

Başarısız ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda klinik ve radyolojik değerlendirme

Clinical and radiological evaluation in failed anterior cruciate ligament reconstruction

Ahmet Fırat¹, Yasin Erdoğan², Aziz Ahmet Ulaş²

¹İstinye Üniversitesi, VM Medicalpark Ankara Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

²Ankara Etlik Şehir Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

Günümüzde ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu (ÖÇB-R) sonrası başarısızlık oranları %3,2-%11,2 arasında değişmektedir. Başarısız ÖÇB-R, multifaktöriyel bir etiolojiye sahip olup; teknik hatalar, greft seçimi, biyomekanik faktörler, travma ve hasta ilişkili değişkenler gibi birçok faktör nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda başarısızlığın en önemli sebebinin teknik hatalardan kaynaklı olduğu ortaya konulmuştur. Değerlendirme süreci; anamnez, fizik muayene ve görüntüleme yöntemlerinin (radyografi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme) birlikte ele alınmasını gerektirir. Klinik bulgular ile radyolojik verilerin birleştirilmesi, başarısızlığın altında yatan nedenlerini ortaya koyarak kişiye özgü revizyon stratejisinin belirlenmesini sağlar. Sonuç olarak, başarısız ÖÇB-R'nin yönetiminde sistematik ve çok yönlü bir değerlendirme yaklaşımı, cerrahi başarının artırılmasında kritik öneme sahiptir.

Anahtar sözcükler: ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu; revizyon cerrahisi; tünel malpozisyonu; greft başarısızlığı

Currently, failure rates after anterior cruciate ligament reconstruction (ACL-R) range from 3,2% to 11,2%. Failed ACL-R has a multifactorial etiology and arises due to many factors including technical errors, graft selection, biomechanical factors, trauma, and patient-related variables. Studies have shown that the most significant cause of failure is technical errors. The evaluation process requires a combination of anamnesis, physical examination, and imaging methods (radiography, computed tomography, and magnetic resonance imaging). Combining clinical findings with radiological data reveals the underlying causes of failure and allows for the determination of a personalized revision strategy. In conclusion, a systematic and multifaceted evaluation approach is critical in improving surgical success in the management of failed ACL-R.

Key words: anterior cruciate ligament reconstruction; revision surgery; tunnel malposition; graft failure

Son yıllarda ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmalarının sayısı giderek artmaktadır.^[1] Avustralya'da yapılan bir çalışmada beş yıllık sonuçlar ele alınmış ve ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu (ÖÇB-R) yıllık insidansının genel popülasyonda %43 arttığı, 25 yaş altı bireylerde bu oranın %74 olduğu görülmüştür.^[2] Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu, ÖÇB rüptürü sonrası instabilite ile başvuran hastalarda hem diz stabilitesini tekrar sağlamak hem de instabiliteye sekonder olarak gelişebilecek menisküs ve kıkırdak hasarının önüne geçerek erken artrozu önlemek amacıyla uygulanan bir cerrahi tedavi yöntemidir.

Günümüzde ÖÇB-R sonrası başarısızlık oranları %3,2-%11,2 arasında değişmektedir. Bu oranın pivot sporla uğraşan sporcularda %34,2'ye kadar çıktığı bildirilmiştir.^[1] Bu başarısızlık nedenleri arasında bulunan

greft re-rüptürü oranlarının literatürde %6'larda olduğu bildirilmektedir.^[3]

Başarıyla sonuçlanan ÖÇB-R cerrahilerinde hastaların yaralanma öncesi aktivite düzeylerine %65 oranında dönebildiği görülmektedir.^[4] Ayrıca cerrahi tekniklerdeki gelişmeler ve cerrahiye takip eden başarılı rehabilitasyon protokolleri sonucunda ÖÇB-R sonrası herhangi bir spora dönüş oranı %85, yaralanma öncesi rekabetçi spora dönüş oranı %48,2 olarak bildirilmiştir.^[5,6]

Bu derlemenin amacı, başarısızlıkla sonuçlanan ÖÇB-R sonrası klinik ve radyolojik değerlendirme yöntemlerini güncel literatür kapsamında detaylı bir şekilde incelemek ve başarısızlık nedeninin tespiti için sistematik bir tanı algoritması sunmaktır.

Başarısızlık Nedenleri

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu başarısızlığının arkasında yatan sebepler uzun yıllar boyunca birçok hekim tarafından kapsamlı biçimde değerlendirilmiş; mevcut literatür, başarısızlığın tek bir nedene bağlanamayacağını, multifaktöriyel bir yapı sergilediğini göstermiştir.^[7] Re-rüptüre neden olan faktörler arasında; teknik hatalar, greft seçimi, aks-dizilim bozuklukları, hipermobilitate, gözden kaçırılmış ek yaralanmalar, artmış posterior tibial eğim, genç yaş ve suboptimal greft tercihleri yer almaktadır.^[8]

