



Ön çapraz bağ iki demetinin 1.5 tesla manyetik rezonans görüntüleme ile değerlendirilmesi

Alper KAYA, Demet KARADAĞ,* Berk GÜÇLÜ, Funda UÇAR,* İ. Teoman BENLİ

Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, *Radyoloji Anabilim Dalı

Amaç: Ön çapraz bağ (ÖÇB) anatomisi ile ilgili çalışmalar normal ÖÇB'nin anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) olmak üzere işlevsel iki demetten oluştuğunu göstermiştir. Çalışmamızda normal ÖÇB'nin her iki demeti, klinikte rutin olarak kullanılan 1.5 tesla manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile değerlendirildi.

Çalışma planı: Çalışmaya, ÖÇB yetersizliği olmayan ve çeşitli nedenlerle diz MRG tetkiki yapılan 150 hasta (96 kadın, 54 erkek; ort. yaş 33.4±11.6; dağılım 18-59) alındı. Hastaların standart diz MRG'leri (77 sağ, 73 sol) ÖÇB'nin ayır edilebilir demetleri açısından bir ortopedi uzmanı ve radyoloji uzmanı tarafından bağımsız olarak değerlendirildi. Tüm sagittal ve koronal kesitlerde ÖÇB'nin ve demetlerinin tibia platosuyla yaptığı açılar ölçüldü. Ayrıca, birincil sorunları nedeniyle artroskopik cerrahi tedavi uygulanan 64 hastanın (%42.7) artroskopi bulguları MRG bulgularıyla karşılaştırıldı.

Sonuçlar: Tüm MRG'lerde ÖÇB'nin sağlam olduğu görüldü. Doksan üç hastada (%62) ÖÇB aksiyel, koronal ve sagittal planlarda tek demet olarak izlenirken, 57 hastada (%38) iki demet olarak izlendi. Çift demet olarak izlenen planlar, 14 hastada (%9.3) her üç plan, 41 hastada (%27.3) aksiyel ve koronal planlar, bir hastada (%0.7) koronal ve sagittal planlar, bir hastada (%0.7) ise sadece koronal plan idi. Tek demet olarak değerlendirilen MRG'lerde, ÖÇB ile tibia platosu arasındaki açı sagittal planda ortalama 55.3°, koronal planda ise 70.3° ölçüldü. Çift demet olarak değerlendirilen MRG'lerde ise, AM demetin tibia platosuyla yaptığı açı koronal planda ortalama 70.1°, sagittal planda 55.1° bulundu; bu değerler PL demet için sırasıyla ortalama 81° ve 53.5° idi. Sagittal, koronal ve aksiyel MR görüntülerinde ÖÇB'nin çift demet olarak izlenebilirliği cinsiyet ve tarafla ilişkili bulunmadı (p>0.05). İzlenebilir demet sayısı açısından her bir plan için gözlemciler arasında anlamlı fark bulunmadı (p>0.05). Artroskopi yapılan tüm hastalarda ÖÇB'nin bütünlüğünün tam ve işlevsel olduğu, tamamında her iki demetin de bulunduğu görüldü. Bu hastaların sadece %42.2'sinde MRG ile bir veya birden fazla planda ÖÇB çift demet olarak izlenmişti.

Çıkarımlar: Klinikte rutin olarak kullanılan 1.5 tesla standart MRG ile ÖÇB çok yüksek oranda görüntülenebilirken, ÖÇB'nin iki demet görüntüsü hastaların ancak üçte birinde izlenebilmektedir.

Anahtar sözcükler: Ön çapraz bağ/radyoloji; diz yaralanması/tanı; manyetik rezonans görüntüleme.

Ön çapraz bağ (ÖÇB), tibianın femura göre anterior yer değiştirmesini sınırlayarak eklem stabilitesine katkıda bulunan ve dizde en sık yaralanan bağ yapılarından biridir.^[1-4] Genel olarak yüksek riskli sporlarla uğraşan kişilerde ÖÇB yaralanma sıklığı daha fazladır.^[5-7]

Anatomik ve embriyolojik çalışmalar insan ÖÇB'sinin iki ayrı işlevsel demetten oluştuğunu göstermiştir.^[8-14] Bu iki demetin adlandırılması tibia platosundaki yapışma yerleri göz önüne alınarak yapılmaktadır.^[15] Anteromedial demet (AM), tibia pla-

Yazışma adresi: Dr. Alper Kaya, Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dr. Rıdvan Ege Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Mevlana Bulvarı (Konya Yolu), 86-88, 06520 Balgat, Ankara. Tel: 0312 - 204 41 26 e-posta: alperkaya@yahoo.com

Başvuru tarihi: 17.03.2009 **Kabul tarihi:** 01.10.2009

© 2010 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

tosunda interkondiler çıkıntının orta ön bölümünde, daha medialden başlayarak femoral tarafta lateral femoral kondil medial duvarının proksimal bölümünde yer alırken, posterolateral (PL) demet tibia-da AM demetin posterolateralinde, lateral menisküs arka boynuzunun en medial ucunun hemen önünden başlayarak femurda lateral femoral kondilin kıkırdak kenarına yakın daha ön bölümüne uzanır.^[10-12] Anteromedial demet diz eklem hareket açıklığı boyunca, özellikle de fleksiyonda ön-arka yer değiştirmeyi sınırlarken, PL demet öne tibial yer değiştirmeyi ve diz rotasyonunu, özellikle ekstansiyonda sınırlar ve ikisi birlikte dizin dengesine katkıda bulunurlar.^[16-18] Anteromedial demet diz fleksiyonunda gerginken, PL demet diz ekstansiyonunda gergindir ve ekstansiyonda iki demet birbirine paralel olmaya yaklaşırken, fleksiyonda çaprazlaşarak geniş tabanlı bir yapılaşma gösterirler (Şekil 1).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ÖÇB'nin doğal yapısı ve yaralanmaları hakkında bilgi veren ve sık kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Artroskopik verilerle karşılaştırılan geniş serilerde, ÖÇB'nin patolojik durumlarını göstermede MRG'nin duyarlılığı %90-94, özgüllüğü %95-100 olarak bildirilmiştir.^[19-24] Manyetik rezonans görüntüleme normal ÖÇB, femur lateral kondilde interkondiler çentiğin en arka bölgesinde yer alan femoral yapılaşma yerinden tibial interkondiler çıkıntının ön bölümündeki tibial yapılaşma yerine uzanım gösterir. Normal ÖÇB'nin yönelimi interkondiler çentiğin tavanına yaklaşık olarak paraleldir.^[20,25] Diz MRG'leri normalde ekstansiyonda çekildiğinden, sagittal planda PL demet gergin, her iki demet de bir-

