik enfeksiyonları, geçici kemik ödemi sendromu (eski adıyla transient osteoporoz) ve dizin spontan osteonekrozu MRG’de kemik iliği ödemiyle karşımıza çıkabilecek diğer ayırıcı tanılardır [57].

Kemik iliği ödemi travmanın olduğu ilk bir ayda ağrının devam etmesinde etmen olabilmektedir. Hasta fonksiyonlarına ve aktivite seviyesine etki edebilmekte ancak bu etki 3-6 ay arasında ortadan kalkmaktadır. Ancak uzun dönemli etkileri ve artroz gelişimine katkısı için uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır [58],[59].

Kemik iliği ödeminin akut travma sonrası 3 hafta ile 2 yıl gibi geniş bir aralıktaki gerileyebileceği gösterilmiştir. Travmanın şiddeti, bağ yaranmasına bağlı olarak bozulan eklem dinamiği, tekrarlayan travmalar ve birçok kişisel değişken bu sürenin değişkenliğine sebep olarak düşünölmektedir [60].

Geçici kemik iliği sendromu, stres kırıkları, tekrarlayan kronik travmalara bağlı kemik iliği ödemi gibi kemik iliği ödemi yapan birçok kronik ödem sebebinin başlangıç tedavisi yük verilmesinin kısıtlanmasıdır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Metin Sabancı Baltalimanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde 2012-2018 yılları arasında ön çapraz bağ yaralanması nedeniyle ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ameliyatı olan hastalar geriye dönük olarak tarandı. Ön çapraz bağ yaralanmasına sebep olan travma sonrası ilk 8 hafta içinde manyetik rezonans görüntüleme yapılan kemik iliği ödemi olan 144 hasta çalışma popülasyonumuzu oluşturdu. Tez çalışması öncesi Tıpta Uzmanlık ve Eğitim Kurulunun 17.05.2018 tarih ve 29 numaralı onayı alınmıştır.

Ön çapraz bağ yaralanması tanısı konulan ve hastanemiz PACS (Picture Archiving and. Communication System, DICOM PiViewSTAR; INFINITT, Seoul, South Korea) sisteminde kayıtlı; travma sonrası ilk 8 hafta içinde manyetik rezonans görüntülemesi yapılan ve bu görüntülemelerde kemik iliği ödemi olan hastalar çalışmamıza dahil edildi. Diz travması sonrası ilk 8 hafta içinde manyetik rezonans görüntülemesi olmayan, aynı taraf dizden kayıt altına alınmış geçirilmiş diz travması varlığı olan hastalar, aynı diz eklemi çevresi kemik tümörü olan hastalar, yine aynı taraf alt ekstremitede kayıt altına alınmış deformite varlığı olan hastalar ve Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS) sisteminde kayıtlı iletişim bilgileriyle irtibata geçilemeyen hastalar çalışma dışında bırakılmıştır.

Hastaların cinsiyeti, travma sırasındaki yaşı, hastanın ameliyat olan diz tarafı, MRG ile ameliyat arasındaki süre, ameliyat notunda yazılan menisküs yırtığı; morfolojisi; yırtık bölgesi, ameliyat notunda yazan diğer bağ tamiri ve eğer tespit edilebilmişse travma ile diz MRG arasındaki süre HBYS sistemindeki kayıtlardan elde edildi. Hastanın iletişim bilgileri kullanılarak hastanın travma sırasındaki boyu, kilosu, yaralanan dize travma anında darbe alıp almadığı ve eğer HBYS sistemindeki kayıtlarda yazmıyorsa travma sonrası kaç gün sonra MRG yapıldığı hastalara soruldu ve kayıt altına alındı.

Hastaların travma sonrası ilk çekilen MRG'nin değerlendirilmesiyle menisküs yırtığı varlığı; yırtık morfolojisi; yırtık bölgesi, medial kollateral ligaman yaralanması, lateral kollateral bağ yaralanması, posterolateral köşe yaralanması ve

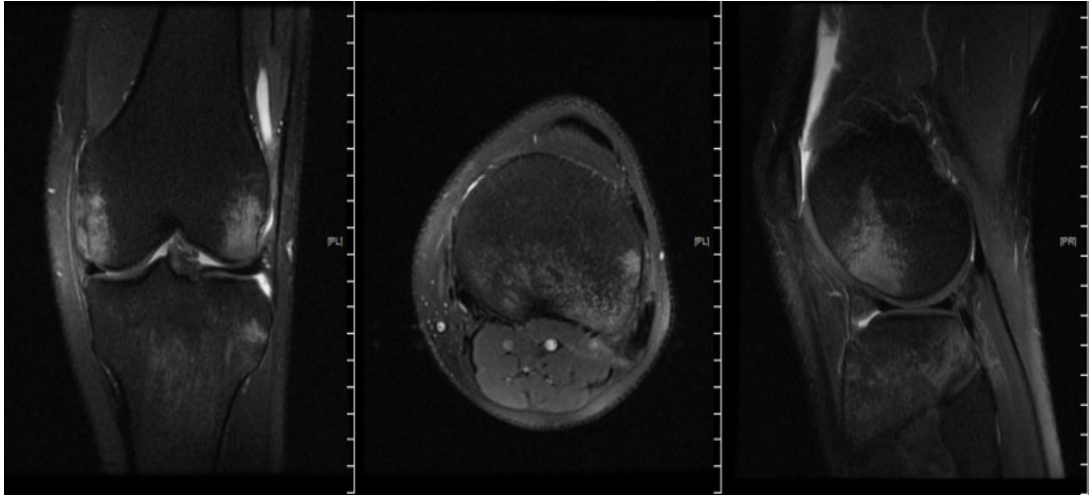
arka çapraz bağ yaralanması gibi diğer yumuşak doku yaralanmaları kayıt altına alındı.

3.1 Radyolojik Değerlendirme ve Ölçümler

Hastalarımıza yapılan değerlendirmede mevcut MRG'nin aksiyel, koronal ve sagittal kesitleri incelendi. T1 ve T2 sekansları yumuşak dokuları ve kemik iliği ödeminin değerlendirilme için birlikte incelendi.

3.1.1 Kemik iliği ödeminin değerlendirilmesi

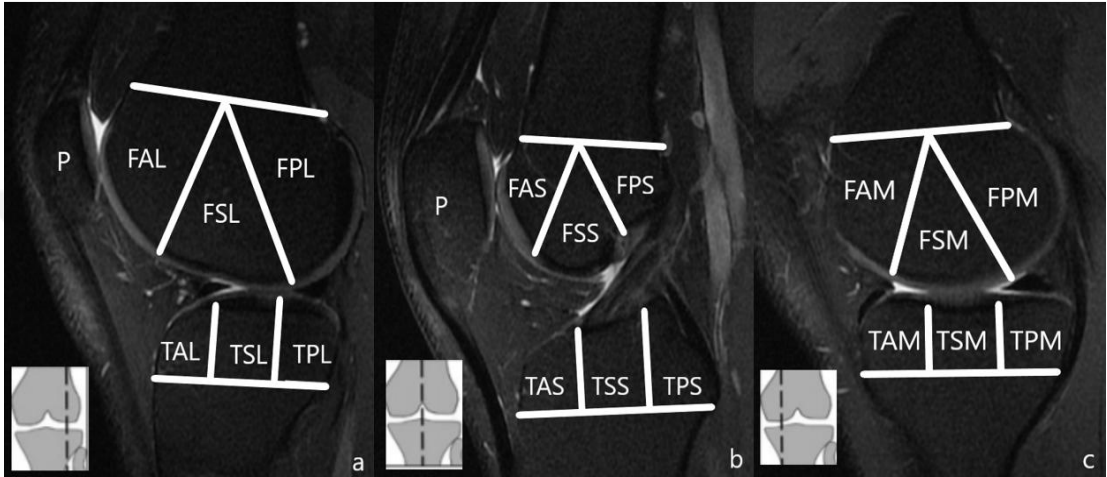
Kemik iliği ödemi MRG'de artmış sıvı içeriği nedeniyle sıvı duyarlı sekanslarda hiperintens olarak görülür ve bunlardan pratikte en sık kullandığımız sekans T2 ağırlıklı yağ baskılı sekanslardır. Kemik iliği ödeminin varlığı bu sekanslarda belirlendi (Şekil 26).



Şekil 26 Kemik iliği ödeminin MRG'de T2 ağırlıklı yağ baskılı sekanslarda gösterilmesi

Temel olarak kemik iliği ödeminin varlığını lateral femoral kondil (LFK), medial femoral kondil (MFK), lateral tibial plato (LTP), medial tibial plato (MTP), olarak tibiada ve femurda toplamda 4 bölgede incelendi.

Ayrıca diz eklemine Berger ve arkadaşlarının WORMS (Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score) skalasını temel alarak oluşturduğu şekilde diz eklemi toplam 19 bölgeye ayrıldı. Kemik iliği ödeminin bu noktalardan hangisinde olduğunu belirlendi [61], [62] (Şekil 27).

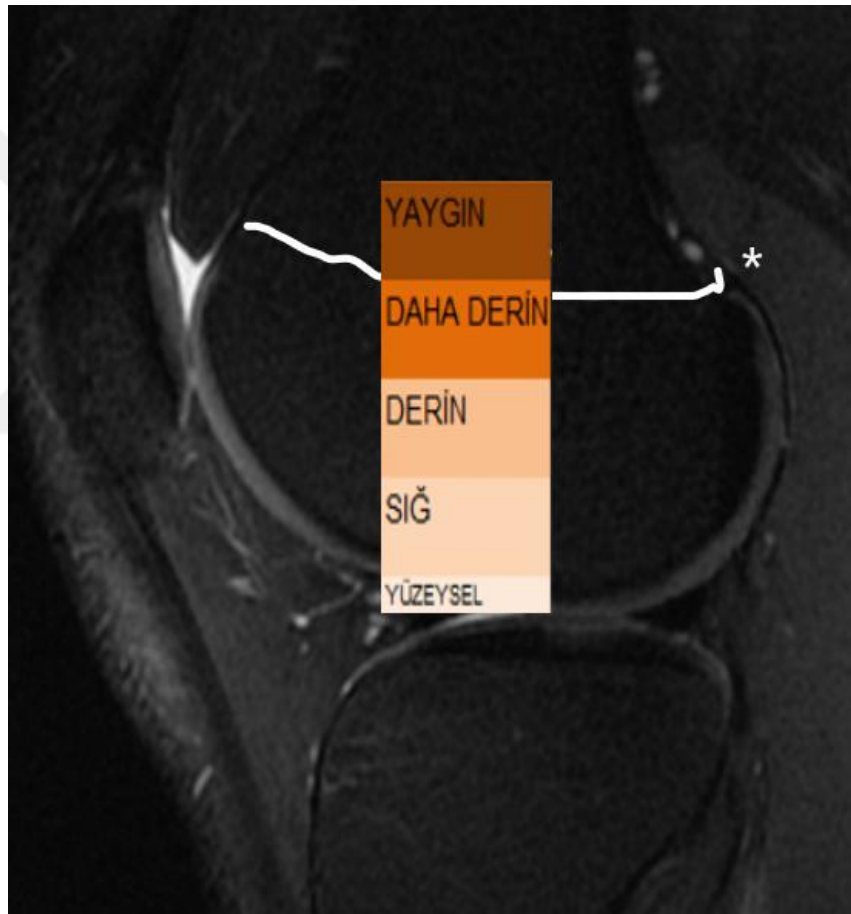


Şekil 27 Femur, tibia ve patellanın ödem alanlarının toplamda 19 bölgeye ayrılmasının MRG üzerinde gösterilmesi. **a:** Sagittal lateral plan **b:** sagittal orta plan **c:** satgital medial plan. **FAL:** Femur Anterior Lateral **FSL:** Femur Santral Lateral **FPL:** Femur Posterior Lateral **FAS:** Femur Anterior Santral **FSS:** Femur Santral Santral **FPS:** Femur Posterior Santral **FAM:** Femur Anterior Medial **FSM:** Femur Santral Medial **FPM:** Femur Posterior Medial **TAL:** Tibia Anterior Lateral **TSL:** Tibia Santral Lateral **TPL:** Tibia Posterior Lateral **TAS:** Tibia Anterior Santral **TSS:** Tibia Santral Santral **TPS:** Tibia Posterior Santral **TAM:** Tibia Anterior Medial **TSM:** Tibia Santral Medial **TPM:** Tibia Posterior Medial **P:** Patella

Kemik iliği ödeminin derinliğini Brittberg and Winalski tarafından tariflenen ICRS (International Cartilage Repair Society) diz eklemi kartilaj lezyonları haritalama sisteminin modifikasyonu kullanılarak belirlendi [63] (Tablo 1) (Şekil 28).

Tablo 1 Kemik iliği ödeminin derinlik sınıflaması

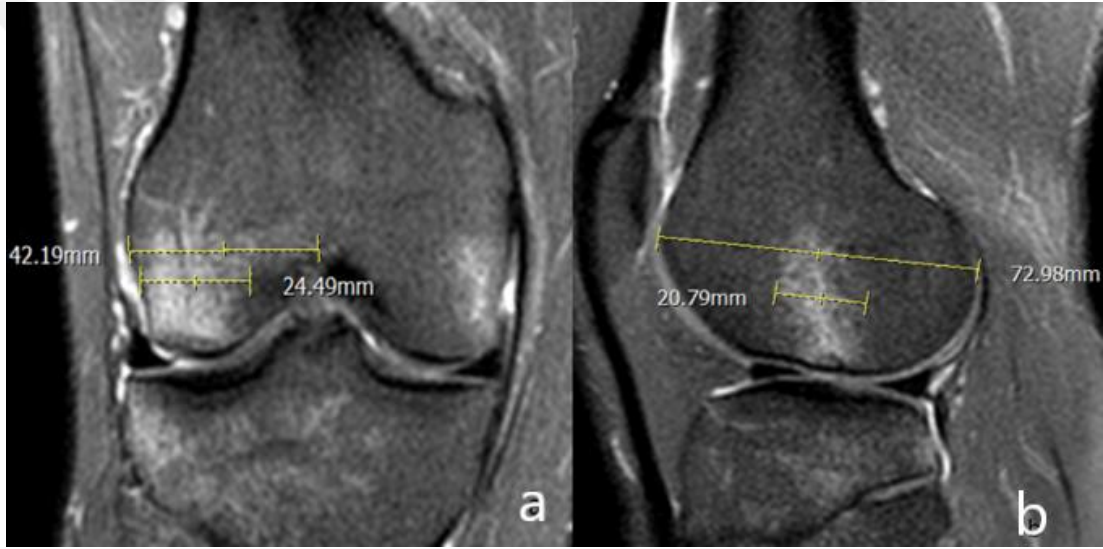
Brittberg ve Winalski MRG'de Kemik İliği Ödemi Derinlik Sınıflaması	
Yüzeysel	Sadece kondral ve subkondral alanda ödem
Siğ	Artiküler yüzey ile fizyal skarın arasındaki alanın sadece artiküler 1/3'lük bölümünü ilgilendiren ödem
Derin	Artiküler yüzey ile fizyal skarın arasındaki alanın sadece artiküler 2/3'lük bölümünü ilgilendiren ödem
Daha derin	Artiküler yüzey ile fizyal skarın arasındaki bölümün tamamını ilgilendiren ödem
Yaygın	Artiküler yüzeyden fizyal skarın üstüne ulaşan ödem



Şekil 28 MRG'de kemik iliği ödeminin derinliğinin değerlendirilmesi (* Fizyal skar)

Kemik iliği ödeminin LFK, MFK, LTP ve MTP bölgelerindeki yüzdesi ise Bisson ve arkadaşlarının tariflediği şekilde belirlendi: LFK veya MFK için kemik iliği ödeminin MRG'de T2 yağ baskılı sekanslarda her bir kondil için koronal ve sagittal planda en geniş olduğu çap belirlendi ve birbiriyle çarpıldı. Bu değer aynı

kondilde kondilin koronal ve sagittal olarak en geniş çapının çarpımıyla oranlandı ve bu iki değer in yüzdesi alındı. Bulunan değerler $\leq\%4$ ise çok az, $\%4-\%9,8$ arası ise az, $\%9,8-18$ arası ise orta ve $\geq\%18$ ise çok olarak belirlendi. LTP veya MTP için yine kemik iliği ödeminin MRG'de T2 yağ baskılı sekanslarda her bir bölge için koronal ve sagittal planda en geniş olduğu çap belirlendi ve birbiriyle çarpıldı. Bu değer aynı bölgede bölgenin koronal ve sagittal olarak en geniş çapının çarpımıyla oranlandı ve bu iki değer in yüzdesi alındı. Bulunan değerler $\leq\%8$ ise çok az, $\%8-\%17$ arası ise az, $\%17-39$ arası ise orta ve $\geq\%39$ ise çok olarak belirlendi [15] (Şekil 29).