Yapılan çalışmalarda başarısızlığın en önemli sebebinin teknik hatalardan kaynaklı olduğu ortaya konulmuştur. En sık nedenler arasında tünel malpozisyonu (femoral+tibial tünel malpozisyonu %60-70) ilk sırada bildirilirken, en sık ikincil sebebin travma kaynaklı (%15-25) ve sonrasında biyolojik (%10-15) mekanizmalardan kaynaklı olduğu bildirilmiştir.^[9] Re-rüptür zamanlaması erken, orta ve geç dönem olarak ayrıldığında tanısız ipuçları sağlayabilir. Erken (<3 ay) re-rüptürler genellikle fiksasyon veya enfeksiyonla, orta dönem (3-12 ay) re-rüptürler teknik hatalarla ve geç dönem (>12 ay) re-rüptürler ise travma veya dejenerasyonla ilişkili olarak bildirilmiştir.^[9]

Yaş, cinsiyet, aktivite düzeyi ve vücut kitle indeksi gibi hastayla ilişkili faktörler de re-rüptüre öncü sebepler arasında yer almaktadır. Yapılan bir meta-analizde beş yıllık revizyon ihtimalinin 21 yaş altı grupta en yüksek oranda olduğu ve yaşla ters orantılı olarak ipsilateral ve kontralateral yaralanma oranının azaldığı bildirilmiştir.^[10] Benzer şekilde Wiggins ve ark.'nın yaptığı çalışmada %15 re-rüptür oranı bildirilmiş, bunlardan %8'inin 25 yaş altı grupta olduğu görülmüştür. Yine aynı çalışmada genç atletlerde erken spora dönüşün re-rüptür oranını 30-40 kat artıran bir risk faktörü olduğu bildirilmiştir.^[11] Kadın cinsiyette erkeklere göre primer ÖÇB rüptürünün yüksek *quadriceps* açısı ve yüksek posterior tibial eğim nedeniyle daha fazla olduğu kanıtlanmış olsa da re-rüptür oranlarının kadınlarda erkeklere benzer, hatta bazı çalışmalarda daha düşük olduğu bildirilmiştir.^[12,13]

Johnson ve Fu, 1995 yılında, başarısız bir ÖÇB-R'nin dizde üç belirtisini sertlik, ağrı ve instabilite olmak üzere gruplandırmışlardır.^[14] Gonzalo ve ark. ise 2015 yılında yazdıkları bir makalede bu belirtileri üç ana başlık hâline getirip ÖÇB-R'nin başarısızlık sebepleriyle eşleştirmişlerdir (Tablo 1).^[7] Bu başlıklar kapsamında, en sık karşılaşılan bulgunun instabilite olduğu görülmüştür. Instabiliteye neden olan sebepler; anormal mekanik

Tablo 1. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu başarısızlığının etiyolojik sınıflandırması

İnstabilite		Sertlik	Ağrı
Anormal mekanik yüklenme	-Akut travma -Tekrarlayan mikrotravmalar -Ameliyat sonrası dönemde uygunsuz veya hızlandırılmış rehabilitasyon	Primer	Patellofemoral ağrı
Başarısız tünel yerleşimi	-Anterior/posterior femoral tünel -Anterior/posterior tibial tünel -Vertikal femoral tünel -Medial/lateral tibial tünel	Sekonder	Donör bölge ağrısı -Patellar tendon -Hamstring
Atlanan ek yaralanmalar	-Medial kollateral bağ -Posterolateral köşe -Arka çapraz bağ		Femoro-tibial osteoartrit
Greft fiksasyon başarısızlığı	-Yanlış fiksasyon tekniği -Yetersiz greft gerginliği -Greft izometrisinin sağlanamaması		Rezidüel menisküs yırtıkları
Yanlış greft seçimi			Sinoviyal hastalıklar
Yetersiz greft inkorporasyonu			Nöroma
Enfeksiyona bağlı greft başarısızlığı			Kompleks bölgesel ağrı sendromu

yüklenmeyle, anormal tünel yerleşimiyle, gözden kaçırılan ek yaralanmalarla ve greft başarısızlığına ilişkin sorunlarla ilişkilendirilmiştir.^[7]

Bir diğer bulgu olan sertlik; primer ve sekonder başlıklar altında toplanmıştır. Sekonder sebepler daha sık görülmekte olup sebepleri arasında; uygunsuz rehabilitasyon, cerrahi teknik yetersizlikleri, akut dönem cerrahisi, enfeksiyon, sinovit, hematoma ve kompleks bölgesel ağrı sendromu ile ilişkili bulunmuştur.^[7]

Üçüncü bulgu olan ağrı ise; patellofemoral eklem kaynaklı sorunlar, donör saha ağrısı, femoro-tibial osteoartrit, rezidüel menisküs yırtıkları ve sinovyal patolojilerle ilişkili olarak değerlendirilmiştir.^[7]

Ek olarak, tanımlanabilir objektif bir neden olmasa da yapılan cerrahi sonrası elde edilen sonuçların hastanın beklentileriyle örtüşmemesi, göreceli bir başarısızlık olarak kabul edilmiştir.^[7]