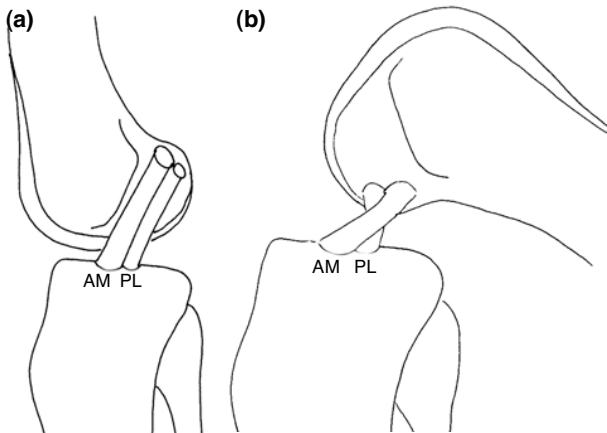
birine yaklaşık paralel konumdadır. Manyetik rezonans görüntüleme normal ve tam yırtılmış ÖÇB'nin görüntülenmesinde yüksek doğruluğa sahipken, çift demet yapısı hakkındaki bilgilerimiz henüz yeterli değildir.^[26-28] Rutin MRG ile genellikle değerlendirilen AM demettir ve PL demet hakkında daha az bilgi alınabilmektedir.^[28]

Çalışmamızda, dizin radyolojik görüntülenmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri olan ve kliniklerde rutin kullanılan 1.5 tesla standart MRG işlemiyle normal ÖÇB'nin çift demet anatomisi hakkında bilgi edinmek amaçlandı. Anatomik çalışmalarla kanıtlanmış olan, insanda ÖÇB'nin iki demetten oluştuğu bilgisinden yola çıkarak, rutin diz MRG'lerinde ÖÇB'nin çift demet olarak izlenebileceğini düşündük. Literatürde 0.2 ve 3 tesla MRG ile yapılan az sayıda çalışma bulunmakta,^[28,29] ancak 1.5 tesla MRG ile yapılmış klinik çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızın ÖÇB'nin normal MRG anatomisine katkı sağlayabileceğini ve çift demet ÖÇB tamirleri sonrası MRG değerlendirmeleri için kılavuz olabileceğini düşünülmüştür.

Hastalar ve yöntem

Çalışmaya, Ocak-Ekim 2008 arasında, hastane-miz Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'ne travmatik olmayan diz yakınmalarıyla başvuran 150 hasta (96 kadın, 54 erkek; ort. yaş 33.4±11.6; dağılım 18-59) alındı. Bir ortopedi uzmanı tarafından hastaların birincil yakınma ve bulguları değerlendirildikten sonra Lachman, pivot shift ve ön çekmece testleri yapıldı. Bu test bulguları negatif olan, ÖÇB yetersizliğine ait öykü, yakınma ve fizik inceleme bulguları olmayan ve başka yakınmalar nedeniyle diz MRG incelemesi gereken 60 yaşın altındaki hastalar çalışmaya alındı. Her hasta için demografik bilgiler, çalışmanın tarihi, birincil öntanılar kaydedildi (Tablo 1).

Ön çapraz bağın anatomi ve işlevini bozabilecek veya MRG'de ÖÇB'nin görüntülenmesine engel olabilecek yakınma ve fizik inceleme bulguları olan hastalar (instabilite, akut travma, infrapatellar plika, sinovyal hipertrofi, enflamatuvar artrit, efüzyon, eklem gevşekliği) çalışmaya alınmadı. Hastaların öntanılarını kronik zeminde medial menisküs yırtığı, lateral menisküs yırtığı, kronik kondral lezyonlar, plika sendromları, patellofemoral sorunlar, osteonekroz, birleşik lezyonlar idi; bir bölümünde ise, konservatif



Şekil 1. (a) Fleksiyonda ve (b) ekstansiyonda ön çapraz bağın anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) demetlerinin konumlarını gösteren şematik çizimler.

Tablo 1		
Hastaların özellikleri ve birincil klinik ve MRG tanıları		
	Sayı	Yüzde
Cinsiyet		
Erkek	54	36.0
Kadın	96	64.0
Taraf		
Sağ	77	51.3
Sol	73	48.7
MRG'de sağlam ön çapraz bağ	150	100.0
Klinik ve MRG tanıları		
Medial menisküs yırtığı	21	14.0
Lateral menisküs yırtığı	14	9.3
Kondral lezyonlar	23	15.3
Medial plika	13	8.7
Osteonekroz	11	7.3
Patellofemoral patolojiler	24	16.0
Birleşik lezyonlar	23	15.3
Normal klinik ve MRG bulguları	21	14.0

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme.

yöntemlerle ağrının geçmemesi ve öntanı konulaması nedeniyle MRG istenmişti (Tablo 1).

Her hastaya, diz eklemi ekstansiyonda iken, aksiyel T2, proton yoğunluk ağırlıklı, sagittal T1 ağırlıklı ve T2 inversiyon recovery; koronal T1 ve T2 ağırlıklı görüntüleri içeren standart MRG çekildi. Her çekim 1.5 tesla kapalı MRG sistemi (Signa Excite, GE Medical Systems, Waukesha, WI, ABD) ile yapıldı. Manyetik rezonans görüntüleme protokolü sagittal spin eko T1 proton yoğunluk ağırlıklı ve gradyen koronal spin eko T1 proton yoğunluk ağırlıklı ve aksiyel proton yoğunluk ağırlıklı görüntüler içerdi. Ek görüntü ve planlar uygulanmadı.