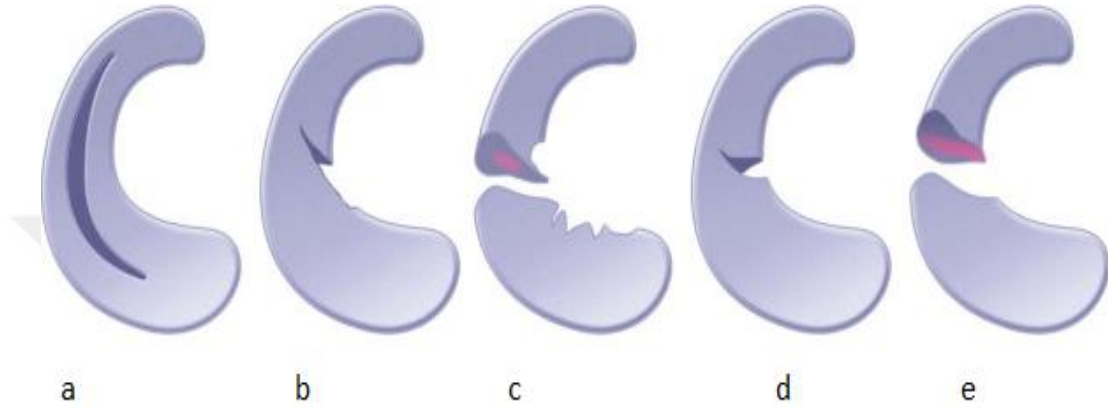
Şekil 29 Lateral femoral kondilde MRG'de ödem genişliğinin hesaplanması **a:** Koronal plan **b:** Sagittal plan

3.1.2 MR görüntülemeye meniskal yırtığın değerlendirilmesi

Manyetik rezonans görüntülemeye lateral veya medial meniskal yırtığın varlığı T1 veya T2 incelemelerde koronal, sagittal veya aksiyel ardışık iki kesitte yırtığın eklem içine uzanması varsa ‘‘var’’ olarak alındı. Menisküs yırtığı olmayan veya menisküs içi ve eklem uzanmayan ödemi olan hastalarda menisküs yırtığı ‘‘yok’’ olarak alındı.

Meniskal yırtığın morfolojisi temel olarak 5 kategoride incelenmektedir. Vertikal, horizontal, kompleks, flep şeklinde ve radial yırtık bu 5 kategoriyi

oluşturmaktadır (Şekil 30). Biz buna ek olarak aslında instabil bir vertikal yırtık olan kova sapı yırtıklarını ve menisküs kök kısmını ilgilendiren bir radial yırtık olan kök yırtıklarını ayrı morfoloji olarak kabul ettik ve toplamda 7 meniskal yırtık morfolojisinin varlığını araştırdık. Vertikal, horizontal, kompleks, kova sapı, flep şeklinde, kök ve radial morfolojili meniskal yırtık varlığı araştırıldı.

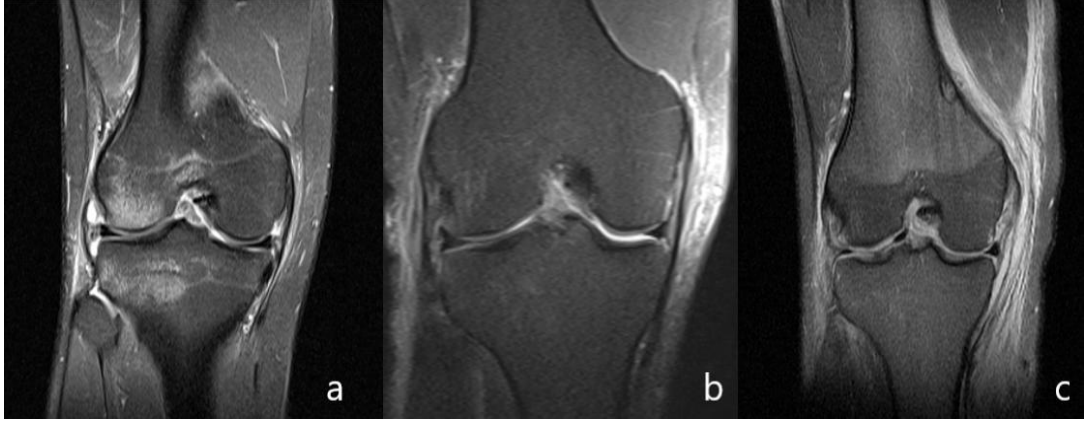


Şekil 30 Menisküs yaralanma morfolojilerinin sınıflandırılması **a:** Vertikal yırtık **b:** Flep şeklinde yırtık **c:** Kompleks yırtık **d:** Radial yırtık **e:** Horizontal yırtık [64]

Menisküsteki yırtığın bölgesi ise ön boynuz, korpus, arka boynuz, kova sapı yırtık ve korpus ile arka boynuzu aynı anda ilgilendiren yırtıklar ise 2/3-3/3 yırtık olarak değerlendirildi.

3.1.3 MR görüntülemeye medial ve lateral kollateral ligamanların değerlendirilmesi

Medial kollateral ligaman yaralanması Rasenberg ve arkadaşlarının tariflediği şekilde MRG'de T2 ağırlıklı sekanslarda medial kollateral ligamanın incelenmesiyle belirlendi: Eğer bağda bir yırtık yok sadece MRG'de bağ çevresinde ödem varsa grade-1, bağda MRG'de ondülasyon ve kalınlaşma ile karakterize bağda kısmi yırtık varsa grade-2 ve son olarak bağda devamsızlıkla karakterize tam kat yırtık varsa grade-3 olarak belirlendi [65] (Şekil 31).



Şekil 31 Medial kollateral ligaman yaralanması olan üç ayrı hastanın MR görüntüsü. **a:** MKL çevresinde sadece ödemle karakterize grade-1 yaralanma **b:** MKL'de ondülasyonu olan grade-2 yaralanma (*MR görüntülemenin devamında bağ bütünlüğü korunmuş) **c:** MKL'nin bütünlüğünün bozulduğu ve MKL'nin cerrahi olarak onarıldığı hastada grade-3 yaralanma

Lateral kollateral ligaman yaralanması MRG'de T2 ağırlıklı sekanslarda bağda kısmi veya tam kat yaralanma varlığı araştırılarak değerlendirildi.

3.1.4 MR görüntülemeye diğer bağ ve yumuşak dokuların değerlendirilmesi

Posterolateral stabilizasyonu sağlayan yapılar içinde lateral kollateral ligaman, biceps femoris tendonu, popliteus kasının tendonu, popliteal meniskal ligaman, popliteafibular ligaman, oblik popliteal, arkuat ve fabellofibular ligamanlar ile lateral gastrokinemius kası yer alır. Bu yapıların sadece bir kısmı rutin MRG kesitlerinde görülebilir. MRG'de aksiyel ve koronal planda LKL ile biceps tendonu ve popliteus tendonundaki yaralanma birlikteliği posterolateral köşe yaralanması olarak alındı.

Arka çapraz bağ yaralanmasının varlığı MRG'de T2 ağırlıklı sekanslarda araştırıldı. Arka çapraz bağ liflerinde sinyal artışı, devamsızlık ve kalınlaşma varlığında AÇB yaralanması "var" olarak değerlendirildi.

3.2 İstatistiksel Yöntem

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shaphiro wilk testi ile test edilmiş, normal dağılıma sahip özelliklerin 2 bağımsız grupta karşılaştırılmasında Student t testi, normal dağılmayan özelliklerin 2 bağımsız grupta karşılaştırılmasında Mann Whitney u testi kullanılmıştır. Ayrıca sayısal verilerin 2 den fazla bağımsız grupta karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren özellikler için Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve LSD çoklu karşılaştırma testleri, normal dağılmayan özellikler için ise Kruskal Wallis testi ve All pairwise çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistik olarak sayısal değişkenler için ortalama±standart sapma, kategorik değişkenler için ise sayı ve % değerleri verilmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS 24.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.) paket programı kullanılmış ve $P < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4.BULGULAR

2012-2018 yılları arasında diz travması sonrası ilk 8 hafta içinde MRG yapılan ve sonrasında ÖÇB rekonstrüksiyonu ameliyatı yapılan 144 hasta çalışmamızın popülasyonunu oluşturmuştur. Sadece 1 hastada posterolateral köşe yaralanması olduğu için bu hasta çalışma dışı bırakıldı. Çalışmamızda arka çapraz bağ yaralanması olan ve lateral kollateral bağ yaralanması olan hasta tespit edilemedi. Çalışma popülasyonumuzdaki hastaların travma sırasındaki yaşı ortalama 26,61 yıl olarak bulundu. Hastalarımızın travma sırasındaki vücut kitle indeksi (VKİ) ortalama 25,29 kg/cm² olarak bulundu. Hastalarımıza diz travması sonrası ortalama 14,85 gün sonrasında manyetik rezonans görüntülemesi yapılmıştır. Ön çapraz bağ yaralanmasının MRG'de tespit edilmesinin ardından ortalama 134,64 günde hastalarımıza ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Bu hastalara ait sayısal değişkenler tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2 Sayısal demografik ve klinik bilgiler

	Ortalama	Std. Sapma	Min	Maks
Yaş	26,61	7,48	15,00	44,00
Vücut Kitle İndeksi(kg/cm2)	25,29	3,38	18,07	36,33
Travma-MRG arasındaki süre (gün)	14,85	15,42	1,00	56,00
MRG-ameliyat arasındaki süre (gün)	134,64	139,85	1,00	993,00

Hastaların 27 (%18,8)'si travma sırasında diz eklemine aldığı temas sonrası ön çapraz bağını yaralamıştır. Diğer 117 (%81,2) hasta ise diz eklemine herhangi bir darbe almadan ön çapraz bağını yaralamıştır. Ön çapraz bağ yaralanması hastalarımızda en sık futbol oynarken (%77,8) meydana gelmiştir. Bunu yüksekten düşme, merdivenden yuvarlanma ve motorlu araç kazaları gibi spor dışı sebepler (%14,6) takip etmiştir. Hasta popülasyonumuzun büyük çoğunluğu erkek hastalardan (92,4) oluşmaktadır. Hastalara ait sayısal olmayan diğer klinik ve demografik bilgiler tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3 Diğer demografik ve klinik bilgiler

		Sayı(n)	Yüzde(%)
Yaralanma Mekanizması	Temas sonrası	27	18,8
	Temas olmaksızın	117	81,2
Travma Sebebi	Basketbol	5	3,5
	Futbol	112	77,8
	Kayak	3	2,1
	Voleybol	3	2,1
	Spor dışı	21	14,6
Cinsiyet	Erkek	133	92,4
	Kadın	11	7,6
Taraf	Sağ	85	59,0
	Sol	59	41,0

Diz ekleminde MRG’de tespit edilen menisküs yaralanmaları hakkındaki genel bilgiler tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4 Hastalarımızın manyetik rezonans görüntüleme bulguları

MRG BULGULARI		Sayı(n)	Yüzde(%)
Medial menisküs yırtığı	Var	66	45,8
	Yok	78	54,2
Medial menisküs yırtık bölgesi	Korpus	2	3,0
	Arka boynuz	34	53,5
	Kova sapı	7	10,6
	2/3-3/3	23	34,8
Medial menisküs yırtığı morfolojisi	Flep	3	4,6
	Horizontal	6	9,1
	Kompleks	9	13,6
	Kova sapı	8	12,1
	Kök	3	4,5
	Vertikal	37	56,1
Lateral menisküs yırtığı	Var	69	47,9
	Yok	75	52,1
Lateral menisküs yırtık bölgesi	Ön boynuz	4	5,8
	Korpus	1	1,4
	Arka boynuz	54	78,4
	Kova sapı	5	7,2
	2/3-3/3	5	7,2
Lateral menisküs yırtığı morfolojisi	Flep	11	15,9
	Horizontal	1	1,4
	Kompleks	16	23,2
	Kova sapı	3	4,4
	Radial	5	7,3
	Vertikal	33	47,8

Medial kollateral ligaman yaralanması tespit edilen hastalarımız ve MKL yaralanmasının MRG'ye göre derecelendirilmesinin hastalarımızda dağılımını gösteren bilgiler tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5 Hastalarımızda MKL yaralanmasının MRG derecelendirmesine göre dağılımı

		Sayı(n)	Yüzde(%)
	Yaralanma yok	72	50
MKL yaralanması	1	48	33,33
	2	20	13,88
	3	4	2,77

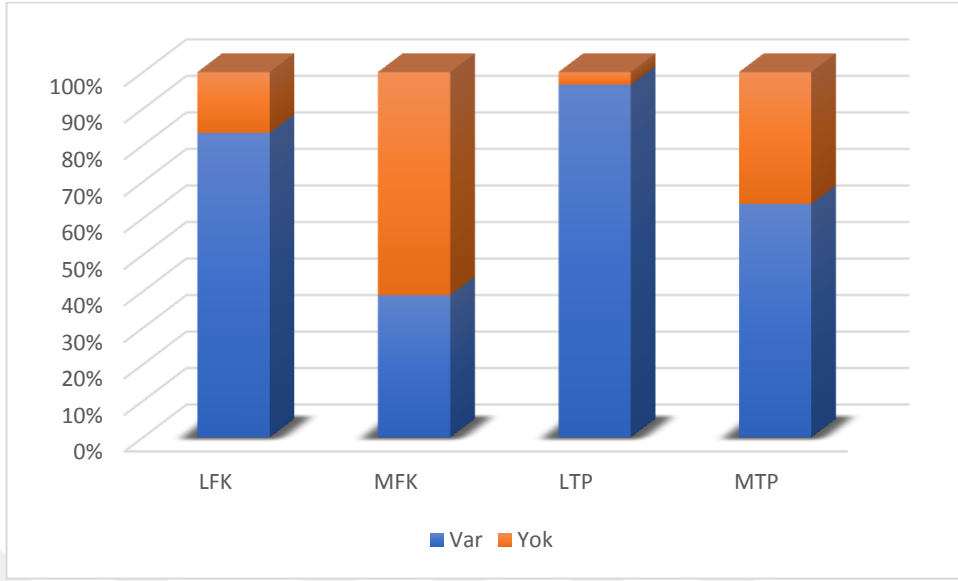
Diz eklemi artroskopisi sonrası tespit edilen menisküs yaralanmaları hakkındaki genel bilgiler tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 Hastalarımızda diz artroskopisi bulguları

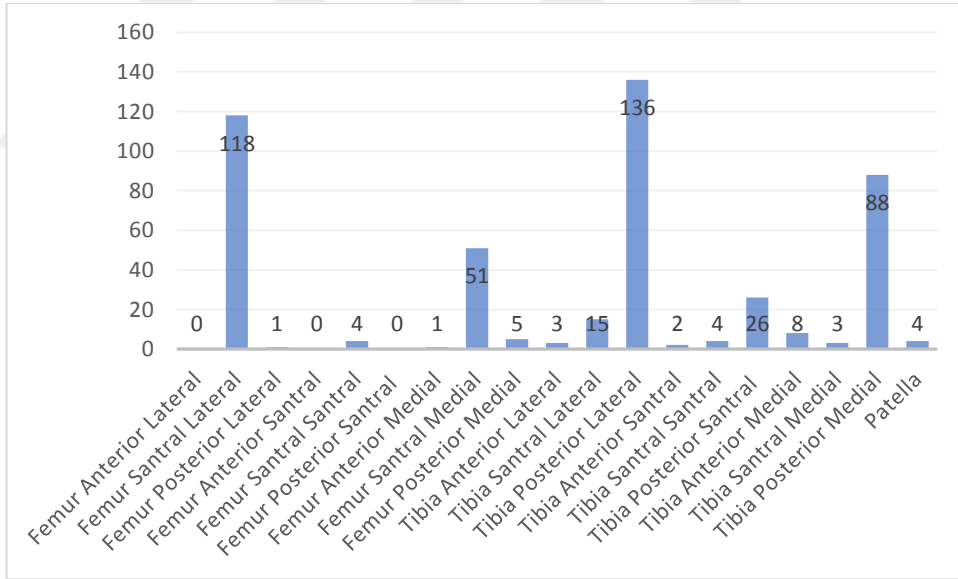
ARTROSKOPİ BULGULARI		Sayı(n)	Yüzde(%)
Medial menisküs yırtığı	Var	47	32,6
	Yok	97	67,4
Medial menisküs yırtık bölgesi	Korpus	1	2,1
	Arka boynuz	23	48,9
	Kova sapı	10	21,3
	2/3-3/3	13	27,7
Medial menisküs yırtığı morfolojisi	Flep	3	6,4
	Horizontal	4	8,5
	Kompleks	7	14,9
	Kova sapı	10	21,3
Lateral menisküs yırtığı	Var	48	33,3
	Yok	96	66,7
Lateral menisküs yırtık bölgesi	Ön boynuz	4	8,3
	Korpus	3	6,3
	Arka boynuz	31	64,6
	Kova sapı	8	16,7
	2/3-3/3	2	4,1
Lateral menisküs yırtığı morfolojisi	Flep	8	16,7
	Horizontal	2	4,2
	Kompleks	13	27,1
	Kova sapı	6	12,4
	Kök	2	4,1
	Radial	3	6,3
Vertikal	14	29,2	

Lateral femoral kondilde 120 hastada, medial femoral kondilde 56 hastada, lateral tibia platosunda 139 hastada ve medial tibia platosunda 92 hastada kemik iliği ödemi tespit edildi. Dört bölgeye göre ödem varlığının yüzde değerleri tablo 7’de verilmiştir. Femur, tibia ve patellada toplam 19 bölgede kemik iliği ödemi varlığı olan alanlar tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 7 Femur ve tibiada kemik iliği ödem varlığı yüzdeleri

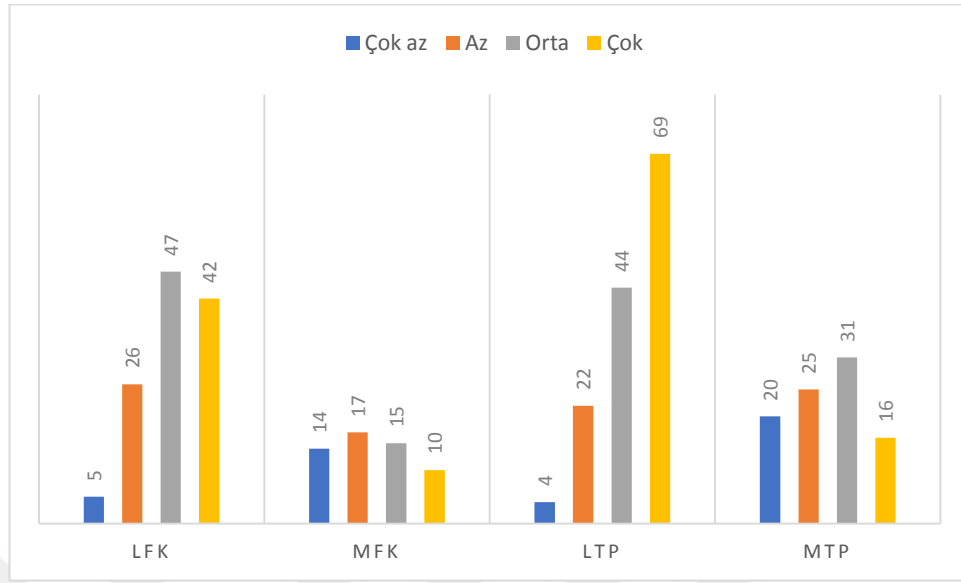


Tablo 8 Femur, tibia ve patellada kemik iliği ödeminin dağılımı



Bisson ve arkadaşlarının tariflediği yöntemle kemik iliği ödeminin dört anatomik bölgedeki genişliğinin ‘çok az’, ‘az’, ‘orta’ ve ‘çok’ olarak dağılımı tablo 9’da gösterilmiştir.