Bu sınıflama, klinik pratikte başarısız ÖÇB-R olgusuna yaklaşımda yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır. Güncel literatürde ise son dönemde, altta yatan dizilim bozuklukları (örn. varus/valgus deformitesi, artmış posterior tibial eğim) konusuna bir yönelim vardır. Dizilim bozuklukları, uygulanacak cerrahi teknik ve ek prosedür ihtiyacı açısından ve ÖÇB-R başarısızlık sebeplerinin anlaşılmasında önemli bir rol almaktadır. Artmış posterior tibial eğimin mevcut olduğu durumlarda endike olan ek prosedürlerin ÖÇB-R cerrahisine eklenmemesi, rotasyonel instabilitenin düzeltilmeyecek başarısızlıkla sonuçlanmasına sebep olabilir. Aynı şekilde varus/valgus deformitesinin mevcut olduğu durumlarda ek osteotomi prosedürlerin eklenmemesi re-rüptüre sebep olup revizyon cerrahisini kaçınılmaz hâle getirebilir.^[15]

Klinik Değerlendirme

Başarısız bir ÖÇB-R ile karşılaşıldığında, başarılı bir revizyon cerrahisi planlamasının ilk adımı, başarısızlığın altında yatan nedenleri ortaya koymaktır. Bu noktada, sistematik ve kapsamlı bir değerlendirme süreci zorunludur. Hastadan alınacak detaylı bir anamnez, başarısızlık sebebini ortaya koymak için ilk adımdır. Bir sonraki basamakta ise dikkatli bir fizik muayene yapılması; ağrı, sertlik veya instabilite bulgularının ortaya konulması için önemlidir. Daha sonraki adım olan radyolojik değerlendirme ise önceki bulgularla birlikte değerlendirilerek, cerrahin sadece “ne” olduğunu değil, aynı zamanda “neden” olduğunu anlamasını sağlar ve bu da revizyon stratejisinin doğru bir şekilde planlamasına olanak sağlar.

Anamnez

Hastadan alınacak dikkatli bir anamnez, genellikle başarısızlığın etiyolojisine dair önemli bilgiler verir. Anamnez

alırken hastanın ilk ameliyat öncesi mevcut olan travma öyküsü ve yine ilk ameliyat öncesi mevcut olan ana şikâyeti irdelenmeli, devamında ise primer cerrahi ve sonrası dönemi kapsayacak şekilde anamnez genişletilmelidir.

Ana şikâyet ve mekanizma

Hastalarda en sık rastlanan şikâyet, özellikle pivot hareketleri sırasında ortaya çıkan “dizde boşalma/güvensizlik” hissidir. Bu hissin yeni bir travma sonrası mı geliştiğinin yoksa travma olmaksızın zamanla mı ortaya çıktığının ayrımı yapılmalıdır. Yeni gerçekleşen bir travma veya tekrarlayan mikrotravmalar sonrası gelişen instabilite mevcudiyetinde, greftin re-rüptürü veya greft yetmezliği üzerinde odaklanılmalıdır.^[7] Travmatik olmayan, sinsi başlangıçlı instabilite ise genellikle; atlanmış ek yaralanmayı, altta yatan düzeltilmemiş bir dizilim bozukluğunu, tünel malpozisyonu gibi teknik hataları veya greftin zamanla gerginliğinin azalmış olabileceğini düşündürür.^[7]

Primer cerrahi detayları

İlk cerrahiye ait bilgilere ulaşılmalıdır. Mümkünse, primer cerrahinin ameliyat notları ve epikrizi temin edilmelidir. Sorgulanması gereken kilit noktalardan biri kullanılan greft tipidir. Allogreftlerin, özellikle genç ve aktif hastalarda otogreftlere oranla 2,6-4,2 kat daha fazla başarısızlık riski taşıdığı gösterilmiştir.^[16] Ayrıca allogreftlerin ligamentizasyon sürecinin otogreftlere göre daha yavaş olması, erken dönemde spora dönen aktif hastalarda yetmezlik riskini artırmaktadır.^[17] Yapılan çalışmalarda en az başarısızlık oranının kemik-patellar tendon-kemik (*bone patellar tendon bone*-BPTB) greftinin olduğu görülmüş olsa da hamstring greftlerinin daha az morbiditeye sebep olduğu düşünülmektedir.^[18] Yapılan bir başka çalışmada ise beş yıllık takip sonuçlarında BPTB grubunda başarısızlık oranının %2,1 iken, hamstring grubunda bu oranın %5,1'e kadar çıkabildiği gösterilmiştir.^[19]

Quadriseps tendonu otogrefti ise, BPTB greftlerine benzer klinik sonuçlar sunması ve daha düşük donör saha morbiditesi ile ilişkili olması nedeniyle son yıllarda giderek daha fazla popülerite kazanan bir greft tipidir.^[20] Kısa ve orta dönem sonuçları değerlendiren çalışmalarda, quadriseps tendonu ve BPTB greftleri arasında greft başarısızlığı ve revizyon oranları açısından benzer sonuçlar elde edildiği ortaya konulmuştur.^[21]

Anamnez alınırken ameliyat sonrası rehabilitasyon süreci hakkında da bilgi alınmalıdır. Yetersiz rehabilitasyon programı, kas atrofisine sebep olabilirken erken dönem aşırı agresif rehabilitasyon programı ise greftin erken dönemde re-rüptürüne yol açabilir.

Fizik muayene

Fizik muayenede her iki diz eş zamanlı olarak değerlendirilmeli ve sistematik bir sırayla gidilmelidir.