Manyetik rezonans görüntüleri, ÖÇB'nin ayırt edilebilir demetleri açısından, aynı ortopedi uzmanı ve MRG deneyimi olan bir radyoloji uzmanı tarafından bağımsız olarak değerlendirildi. Her gözlemci, koronal, sagittal ve aksiyel planlarda ÖÇB'nin AM ve/veya PL demetlerinin seçilebilirliğini değerlendirdi ve bulguları kaydetti (Şekil 2, 3). Daha sonra hastalar bilgisayardan rastgele yöntemle seçilerek ve ilk değerlendirme sonucu bilinmeden ikinci kez aynı uzmanlarca değerlendirilip kaydedildi.

Altmış dört hastaya (%42.7) aynı dönemde birincil tanılarına bağlı endikasyonlarla artroskopik cerrahi tedavi uygulandı. Cerrahi tedavi sırasında ÖÇB'nin sağlamlığı ve demetleri incelendi.

Tüm sagittal ve koronal kesitlerde ÖÇB'nin tibia platosuna göre uzanımları açısız olarak belirlendi. Tibia platosuna paralel (tibia cisminde dik) çizgi ile ÖÇB'nin (çift demet görülenlerde AM ve PL demetlerin) uzun eksenini arasındaki açılar bilgisayarda ölçülerek kaydedildi (GE Medical Systems, Centricity Enterprise) (Şekil 4).

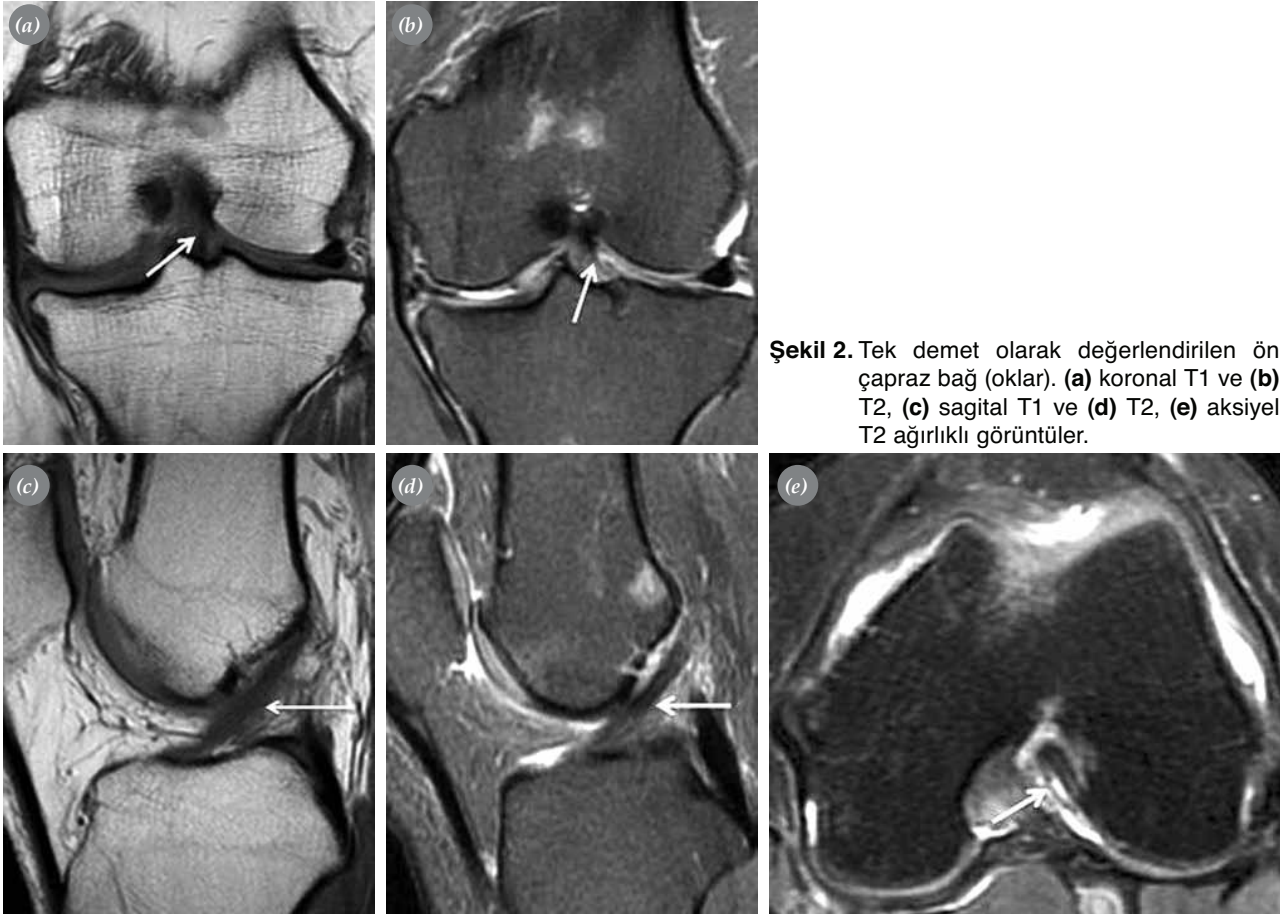
İstatistiksel değerlendirme

Her iki gözlemci, her hasta için ve farklı zamanlarda iki kez olmak üzere, üç MRG planında ÖÇB'nin görülebilen demet sayısını kaydetti. Hastaların yaş ortalaması, kadın ve erkeklerde görüntülenebilen demet sayıları, sagittal ve koronal planlarda AM ve PL demetlerin tibia platosuyla yaptıkları açıların ortalamaları belirlendi. Her görüntüleme planı için, cinsiyet ve taraf ile tek veya çift demet görüntülenebilmesi arasında ilişki olup olmadığı Pearson ki-kare test ile incelendi. Hipotezimiz, çift demet görüntülenebilmesinin cinsiyet ve taraftan bağımsız olması gerektiği idi. Ayrıca, tanımlayıcı analiz yöntemiyle gözlemciler arasında anlamlı fark olup olmadığı değerlendirildi. Tüm istatistiksel hesaplamalar SPSS (Windows, sürüm 16.0) paket programı kullanılarak yapıldı.