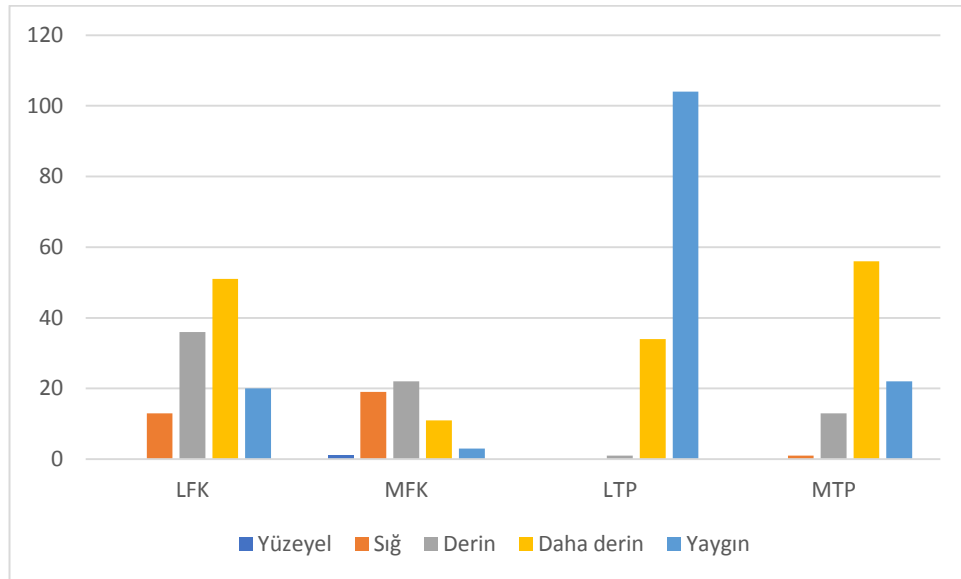
Tablo 9 Femur ve tibiada ödem genişliğinin derecelendirilmesinin dağılımı



Brittberg and Winalski tarafından tariflenen kemik iliği ödeminin derinliğinin dört anatomik bölge için dağılımı tablo 10'da gösterilmiştir.

Femur ve tibiadaki kemik iliği ödemi genişliğinin derecelerine göre her bir derecede manyetik rezonans görüntüleme medial veya lateral menisküs yırtığı tespit edilen hasta yüzdeleri tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 10 Femur ve tibiada kemik iliği ödeminin derinliğinin bölgelere göre dağılımı



Tablo 11 Femur ve tibiada kemik iliği ödemi genişliğine göre MRG’de tespit edilen menisküs yaralanmaları

LFK	MR MMY	MR LMY
Çok az	2/5 (%40)	4/5 (%80)
Az	12/26 (%46,1)	13/26 (%50)
Orta	18/47 (%38,2)	20/47 (%42,5)
Çok	22/42 (%52,3)	22/42 (%52,3)
MFK	MR MMY	MR LMY
Çok az	5/14 (%35,7)	5/14 (%35,7)
Az	7/17 (%41,1)	9/17 (%52,9)
Orta	7/15 (%46,6)	9/15 (%60)
Çok	6/10 (%60)	5/10 (%50)
LTP	MR MMY	MR LMY
Çok az	1/4 (%25)	3/4 (%75)
Az	8/22 (%36,3)	5/22 (%22,7)
Orta	17/44 (%38,6)	22/44 (%50)
Çok	37/69 (%53,6)	39/69 (%56,5)
MTP	MR MMY	MR LMY
Çok az	7/20(%35)	10/20 (%50)
Az	12/25 (%48)	12/25 (%48)
Orta	16/31 (%51,6)	18/31 (%58)
Çok	11/16 (%68,75)	8/16 (%50)

Femur ve tibiadaki kemik iliği ödemi derinliğinin derecesine göre her bir derecede manyetik rezonans görüntülemeye medial veya lateral menisküs yırtığı tespit edilen hasta yüzdeleri tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12 Femur ve tibiada kemik iliği ödemi derinliğine göre MRG’de tespit edilen menisküs yaralanmaları

LFK	MR MMY	MR LMY
Yüzeyel	0 (%0)	0 (%0)
Sığ	7/13 (%53,8)	8/13 (%61,5)
Derin	13/36 (%36,1)	14/36 (%38,8)
Daha derin	22/51 (%43,1)	26/51 (%50,9)
Yaygın	11/20 (%55)	13/20 (%65)
MFK	MR MMY	MR LMY
Yüzeyel	1/1 (%100)	1/1 (%100)
Sığ	8/19 (%42,1)	10/19 (%52,6)
Derin	10/22 (45,4)	12/22 (%54,5)
Daha derin	7/11 (%63,6)	7/11 (%63,6)
Yaygın	0 (%0)	1/3 (%33,3)
LTP	MR MMY	MR LMY
Yüzeyel	0 (%0)	0 (%0)
Sığ	0 (%0)	0 (%0)
Derin	0 (%0)	1/1 (%100)
Daha derin	13/34 (%38,2)	16/34 (%47)
Yaygın	50/104 (%48)	53/104 (%50,9)
MTP	MR MMY	MR LMY
Yüzeyel	0 (%0)	0 (%0)
Sığ	0 (%0)	0 (%0)
Derin	6/13 (%46,1)	7/13 (%53,8)
Daha derin	28/56 (%50)	30/56 (%53,5)
Yaygın	12/22 (%54,5)	11/22 (%50)

Ön çapraz bağ yaralanma mekanizmasına göre hastaların klinik ve demografik bilgileri tablo 13 ve tablo 14’de gösterilmiştir.

Tablo 13 Yaralanma mekanizmasına göre sayısal demografik ve klinik bilgiler

	Temas sonrası (n=27)	Temas olmaksızın (n=117)	Z	P
Yaş	26,19 ± 8,09	26,71 ± 7,37	-0,492	0,623
Vücut Kitle İndeksi(kg/cm ²)	24,57 ± 3	25,45 ± 3,45	-0,980	0,327
Travma-MRG arasındaki süre (gün)	16 ± 16,02	14,58 ± 15,34	-0,306	0,760
MRG-ameliyat arasındaki süre (gün)	96,46 ± 77,67	143,12 ± 149,14	-1,204	0,229

*(P<0,05), t: Student t testi, Z: Mann Whitney U testi

Tablo 14 Yaralanma mekanizmasına göre diğer demografik ve klinik bilgiler

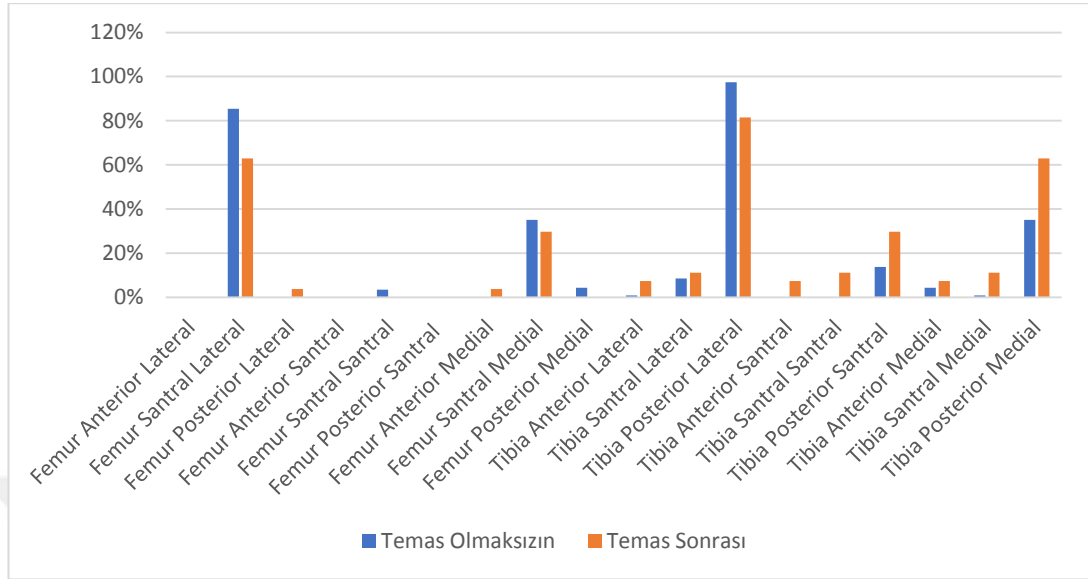
		Mekanizma			
		Temas sonrası		Temas olmaksızın	
		N	%	N	%
Cinsiyet	Erkek	25	92,6	108	92,3
	Kadın	2	7,4	9	7,7
		$\chi^2= 0,003$ P=0,960			
Travma sebebi	Basketbol	2	7,4	3	2,6
	Futbol	17	63,0	95	81,2
	Kayak	2	7,4	1	0,9
	Voleybol	0	0,0	3	2,6
	Spor dışı	6	22,2	15	12,8
		$\chi^2= 8,963$ P=0,062			
Taraf	Sağ	14	51,9	71	60,7
	Sol	13	48,1	46	39,3
		$\chi^2= 0,708$ P=0,400			

*(P<0,05), test: Ki-Kare testi

Yaralanma mekanizmasına göre hastaların demografik ve klinik olarak benzer değerler aldığı gözlenmiştir (P>0,05).

Yaralanma mekanizmasına göre femur ve tibiada kemik iliği ödemi noktalarının dağılımı tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15 Femur ve tibiada yaralanma mekanizmasına göre kemik iliği ödemi noktalarının karşılaştırılması



Tablo 16 Yaralanma mekanizmasına göre femur ve tibiada ödem varlığı ve ödem yüzdeleri

	Temas sonrası		Temas olmaksızın		Test ist.	P
	N	Ort±SS	N	Ort±SS		
LFK ÖDEM VOLÜMÜ YÜZDE	9	18,91 ± 11,15	101	16,25 ± 10,47	Z=1,006	0,316
MFK ÖDEM VOLUMÜ YÜZDE	7	13,1 ± 14,57	47	10,82 ± 11,20	Z=0,484	0,630
LTP ÖDEM VOLÜMÜ YÜZDE	6	49,21 ± 24,81	113	38,19 ± 22,1	t=2,241	0,027*
MTP ÖDEM VOLÜMÜ YÜZDE	8	33,55 ± 27,68	74	20,59 ± 15,30	t=2,697	0,008*

*(P<0,05), t: Student t testi, Z: Mann Whitney U testi, SS: Standart Sapma

Temas sonrası ön çapraz bağı yaralanan hastaların LTP ödem yüzdesi (49,21±24,81), temas olmaksızın ön çapraz bağı yaralanan hastaların LTP ödem yüzde değerine kıyasla (38,19±22,10) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gözlenmiştir (p=0,027). Benzer şekilde temas sonrası ön çapraz bağı yaralanan hastaların MTP ödem yüzdesi (33,55±27,68), temas olmaksızın ön çapraz bağı yaralanan hastaların MTP ödem yüzde değerine kıyasla (20,59±15,30)

istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gözlenmiştir (p=0,008) (Tablo 16). Tablodaki LFK ve MFK için ödem yüzdeleri yaralama mekanizmasına göre benzer olduğu gözlemlenmiştir (p>0,05).

Tablo 17 Yaralanma mekanizmasına göre ödem genişliği derecelendirilmesininin karşılaştırılması

ÖDEM GENİŞLİĞİ		Mekanizma			
		Temas sonrası		Temas olmaksızın	
		N	%	N	%
LFK	Çok az	2	10,5	3	3,0
	Az	2	10,5	24	23,8
	Orta	8	42,2	39	38,5
	Çok	7	36,8	35	34,7
			$\chi^2= 3,668$ P=0,300		
MFK	Çok az	0	0,0	13	28,3
	Az	4	57,1	12	26,1
	Orta	2	28,6	12	26,1
	Çok	1	14,3	9	19,6
			$\chi^2= 4,023$ P=0,259		
LTP	Çok az	0	0,0	4	3,5
	Az	4	15,4	18	15,9
	Orta	4	15,4	40	35,4
	Çok	18	69,2	51	45,1
			$\chi^2= 6,072$ P=0,108		
MTP	Çok az	1	5,6	19	25,7
	Az	6	33,3	19	25,7
	Orta	4	22,2	27	36,5
	Çok	7	38,9	9	12,2
			$\chi^2= 9,829$ P=0,020*		

*(P<0,05), test: Ki-Kare testi

Tablo 17’de yaralanma mekanizmasına göre 4 anatomik bölge için Bisson ve arkadaşlarının tariflediği şekilde ödem derecelendirilmesi karşılaştırması yapılmıştır. Yaralanma mekanizmasına göre iki hasta grubunda LFK ödem dereceleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişkiye rastlanılmamıştır (p=0,300). Benzer

şekilde iki hasta grubunda MFK ve LTP ödem derecelendirilmesi arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişkiye rastlanılmamıştır ($p>0,05$). Fakat iki hasta grubunda MTP ödem derecelendirilmesinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişkiye rastlanmıştır ($p=0,020$). Temas sonrası ön çapraz bağı yaralanan hastalarda MTP ödem derecesi ‘‘çok’’ olan hasta oranı (7/18) temas olmaksızın ön çapraz bağı yaralanan hastaların MTP ödem derecesi ‘çok’ olan hasta oranına (9/74) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir.

Tablo 18 Ödem derinliğinin yaralanma mekanizmasına göre karşılaştırılması

Brittberg and Winalski Sınıflandırması	Mekanizma				
	Temas sonrası		Temas olmaksızın		
	N	%	N	%	
LFK	Sığ	1	5,3	12	11,9
	Derin	6	31,6	30	29,7
	Daha derin	9	47,4	42	41,6
	Yaygın	3	15,8	17	16,8
	$\chi^2= 6,072$ P=0,108				
MFK	Yüzeysel	0	0,0	1	2,1
	Sığ	3	37,5	16	33,3
	Derin	3	37,5	19	39,6
	Daha derin	1	12,5	10	20,8
	Yaygın	1	12,5	2	4,2
$\chi^2= 6,072$ P=0,108					
LTP	Derin	0	0,0	1	0,9
	Daha derin	6	23,1	28	24,8
	Yaygın	20	76,9	84	74,3
$\chi^2= 6,072$ P=0,108					
MTP	Sığ	0	0,0	1	1,4
	Derin	3	16,7	10	13,7
	Daha derin	10	55,6	46	63,0
	Yaygın	5	27,8	16	21,9
$\chi^2= 6,072$ P=0,108					

*($P<0,05$), test: Ki-Kare testi

Yaralanma mekanizmasına göre iki hasta grubunda diz eklemindeki 4 anatomik bölgede ödem derinliğini gösteren Brittberg and Winalski sınıflaması

değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişkiye rastlanılmamıştır (p>0,05) (Tablo 18).