- İnspeksiyon:** Hastanın mekanik aksı değerlendirilir. Geçirilmiş cerrahiye yönelik yara izleri dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. Yara bölgesinde effüzyon veya eritem mevcudiyeti enfeksiyon açısından not edilmelidir.
- Yürüme Analizi:** Hastanın yürüyüş fazları sırasında dizin fleksiyon ve ekstansiyon yeterliliği ve hastanın ağrıya bağlı olarak belirli hareketlerden kaçınıp kaçınmadığı değerlendirilmelidir. Bu süreçte özellikle antalgik yürüyüş paterni, yük verme davranışı ve dizin terminal ekstansiyona ulaşip ulaşmadığına dikkat edilir. Dize verilen ağırlık sırasında ortaya çıkan anormal içe veya dışa yönelmeler (varus/valgus), altta yatan bir bağ laksitesi konusunda şüphe uyandırabilir.
- Eklem Hareket Açıklığı (EHA):** Aktif ve pasif EHA ölçülmelidir. Özellikle tam ekstansiyonun sağlanamaması (ekstansiyon kaybı), greft *impingement*'i veya artrofibrozis gibi mekanik bir blokajı düşündürmektedir.^[22]
- Ön Çekmece Testi:** Akut yaralanmalarda ağrı ve kas spazmı nedeniyle duyarlılığı oldukça düşüktür. Kronik durumlarda duyarlılığı %92'ye, özgüllüğü %91'e kadar yükselebilir.
- Lachman Testi:** Ön çapraz bağ rüptürünü değerlendirmede en değerli testlerden biri olarak kabul edilir; 20-30 derece fleksiyonda anterior translayon derecesi ve sonlanım noktası değerlendirilir. Testin duyarlılığı %85, özgüllüğü %94'tür.^[23] Ön çapraz bağ rüptürünü belirlemede en çok kullanılan ve en duyarlı testtir.^[24]
- Pivot-Shift Testi:** Pivot-*shift* testi rotasyonel diz instabilitesini değerlendirmede en spesifik testtir.^[24] Testin pozitifliği, anterolateral rotasyonel instabilitenin varlığını gösterir. Pivot-*shift* testi, özellikle ekstra-artiküler prosedür gereksinimini öngörmeye yol göstericidir. Testin duyarlılığı %24, özgüllüğü %98'dir.^[23] Kas spazmı ve hasta kooperasyonunun sınırlayıcı etkileri nedeniyle poliklinik koşullarında güvenilirliği azalabilir; bu nedenle ideal değerlendirme, kas gevşemesinin sağlandığı anestezi altında yapılan muayene sırasında gerçekleştirilmelidir.
- Ek Değerlendirme:** Ön çapraz bağa ek olarak sağlam diz referans alınarak; stres varus valgus testleri ile yan bağlar, dial testi ve rotasyonel değerlendirme ile posteromedial ve posterolateral köşeler (PLK), arka çekmece testi yardımıyla arka çapraz bağ ve menis-

küs spesifik testler yardımıyla (McMurray, Apley) menisküsler de incelenmelidir.^[25]

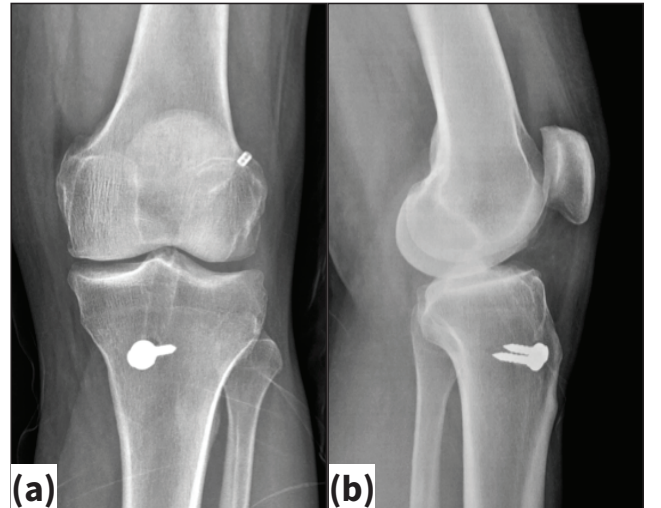
Radyolojik Değerlendirme

Klinik değerlendirmede re-rüptür düşünülen hastalarda radyolojik görüntülemeler, başarısızlığın altında yatan nedeni objektif olarak ortaya koymak, cerrahi stratejiyi planlamak ve olası zorlukları öngörmek için önemlidir. Sistematik bir radyolojik değerlendirme; standart radyografiler, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntülemeyi (MRG) içerir.

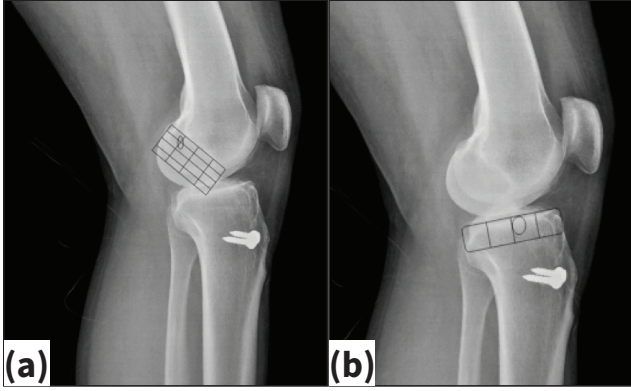
Standart radyografiler

Diz radyografisi, başarısız ÖÇB-R radyolojik değerlendirmesinde ilk basamağı oluşturan temel ve düşük maliyetli bir görüntüleme yöntemidir. Karşılaştırma yapabilmek için mukayeseli görüntüleme yapmak gerekmektedir.