Sonuçlar

Toplam 150 hastada 77 sağ, 73 sol diz MRG'si değerlendirildi (Tablo 2). Tüm MRG'lerde ve artroskopi yapılan hastalarda ÖÇB'nin sağlam olduğu, anatomik bir varyasyon olmadığı görüldü.

Tablo 2			
Görülebilir demetler, tarafları ve görüldüğü planlar			
	Tek demet	Çift demet	Toplam
Taraf			
Sağ diz	42	35	77
Sol diz	51	22	73
Cinsiyet			
Kadın	61	35	96
Erkek	32	22	54
<i>Toplam</i>	93	57	150
Planlar			
Aksiyel-koronal-sagittal	93	14	
Aksiyel-koronal	–	41	
Koronal-sagittal		1	
Koronal		1	



Şekil 2. Tek demet olarak değerlendirilen ön çapraz bağ (oklar). (a) koronal T1 ve (b) T2, (c) sagittal T1 ve (d) T2, (e) aksiyel T2 ağırlıklı görüntüler.

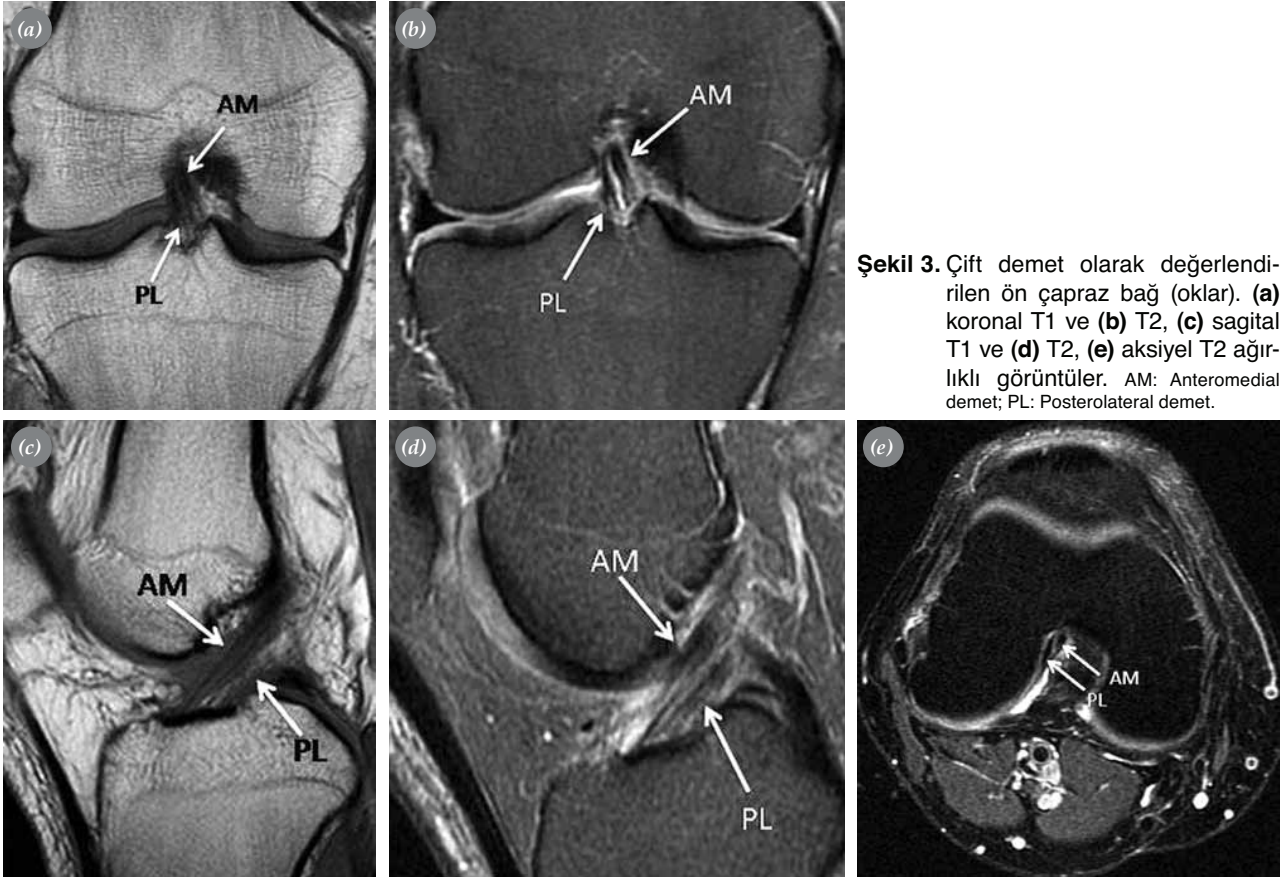
Doksan üç hastada (%62) ÖÇB aksiyel, koronal ve sagittal planlarda tek demet olarak izlenirken, 57 hastada (%38) ÖÇB çift demet olarak izlendi. Çift demet olarak izlenen planlar, 14 hastada (%9.3) her üç plan, 41 hastada (%27.3) aksiyel ve koronal planlar, bir hastada (%0.7) koronal ve sagittal planlar, bir hastada (%0.7) ise sadece koronal plan idi (Tablo 2).