Tablo 19 Yaralanma mekanizmasına göre MRG bulgularının karşılaştırılması

MRG BULGULARI		Mekanizma			
		Temas sonrası		Temas olmaksızın	
		N	%	N	%
Medial menisküs yırtığı	Var	14	51,9	52	44,4
	Yok	13	48,1	65	55,6
		$\chi^2= 0,485$ P=0,486			
Medial menisküs yırtığı bölgesi	Korpus	0	0,0	2	3,9
	Arka boynuz	8	57,1	26	50,0
	Kova sapı	1	7,1	6	11,5
	2/3-3/3	5	35,8	18	34,6
		$\chi^2= 1,284$ P=0,733			
Medial menisküs yırtık morfolojisi	Flep	0	0,0	3	5,8
	Horizontal	1	7,1	5	9,6
	Kompleks	0	0,0	9	17,3
	Kova sapı	1	7,1	7	13,5
	Kök	1	7,1	2	3,8
	Vertikal	11	78,6	26	50,0
		$\chi^2= 5,538$ P=0,837			
Lateral menisküs yırtığı	Var	11	40,7	58	49,6
	Yok	16	59,3	59	50,4
		$\chi^2= 0,686$ P=0,408			
Lateral menisküs yırtığı bölgesi	Ön boynuz	0	0,0	4	6,9
	Korpus	0	0,0	1	1,7
	Arka boynuz	7	63,6	47	81,0
	Kova sapı	2	18,2	3	5,2
	2/3-3/3	2	18,2	3	5,2
		$\chi^2= 5,597$ P=0,160			
Lateral menisküs yırtık morfolojisi	Flep	3	27,3	8	13,8
	Horizontal	0	0,0	1	1,7
	Kompleks	2	18,2	14	24,1
	Kova sapı	1	9,1	2	3,4
	Radial	0	0,0	5	8,6
	Vertikal	5	45,5	28	48,3
		$\chi^2= 3,026$ P=0,696			

*(P<0,05), test: Ki-Kare testi

Yaralanma mekanizmasına göre iki hasta grubunda MRG ile menisküs yaralanmalarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılması tablo 19’da gösterilmiştir. Lateral ve medial menisküs yaralanmalarının varlığı, morfolojisi ve yaralanma bölgesi açısından iki hasta grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişkiye rastlanılmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 20 Yaralanma mekanizmasına göre artroskopi bulgularının karşılaştırılması

ARTROSKOPİ BULGULARI		Mekanizma			
		Temas sonrası		Temas olmaksızın	
		N	%	N	%
Medial menisküs yırtığı	Var	12	44,4	35	29,9
	Yok	15	55,6	82	70,1
		$\chi^2= 2,107$ P=0,147			
Medial menisküs yırtığı bölgesi	Korpus	1	8,3	0	0,0
	Arka boynuz	6	50,0	17	48,6
	Kova sapı	2	16,7	8	22,9
	2/3-3/3	3	25,0	10	28,6
		$\chi^2= 3,123$ P=0,373			
Medial menisküs yırtık morfolojisi	Flep	0	0,0	3	8,6
	Horizontal	0	0,0	4	11,4
	Kompleks	1	8,3	6	17,1
	Kova sapı	2	16,7	8	22,9
	Vertikal	9	75,0	14	40,0
		$\chi^2= 5,264$ P=0,261			
Lateral menisküs yırtığı	Var	8	29,6	40	34,2
	Yok	19	70,4	77	65,8
		$\chi^2= 0,205$ P=0,651			
Lateral menisküs yırtığı bölgesi	Ön boynuz	0	0,0	4	10,0
	Korpus	0	0,0	3	7,5
	Arka boynuz	4	50,0	27	67,5
	Kova sapı	3	37,5	5	12,5
	2/3-3/3	1	12,5	1	2,5
		$\chi^2= 5,816$ P=0,213			
Lateral menisküs yırtık morfolojisi	Flep	3	37,5	5	12,5
	Horizontal	0	0,0	2	5,0
	Kompleks	2	25,0	11	27,5
	Kova sapı	2	25,0	4	10,0
	Kök	1	12,5	1	2,5
	Radial	0	0,0	3	7,5
Vertikal	0	0,0	14	35,0	
		$\chi^2= 9,115$ P=0,167			

*($P<0,05$), test: Ki-Kare testi

Yaralanma mekanizmasına göre iki hasta grubunda artroskopi bulgularının değerlendirilmesi ve karşılaştırılması tablo 20'de gösterilmiştir. Lateral ve medial menisküs yaralanmalarının varlığı, morfolojisi ve yaralanma bölgesi açısından iki hasta grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanılmamıştır ($P>0,05$).

Tablo 21 Yaralanma mekanizmasına göre medial kollateral ligaman yaralanmasının değerlendirilmesi

	Grade	Mekanizma			
		Temas sonrası		Temas olmaksızın	
		N	%	N	%
MKL yaralanması	1	11	68,8	37	66,1
	2	3	18,8	17	30,4
	3	2	12,5	2	3,6
$\chi^2= 2,403$ $P=0,301$					

*($P<0,05$), test: Ki-Kare testi

Yaralanma mekanizmasına göre iki hasta grubunda MRG ile medial kollateral ligaman yaralanması olan hastaların değerlendirilmesi ve karşılaştırılması tablo 21'de gösterilmiştir. Medial kollateral ligaman yaralanması derecelendirilmesi açısından iki hasta grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$).

LFK, MFK, LTP ve MTP'de kemik iliği ödeminde etkilenen bölge sayısına göre MRG bulgularının karşılaştırılması tablo 22'de verilmiştir. Kemik iliği ödeminin 4 bölgeden kaçında "var" olduğu medial menisküs yaralanması varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$). Kemik ödeminin kaç bölgede "var" olduğu medial menisküs yaralanmasının bölgesel dağılımını istatistiksel olarak etkilememiştir ($p>0,005$).

Kemik iliği ödeminin 4 bölgeden kaçında "var" olduğu MRG'de lateral menisküs yaralanması varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,005$). Dört bölgenin tamamında kemik iliği ödemi olan hastalarda lateral

menisküs yaralanması sıklığı diğer durumlardan farklı olarak daha çok ‘‘var’’ olarak karşımıza çıkmıştır. Kemik ödeminin kaç bölgede var olduğu lateral menisküs yaralanmasının bölgesel dağılımını istatistiksel olarak etkilememiştir ($p>0,005$).

Tablo 22 LFK, MFK, LTP ve MTP'de kemik iliği ödeminde etkilenen bölge sayısına göre MRG bulgularının karşılaştırılması

MRG BULGULARI		4 bölgeden kaçında ödem var							
		1		2		3		4	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Medial menisküs yırtığı	Var	8	61,5	12	33,3	29	46,8	17	51,5
	Yok	5	38,5	24	66,7	33	53,2	16	48,5
		$\chi^2=7,327$ P=0,580							
Medial menisküs yırtığı bölgesi	Korpus	0	0,0	0	0,0	1	3,4	1	5,9
	Arka boynuz	2	25,0	6	50,0	18	62,1	8	47,1
	Kova sapı	2	25,0	2	16,7	2	6,9	1	5,9
	2/3-3/3	4	50,0	4	33,3	8	27,6	7	41,2
		$\chi^2= 6,480$ P=0,691							
Lateral menisküs yırtığı	Var	3	23,1	16	44,4	28	45,2	22	66,7
	Yok	10	76,9	20	55,6	34	54,8	11	33,3
		$\chi^2= 8,491$ P=0,041*							
Lateral menisküs yırtığı bölgesi	Ön boynuz	0	0,0	0	0,0	2	7,1	2	9,2
	Korpus	0	0,0	1	6,3	0	0,0	0	0,0
	Arka boynuz	2	66,7	12	75,0	22	78,6	18	81,8
	Kova sapı	0	0,0	2	12,5	2	7,1	1	4,5
	2/3-3/3	1	33,3	1	6,3	2	7,1	1	4,5
		$\chi^2=10,044$ P=0,710							

*($P<0,05$), test: Ki-Kare testi

LFK, MFK, LTP ve MTP'deki kemik iliği ödemi varlığının birlikteliğine göre menisküs yaralanmalarının artroskopik bulguları tablo 23'de verilmiştir. Kemik iliği ödeminin 4 bölgeden kaçında ‘‘var’’ olduğu değerlendirildiğinde medial veya lateral menisküs yaralanmasının varlığı ve yaralanma bölgesi açısından 4 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,005$).

Medial kollateral ligaman yaralanması olan hastalarda kemik iliği ödeminin kaç bölgede ‘‘var’’ olduğu değerlendirildiğinde yaralanma dereceleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,005$) (Tablo 24).

Tablo 23 LFK, MFK, LTP ve MTP'de kemik iliği ödeminden etkilenen bölge sayısına göre artroskopik bulgularının karşılaştırılması

		4 bölgeden kaçında ödem var							
		1		2		3		4	
ARTROSKOPİ BULGULARI		N	%	N	%	N	%	N	%
Medial menisküs yırtığı	Var	6	46,2	9	25,0	24	38,7	8	24,2
	Yok	7	53,8	27	75,0	38	61,3	25	75,8
$\chi^2= 4,133$ P=0,247									
Medial menisküs yırtığı bölgesi	Korpus	0	0,0	0	0,0	1	4,2	0	0,0
	Arka boynuz	0	0,0	5	55,6	15	62,5	3	37,5
	Kova sapı	3	50,0	1	11,1	5	20,8	1	12,5
	2/3-3/3	3	50,0	3	33,3	3	12,5	4	50,0
$\chi^2= 12,772$ P=0,173									
Lateral menisküs yırtığı	Var	2	15,4	13	36,1	19	30,6	14	42,4
	Yok	11	84,6	23	63,9	43	69,4	19	57,6
$\chi^2= 3,336$ P=0,336									
Lateral menisküs yırtığı bölgesi	Ön boynuz	0	0,0	0	0,0	2	10,5	2	14,3
	Korpus	0	0,0	1	7,7	2	10,5	0	0,0
	Arka boynuz	2	100,0	8	61,5	10	52,6	11	78,6
	Kova sapı	0	0,0	3	23,1	4	21,1	1	7,1
	2/3-3/3	0	0,0	1	7,7	1	5,3	0	0,0
$\chi^2= 7,399$ P=0,830									

*(P<0,05), test: Ki-Kare testi

Tablo 24 LFK, MFK, LTP ve MTP'de kemik iliği ödeminden etkilenen bölge sayısına göre MKL yaralanmalarının karşılaştırılması

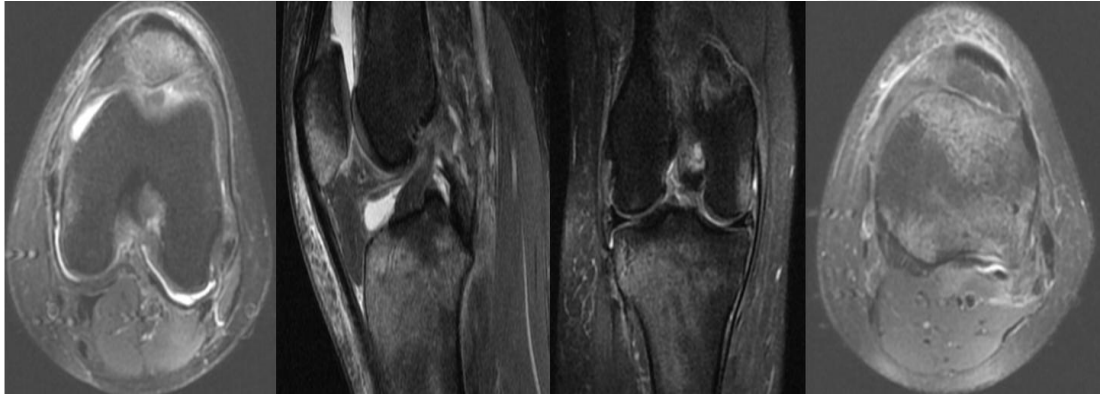
		4 bölgeden kaçında ödem var							
		1		2		3		4	
Grade		N	%	N	%	N	%	N	%
MKL yaralanması	1	2	40,0	8	53,3	26	76,5	12	66,7
	2	3	60,0	5	33,3	6	17,6	6	33,3
	3	0	0,0	2	13,3	2	5,9	0	0,0
$\chi^2= 7,833$ P=0,251									

*(P<0,05), test: Ki-Kare testi

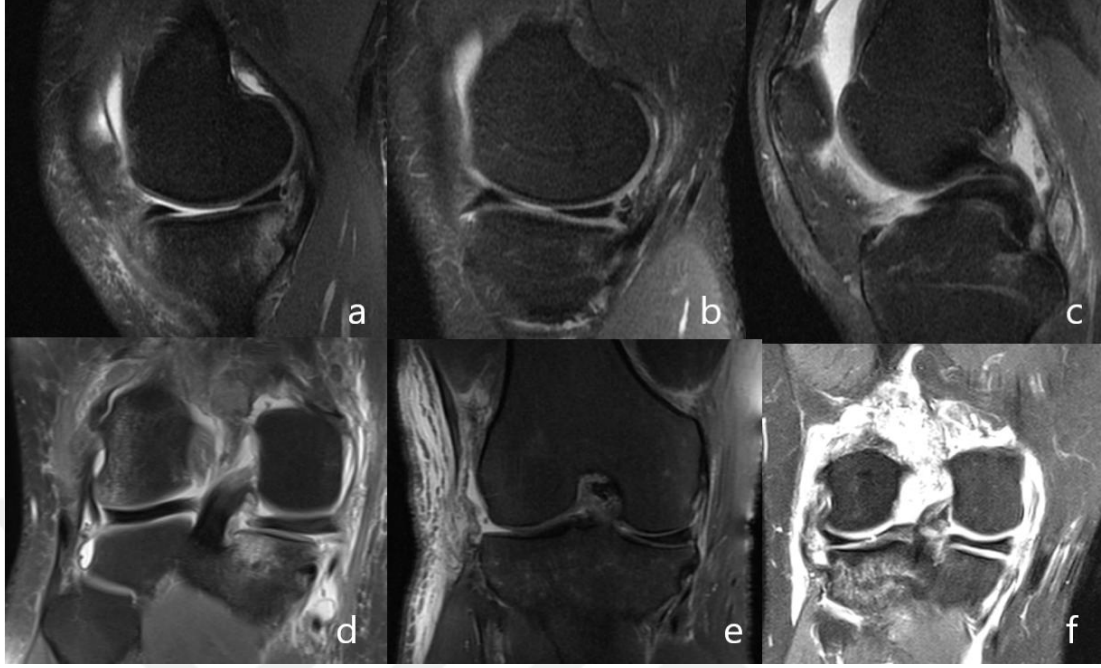
5.VAKA ÖRNEKLERİ



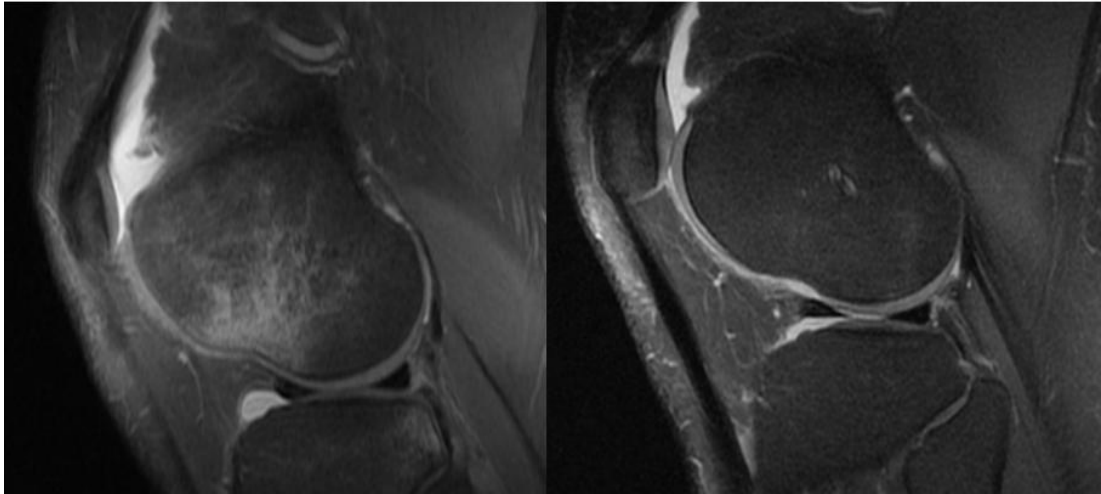
Şekil 32 Vaka 1: 21 yaşında futbol oynarken ön çapraz bağı yaralanan erkek hasta. Kemik iliği ödeminin MRG kesitlerinde dağılımı (*Lateral menisküs arka boynuzunda flep tarzı yırtık * MKL liflerinde ondülasyonla karakterize grade-2 MKL yaralanması)



Şekil 33 Vaka 2: 35 yaşında trafik kazası nedeniyle sağ dizine aldığı darbe sonrası ön çapraz bağı yaralanan ve patella da dahil olmak üzere yaygın kemik iliği ödemi olan hasta



Şekil 34 Farklı menisküs yaralanması morfolojisine sahip hastalarımızın MR görüntüleri (**a:** Medial menisküste vertikal yırtık **b:** Lateral menisküste kompleks yırtık **c:** Medial menisküste kova sapı yırtık **d:** Medial menisküste kök yırtığı ve menisküsün tibia platosunda taşması **e:** Lateral menisküste flep şeklinde yırtık **f:** Lateral menisküste radial yırtık)



Şekil 35 Vaka 3: 34 yaşında yüksekten düşme sonrası ön çapraz bağı yaralanan ve “çift sulkus” işareti olan hasta. (Lateral femur santralinde kemik iliği ödemi olan hastanın 3 yıl sonraki MR görüntüsünde ödem gerilemiş ancak kartilaj hasarı devam etmekte)

6.TARTIŞMA

Ön çapraz bağ diz eklemının en sık yaralanan yumuşak dokularından biridir. Ön çapraz bağ yaralanması 10-64 yaş arasında 81/100.000 insidansa sahiptir [66]. Artan spor faaliyetlerine katılım ile birlikte neredeyse bütün yaş gruplarında görülebilmekle beraber büyük çoğunlukla genç erişkinleri etkilemektedir [67], [68]. ABD’de yıllık olarak tahmini 400.000 kişide ön çapraz bağ yaralanması meydana gelmektedir. Kişi başı konservatif tedavi, cerrahi tedavi ve rehabilitasyonun ortalama maliyeti yaralanma başına 17.000 ile 25.000 dolar arasında değişmektedir [69], [70]. Uzamış sakatlığa bağlı spora veya işe dönüş süresinin uzun olması, spor performansını etkilemesi, akademik performansı etkilemesi ve hastalarda erken osteoartrit gelişmesi gibi bu maliyetin artışına sebep olabilecek ve uzun vadeli etkileri olabilecek bir sağlık sorunudur [71], [72].