- Standart Diz Grafileri:** Ayakta basarak ön-arka, Rosenberg grafisi (45 derece fleksiyonda) ve lateral grafiler tüm başarısız ÖÇB-R'lerin sonrasında önerilmektedir.^[26] Bu grafiler; eklem aralığı, dejeneratif değişiklikler, fiksasyon materyallerinin pozisyonu ve bütünlüğü ve tünel konumlandırılması hakkında genel bilgiler verir (Şekil 1). Özellikle başarısızlığın nedenini anlamak ve revizyon cerrahisini planlamak için tünel konumunu anlamak çok önemlidir. Lateral diz grafilerinde tünel konumunu anlamak için çeşitli metodlar tanımlanmıştır. Bernard ve ark., lateral grafide distal femuru 4x4'lük bir ızgaraya böldükleri ve femoral tüneli bu ızgaraya göre konumlandıkları bir yöntem tanımlamışlardır.^[27] Harner ve ark.



Şekil 1.a,b. Ön çapraz bağ re-rüptürü ile başvuran hastanın ön-arka (a) ve lateral (b) diz grafileri.



Şekil 2.a,b. Diz lateral grafisinde femur ve tibia'da tünel pozisyonunun değerlendirilmesi. Bernard ve ark. distal femur üzerinde tanımladıkları Blumensaat çizgisinin üst sınırı olduğu ve bu üst sınıra dik olarak femoral kondilin en distal noktasına çekilen bir sınırla 4x4'lük bir ızgara oluşturulur. En proksimal posterior bölümün distal-anterior kısmında elips şeklinde işaretlenen nokta yer almalıdır (a). Tibial plato dört parçalık bir ızgaraya ayrılır. Tibial açıklık merkezinin ideal konumu, anteriordan posteriora doğru %40-50'lik alan olarak kabul edilir (b).

ise benzer şekilde lateral grafide tibial platoyu dört kadrana ayırmışlar ve tünelin optimal konumunu, tibianın ön ve arka kenarlarını referans alarak tanımlamışlardır (Şekil 2).^[28]

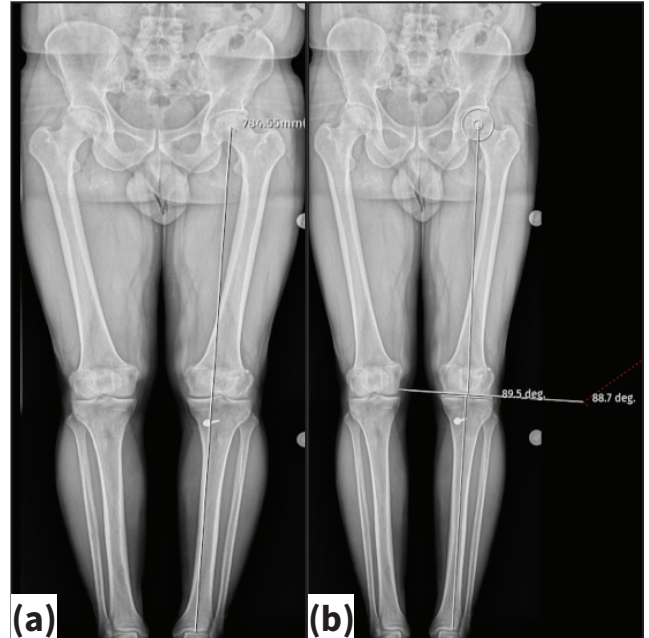
Son dönemde yayınlanan kapsamlı derlemelerde, özellikle femoral tünel malpozisyonu ile birlikte aks ve slope bozukluklarının kombine varlığının başarısızlık riskini belirgin şekilde artırdığı vurgulanmaktadır.^[29] Lateral grafide tibial eğim ölçümü cerrahi planlama öncesi mut-



Şekil 3. Lateral diz grafisi üzerinde posterior tibial eğimi açısı ölçümünde kullanılan çizgiler.

laka değerlendirmeye alınmalıdır (Şekil 3). Artmış posterior tibial eğim ($>12^\circ$), özellikle travmatik olmayan revizyon cerrahileri için greft yetmezliği gelişmesinde önemli bir risk faktörü olarak tanımlanmıştır. Revizyon cerrahi planlaması sırasında tibial eğimin $>12^\circ$ saptanması, eğimi azaltmaya yönelik bir "slope-azaltıcı" osteotomiyi gündeme getirebilir.^[30]