Cinsiyet dağılımı açısından, ÖÇB 35 kadın, 22 erkek hastada çift demet olarak izlendi (Tablo 2). Kadınların %63.5'inde, erkeklerin %59.3'ünde tek demet; kadınların %36.5'inde, erkeklerin %40.7'sinde çift demet olarak görüldü. Sagittal, koronal ve aksiyel MR görüntülerinde ÖÇB'nin çift demet olarak izlenebilirliğinin cinsiyet ve tarafla ilişkisi değerlendirildiğinde, ÖÇB'nin çift demet olarak görülebilirliğinin cinsiyet ve taraftan etkilenmediği görüldü ($p>0.05$; Tablo 3).

Birincil tanılarının tedavisi için diz artroskopisi yapılan 64 hastada (%42.7) ÖÇB ayrıntılı olarak değerlendirildi. Anteromedial demet diz fleksiyonda iken, PL demet ise diz 4 pozisyonunda iken,

artroskopi çengeliyle uzanımları, tibial ve femoral yapışma yerleri ve sağlımlıkları açısından incelendi (Şekil 5). Tüm hastalarda ÖÇB'nin bütünlüğünün tam ve işlevsel olduğu, tamamında her iki demetin

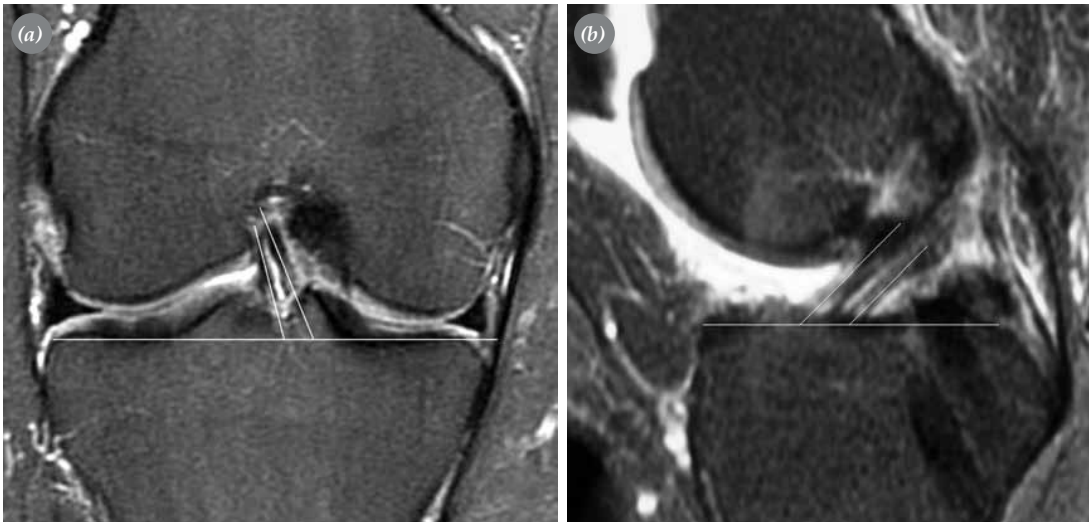
Tablo 3		
Cinsiyet ve taraf ile ön çapraz bağın MRG koronal, aksiyel ve sagittal kesitlerinde çift demet olarak görüntülenmesi arasındaki ilişki		
	Pearson ki-kare <i>p</i>	Süreklilik düzeltmesi <i>p</i>
Cinsiyet-		
Koronal kesitler		0.731
Aksiyel kesitler		0.805
Sagittal kesitler		0.955
Taraf		
Koronal kesitler	0.829	
Aksiyel kesitler	0.839	
Sagittal kesitler		1.00



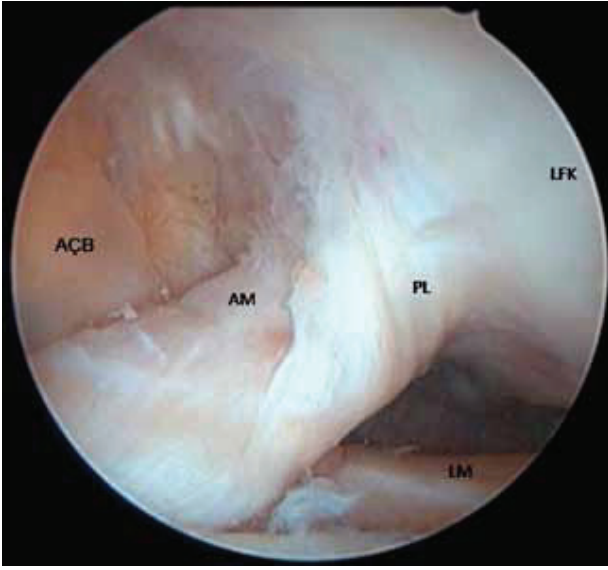
Şekil 3. Çift demet olarak değerlendirilen ön çapraz bağ (oklar). (a) koronal T1 ve (b) T2, (c) sagittal T1 ve (d) T2, (e) aksiyel T2 ağırlıklı görüntüler. AM: Anteromedial demet; PL: Posterolateral demet.

de bulunduğu görüldü. Artroskopik incelemede çift demetli ÖÇB izlenen 64 hastanın MRG bulgularına bakıldığında, bunların sadece %42.2'sinde (27 hasta) bir veya birden fazla planda çift demet izlendiği görüldü.

Her planda (koronal, sagittal ve aksiyel) gözlemcilerin değerlendirebildikleri demet sayısı göz önüne alınarak yapılan tanımlayıcı analizde, her bir plan için gözlemciler arasında anlamlı fark olmadığı görüldü (sırasıyla $p=0.48$, $p=0.31$, $p=0.49$).



Şekil 4. (a) Sagittal ve (b) koronal T2 ağırlıklı görüntülerde her iki demetin tibia platosu ile olan açısall ilişkileri.



Şekil 5. Diz artroskopisi sırasında ön çapraz bağın iki demetinin görüntülenmesi. AÇB: Arka çapraz bağ; AM: Anteromedial demet; PL: Posterolateral demet; LFK: Lateral femoral kondil; LM: Lateral menisküs.