Menisküs yaralanmalarının prevalansı yaşla beraber artış göstermektedir. Sıklıkla ilerleyen yaşta eklem dejenerasyonu ile birliktelik göstermekte ve bu duruma ek katkı sağlamaktadır. Menisküs yaralanmaları sıklıkla medial menisküste görülmekte ve sıklıkla medial menisküsün arka 1/3’ünü etkilemektedir. Ancak bu durum genç ve travma hikayesi olan hastalarda geçerli değildir [73]. Diz travma öyküsü olan genç hastalarda ön çapraz bağ yaralanması sonrası erken dönemde lateral menisküs yaralanmaları daha sık görülmektedir [74]. Genç hasta grubunda ayrıca menisküs yaralanmalarının morfolojisi en sık olarak vertikal yırtık olarak karşımıza çıkmaktadır [75]. Çalışmamızda MR görüntüleme sonrasında medial menisküs yaralanması hastalarımızın %45,8’inde, lateral menisküs yaralanması ise %47,9’unda tespit edilmiştir. MR görüntülemede medial menisküs yaralanmaları en sık şu üç bölgeyi etkilemiştir: %53,5 arka boynuz, %34,8 korpus-arka boynuz (2/3-3/3) ve %10,4 kova sapı şeklinde yırtık. Lateral menisküste ise MR görüntülemede en sık etkilenen 3 menisküs bölgesi %78,4 arka boynuz, %7,2 korpus-arka boynuz (2/3-3/3) ve yine %7,2 sıklıkla kova sapı şeklinde yırtık olacak şekilde menisküs etkilenmiştir. Menisküs yırtıkları medial ve lateral menisküste sırasıyla %56,1 ve %47,8 vertikal yırtık olarak karşımıza çıkmıştır. Bunu her iki menisküste kompleks yırtık takip etmiştir (Tablo 4). Hastalarımızda MR görüntüleme ile tespit edilen

menisküs yaralanma sıklığı, yaralanma morfoloji ve yaralanmanın menisküste etkilediği bölge açısından literatür ile uyumlu bulunmuştur.

Artroskopi bulgularında ise medial menisküs yaralanması hastalarımızın %32,6'sında, lateral menisküs yaralanması ise %33,3'ünde tespit edilmiştir. Artroskopi sırasında medial menisküs yaralanmaları en sık şu üç bölgede tespit edilmiştir: %48,9 arka boynuz, %27,7 korpus-arka boynuz (2/3-3/3) ve %21,3 kova sapı şeklinde yırtık. Lateral menisküste ise %64,6 arka boynuzda, %16,7 kova sapı şeklinde yırtık ve %8,3 ön boynuzda menisküs yaralanması karşımıza çıkmıştır. Menisküs yırtıkları medial ve lateral menisküste sırasıyla %48,9 ve %29,2 vertikal yırtık olarak karşımıza çıkmıştır. Bunu medial menisküste kova sapı yırtık (%21,3) lateral menisküste ise kompleks yırtık takip etmiştir (%27,1) (Tablo 4).

Akut travma sonrasında ön çapraz bağ yaralanması ile birlikte daha sık olarak lateral menisküs yaralanması görülmekteyken kronik ön çapraz bağ yetmezliğine bağlı olarak medial menisküs yaralanma sıklığı artmaktadır [76–81]. Çalışmamızda da MR görüntüleme ile artroskopi yapılan süre ortalama 135 gün olarak gerçekleşmiş (1-935 gün aralığında) ve bu sürede her iki menisküsteki menisküs yaralanma yüzdeleri birbirine yaklaşmıştır. Ayrıca ameliyata kadar geçen sürede menisküs yaralanmalarında oluşan instabiliteye bağlı olarak hem medial menisküste hem de lateral menisküste kova sapı yırtık, kompleks yırtık ve flep tarzı yırtık gibi daha dejeneratif ve instabiliteye bağlı olarak artış gösterebilecek yırtık morfolojileri artış gösterirken vertikal yırtıkların sıklığı azalmıştır.

MRG ile menisküs yaralanmalarına tanı konmasında bazı diagnostik sorunlar karşımıza çıkabilmektedir. Yanlış pozitif ve yanlış negatif menisküs yaralanması tespit edilebilmektedir. Özellikle lateral menisküsün arka boynuzundaki normal anatomik yapılar küçük yırtıklar olarak yorumlanabilmektedir [82]. Ayrıca artroskopi yapıldığı kadar geçen süre içerisinde iyileşmiş menisküs yaralanmaları veya yetersiz artroskopi MR ile artroskopi bulgularının örtüşmesini kısıtlayabilmektedir. Yanlış negatiflikte ise teknik bağımlı sihirli açı fenomeni (Kollajen liflerinin manyetik alana 55° açıyla oryante olması) veya arterial pulsasyonlar meniskal yaralanmaları gizleyebilmektedir [83]. Yine lateral menisküs arka boynuzundaki küçük yırtıklar anatomik yapılar olarak değerlendirilebilmektedir. Ek olarak ön çapraz bağ yaralanması ile birlikte olan lateral menisküs yaralanmalarının MR görüntüleme ile

tespit edilebilme oranı azalmaktadır. Ön çapraz bağ yaralanması olan hastalarda MR görüntülemenin lateral menisküs yaralanmasını tespit edebilme duyarlılığı %69 iken ön çapraz bağ yaralanması olmayan hastalarda bu değer %94 olarak bulunmuştur [75]. Bu sebeplere ek olarak çalışmamızda MR görüntülemesinin raporunun radyolog tarafından yorumlanmamış olmayanlarının çalışmacı tarafından değerlendirilmesi, artroskopi yapılanaya kadar geçen sürenin hasta bağımlı veya hastane bağımlı sebeplerle uzun olması (ortalama 135 gün), dizdeki instabiliteye bağlı eklenebilecek ek diz travmaları, bu süre içerisinde iyileşmiş menisküs yaralanmaları veya yetersiz artroskopi yapılması gibi sebepler artroskopik bulguların MR görüntüleme ile uyuşmamasına sebep olmuş olabilir ve kısıtlılık olarak söylenebilir.

Medial kollateral ligamanın diz eklemimindeki fonksiyonu valgus kuvvetlerine ve rotasyonel kuvvetlere karşı koymasındadır. Ön çapraz bağ yaralanmalarıyla beraber oluşan medial femoral kondilin santral alanındaki kemik iliği ödeminin sebeplerinden biri de medial kollateral ligamanın oluşturduğu çekme kuvvetidir [84–87]. Ön çapraz bağ yaralanması sonrası medial kollateral ligaman yaralanması literatürde %24 ile %70 arasında değişen oranlarda bildirilmiştir [88–92]. Çalışmamızda medial kollateral ligaman yaralanması hastalarımızın %50'sinde görülmüştür. Bu yaralanmaların %33,3'ü grade-1 yaralanma iken, %13,8'i grade-2 ve %2,77'si grade-3 yaralanma olarak gerçekleşmiştir.

Kemik iliği ödeminin ön çapraz bağ yaralanmasına sebep olan travma anında meydana geldiği düşünülmektedir. Bundan dolayı radyolojik değerlendirmede yaralanma mekanizmasını tahmin etmede kullanılabilir önemli ipuçları sunabilmektedir [10], [93–96]. Ön çapraz bağ yaralanmasına en sık sebep olan mekanizma pivot shift yaralanmasıdır. Bu yaralanma diz eklemi 10°-20° fleksiyonda iken valgus kuvveti ile birlikte tibianın iç rotasyona zorlanması sonucunda meydana gelmektedir. Ön çapraz bağ yaralanmalarının %50'sinden fazlasından sorumludur [94],[97]. Yine diz eklemiminin hiperekstansiyona, valgusa, iç rotasyona, hiperekstansiyon ile birlikte varusa ve fleksiyon ile birlikte varusa zorlanmasında ön çapraz bağ yaralanmasına sebep olabilmektedir [10], [93], [94]. Diz ekleminde travma sırasında eklem pozisyonu, uygulanan kuvvetin yönü ve rotasyon kuvvetinin varlığını veya yokluğunu gözönüne alınarak bağ yaralanmasına sebep

olabilecek on farklı yaralanma mekanizması tanımlanmıştır [10], [93], [94]. Pivot shift mekanizmasında tibianın anteriora subluksasyonu sonrasında tibianın posterior köşesinin femur lateral femoral kondil santraline sıkışması sonrasında ‘‘öpüşen kemik kontüzyonu’’ olarak bilinen kemik iliği ödemi noktaları oluşmaktadır. Yaralanma mekanizmasında pivot shift mekanizmasının baskınlığı nedeniyle kemik iliği ödemi %80’in üzerinde ön çapraz bağ yaralanması sonrası diz ekleminde lateral kompartmanda yer almaktadır [4], [89], [95], [98], [99]. Ön çapraz bağ yaralanması ile ilişkili medial femur ve tibiada da kemik iliği ödemi tanımlanmış olmakla beraber henüz ayrıntılı şekilde üzerinde durulmamıştır [3], [8], [88], [89], [97], [99], [100]. Bununla beraber Kaplan ve arkadaşları medial tibia ve femurdaki kemik iliği ödeminin başlangıçtaki pivot shift mekanizmasının kompensasyonu sonrasında diz ekleminin varusa gelmesi ve femurun iç rotasyonu sonrasında oluştuğunu öne sürmüştür [95]. İkinci bir açıklama olarak Viskontas ve arkadaşları temas olmaksızın ön çapraz bağı yaralanan hastalarda kemik iliği ödeminin femur kondillerinde santral alanı etkilemesi ve bunun yanında tibia platosunda posterior bölgelerde olması nedeniyle travma sırasındaki tibianın sagittal planda anterior translasyonu yansıttığını belirtmiştir. Medial femoral kondildeki santral ödemi de tibiadaki bu translasyona bağlamışlardır. Bunun sonucunda lateral femoral kondilde çift sulkus işaretininin oluştuğunu ve aynı anda medial femoral kondilde bu noktanın eş bölgesinde ödem olduğunu ileri sürmüşlerdir [97]. Çalışmamızda 144 hastanın 120’sinde lateral femoral kondilde (%83,3), 139’unda lateral tibia platosunda (%96,5), 56’sında medial femoral kondilde (%38,8) ve 92’sinde medial tibia platosunda (%63,8) ödem tespit edilmiştir (Tablo 7).

Kemik iliği ödemi lateral ve medial kompartmanda daha çok femoral kondilin santral kısmını etkilerken, tibiada ise en çok lateral ve medial tibia platosunun posterior kısmını etkilemektedir [12], [15], [97]. Çalışmamızda da benzer olarak lateral femoral kondilde kemik iliği ödemi olan hastaların %98,3’ünde lateral femoral kondil santralinde, lateral tibia platosunda kemik iliği ödemi olan hastaların %97,8’sinde tibia platosu lateral posteriorunda, medial femoral kondilde kemik iliği ödemi olan hastaların %91,07’sinde medial femoral kondil santralinde ve medial tibia platosunda kemik iliği ödemi olan hastaların %95,6’sında medial tibia platosu posteriorunda kemik iliği ödemi tespit edilmiştir (Tablo 8).

Kemik iliği ödeminin ciddiyetini sayısal olarak ölçmek için genel kabul görmüş standart bir yöntem bulunmamaktadır. Kemik iliği ödeminin alanını veya sinyal yoğunluğunu baz alarak çeşitli ölçüm yöntemleri tanımlanmıştır [101–103]. Bisson ve arkadaşları kemik iliği ödeminin bulunduğu bölgenin etkilenme yüzdesini ölçerek gözlemciler arası yüksek uyumluluğa sahip bir yöntem tanımlamışlardır. Bu yayında LFC, LTP, MFC, MTP için kemik iliği ödemi olan hasta yüzdeleri sırasıyla: %77,2, %84,8, %6,4 ve %25,7 olarak çıkmıştır. Lateral kompartman için ödem yüzdeleri çalışmamızdakilere benzer şekilde çıkmakla beraber çalışmamızda medial kompartmandaki ödem yüzdeleri bu çalışmaya kıyasla daha yüksek oranda çıkmıştır (Tablo 7). Bu yayında ödem genişliğinin yüzde değerleri en geniş olarak tibia platosunun hem mediali hem lateralinde çıkmıştır. Bunu LFK ve MFK takip etmiştir. Tarifledikleri yöntemle derecelendirdiklerinde ise LTP ödem derecesinin diğer bölgelere nazaran daha fazla çıktığını görmüşlerdir [15]. Çalışmamıza da da ödem genişliğininin 4 bölge için dağılımına bakıldığında bu çalışma ile uyumlu olduğu görülmüştür (Tablo 9).

Ön çapraz bağ yaralanmasına neden olan enerji miktarı arttıkça kemikteki artan hemoraji nedeniyle sıvı duyarlı MRG sekanslarında ödemde sinyal artışına sebep olmakta ve kemik iliği ödemi derinleşmektedir. Özellikle tibia platosu lateral ve medial posterior köşelerindeki kemik iliği ödemi travma sırasında femurun posteriora translasyonu ve tibianın iç rotasyonu sonrasında femurun tibiaya yaptığı basıncı yansıtmaktadır. Bunun sonucunda da kemik iliği ödeminin en fazla olduğu yer olarak karşımıza tibia lateral platosu posterior köşesi olarak karşımıza çıkmaktadır [97]. Medial tibia platosu posterior köşesinde de yine benzer şekilde ödem derinliğinin fazla olması daha önce düşünülenin aksine lateral kompartman kadar medial kompartmanında ön çapraz bağ yaralanması sırasında etkilendiğini göstermektedir. Kemik iliği ödeminin derinliğinin hastalarımızdaki dağılımı daha önce yine Brittberg and Winalski tarafından tariflenen ICRS (International Cartilage Repair Society) diz eklemi kartilaj lezyonları haritalama sisteminin modifikasyonunu kullanarak değerlendiren Viskontas ve arkadaşlarının çalışmasına benzer şekilde çıkmıştır [63], [97] (Tablo 10).

Ön çapraz bağ yaralanması sonrası hastaların %40'tan fazlasında yaralanma sonrası 10-15 yıl sonrasında radyolojik olarak artroz bulguları görülebilmektedir. Bu

yaralanmanın daha çok genç popülasyonu etkilediği göz önünde bulundurulduğunda primer osteoartrit başlangıç yaşına göre 15-20 yıl daha erken artroz gelişebildiği anlamına gelmektedir [104–107]. Bu daha önceleri diz eklemindeki mekanik instabiliteye ve normal olmayan yüklenme paterni nedeniyle gelişen ek travmalara ve eklem kıkırdağının ilerleyen dejenerasyonuna atfedilmekteydi [108–110]. Ancak ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun başarılı olarak gerçekleştirildiği ve fonksiyonel olarak stabil olan hastalarda da %50-%60 arasında dejeneratif değişikliklerin devam ettiği gösterilmiştir. Bu durum araştırmacıların ek etiyojiler araştırmasına sebep olmuştur [112], [113]. Alternatif etiyojiler arasında travma sonrasında oluşan kemik iliği ödeminin potansiyel dejeneratif değişikliklerle ilgili olabileceği öne sürülmüştür [99], [114], [115].

Travma sonrasında subkondral kemik hasarının fraktür sonrası kallus formasyonu ile iyileşen bir kemik gibi iyileştiği ve bunun normal subkondral kemiğe nazaran daha sert bir yapıya sahip olduğu gösterilmiştir. Bunun sonucunda subkondral kemiğin eklem yüklenmelerine uyumunun bozulduğu ve dejeneratif sürecin başladığı öne sürülmüştür. Bozulan mikrodengeye eklem instabilitesinin getirdiği ek travmaların da eşlik etmesiyle makrodengenin de bozulduğu ve sonuç olarak dejeneratif sürecin başladığı öne sürülmüştür [105], [115]. Kemik iliği ödeminin sebep olan enerji miktarı da bu dejeneratif süreçte etkili olmaktadır. Bu LFK, LTP, MFK ve MTP’ de çeşitli yöntemlerle gösterilmiştir. Costa Paz ve arkadaşları MR çalışmasında ön çapraz bağ yaralanması olan ve lateral femoral kondilde subkondral kemikte çökme ve düzensizleşme olan 5 hastasında en az iki yıl sonrasında çekilen MR görüntülerde bu durumun sebat ettiğini göstermiştir [3]. Pedersen ve arkadaşları keçiler üzerinde yaptığı deneysel çalışmada medial femoral kondilin yük alan kısmına 0,6 J ve 1,2 J’lük kuvvet uyguladığında 1,2 J kuvvet uygulanan hastalarda ödemin daha uzun süre sebat ettiğini ve bunu göz önüne alarak uygulanan kuvvetin büyüklüğünün de dejeneratif süreçte rol oynayabileceğini belirtmişlerdir [116]. Theologis ve arkadaşları kartilaj dejenerasyonunu değerlendirmek için kullanılan T1 ρ MR görüntüleme yöntemini ön çapraz bağ yaralanması olan hastalarda kullanmış ve travma sonrası 1. yılda çekilen kontrol MR görüntüleme lateral tibia platosunda ödem olan bölgede T1 ρ değerinin yüksekliğinin devam ettiğini göstermiştir ve kartilaj kalınlığında azalmanın 1. yılda devam ettiğini gözlemlemişlerdir. Aynı çalışmada lateral tibiada başlangıç kemik

iliği ödemi volumü anlamlı olarak fazla çıkmış ve T1q değerinin yüksekliği ile korelasyonu olduğu söylenmiştir [13]. Libicher ve arkadaşları hayvan deneylerinde köpekler üzerinde dejeneratif artrit elde etmek için kullanılan ‘‘Pond Nuki’’ modelini ön çapraz bağı bağı kesilen köpekler üzerinde uygulamışlardır. Ön çapraz bağı kesilen köpeklerde tibia platosu posteromedialinde önce kemik iliği ödemi sonrasında ise osteofit formasyonu gözlemlemişlerdir [108]. Çalışmamızda kemik iliği ödemi derinliğinin bölgelere göre dereceleri tablo 10’da verilmiştir. Bu derecelerin travma anındaki absorbe edilen enerji miktarını yansıttığını düşünmekteyiz. Ancak hangi derece derinliğe sahip hastada artroz gelişimi ihtimali sık ve daha hızlı sorusu için uzun dönemli karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç var.