- Bacak Uzunluk Grafisi (Ortoröntgenogram): Mekanik aksı değerlendirmek için kullanılmaktadır. Özellikle varus veya valgus koronal dizilim bozuklukları, greft üzerine anormal yükler bindirerek başarısızlığa neden olabilmektedir. Mekanik femorotibial açı femurun mekanik aksı ile tibial aksı arasındaki açıdır. Alt ekstremitte yük taşıma hattının koronal planda hizalamasını gösterir. Mekanik femorotibial açının normalden sapması, revizyon ÖÇB cerrahisine ek olarak bir yüksek tibial osteotomi veya distal femoral osteotomi gibi bir dizilim düzeltme prosedürünün gerekliliğini bize gösterebilir. Won ve ark. yaptığı çalışmada revizyon ÖÇB adayı hastalarının 5° 'den daha fazla varus mekanik tibiofemoral açığa sahip olduğu görülmüş ve bu grupta yüksek tibial osteotomi için potansiyel endikasyonları karşılayan hastaların %14'e kadar çıktığı görülmüştür (Şekil 4).^[31]
- Stres Grafileri: Varus/valgus stres grafileri; kollateral bağ gerginliği veya rüptürlerini ve eklem aralığındaki asimetrik açılanmayı göstererek atlanmış yaralanmalarla ilgili fikir sağlar.

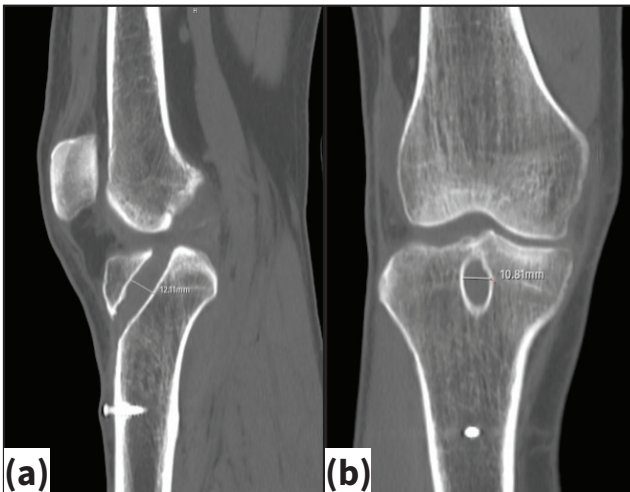


Şekil 4.a,b. Her iki alt ekstremitte ön-arka bacak uzunluk grafisinde yük binme çizgisi (Mikulicz çizgisi) (a) ve medial proksimal tibia açısı ve lateral distal femoral açısı ölçümü (b).

Bilgisayarlı tomografi

Tünellerin değerlendirilmesinde BT altın standart yöntemdir. Özellikle 3 boyutlu BT (3B-BT), kemik tünellerinin uzaysal konfigürasyonunun değerlendirilmesine imkân tanımaktadır. Direkt grafi ve MRG'de saptanamayan tünel genişlemelerini, tünel mimarisini, osteoliz ve kemik defektlerini saptamada BT daha yararlıdır.^[25]

- Femoral Tünel Malpozisyonu: Yapılan çalışmalarda, ÖÇB-R başarısızlıklarında %51 oranıyla en sık karşılaşılan teknik neden femoral tünel malpozisyonu olarak bildirilmiştir.^[10] En sık femoral tünel malpozisyonu da anterior femoral tünel yerleşimi olarak karşımıza çıkmaktadır.^[32] Yapılan biyomekanik çalışmalarda anterior tünel yerleşiminin diz fleksiyonu sırasında bağa binen yükü artırarak, ilerleyen dönemde plastik deformasyona neden olabileceği ve bunun sonucu olarak da greft rüptürüne neden olabileceği bildirilmiştir.^[10]
- Tibial tünel malpozisyonu: Çalışmalarda vakaların %24'ünde saptanmıştır.^[10] Tibial tünelin anterior yerleşiminde ekstansiyon kısıtlılığı ön plana çıkarken; posterior yerleşiminde rotasyonel instabilitenin artırdığı gözlenmiştir.^[33]
- Tünel Genişlemesi: Bilgisayarlı tomografi, tünel çapını ve kemik kaybının miktarını en doğru şekilde gösteren yöntemdir (Şekil 5). Tünelleri değerlendirmekte standart radyografilerin başarı oranı %50 ila %82 arasında değişirken, BT ve 3B *virtual reality* görüntülemeler %100'e yakın görünürlük sağlamaktadır. Femoral tünel konumunu hedefleyen 2018 tarihli bir kadavra çalışmasında, 3B-BT'nin 0,5–1,5 milimetre (mm) standart sapma ile konumu belirleyebildiği gösterilmiştir. Literatürde ortalama sapma değeri yaklaşık 0,58 mm olarak bildirilmektedir.^[34]



Şekil 5.a,b. Sagittal (a) ve koronal (b) BT kesitlerinde genişlemiş bir tibial tünelin ölçümü.