Tek demet olarak değerlendirilen MRG'lerde, ÖÇB ile tibia platosu arasındaki açı sagittal planda ortalama 55.3° (dağılım 53.2° - 56.9°), koronal planda ise ortalama 70.3° (dağılım 69.3° - 72.5°) ölçüldü. Çift demet olarak değerlendirilen MRG'lerde ise, AM demetin tibia platosuyla yaptığı açı koronal planda ortalama 70.1° (dağılım 68.8° - 72.2°), sagittal planda ortalama 55.1° (dağılım 53.4° - 57.2°) bulundu; bu değerler PL demet için sırasıyla ortalama 81° (dağılım 78.6° - 83.3°) ve 53.5° (dağılım 52° - 56.4°) idi.

Tartışma

Ön çapraz bağ radyolojik olarak düz grafi, artrografi ve MRG ile değerlendirilebilmektedir. Düz grafiler, yırtık sonrasında Hoffa yağ yastıkçığında bulanıklık, eklem efüzyonu, interkondiler çıkıntının avulsiyon kırıkları ve lateral olukta impaksiyon gibi bulguları göstermekle birlikte, normal ÖÇB'nin bütünlüğü ve kemik bulgusu olmayan yırtıklar hakkında oldukça sınırlı bilgi vermektedir.^[25] Kontrastlı artrografi ise diz eklemi içine iyotlu kontrast madde verilerek yapılan girişimsel bir işlemdir ve bu yöntemle çapraz bağların bulguları dolaylı olarak görüntülenebilmektedir. Günümüzde ÖÇB ile ilgili en iyi ve girişimsel olmayan yardımcı tanı aracı olan MRG ile ilgili ilk bildirimler 1980'lerde ortaya çıkmaya başlamıştır.^[25,30,31] Reicher ve ark.nın^[30] 1985 yılında, dizin normal MRG'siyle

ilgili yayımladıkları çalışmada, sınırları net olmakla birlikte sagittal kesitlerde ÖÇB'nin izlendiği gösterilmiştir.

Anatomik, biyomekanik ve embriyolojik olarak normal ÖÇB'nin işlevsel olarak iki ayrı demetten oluştuğunu gösteren çalışmaların ışığında, günümüzde bazı yazarlar ÖÇB yırtık şeklinin daha ayrıntılı tanınmasını ve rotasyonel stabilite için her iki demetin de ayrı ayrı onarılmasını içeren anatomik tamirler yapılmasını önermektedirler. Çift demet ÖÇB tamirleri bazı merkezler tarafından daha yaygın bir yöntem olarak günümüzde artan sıklıkta kullanılmaktadır.^[10,11,13,14,16,32-35] Bu tekniği savunan yazarlar, normal anatomiye olabildiğince taklit ederek daha iyi klinik sonuçlar alınabileceğini, greft yetmezliği ve ekstansiyonda sıkışma gibi sorunların azalacağını öne sürmektedirler. Normal ÖÇB'nin MRG bulguları bilinmekle birlikte, çift demet yapısının MRG'deki görüntüleri ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Normal ÖÇB MRG'de, sagittal planda Blumensaat çizgisine yaklaşık olarak paralel, tibia platosuyla ortalama 55 derecelik bir açı yapan, lateral femoral kondilin posteromedial fossasından inferomediale, tibial interkondiler çıkıntının anteromedialine uzanan bir yapı şeklinde görülür.^[36,37] Çalışmamız standart planlarda, kliniklerde yaygın olarak kullanılan 1.5 tesla MRG ile ve ek kesit alınmadan normal ÖÇB'nin iki demetinin ne oranda görüntülenebildiğini ortaya koymak ve çift demetin MRG görüntüsünü tanımlamak amacıyla yapılmıştır.

Starman ve ark.^[28] 74 dizde 0.2 tesla MRG ile normal ÖÇB'yi incelemişler ve çift demetin bir arada, düşük alan güçlü (0.2 T) MRG'de standart kesitlerle ayırt edilemediğini bildirmişlerdir. Anılan çalışmada AM demet çoğu planda yüksek sıklık ve güvenilirlikte görülebilmeye karşın, PL demet çok daha düşük oranda izlenmiş ve üç gözlemciden (1 radyoloji uzmanı, 2 ortopedi ve travmatoloji asistanı) hiçbiri her iki demeti bir arada gözleyememiştir. Ayrıca, 10 dizi 1.5 tesla MRG ile incelediklerinde, 1.5 tesla MRG'nin iki demetin ayrı ayrı görüntülenmesini kolaylaştırdığını gözlemişler, ancak görüntülemenin standart kalması için bu incelemeyi çalışma dışı bırakmışlardır. Yazarlar, daha güçlü çözünürlükte MRG ile iki demetin görüntülenmesinin mümkün olabileceği sonucuna varmışlardır.

Steckel ve ark.^[29] altı kadavra dizini 2D ve 3D 3 tesla ultra yüksek alan MRG ile oblik sagittal ve

oblik koronal görüntüler olarak incelemişler, hem sagittal hem de koronal oblik planların anatomiye anlamak için eşit oranda yararlı olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlar bir başka çalışmalarında altı kadavra dizinde 3 tesla MRG ile kısmi yırtıkları görüntülemeye çalışmışlar; AM demetin PL demete göre tüm planlarda daha iyi görüntülediğini, PL demetin ise parakoronal planlarda sagittal plana göre daha iyi ayırt edilebildiğini belirtmişlerdir.^[38] Üç tesla MRG teknolojisiyle oblik sagittal ve koronal görüntülerle kısmi ÖÇB yırtıklarının ayırımı yapmak daha kolay görünmektedir. Öte yandan, ÖÇB yırtıklarını değerlendirmek için ek oblik planların yararlı olduğunu savunan Kwon ve ark.^[39] normal kesitlerin yorumlanmasıyla oblik, koronal ve sagittal kesitlerin yorumlanması arasında duyarlık bakımından anlamlı fark olmadığını, özgüllük ve doğruluk bakımından fark olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, normal kesitlere ek olarak sadece sagittal oblik kesitlerin, sadece koronal oblik kesitlerin veya her iki oblik kesitin de incelenmesinin duyarlık, özgüllük ve doğruluk açısından anlamlı fark yaratmadığını bildirmişlerdir. Bu bilgiler, ÖÇB'nin MRG ile en doğru hangi plan ve kesitlerde değerlendirilebileceğinin hala çok net olmadığını göstermektedir.