Ön çapraz bağ yaralanmasını açıklayan üzerinde uzlaşmaya varılmış genelgeçer bir açıklama olmamasına rağmen [98] 2 yaralanma mekanizması kabul görmüştür: diz eklemine travma sırasında gelen temas sonrası ön çapraz bağ yaralanması veya temas olmaksızın ön çapraz bağ yaralanması olarak 2 genel yaralanma mekanizması kullanılmaktadır [117–119]. Temas sonrası yaralanma diz eklemine lateralden gelen darbe sonrasında diz eklemine valgusa zorlanması sonucunda oluşmaktadır. Temas olmaksızın yaralanma ise diz eklemine 10°-20° fleksiyonu, tibianın iç rotasyonu ve diz eklemine valgusa zorlanması sırasında ekzantrik kuadriseps kası kasılmasıyla oluşmaktadır [117], [120–123]. Hastalarımızdaki yaralanma mekanizması sıklıkları temas sonrası yaralanmalarda %18,8 ve temas olmaksızın yaralanmalarda %81,2 olarak çıkmıştır. Bu oranlar literatürdeki oranlara benzer olarak çıkmıştır [15], [97].

Kemik iliği ödeminin yaralanma mekanizması ile doğru olarak ilişkilendirilebilmesi için travma sonrası MRG çekim zamanı önem arz etmektedir. Graf ve arkadaşları travma sonrası ilk altı haftadan sonra çekilen MRG’de kemik iliği ödeminin gerilediğini ve ÖÇB yaralanmasını için dolaylı bir işaret olma özelliğini kaybettiğini belirtmiştir [8]. Çalışmamızda travma sonrası MRG yapılma süresi 14,85 gün olarak bulunmuştur.

Ön çapraz bağ yaralanmalarının %80’inden fazlası travma anında temas olmaksızın gerçekleşmektedir. Bu sıklık nedeniyle ön çapraz bağ yaralanmalarını engellemek için önleyici eğitimler bu gruba yönelmiştir [45], [70], [124], [125]. Bu eğitimlerin başarısı hakkında değişkenlik gösteren çalışmalar bulunmaktadır [70],

[125–128]. Eğitim programlarının başarısızlığı hangi hareket paterninin ÖÇB yaralanmasına sebep olduğu tam olarak aydınlatılamamasına atfedilmektedir [117], [129–132]. Bundan dolayı bu programlardaki egzersiz programları geniş yelpazede uygulanmakta ve bunun sonucunda da hedeflenmesi gereken temel egzersiz programlarına odaklanılamamaktadır [133], [134].

Ön çapraz bağ yaralanması sırasında hastanın kamera görüntüleri incelenerek veya laboratuvar ortamında kadavra çalışmalarıyla dizin yaralanma anındaki pozisyonu tespit edilmeye çalışılmıştır [121], [129], [135–138]. Ancak kamera görüntüleme yaralanma anının tam tespit edilememesi, kamera ile oyuncu arasında açısal farkın açısal konumu hesaplamada hataya sebep olabilmesi, dizin pozisyonunu belirlemek için kemik belirteçlerin kamera ile tespitindeki zorluklar gibi durumlar kamera ile yapılan analizlerde de kısıtlılığa sebep olabilmektedir [129], [135], [139], [140]. Kadavra çalışmalarında da diz eklemindeki kompleks kas kuvvetlerini, dinamik kas reaksiyonlarını ve yüklenme paternlerini tespit etmek için in vivo ortamı tam olarak yansıtamaması kısıtlılık olarak söylenmektedir [121], [137], [138]. Bu kısıtlılıklar nedeniyle ön çapraz bağ yaralanma anını yansıttığından dolayı kemik iliği ödemi çeşitli çalışmalarda mekanizmayı aydınlatmak için kullanılmıştır [12], [95], [97]. Kim ve arkadaşları lateral ve medial kompartmandaki kemik iliği ödemi noktalarını karşı karşıya getirerek travma anında dizin uzaysal pozisyonunu tahmin etmeye çalışmışlardır. Travma anında dizin pozisyonunu yaklaşık tam ekstansiyonda (10° fleksiyon) iken meydana geldiğini ve tibianın bu anda 15° iç rotasyon, 5° valgus pozisyonunda 22 mm anteriora translase olduğunu tespit etmiştir [11]. Bu açılar ön çapraz bağın in vivo ve in vitro ön çapraz bağ gerginliğini ölçen çeşitli çalışmalarla uyumlu bulunmuştur [121], [141–145]. Sonuç olarak temas olmaksızın yaralanması olan rölatif olarak daha fazla görülen her iki diz kompartmanında kemik iliği ödemi olan hastalarda (çalışmamızda %71,7 hastada) MR görüntüleme kemik iliği ödemi kullanılarak travma mekanizmasında tibial anterior translasyon, iç rotasyon ve valgus kuvvetlerinin miktarı hakkında fikir sahibi olunabilir.

Temas sonrası gelişen yaralanma mekanizmasında geleneksel olarak diz eklemine sadece valgus kuvvetine maruz kalması sonucunda geliştiği düşünülmektedir [10], [97]. Ancak çoğu zaman diz eklemine gelen kuvvetin yönünden ve travma anında diz eklemine uzaysal konumundan dolayı valgus

kuvvetine rotasyon ve ön-arka traslasyonda eklenmektedir [11], [12]. Viskontas ve arkadaşlarının temas sonrası ve temas olmaksızın ön çapraz bağ yaralanmalarını karşılaştırdıkları çalışmada temas sonrası yaralanmalarda medial kompartmandaki ödem sıklığı valgus kuvveti baskınlığı nedeniyle temas sonrası ön çapraz bağı yaralanan hastalarda anlamlı olarak daha az sıklıkta bulunmuştur [97]. Ancak çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak medial kompartmanda kemik iliği ödemi dağılımını özellikle tibia medial platosunda temas sonrası yaralanması olan hastalarda temas olmaksızın yaralanması olan hastalara göre daha yüksek oranlarda çıkmıştır. Bu durum temas sonrası yaralanması olan hastalarımızda diz eklemine etki eden kuvvetin yöneliminin diz eklemine sadece valgusa zorlamamasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca temas sonrası ön çapraz bağı yaralanan hastalarımızda etki eden enerji miktarının fazlalığından dolayı da ödem genişliği medial kompartmanda fazla çıkmış olabilir. Valgus kuvvetinin daha az baskın olması literatürde in vivo çalışmalarla gösterilmiştir. Ön çapraz bağ gerginliğini ve uzunluğunu değerlendiren çalışmalarda valgus kuvvetinin bağın uzunluğu ve gerginliğine etkisinin minimal düzeyde olduğu gösterilmiştir [142], [144].

Kemik iliği ödeminin genişliğinin ve yaygınlığının travma sırasında etki eden kuvvet miktarıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir [11] [12] [15]. Bisson ve arkadaşları temas sonrası ön çapraz bağ yaralanması olan hastalarla temas olmaksızın ön çapraz bağ yaralanmasını karşılaştırdığında LTP'de daha yaygın kemik iliği ödemi tespit etmiş ancak LFC'de daha az yaygın ödem tespit etmiştir [15]. Viskontas ve arkadaşları ise yine benzer grupları karşılaştırdığında kemik iliği ödemi derinliği açısından her iki grup arasında istatistiksel anlamlı fark bulamamıştır [97]. Ön çapraz bağ yaralanması mekanizmasına göre hastalarımızda tespit edilen kemik iliği ödeminin niceliksel ve niteliksel olarak değerlendirdiğimizde 4 bölge için ödem yüzdeleri temas sonrası yaralanmalarda tibia platosunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 16). Bu değerleri Bisson ve arkadaşlarının tariflediği şekilde bu yüzde değerlerini sınıfladığımızda ise sadece tibia medial platosunda temas sonrası yaralanması olan hastalarda anlamlı fark tespit edildiği lateral tibia platosunda kemik iliği ödemi genişliği açısından farkın ortadan kalktığı görülmüştür. Yine Brittberg Winalski sınıflaması kullanıldığında her iki grupta kemik iliği ödem derinlikleri açısından istatistiksel fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). Çalışmamızda kemik iliği ödeminin yaralanma mekanizmasına göre nitelik ve niceliksel

değerlendirilmesi genel olarak literatür ile uyumlu bulunmuştur. Bisson ve arkadaşlarının çalışmasında tespit edilen farklılıklar kendi çalışma popülasyonlarındaki hastaların diz eklemine etki eden kuvvet miktarlarının farklılığına atfedilebilir.

Ön çapraz bağ yaralanma mekanizmasına göre diz içi yumuşak doku yaralanma sıklığı; kemik iliği ödeminin genişlik ve derinlik olarak karşılaştırılmasında olduğu gibi, her iki grupta da hem MRG bulgularında hem de artroskopi bulgularında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Menisküs yaralanmalarının menisküsleri etkilediği bölge sıklığı ve menisküs yırtığı morfolojileride her iki grupta benzer dağılım göstermiştir. Literatürde benzer şekilde yaralanma mekanizmasına göre hastalarda yumuşak doku yaralanmasını karşılaştıran çalışmalarda da benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı olarak fark bulunmamıştır [97]. Geleneksel olarak temas sonrası yaralanmalarda valgus kuvvetinin baskın olması beklenirken, temas olmaksızın yaralanma mekanizmasında ise pivot shift mekanizmasının baskın olması beklenmektedir. Ancak benzer çalışmalarda hem temas sonrası hem de temas olmaksızın ön çapraz bağı yaralanan hastalarda daha baskın kuvvetin diz eklemesindeki rotasyon ve anterior translasyondan kaynaklanıyor olmasından bahsedilmiştir [12], [97]. Ön çapraz bağı daha az fleksiyon derecesinde yaralanması, valgus kuvvetinin daha az düzeyde etkin olması in vivo çalışmalarla gösterilmiştir [142], [144]. Bu durumu destekler nitelikte olarak her iki mekanizma grubunda kemik iliği ödeminin yaklaşık benzer dağılım göstermesi ve özellikle medial kollateral ligaman yaralanmasından bahsedilebilir. Medial kollateral ligamanın temel fonksiyonu diz eklemine valgus kuvvetlerine karşı koymak ikincil olarak ise çapraz bağlar ile birlikte rotasyonel kuvvetlere direnç göstermektir. Çalışmamızda ve literatürdeki çalışmalarda temas sonrası valgus kuvvetininin sonucunda doğal olarak daha sık olarak yaralanmasını beklediğimiz medial kollateral ligaman yaralanması sıklığı her iki yaralanma mekanizması grubunda da benzer dağılıma sahip olarak çıkmıştır [12] [97]. Ön çapraz bağ yaralanmalarıyla birlikte olan medial kollateral ligaman yaralanması yaralanma mekanizmasına bakmaksızın daha az valgus kuvveti ve daha çok tibianın iç rotasyonu; anterior translasyonu ile birlikte olabileceğini göstermektedir.

Ön çapraz bağ yaralanması sonrası oluşan kemik iliği ödeminin sebep olan enerji miktarına göre lateral kompartmanda başladığı ve sonrasında ise medial kompartmanı da etkilediği öne sürülmüştür [12], [95]. Yoon ve arkadaşları yaptıkları çalışmada medial kompartmanın nadiren tek başına etkilendiğini tespit etmişler ve kemik iliği ödemi olan hasta grubunda %1 gibi bir oranda izole medial kompartman ödemi tespit etmişlerdir [12]. Bizim çalışmamızda da benzer olarak 144 hastanın sadece 6'sında medial kompartmanda izole kemik iliği ödemi tespit edilmiştir. Aynı çalışmada hastalar sadece lateral kompartmanın etkilendiği ve her iki kompartmanın etkilendiği şeklinde ikiye ayrılmış yumuşak doku yaralanmaları karşılaştırılmıştır. Medial ve lateral menisküs yaralanmaları her iki kompartmanında etkilendiği hastalarda sadece lateral kompartmanın etkilendiği hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş. Medial kollateral yaralanması açısından her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır [12]. Bizim çalışmamızda femur ve tibiadaki dört bölgenin tamamında kemik iliği ödemi olan hastalarda medial ve lateral menisküs yaralanma sıklığı sırasıyla %51,5 ve %66,7 olarak bulunmuştur. Ancak sadece lateral menisküs yaralanmaları dört bölgenin tamamında ödemi olan hastalarda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Medial menisküs ve medial kollateral bağ yaralanması açısından bu dört grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Yoon ve arkadaşlarının çalışmalarında öngördüğü şekilde çalışmamızda da diz eklemine gelen travmanın şiddetinin artmasıyla medial kompartman da etkilenmekte ve bu enerji miktarındaki artışla beraber yumuşak doku yaralanma sıklığı artabilmektedir.

Hastalarımızın geriye yönelik olarak taranması, yumuşak doku yaralanmalarının tespitinde MRG raporu olmayan hastaların çalışmacı tarafından yorumlanması, manyetik rezonans görüntüleme sonrası ameliyat süresinin hasta veya hastane bağımlı olarak uzun olması ve yapılan artroskopi ameliyatlarının tek merkezde ancak farklı cerrahlar tarafından yapılması çalışmamızın zayıf yönleri olarak sayılabilir.

7.SONUÇ

Ön çapraz bağ yaralanması sonrası gelişebilecek dejeneratif artrozun etiolojisinde rol oynayabilmesi, travma anında diz eklemının konumunun tahminiyle travmaya sebep olan yaralanma mekanizmasının anlaşılması, yaralanma sonrası diz eklemındaki ağrının devam etme süresine ve hasta memnuniyetine etki edebilmesi gibi ön çapraz bağ yaralanması sonrası oluşan kemik iliği ödemi; ön çapraz bağ yaralanmasının tanı almasında kullanılmasının dışında pek çok yararlı bilgiyi bize sunabilmektedir. Biz çalışmamızda ön çapraz bağ yaralanması sonucu oluşan kemik iliği ödeminin manyetik rezonans görüntüleme ile değerlendirdik. Kemik iliği ödeminin diz eklemında dağılımının sıklığını ve etkilenen bölgelerdeki ciddiyetini belirledik. Kemik iliği ödeminin ön çapraz bağ yaralanması sonrası diz eklemında sadece lateral kompartmanı etkilemediğini aynı zamanda medial kompartmanın da travmadan etkilenebileceğini gösterdik. Özellikle her iki tibia platosunun posterior kısmının etkilenmesi primer varus gonartrozundan farklı olarak ön çapraz bağı yaralanan hastalarda görülebilen posterior tibia platosunun artrozunun açıklayıcısı olabilir. Bu klinikte unikondiler diz protezinin neden ön çapraz bağı yaralanan hastalarda yapılmaması gerekliliğinin bir açıklayıcısı olabileceği gibi ön çapraz bağı yaralanan hastalarda artrozu engelleyebilecek cerrahi girişimler için yol gösterici olabilir. Ancak kemik iliği ödeminin derecesine göre hangi hastalarda ne zaman bu etkilerin ortaya çıktığını belirlemek için uzun dönemli çalışmalara ihtiyaç var. Kemik iliği ödeminin travma anında diz eklemine gelen enerji miktarını yansıtabileceğini, enerji miktarının artmasıyla beraber diz eklemının her iki kompartmanının da sıklıkla etkilenebileceğini ve bunun günlük pratikte özellikle lateral menisküs yaralanması ile beraber olabileceğini gösterdik. Kemik iliği ödemi manyetik rezonans görüntüleme ile tanı alma ihtimali azalan lateral menisküs yaralanmasının da dolaylı bir göstergesi olabilir ve yapılacak artroskopi ameliyatı lateral menisküs yaralanmasını belirlemek için daha dikkatli bir inceleme yapılmasını sağlayabilir.

8.KAYNAKÇA

- [1] G. Samitier, A. I. Marcano, E. Alentorn-Geli, R. Cugat, K. W. Farmer, and M. W. Moser, "Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.," *Arch. bone Jt. Surg.*, vol. 3, no. 4, pp. 220–40, Oct. 2015.
- [2] K. J. Faber, J. R. Dill, A. Amendola, L. Thain, A. Spouge, and P. J. Fowler, "Occult Osteochondral Lesions After Anterior Cruciate Ligament Rupture," *Am. J. Sports Med.*, vol. 27, no. 4, pp. 489–494, Jul. 1999.
- [3] M. Costa-Paz, D. L. Muscolo, M. Ayerza, A. Makino, and L. Aponte-Tinao, "Magnetic resonance imaging follow-up study of bone bruises associated with anterior cruciate ligament ruptures," *Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg.*, vol. 17, no. 5, pp. 445–449, May 2001.
- [4] K. P. Speer, C. E. Spritzer, F. H. Bassett, J. A. Feagin, and W. E. Garrett, "Osseous injury associated with acute tears of the anterior cruciate ligament," *Am. J. Sports Med.*, vol. 20, no. 4, pp. 382–389, Jul. 1992.
- [5] P. Ciuffreda *et al.*, "Mechanism of traumatic knee injuries and MRI findings," *Musculoskelet. Surg.*, vol. 97, no. S2, pp. 127–135, Aug. 2013.
- [6] M. Zanetti, E. Bruder, J. Romero, and J. Hodler, "Bone Marrow Edema Pattern in Osteoarthritic Knees: Correlation between MR Imaging and Histologic Findings," *Radiology*, vol. 215, no. 3, pp. 835–840, Jun. 2000.
- [7] K. N. Ryu *et al.*, "Bone bruises: MR characteristics and histological correlation in the young pig.," *Clin. Imaging*, vol. 24, no. 6, pp. 371–80, Nov 2000.
- [8] B. K. Graf, D. A. Cook, A. A. De Smet, and J. S. Keene, "Bone bruises" on magnetic resonance imaging evaluation of anterior cruciate ligament injuries," *Am. J. Sports Med.*, vol. 21, no. 2, pp. 220–223, Mar. 1993.
- [9] A. Amendola *et al.*, "Bone bruises in anterior cruciate ligament injured knee and long-term outcomes. A review of the evidence," *Open Access J. Sport. Med.*, vol. 6, p. 37, Feb. 2015.
- [10] T. G. Sanders, M. A. Medynski, J. F. Feller, and K. W. Lawhorn, "Bone Contusion Patterns of the Knee at MR Imaging: Footprint of the Mechanism of Injury," *RadioGraphics*, vol. 20, no. suppl_1, pp. S135–S151, Oct. 2000.
- [11] S. Y. Kim, C. E. Spritzer, G. M. Utturkar, A. P. Toth, W. E. Garrett, and L. E. DeFrate, "Knee Kinematics During Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury as Determined From Bone Bruise Location," *Am. J. Sports Med.*, vol. 43, no. 10, pp. 2515–2521, Oct. 2015.
- [12] K. H. Yoon, J. H. Yoo, and K.-I. Kim, "Bone Contusion and Associated Meniscal and Medial Collateral Ligament Injury in Patients with Anterior Cruciate Ligament Rupture," *J. Bone Jt. Surgery-American Vol.*, vol. 93, no. 16, pp. 1510–1518, Aug. 2011.
- [13] A. A. Theologis *et al.*, "Evaluation of bone bruises and associated cartilage in anterior cruciate ligament-injured and -reconstructed knees using quantitative T2ρ magnetic resonance imaging: 1-year cohort study.," *Arthroscopy*, vol. 27, no. 1, pp. 65–76, Jan. 2011.
- [14] J. B. Driban, S. Lohmander, and R. B. Frobell, "Posttraumatic Bone Marrow Lesion Volume and Knee Pain Within 4 Weeks After Anterior Cruciate Ligament Injury," *J. Athl. Train.*, vol. 52, no. 6, pp. 575–580, Jun. 2017.
- [15] L. J. Bisson, M. A. Kluczynski, L. S. Hagstrom, and J. M. Marzo, "A Prospective Study of the Association Between Bone Contusion and Intra-articular Injuries Associated With Acute Anterior Cruciate Ligament Tear," *Am. J. Sports Med.*, vol. 41, no. 8, pp. 1801–1807, Aug. 2013.
- [16] E. Herbst *et al.*, "The lateral femoral notch sign following ACL injury: frequency, morphology and relation to meniscal injury and sports activity," *Knee Surgery, Sport.*

Traumatol. Arthrosc., vol. 23, no. 8, pp. 2250–2258, Aug. 2015.