Femoral tünelin değerlendirilmesinde en sık ve güvenilir yöntemlerden birisi Bernard ve Hertel (Quadrant) yöntemidir. Bu yöntemin standart lateral grafiden Blumensaat hattına göre tünelin derinlik ve yükseklik olarak yüzde konumunu belirler.^[35] Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası tünellerde minimal genişleme beklenen bir durumdur. Tibial tünel pozisyonları sagittal ve koronal görüntülerde değerlendirilmektedir. Sagittal tünel konumu, Stäubli ve Rauschning tarafından tanımlanan yöntemle göre anteroposterior tibial plato uzunluğunun yüzdesi olarak ölçülürken; koronal tünel pozisyonu Agneskirchner ve ark. tarafından tanımlandığı gibi mediolateral tibial plato genişliğinin yüzdesi olarak hesaplanabilmektedir.^[36]

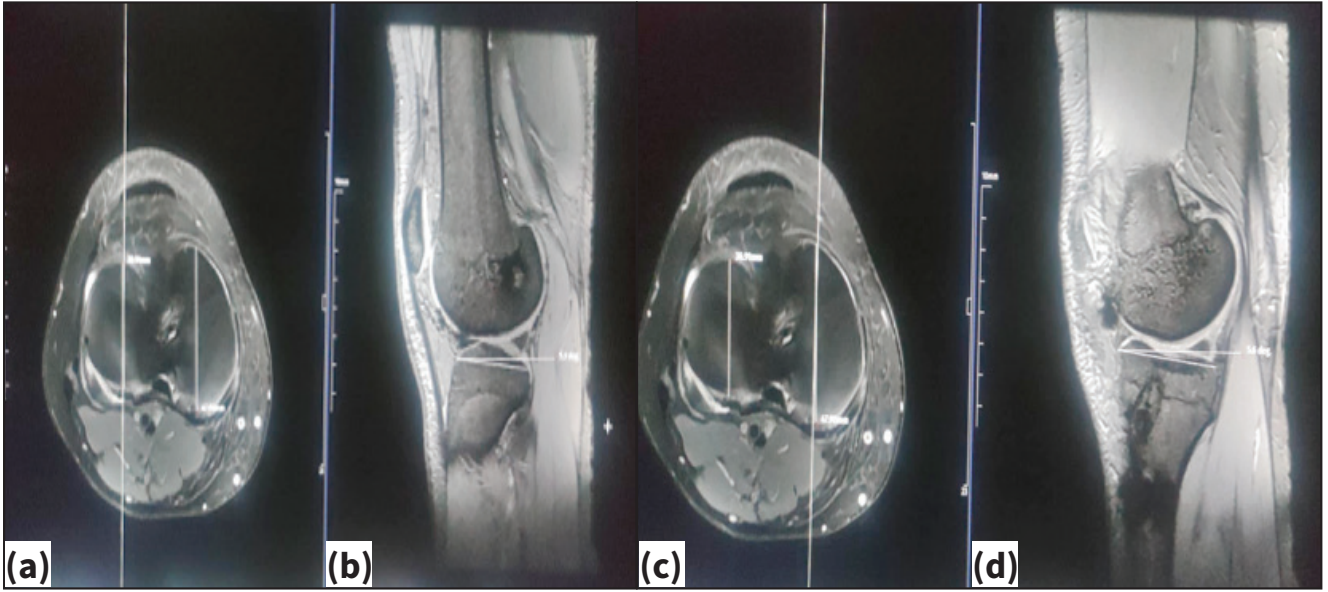
Literatürde, tünel çapının revizyon cerrahinin tek aşamalı mı yoksa iki aşamalı gerçekleştirileceği hakkında bizlere detaylı bilgiler sunulurken bu konuda net bir sınır çizilememiştir. Genellikle ilk operasyon sonrası greft türüne bakılmaksızın tünel çapının 10 mm'den az olması beklenmektedir. En sık tünel genişlemesi tibial tünelde gerçekleşmektedir.^[37] Revizyon cerrahisi öncesi planlamada, femoral veya tibial tünellerin anatomik konumda olduğu durumlarda, tünel çapının 15 mm'den geniş olması iki aşamalı cerrahi gerektirirken; 10 mm'den küçük olması hâlinde revizyon tek aşamalı olarak gerçekleştirilebilir. Femoral veya tibial tünellerin 10-15 mm'lik aralıktaki revizyonu; tünel şekline, konumuna ve tedavi eden cerrahin tercihinin bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.^[37]

Manyetik rezonans görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme; grefti, menisküslerin ve kıkırdakların durumunu, arka çapraz bağ ve kollateral bağları değerlendirmede önemli bir görüntüleme yöntemidir. Primer cerrahideki başarısızlığın altında yatan ve cerrahi öncesinde gözden kaçmış menisküs kök yırtıkları, ramp lezyonları, kıkırdak hasarları ve özellikle posterolateral köşe yaralanması gibi patolojileri saptamada kritik bir rol oynar. Bu tarz yaralanmaların saptanması durumunda, revizyon cerrahisinin başarıya ulaşması için aynı seansta ek patolojilere göre plan yapılmalıdır.