Çalışmamızda, anılan çalışmalardan farklı olarak, normal ÖÇB anatomisi 1.5 tesla MRG ile incelendi ve oblik kesitler eklenmeden, tüm hastalarda ÖÇB'nin sağlam olduğu, ancak 1.5 tesla MRG'nin çift demetin gösterilmesinde yetersiz olduğu görüldü. Tüm örneklerin ancak %38'inde çift demet görüntüsü izlenebildi. Deneyimli bir radyolog ve bir ortopedi uzmanı tarafından yapılan bağımsız değerlendirmelerde gözlemciler arasında anlamlı fark bulunmadı. Yukarıda belirtilen iki çalışmaya göre,^[28,29] hem hasta sayısının fazla olması, hem de daha sıklıkla kullanılan 1.5 tesla MRG ile değerlendirme yapılması çalışmamızın farklı yönlerindedir. Ayrıca, daha önce hiçbir çalışmada değerlendirilmemiş olan, koronal ve sagittal planlarda ÖÇB'nin her iki demetinin tibia platosuyla yaptığı açılarının belirlenmesi de literatüre katkıda bulunabileceğini düşündüğümüz noktalardandı. Bu bulguların ÖÇB yaralanması sonrası cerrahi tedavinin planlanmasına ve cerrahi tedavi sonrası MRG değerlendirmelerine katkısı olacağını düşünüyoruz.

Poellinger ve ark.^[40] tarafından çift demet ÖÇB tamiri sonrası yapılan MRG değerlendirmesinde tünel çapları, greft yönelimleri incelenmiş ve tibial ve

femoral tünellerin tibia ve femur cisim eksenine olan açısal ilişkileri ortaya konmuştur. Anteromedial tünelin tibia platosuyla yaptığı açı koronal planda ortalama 45°, sagittal planda ortalama 49°, PL tünelin tibia platosuyla yaptığı açılar ise koronal planda ortalama 74°, sagittal planda ortalama 55° bulunmuştur. Çalışmamızda bu açılar AM demet için koronal ve sagittal planlarda sırasıyla 70.1° ve 55.1°, PL demet için 81° ve 53.5° olarak hesaplanmıştır. İki çalışmada ölçülen değerler arasındaki farklar, anılan çalışmada^[40] tünel açılarının, çalışmamızda ise demetlerin uzun eksenlerinin tibia platosuyla yaptığı açılarının ölçülmesinden kaynaklanmış olabilir. Özellikle AM tünelde gözlenen açı farklılığı için, demetlerin tünelin devamında, tünele yaklaşık paralel konumda seyrettiği göz önüne alınmalıdır. Anatomiye yakın tamirlerin başarılı klinik sonuçlar için gerekli olduğu düşünüldüğünde, normal değerlerin bilinmesinin önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Çalışmamızın bazı kısıtlamaları bulunmaktadır. Öncelikle çalışmada incelediğimiz hastalar ÖÇB'nin öykü, fizik inceleme ve MRG ile normal bulunduğu hastalardı. Ön çapraz bağda kısmi veya tam yetersizlik olduğu düşünülen ya da şüpheli muayene bulguları olan hastalar çalışmaya alınmadı. Hastaların yaklaşık üçte birinde artroskopik olarak ÖÇB'nin sağlam olduğu doğrulansa da tamamına artroskopik girişim yapılmamıştır. Ancak, tüm hastaların sonuçları ile artroskopi yapılan hastaların sonuçları arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Sonuç olarak, anatomik ve biyomekanik çalışmaların gösterdiği gibi, insanda ÖÇB anatomik ve işlevsel açıdan farklı özellikler taşıyan iki demet içermektedir. Ancak, hastaların ancak üçte birinde ÖÇB'nin iki demet görüntüsü 1.5 tesla MRG incelemelerine yansımaktadır.

Kaynaklar

1. Akpınar S. Ön çapraz bağ yaralanmalarında epidemiyoloji ve oluş mekanizması. In: Ön çapraz bağ cerrahisi, Tandoğan NR, editör. Ankara: Türk Spor Yaralanmaları, Artroskopi, Diz Cerrahisi Derneği Yayınları; 2002. s. 11-15.
2. Brown CH Jr, Carson EW. Revision anterior cruciate ligament surgery. Clin Sports Med 1999;18:109-71.
3. Lee S, Seong SC, Jo CH, Han HS, An JH, Lee MC. Anterior cruciate ligament reconstruction with use of autologous quadriceps tendon graft. J Bone Joint Surg [Am] 2007;89 Suppl 3:116-26.
4. Barrance PJ, Williams GN, Snyder-Mackler L, Buchan-