- [17] E. Ageberg, “Consequences of a ligament injury on neuromuscular function and relevance to rehabilitation - using the anterior cruciate ligament-injured knee as model,” *J. Electromyogr. Kinesiol.*, vol. 12, no. 3, pp. 205–12, Jun. 2002.
- [18] H. H. Pässler, “The history of the cruciate ligaments: some forgotten (or unknown) facts from Europe,” *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–6, 1993.
- [19] M. S. J. Hospodar and M. D. Miller, “Controversies in ACL Reconstruction: Bone-patellar Tendon-bone Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Remains the Gold Standard,” *Sports Med. Arthrosc.*, vol. 17, no. 4, pp. 242–246, Dec. 2009.
- [20] O. S. Schindler, “Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective,” *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 20, no. 1, pp. 5–47, Jan. 2012.
- [21] N. Davarinos, B. J. O’Neill, and W. Curtin, “A Brief History of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction,” *Adv. Orthop. Surg.*, vol. 2014, pp. 1–6, Apr. 2014.
- [22] “History of the Lachman test,” *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 216, pp. 302–3, Mar. 1987.
- [23] C. J. Gottsegen, B. A. Eyer, E. A. White, T. J. Learch, and D. Forrester, “Avulsion Fractures of the Knee: Imaging Findings and Clinical Significance,” *RadioGraphics*, vol. 28, no. 6, pp. 1755–1770, Oct. 2008.
- [24] A. Sebik, “On çapraz bağ yaralanmalarının tedavisinde tarihsel gelişim,” *Acta Orthop Traumatol Turc* vol 33, pp.363-368, 1999 .
- [25] J. A. Mérida-Velasco, I. Sánchez-Montesinos, J. Espín-Ferra, J. R. Mérida-Velasco, J. F. Rodríguez-Vázquez, and J. Jiménez-Collado, “Development of the human knee joint ligaments,” *Anat. Rec.*, vol. 248, no. 2, pp. 259–268, Jun. 1997.
- [26] A. Chhabra, J. S. Starman, M. Ferretti, A. F. Vidal, T. Zantop, and F. H. Fu, “Anatomic, Radiographic, Biomechanical, and Kinematic Evaluation of the Anterior Cruciate Ligament and Its Two Functional Bundles,” *J. Bone Jt. Surg.*, vol. 88, no. suppl_4, p. 2, Dec. 2006.
- [27] M. Ferretti, E. A. Levicoff, T. A. Macpherson, M. S. Moreland, M. Cohen, and F. H. Fu, “The Fetal Anterior Cruciate Ligament: An Anatomic and Histologic Study,” *Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg.*, vol. 23, no. 3, pp. 278–283, Mar. 2007.
- [28] A. A. Amis and G. P. Dawkins, “Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries,” *J. Bone Joint Surg. Br.*, vol. 73, no. 2, pp. 260–7, Mar. 1991.
- [29] E. K. Bicer, S. Lustig, E. Servien, T. A. S. Selmi, and P. Neyret, “Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament,” *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 18, no. 8, pp. 1075–1084, Aug. 2010.
- [30] S. P. Arnoczky, “Anatomy of the anterior cruciate ligament,” *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 172, pp. 19–25, Jan 1983.
- [31] W. N. Clarke, Henry D.; Kransdorf, Mark J.; Conley, Christopher R.; Pedersen, Henrik Bo; Scott, “Attachments of the Anterior and Posterior Cruciate Ligaments to the Femur,” in *Insall & Scott Surgery of the Knee*, 2018, pp. 2–49.
- [32] H. Steckel, J. S. Starman, M. H. Baums, H. M. Klinger, W. Schultz, and F. H. Fu, “Anatomy of the anterior cruciate ligament double bundle structure: a macroscopic evaluation,” *Scand. J. Med. Sci. Sport.*, vol: 17 (4) pp: 387-92 Jun. 2007.
- [33] W. Petersen and T. Zantop, “Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament with Regard to Its Two Bundles,” *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 454, pp. 35–47, Jan. 2007.
- [34] M. T. Gabriel, E. K. Wong, S. L.-Y. Woo, M. Yagi, and R. E. Debski, “Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads,” *J. Orthop. Res.*, vol. 22, no. 1, pp. 85–89, Jan. 2004.
- [35] M. M. Murray and M. Spector, “Fibroblast distribution in the anteromedial bundle of the

- human anterior cruciate ligament: The presence of α -smooth muscle actin-positive cells,” *J. Orthop. Res.*, vol. 17, no. 1, pp. 18–27, Jan. 1999.
- [36] F. G. Girgis, J. L. Marshall, and A. Monajem, “The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis.,” *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 106, pp. 216–31 Jan 1975.
- [37] F. Malagelada, J. Vega, P. Golanó, B. Beynon, and F. Ertem, *Knee Anatomy and Biomechanics of the Knee*. pp.1047-1072 jan 2015.
- [38] R. Scapinelli, “Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures,” *Clin. Anat.*, vol. 10, no. 3, pp. 151–162, 1997.
- [39] W. N. Clarke, Henry D.; Kransdorf, Mark J.; Conley, Christopher R.; Pedersen, Henrik Bo; Scott, “Middle genicular artery with supply to the cruciate ligaments,” in *Insall & Scott Surgery of the Knee.*, 2018, pp. 2–49.
- [40] L. Cleland, Joshua A., PT, DPT, PhD; Koppenhaver, Shane, PT, PhD; Su, Jonathan, PT, DPT, “Sciatic nerve and posterior femoral cutaneous nerve.,” in *Netter’s Orthopaedic Clinical Examination.*, 2016, pp. 323–395.
- [41] F. H. Fu, C. D. Harner, D. L. Johnson, M. D. Miller, and S. L. Woo, “Biomechanics of knee ligaments: basic concepts and clinical application.,” *Instr. Course Lect.*, vol. 43, pp. 137–48, 1994.
- [42] T. Zantop, W. Petersen, J. K. Sekiya, V. Musahl, and F. H. Fu, “Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction,” *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 14, no. 10, pp. 982–992, Sep. 2006.
- [43] M. F. Owings and L. J. Kozak, “Ambulatory and inpatient procedures in the United States, 1996.,” *Vital Health Stat. 13.*, no. 139, pp. 1–119, Nov. 1998.
- [44] E. Alentorn-Geli *et al.*, “Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates,” *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 17, no. 8, pp. 859–879, Aug. 2009.
- [45] L. Y. Griffin *et al.*, “Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies.,” *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, vol. 8, no. 3, pp. 141–50, May 2000.
- [46] R. Rossi, F. Dettoni, M. Bruzzone, U. Cottino, D. G. D’Elicio, and D. E. Bonasia, “Clinical examination of the knee: know your tools for diagnosis of knee injuries.,” *Sports Med. Arthrosc. Rehabil. Ther. Technol.*, vol. 3, p. 25, Oct. 2011.
- [47] F. M. Miller, Robert H.; Azar, “Knee Injuries,” in *Campbell’s Operative Orthopaedics.*, pp. 2121–2297.
- [48] B. Sonnery-Cottet *et al.*, “Anterolateral Ligament Expert Group consensus paper on the management of internal rotation and instability of the anterior cruciate ligament - deficient knee.,” *J. Orthop. Traumatol.*, vol. 18, no. 2, pp. 91–106, Jun. 2017.
- [49] S. Claes, E. Vereecke, M. Maes, J. Victor, P. Verdonk, and J. Bellemans, “Anatomy of the anterolateral ligament of the knee.,” *J. Anat.*, vol. 223, no. 4, pp. 321–8, Oct. 2013.
- [50] A. C. Kanakamedala *et al.*, “Lateral femoral notch depth is not associated with increased rotatory instability in ACL-injured knees: a quantitative pivot shift analysis,” *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 26, no. 5, pp. 1399–1405, May 2018.
- [51] D. M. Kean *et al.*, “Nuclear magnetic resonance imaging of the knee: examples of normal anatomy and pathology,” *Br. J. Radiol.*, vol. 56, no. 666, pp. 355–364, Jun. 1983.
- [52] T. G. Sanders, “Imaging of the Knee,” in *DeLee & Drez’s Orthopaedic Sports Medicine.*, pp. 1087–1100 jan 2015.
- [53] K. G. Shea *et al.*, “The American Academy of Orthopaedic Surgeons evidence-based guideline on management of anterior cruciate ligament injuries.,” *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol.

- 97, no. 8, pp. 672–4, Apr. 2015.
- [54] S. K. Dheerendra, W. S. Khan, R. Singhal, D. G. Shivarathre, R. Pydisetty, and D. Johnstone, “Anterior Cruciate Ligament Graft Choices: A Review of Current Concepts,” *Open Orthop. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 281–286, Jul. 2012.
- [55] K. F. Almqvist, P. Willaert, S. De Brabandere, K. Criel, and R. Verdonk, “A long-term study of anterior cruciate ligament allograft reconstruction,” *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 17, no. 7, pp. 818–822, Jul. 2009.
- [56] L. Yao and J. K. Lee, “Occult intraosseous fracture: detection with MR imaging,” *Radiology*, vol. 167, no. 3, pp. 749–751, Jun. 1988.
- [57] F. M. Vanhoenacker and A. Snoeckx, “Bone marrow edema in sports: General concepts,” *Eur. J. Radiol.*, vol. 62, no. 1, pp. 6–15, Apr. 2007.
- [58] V. Alanen, S. Taimela, J. Kinnunen, S. K. Koskinen, and E. Karaharju, “Incidence and clinical significance of bone bruises after supination injury of the ankle. A double-blind, prospective study,” *J. Bone Joint Surg. Br.*, vol. 80, no. 3, pp. 513–5, May 1998.
- [59] C. Lattermann *et al.*, “Are Bone Bruise Characteristics and Articular Cartilage Pathology Associated with Inferior Outcomes 2 and 6 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction?,” *Cartilage*, vol. 8, no. 2, pp. 139–145, Apr. 2017.
- [60] F. W. Roemer and K. Bohndorf, “Long-term osseous sequelae after acute trauma of the knee joint evaluated by MRI,” *Skeletal Radiol.*, vol. 31, no. 11, pp. 615–23, Nov. 2002.
- [61] N. Berger *et al.*, “Association between traumatic bone marrow abnormalities of the knee, the trauma mechanism and associated soft-tissue knee injuries,” *Eur. Radiol.*, vol. 27, no. 1, pp. 393–403, Jan. 2017.
- [62] C. . Peterfy *et al.*, “Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis,” *Osteoarthr. Cartil.*, vol. 12, no. 3, pp. 177–190, Mar. 2004.
- [63] M. Brittberg and C. S. Winalski, “Evaluation of cartilage injuries and repair,” *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 85–A Suppl 2, pp. 58–69, 2003.
- [64] V. K. Ciccotti MG, Shields CL, El Attrache NS: Meniscectomy. In Fu FH, Harner CD, “Meniscal Injury: Classification,” in *Knee surgery*, Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.
- [65] E. I. Rasenberg *et al.*, “Grading medial collateral ligament injury: comparison of MR imaging and instrumented valgus-varus laxity test-device. A prospective double-blind patient study,” *Eur. J. Radiol.*, vol. 21, no. 1, pp. 18–24, Nov. 1995.
- [66] R. B. Frobell *et al.*, “The acutely ACL injured knee assessed by MRI: are large volume traumatic bone marrow lesions a sign of severe compression injury?,” *Osteoarthr. Cartil.*, vol. 16, no. 7, pp. 829–36, Jul. 2008.
- [67] L. Y. Griffin *et al.*, “Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005,” *Am. J. Sports Med.*, vol. 34, no. 9, pp. 1512–32, Sep. 2006.
- [68] W. E. Garrett *et al.*, “American Board of Orthopaedic Surgery Practice of the Orthopaedic Surgeon: Part-II, certification examination case mix,” *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 88, no. 3, pp. 660–7, Mar. 2006.
- [69] M. de Loës, L. J. Dahlstedt, and R. Thomée, “A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports,” *Scand. J. Med. Sci. Sports*, vol. 10, no. 2, pp. 90–7, Apr. 2000.
- [70] T. E. Hewett, T. N. Lindenfeld, J. V. Riccobene, and F. R. Noyes, “The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes,” *Am. J. Sports Med.*, vol. 27, no. 6, pp. 699–706, Nov. 1999.
- [71] A. L. Ruiz, M. Kelly, and R. W. Nutton, “Arthroscopic ACL reconstruction: a 5-9 year follow-up,” *Knee*, vol. 9, no. 3, pp. 197–200, Sep. 2002.

- [72] K. B. Freedman, M. T. Glasgow, S. G. Glasgow, and J. Bernstein, "Anterior cruciate ligament injury and reconstruction among university students.," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 356, pp. 208–12, Nov. 1998.
- [73] D. J. Dandy, "The arthroscopic anatomy of symptomatic meniscal lesions.," *J. Bone Joint Surg. Br.*, vol. 72, no. 4, pp. 628–33, Jul. 1990.
- [74] J. V. Crues, R. Ryu, and F. W. Morgan, "Meniscal pathology. The expanding role of magnetic resonance imaging.," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 252, pp. 80–7, Mar. 1990.
- [75] A. A. De Smet and B. K. Graf, "Meniscal tears missed on MR imaging: relationship to meniscal tear patterns and anterior cruciate ligament tears.," *AJR. Am. J. Roentgenol.*, vol. 162, no. 4, pp. 905–11, Apr. 1994.
- [76] R. N. Tandogan *et al.*, "Analysis of meniscal and chondral lesions accompanying anterior cruciate ligament tears: relationship with age, time from injury, and level of sport.," *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, vol. 12, no. 4, pp. 262–70, Jul. 2004.
- [77] M. Cipolla, A. Scala, E. Gianni, and G. Puddu, "Different patterns of meniscal tears in acute anterior cruciate ligament (ACL) ruptures and in chronic ACL-deficient knees. Classification, staging and timing of treatment.," *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, vol. 3, no. 3, pp. 130–4, 1995.
- [78] J. B. Duncan, R. Hunter, M. Purnell, and J. Freeman, "Meniscal injuries associated with acute anterior cruciate ligament tears in alpine skiers.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 23, no. 2, pp. 170–2, Mar. 1995.
- [79] G. A. Paletta, D. S. Levine, S. J. O'Brien, T. L. Wickiewicz, and R. F. Warren, "Patterns of meniscal injury associated with acute anterior cruciate ligament injury in skiers.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 20, no. 5, pp. 542–7, Sep. 1992.
- [80] J. C. Yoo, J. H. Ahn, S. H. Lee, and Y. C. Yoon, "Increasing incidence of medial meniscal tears in nonoperatively treated anterior cruciate ligament insufficiency patients documented by serial magnetic resonance imaging studies.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 37, no. 8, pp. 1478–83, Aug. 2009.
- [81] P. A. Indelicato and E. S. Bittar, "A perspective of lesions associated with ACL insufficiency of the knee. A review of 100 cases.," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 198, pp. 77–80, Sep. 1985.
- [82] A. A. De Smet and R. Mukherjee, "Clinical, MRI, and Arthroscopic Findings Associated with Failure to Diagnose a Lateral Meniscal Tear on Knee MRI," *Am. J. Roentgenol.*, vol. 190, no. 1, pp. 22–26, Jan. 2008.
- [83] C. G. Peterfy, D. L. Janzen, P. F. Tirman, C. F. van Dijke, M. Pollack, and H. K. Genant, "“Magic-angle” phenomenon: a cause of increased signal in the normal lateral meniscus on short-TE MR images of the knee.," *AJR. Am. J. Roentgenol.*, vol. 163, no. 1, pp. 149–54, Jul. 1994.
- [84] V. Mandalia, A. J. B. Fogg, R. Chari, J. Murray, A. Beale, and J. H. L. Henson, "Bone bruising of the knee," *Clin. Radiol.*, vol. 60, no. 6, pp. 627–636, Jun. 2005.
- [85] M. D. Miller, J. R. Osborne, W. T. Gordon, D. T. Hinkin, and M. R. Brinker, "The natural history of bone bruises. A prospective study of magnetic resonance imaging-detected trabecular microfractures in patients with isolated medial collateral ligament injuries.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 26, no. 1, pp. 15–9, Jan. 1998.
- [86] M. E. Schweitzer, D. Tran, D. M. Deely, and E. L. Hume, "Medial collateral ligament injuries: evaluation of multiple signs, prevalence and location of associated bone bruises, and assessment with MR imaging.," *Radiology*, vol. 194, no. 3, pp. 825–9, Mar. 1995.
- [87] P. W. J. Vincken, B. P. M. Ter Braak, A. R. van Erkel, E. G. Coerkamp, W. M. C. Mallens, and J. L. Bloem, "Clinical consequences of bone bruise around the knee.," *Eur. Radiol.*, vol. 16, no. 1, pp. 97–107, Jan. 2006.
- [88] B. J. Murphy, R. L. Smith, J. W. Uribe, C. J. Janecki, K. S. Hechtman, and R. A.

- Mangasarian, "Bone signal abnormalities in the posterolateral tibia and lateral femoral condyle in complete tears of the anterior cruciate ligament: a specific sign?," *Radiology*, vol. 182, no. 1, pp. 221–4, Jan. 1992.
- [89] K. P. Spindler *et al.*, "Prospective study of osseous, articular, and meniscal lesions in recent anterior cruciate ligament tears by magnetic resonance imaging and arthroscopy.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 21, no. 4, pp. 551–7, Jul. 1993.
- [90] F. Cerabona, M. F. Sherman, J. R. Bonamo, and J. Sklar, "Patterns of meniscal injury with acute anterior cruciate ligament tears.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 16, no. 6, pp. 603–9, Nov. 1988.
- [91] A. Mitsou and P. Vallianatos, "Meniscal injuries associated with rupture of the anterior cruciate ligament: a retrospective study.," *Injury*, vol. 19, no. 6, pp. 429–31, Nov. 1988.
- [92] K. Shirakura, Y. Kobuna, S. Kizuki, M. Terauchi, and N. Fukasawa, "Untreated acute anterior cruciate ligament tears of the knee: progression and the influence of associated injuries.," *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, vol. 3, no. 2, pp. 62–7, 1995.
- [93] C. W. Hayes and C. A. Coggins, "Sports-Related Injuries of the Knee: An Approach to MRI Interpretation," *Clin. Sports Med.*, vol. 25, no. 4, pp. 659–679, Oct. 2006.
- [94] C. W. Hayes, M. K. Brigido, D. A. Jamadar, and T. Propeck, "Mechanism-based pattern approach to classification of complex injuries of the knee depicted at MR imaging.," *Radiographics*, vol. 20 Spec No, no. suppl_1, pp. S121–34, Oct. 2000.
- [95] P. A. Kaplan, R. H. Gehl, R. G. Dussault, M. W. Anderson, and D. R. Diduch, "Bone contusions of the posterior lip of the medial tibial plateau (contrecoup injury) and associated internal derangements of the knee at MR imaging.," *Radiology*, vol. 211, no. 3, pp. 747–53, Jun. 1999.
- [96] K. P. Speer, R. F. Warren, T. L. Wickiewicz, L. Horowitz, and L. Henderson, "Observations on the injury mechanism of anterior cruciate ligament tears in skiers.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 23, no. 1, pp. 77–81, Jan. 1995.
- [97] D. G. Viskontas, B. M. Giuffre, N. Duggal, D. Graham, D. Parker, and M. Coolican, "Bone Bruises Associated with ACL Rupture," *Am. J. Sports Med.*, vol. 36, no. 5, pp. 927–933, May 2008.
- [98] A. D. Vellet, P. H. Marks, P. J. Fowler, and T. G. Munro, "Occult posttraumatic osteochondral lesions of the knee: prevalence, classification, and short-term sequelae evaluated with MR imaging.," *Radiology*, vol. 178, no. 1, pp. 271–6, Jan. 1991.
- [99] M. A. Rosen, D. W. Jackson, and P. E. Berger, "Occult osseous lesions documented by magnetic resonance imaging associated with anterior cruciate ligament ruptures.," *Arthroscopy*, vol. 7, no. 1, pp. 45–51, 1991.
- [100] T. Bretlau, J. Tuxøe, L. Larsen, U. Jørgensen, H. S. Thomsen, and G. Lausten, "Bone bruise in the acutely injured knee," *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 10, no. 2, pp. 96–101, Mar. 2002.
- [101] A. Paakkala, P. Sillanpää, H. Huhtala, T. Paakkala, and H. Mäenpää, "Bone bruise in acute traumatic patellar dislocation: volumetric magnetic resonance imaging analysis with follow-up mean of 12 months.," *Skeletal Radiol.*, vol. 39, no. 7, pp. 675–82, Jul. 2010.
- [102] K. Szkopek, T. Warming, K. Neergaard, H. L. Jørgensen, H. E. Christensen, and M. Krogsgaard, "Pain and knee function in relation to degree of bone bruise after acute anterior cruciate ligament rupture.," *Scand. J. Med. Sci. Sports*, vol. 22, no. 5, pp. 635–42, Oct. 2012.
- [103] R. Kijowski *et al.*, "Short-term clinical importance of osseous injuries diagnosed at MR imaging in patients with anterior cruciate ligament tear.," *Radiology*, vol. 264, no. 2, pp. 531–41, Aug. 2012.
- [104] R. J. Hawkins, G. W. Misamore, and T. R. Merritt, "Followup of the acute nonoperated isolated anterior cruciate ligament tear.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 14, no. 3, pp. 205–10, May

1986.

- [105] P. H. Marks and M. L. C. Donaldson, "Inflammatory cytokine profiles associated with chondral damage in the anterior cruciate ligament-deficient knee.," *Arthroscopy*, vol. 21, no. 11, pp. 1342–7, Nov. 2005.
- [106] F. R. Noyes, P. A. Mooar, D. S. Matthews, and D. L. Butler, "The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals.," *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 65, no. 2, pp. 154–62, Feb. 1983.
- [107] H. Roos, T. Adalberth, L. Dahlberg, and L. S. Lohmander, "Osteoarthritis of the knee after injury to the anterior cruciate ligament or meniscus: the influence of time and age.," *Osteoarthr. Cartil.*, vol. 3, no. 4, pp. 261–7, Dec. 1995.
- [108] M. Libicher, M. Ivancic, M. Hoffmann, V. Hoffmann, and W. Wenz, "Early changes in experimental osteoarthritis using the Pond-Nuki dog model: technical procedure and initial results of in vivo MR imaging.," *Eur. Radiol.*, vol. 15, no. 2, pp. 390–4, Feb. 2005.
- [109] R. L. Barrack, J. D. Bruckner, J. Kneisl, W. S. Inman, and A. H. Alexander, "The outcome of nonoperatively treated complete tears of the anterior cruciate ligament in active young adults.," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 259, pp. 192–9, Oct. 1990.
- [110] F. R. Noyes, G. H. McGinniss, and L. A. Mooar, "Functional disability in the anterior cruciate insufficient knee syndrome. Review of knee rating systems and projected risk factors in determining treatment.," *Sports Med.*, vol. 1, no. 4, pp. 278–302, 1984.
- [111] W. J. McDaniel and T. B. Dameron, "Untreated ruptures of the anterior cruciate ligament. A follow-up study.," *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 62, no. 5, pp. 696–705, Jul. 1980.
- [112] D. M. Daniel, M. Lou Stone, B. E. Dobson, D. C. Fithian, D. J. Rossman, and K. R. Kaufman, "Fate of the ACL-injured Patient," *Am. J. Sports Med.*, vol. 22, no. 5, pp. 632–644, Sep. 1994.
- [113] A. Ferretti, F. Conteduca, A. De Carli, M. Fontana, and P. P. Mariani, "Osteoarthritis of the knee after ACL reconstruction.," *Int. Orthop.*, vol. 15, no. 4, pp. 367–71, 1991.
- [114] H. J. Mankin, "The response of articular cartilage to mechanical injury.," *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 64, no. 3, pp. 460–6, Mar. 1982.
- [115] T. Vincent, M. Hermansson, M. Bolton, R. Wait, and J. Saklatvala, "Basic FGF mediates an immediate response of articular cartilage to mechanical injury," *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 99, no. 12, pp. 8259–8264, Jun. 2002.
- [116] D. R. Pedersen, G. Y. El-Khoury, D. R. Thedens, M. Saad-Eldine, P. Phisitkul, and A. Amendola, "Bone contusion progression from traumatic knee injury: association of rate of contusion resolution with injury severity.," *Open access J. Sport. Med.*, vol. 8, pp. 9–15, Jan. 2017.
- [117] B. P. Boden, G. S. Dean, J. A. Feagin, and W. E. Garrett, "Mechanisms of anterior cruciate ligament injury.," *Orthopedics*, vol. 23, no. 6, pp. 573–8, Jun. 2000.
- [118] K. D. Shelbourne and G. A. Rowdon, "Anterior Cruciate Ligament Injury," *Sport. Med.*, vol. 17, no. 2, pp. 132–140, Feb. 1994.
- [119] P. Faunø and B. Wulff Jakobsen, "Mechanism of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Soccer," *Int. J. Sports Med.*, vol. 27, no. 1, pp. 75–79, Jan. 2006.
- [120] S. Colby, A. Francisco, B. Yu, D. Kirkendall, M. Finch, and W. Garrett, "Electromyographic and kinematic analysis of cutting maneuvers. Implications for anterior cruciate ligament injury.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 28, no. 2, pp. 234–40, Mar. 2000.
- [121] G. Demorat, P. Weinholt, T. Blackburn, S. Chudik, and W. Garrett, "Aggressive Quadriceps Loading Can Induce Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury," *Am. J. Sports Med.*, vol. 32, no. 2, pp. 477–483, Mar. 2004.
- [122] L. J. Huston, M. L. Greenfield, and E. M. Wojtys, "Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. Potential risk factors.," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 372, pp. 50–63, Mar.

2000.

- [123] J. P. McConkey, "Anterior cruciate ligament rupture in skiing," *Am. J. Sports Med.*, vol. 14, no. 2, pp. 160–164, Mar. 1986.
- [124] J. Gilchrist *et al.*, "A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 36, no. 8, pp. 1476–83, Aug. 2008.
- [125] R. P. Pfeiffer, K. G. Shea, D. Roberts, S. Grandstrand, and L. Bond, "Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury.," *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 88, no. 8, pp. 1769–74, Aug. 2006.
- [126] F. R. Noyes and S. D. Barber-Westin, "Neuromuscular retraining intervention programs: do they reduce noncontact anterior cruciate ligament injury rates in adolescent female athletes?," *Arthroscopy*, vol. 30, no. 2, pp. 245–55, Feb. 2014.
- [127] S. D. Barber-Westin, F. R. Noyes, S. T. Smith, and T. M. Campbell, "Reducing the Risk of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries in the Female Athlete," *Phys. Sportsmed.*, vol. 37, no. 3, pp. 49–61, Oct. 2009.
- [128] B. R. Mandelbaum *et al.*, "Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 33, no. 7, pp. 1003–10, Jul. 2005.
- [129] T. E. Hewett, J. S. Torg, and B. P. Boden, "Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism.," *Br. J. Sports Med.*, vol. 43, no. 6, pp. 417–22, Jun. 2009.
- [130] A. M. Chaudhari and T. P. Andriacchi, "The mechanical consequences of dynamic frontal plane limb alignment for non-contact ACL injury.," *J. Biomech.*, vol. 39, no. 2, pp. 330–8, Jan. 2006.
- [131] B. Dai, D. Herman, H. Liu, W. E. Garrett, and B. Yu, "Prevention of ACL injury, part I: injury characteristics, risk factors, and loading mechanism.," *Res. Sports Med.*, vol. 20, no. 3–4, pp. 180–97, Jul. 2012.
- [132] S. G. McLean, "The ACL injury enigma: we can't prevent what we don't understand.," *J. Athl. Train.*, vol. 43, no. 5, pp. 538–40, Sep. 2008.
- [133] G. D. Myer, K. R. Ford, J. Khoury, P. Succop, and T. E. Hewett, "Development and validation of a clinic-based prediction tool to identify female athletes at high risk for anterior cruciate ligament injury.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 38, no. 10, pp. 2025–33, Oct. 2010.
- [134] J. Goetschius *et al.*, "Application of a clinic-based algorithm as a tool to identify female athletes at risk for anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study with a nested, matched case-control analysis.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 40, no. 9, pp. 1978–84, Sep. 2012.
- [135] T. Krosshaug *et al.*, "Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases.," *Am. J. Sports Med.*, vol. 35, no. 3, pp. 359–67, Mar. 2007.
- [136] O.-E. Olsen, G. Myklebust, L. Engebretsen, and R. Bahr, "Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball," *Am. J. Sports Med.*, vol. 32, no. 4, pp. 1002–1012, Jun. 2004.
- [137] J. Hashemi, R. Breighner, T.-H. Jang, N. Chandrashekar, S. Ekwaro-Osire, and J. R. Slauterbeck, "Increasing pre-activation of the quadriceps muscle protects the anterior cruciate ligament during the landing phase of a jump: An in vitro simulation," *Knee*, vol. 17, no. 3, pp. 235–241, Jun. 2010.
- [138] T. J. Withrow, L. J. Huston, E. M. Wojtys, and J. A. Ashton-Miller, "The effect of an impulsive knee valgus moment on in vitro relative ACL strain during a simulated jump landing.," *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*, vol. 21, no. 9, pp. 977–83, Nov. 2006.

- [139] H. Koga *et al.*, “Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball,” *Am. J. Sports Med.*, vol. 38, no. 11, pp. 2218–25, Nov. 2010.
- [140] T. Krosshaug and R. Bahr, “A model-based image-matching technique for three-dimensional reconstruction of human motion from uncalibrated video sequences,” *J. Biomech.*, vol. 38, no. 4, pp. 919–29, Apr. 2005.
- [141] D. L. Butler, F. R. Noyes, and E. S. Grood, “Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study,” *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 62, no. 2, pp. 259–70, Mar. 1980.
- [142] B. C. Fleming *et al.*, “The effect of weightbearing and external loading on anterior cruciate ligament strain,” *J. Biomech.*, vol. 34, no. 2, pp. 163–70, Feb. 2001.
- [143] G. M. Utturkar *et al.*, “The effects of a valgus collapse knee position on in vivo ACL elongation,” *Ann. Biomed. Eng.*, vol. 41, no. 1, pp. 123–30, Jan. 2013.
- [144] K. A. Taylor *et al.*, “In vivo measurement of ACL length and relative strain during walking,” *J. Biomech.*, vol. 46, no. 3, pp. 478–83, Feb. 2013.
- [145] J.-L. Wu, A. Hosseini, M. Kozanek, H. R. Gadikota, T. J. Gill, and G. Li, “Kinematics of the Anterior Cruciate Ligament During Gait,” *Am. J. Sports Med.*, vol. 38, no. 7, pp. 1475–1482, Jul. 2010.

9. EKLER

EK-1: TUEK Kararı

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
METİN SABANCI BALTAĞIMANI KEMİK HASTALIKLARI EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
TIPTA UZMANLIK EĞİTİM KURULU

KARAR TARİHİ: 17.05.2018
KARAR NO: 29

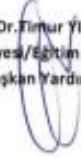
BAŞKAN: Prof.Dr.M.AKİF KAYGUSUZ
BAŞKAN YARDIMCISI: Doç.Dr.Timur YILDIRIM
ÜYELER: Prof.Dr.Kahraman ÖZTÜRK
Doç.Dr.M.Fırat YAĞMURLU
Doç.Dr.Ş.Sarper GÜRSU

KARAR


Hastanemiz Ortopedi ve Travmatoloji Asistanlığına atanarak 27.01.2014 tarihinde görevine başlayan As.Dr.Ramazan HALI'nin, Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği'nin 19.maddesi gereğince hazırlaması gereken tezinin; konusunun "Akut Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Oluşan Kemik Ödeminin MR Görüntüleme İle Haritalanması ve Ödem Bölgesine Göre Ligaman ve/veya Menisküs Yaralanması İlişkisinin Değerlendirilmesi" olarak belirlenmesine ve Doç.Dr.Şükrü Sarper GÜRSU'nun tez danışmanı olarak tayin edilmesine,


Tıpta Uzmanlık Eğitim Kurulu tarafından oy birliği ile karar verilmiştir.


Prof.Dr.Mehmet Akif KAYGUSUZ
Hastane Yöneticisi/ Başhekim
Başkan


Doç.Dr.Timur YILDIRIM
Öğretim Üyesi/Eğitim Koordinatörü
Başkan Yardımcısı


Prof.Dr.Kahraman ÖZTÜRK
El Cerrahisi Eğitim Sorumlusu
Üye


Doç.Dr.M.Fırat YAĞMURLU
Ort. ve Travm. Eğitim Görevlisi
Üye


Doç.Dr.Şükrü Sarper GÜRSU
Ort. ve Travm. Öğretim Üyesi
Üye

10. ÖZGEÇMİŞ

Ramazan Hali 18.04.1988 yılında Kayseri’de doğdu. İlköğretimini Gazioğlu ve 50.Yıl Dedeman İlköğretim okullarında okudu. Lise öğrenimini Kayseri İstikbal Lisesi’nde tamamladı. 2006-2013 yılları Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi adına Ankara Gazi Üniversitesi’nde lisans öğrenimini tamamladı. 2013 yılındaki tıpta uzmanlık sınavında başarılı olarak Sağlık Bilimleri Üniversitesi Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği’nde asistan doktor olarak göreve başladı. 2014 yılından bu yana Ortopedi ve Travmatoloji asistanı olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

Dr.Ramazan Hali

ramazan_8838@hotmail.com