- an TS. Do ACL-injured copers exhibit differences in knee kinematics? An MRI study. *Clin Orthop Relat Res* 2007;(454):74-80.
5. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:141-50.
 6. Gwinn DE, Wilckens JH, McDevitt ER, Ross G, Kao TC. The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *Am J Sports Med* 2000;28:98-102.
 7. Joseph C, Pathak SS, Aravinda M, Rajan D. Is ACL reconstruction only for athletes? A study of the incidence of meniscal and cartilage injuries in an ACL-deficient athlete and non-athlete population: an Indian experience. *Int Orthop* 2008;32:57-61.
 8. Chhabra A, Starman JS, Ferretti M, Vidal AF, Zantop T, Fu FH. Anatomic, radiographic, biomechanical, and kinematic evaluation of the anterior cruciate ligament and its two functional bundles. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006;88 Suppl 4:2-10.
 9. Ferretti M, Levicoff EA, Macpherson TA, Moreland MS, Cohen M, Fu FH. The fetal anterior cruciate ligament: an anatomic and histologic study. *Arthroscopy* 2007; 23:278-83.
 10. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J. Femoral insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry and arthroscopic orientation models for double-bundle bone tunnel placement-a cadaver study. *Arthroscopy* 2008;24:585-92.
 11. Takahashi M, Doi M, Abe M, Suzuki D, Nagano A. Anatomical study of the femoral and tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of human anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 2006;34:787-92.
 12. Tsukada H, Ishibashi Y, Tsuda E, Fukuda A, Toh S. Anatomical analysis of the anterior cruciate ligament femoral and tibial footprints. *J Orthop Sci* 2008;13:122-9.
 13. Mochizuki T, Muneta T, Nagase T, Shirasawa S, Akita KI, Sekiya I. Cadaveric knee observation study for describing anatomic femoral tunnel placement for two-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2006; 22:356-61.
 14. Edwards A, Bull AM, Amis AA. The attachments of the anteromedial and posterolateral fibre bundles of the anterior cruciate ligament. Part 2: femoral attachment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16:29-36.
 15. Gobbi A, Arrigoni P, Francisco R. Arthroscopic double bundle anterior cruciate ligament reconstruction using only the semitendinosus tendon. *European Musculoskeletal Review* 2007;March;85-6.
 16. Shen W, Jordan S, Fu F. Review article: anatomic double bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Surg* 2007;15:216-21.
 17. Nyland J, Landes S, Crawford C, Chang HC, Nawab A, Caborn DN. Anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: maximizing benefits while minimizing complexity: a balanced potential approach. *Tech Knee Surg* 2007;6:191-203.
 18. Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debski RE, Fu FH, Woo SL. Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2002; 30:660-6.
 19. Sampson MJ, Jackson MP, Moran CJ, Shine S, Moran R, Eustace SJ. Three Tesla MRI for the diagnosis of meniscal and anterior cruciate ligament pathology: a comparison to arthroscopic findings. *Clin Radiol* 2008;63:1106-11.
 20. Witte DH. Magnetic resonance imaging in orthopaedics. In: Canale ST, Beaty JH, editors. *Campbell's operative orthopaedics*. Vol. 1, 11th ed. Philadelphia: Mosby, Elsevier; 2008. p. 130-59.
 21. Cotten A, Delfaut E, Demondion X, Lapègue F, Boukhe- lifa M, Boutry N, et al. MR imaging of the knee at 0.2 and 1.5 T: correlation with surgery. *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:1093-7.
 22. Thomas S, Pullagura M, Robinson E, Cohen A, Banasz- kiewicz P. The value of magnetic resonance imaging in our current management of ACL and meniscal injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:533-6.
 23. Behairy NH, Dorgham MA, Khaled SA. Accuracy of rou- tine magnetic resonance imaging in meniscal and ligamen- tous injuries of the knee: comparison with arthroscopy. *Int Orthop* 2009;33:961-7.
 24. Sarpel Y, Toğrul E, Eskandari M, Tan İ, Baytok G, Bıçakçı K. Menisküs ve ön çapraz bağ yırtıklarının tanısında manyetik rezonans görüntüleme bulguları ile artrosko- pinin karşılaştırılması. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1997; 31:237-9.
 25. Moore SL. Imaging the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am* 2002;33:663-74.
 26. Kocabay Y, Tetik O, Isbell WM, Atay OA, Johnson DL. The value of clinical examination versus magnetic resonance im- aging in the diagnosis of meniscal tears and anterior cruci- ate ligament rupture. *Arthroscopy* 2004;20:696-700.
 27. Tsai KJ, Chiang H, Jiang CC. Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament rupture. *BMC Musculoskelet Disord* 2004;5:21.
 28. Starman JS, Vanbeek C, Armfield DR, Sahasrabudhe A, Baker CL 3rd, Irrgang JJ, et al. Assessment of normal ACL double bundle anatomy in standard viewing planes by magnetic resonance imaging. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:493-9.
 29. Steckel H, Vadala G, Davis D, Fu FH. 2D and 3D 3-tesla magnetic resonance imaging of the double bundle structure in anterior cruciate ligament anatomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:1151-8.
 30. Reicher MA, Rauschnig W, Gold RH, Bassett LW, Lufkin RB, Glen W Jr. High-resolution magnetic resonance imag- ing of the knee joint: normal anatomy. *AJR Am J Roentgenol* 1985;145:895-902.

31. Mesgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A. Magnetic resonance imaging of the knee and correlation with normal anatomy. *Radiographics* 1988;8:707-33.
32. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Kuriwaka M, Ito Y. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. Single-versus double-bundle multistranded hamstring tendons. *J Bone Joint Surg [Br]* 2004;86:515-20.
33. Buoncristiani AM, Tjoumakaris FP, Starman JS, Ferretti M, Fu FH. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2006;22:1000-6.
34. Tashman S, Collon D, Anderson K, Kolowich P, Anderst W. Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:975-83.
35. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Kitamura N, Tanabe Y, Tohyama H, et al. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy* 2004;20:1015-25.
36. Manaster BJ, Crim J, Rosenberg ZS, editors. *Knee. In: Diagnostic and surgical imaging anatomy: knee, ankle, foot.* Utah: Amirsys Inc.; 2007. p. 96-113.
37. Gentili A, Seeger LL, Yao L, Do HM. Anterior cruciate ligament tear: indirect signs at MR imaging. *Radiology* 1994;193:835-40.
38. Steckel H, Vadala G, Davis D, Musahl V, Fu FH. 3-T MR imaging of partial ACL tears: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:1066-71.
39. Kwon JW, Yoon YC, Kim YN, Ahn JH, Choe BK. Which oblique plane is more helpful in diagnosing an anterior cruciate ligament tear? *Clin Radiol* 2009;64:291-7.
40. Poellinger A, Scheffler S, Hamm B, Asbach P. Magnetic resonance imaging of double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Skeletal Radiol* 2009;38:309-15.