Ameliyat sonrası erken dönemde ligamentizasyon sürecine bağlı olarak MRG görüntülerinde greftte sinyal artışı görülebilir. Bu sinyal artışının re-rüptür görünümünden ayrımı yapılmalıdır. Ameliyat sonrası geç dönemde ise ligament benzeri homojen ve düşük sinyal yoğunluklu bir görünüme ulaşır. Geç dönemde görülen greft içinde artmış sinyal dansitesi; yırtık bir greft açısından şüphe uyandırır.^[38]

Manyetik rezonans görüntülemede ayrıca tibianın anteriora subluksasyonu, lateral posterior tibial eğimi ve medial posterior tibial eğimi detaylı bir şekilde görülebilir (Şekil 6). Hashemi ve ark. tanımladığı teknikte sagittal



Şekil 6.a-d. Manyetik rezonans görüntüleme kesitlerinde medial ve lateral tibia plato çap ve posterior eğim açısı ölçümleri (a-d).

planda, öncelikle tibianın diyafizer aksı belirlenir. Bunun için tibia shaftının anterior ve posterior korteksleri üzerinden iki farklı seviyede orta noktalar alınarak bu noktaları birleştiren hat longitudinal aks olarak kabul edilir. Daha sonra bu aksa dik bir referans hat oluşturulur. Medial ve lateral tibial slope, ilgili kompartmanda tibial plato üzerindeki en anterior ve en posterior noktaları birleştiren hattın eğimi olarak tanımlanır ve bu hattın, longitudinal aksa dik olan referans hattına göre yaptığı açı ölçülerek hesaplanır. Aynı yöntem hem medial hem lateral plato için ayrı ayrı uygulanır.^[39] Bu teknik, revizyon ÖÇB cerrahi planlamasında MRG temelli güvenilir bir değerlendirme parametresi olarak kullanılabilir.

Tartışma

Ön çapraz bağ cerrahi planlaması yapılırken çok dikkatli ve titiz olunmalıdır. Başarısız ÖÇB-R hem hasta için ciddi iş gücü kaybı ve yeni bir cerrahi yük yaratan hem de cerrah için çözülmesi gereken karmaşık, uzun soluklu bir süreçtir. Bu derlemede detaylandırıldığı üzere başarılı bir revizyon cerrahisine giden yol, başarısızlığın altında yatan asıl nedeni veya nedenleri ortaya koyarak sistematik bir değerlendirme algoritması geliştirmekten geçer. Bu süreci yönetirken dikkat edilmesi gereken nokta, cerrahi başarısızlığa neden olan faktörleri tekrar değerlendirmek ve re-rüptürün tekrarlanmasını önleyici stratejiler geliştirmektir.

Genellikle greft re-rüptürü, birden fazla faktörün bir araya gelmesiyle ortaya çıkar.

Literatürde teknik nedenler içinde en güçlü ve tekrar eden vurgu, femoral ve tibial tünel malpozisyonu

üzerinedir. Revizyon kohort çalışmalarında femoral tünel malpozisyonunun teknik nedenlerin önemli bir bölümünü oluşturduğu ve başarısızlık nedenleri arasında büyük bir yer kapladığı gösterilmiştir.^[29]

Bununla birlikte, yeni gelişen travmalar veya yanlış rehabilitasyon stratejileri en sık başarısızlık sebepleri arasında sayılmaktadır. Cerrahi teknik doğru olsa bile, spora dönüşte aceleci yaklaşımın ve riskli spor profilinin, başarısızlıkla ilişkili olabileceğini gösteren çalışmalara mevcuttur.^[40]

Detaylı bir klinik değerlendirme, revizyon sürecinin başlangıç noktasıdır. Fizik muayenede elde edilen bulgular bu şüpheleri somutlaştırır. Radyolojik değerlendirme ise bu şüpheleri kanıta dönüştürür. Bu noktada, her görüntüleme yönteminin kendine özgü ve tamamlayıcı bir rolü olduğu unutulmamalıdır. Değerlendirme sürecinin nihai amacı, kişiye özel bir revizyon stratejisi oluşturmaktır. Bu strateji sonucunda başarısızlığı başarıya götürecek bir cerrahi plan ve sonrasındaki rehabilitasyon planı ortaya konur.

Sonuç

Başarısız ÖÇB-R, dikkatli ve sistematik bir yaklaşımla çözülebilen karmaşık bir problemdir. Başarının anahtarı, başarısızlığın altında yatan tüm nedenleri ortaya koymaktır. Bu, detaylı bir anamnez ve fizik muayene ile başlayan; standart radyografiler, BT ve MRG'nin kullanıldığı kapsamlı bir radyolojik değerlendirme ile devam eden bir süreçtir. Her bir bulgu, yapbozun bir parçasını oluşturur ve tüm parçalar birleştirildiğinde, hastaya en uygun ve en yüksek başarı şansına sahip revizyon cerrahisi stratejisi ortaya konur. Cerrah, re-rüptür cerrahisi planlarken

sadece bir revizyon yapmaya değil, başarısızlığa yol açan gözden kaçmış problemleri de ortadan kaldırmaya da odaklanmalıdır.

Teşekkür: Yazarlar, çalışmanın hazırlanması sürecinde bilimsel katkıları ve yapıcı önerileri için Doç. Dr. Enejd Veizi'ye ve Dr. Emrah İmat başta olmak üzere destek veren tüm ekip arkadaşlarına minnettarlıklarını sunarlar.

KAYNAKLAR

- Magnussen RA, Meschbach NT, Kaeding CC, Wright RW, Spindler KP. ACL Graft and Contralateral ACL Tear Risk within Ten Years Following Reconstruction: A Systematic Review. *JBJS Rev* 2015;3(1):e3. [Crossref](#)
- Zbrojkiewicz D, Vertullo C, Grayson JE. Increasing rates of anterior cruciate ligament reconstruction in young Australians. *Medical Journal of Australia* 2018;354-8. [Crossref](#)
- Sanders TLMKH, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, Stuart MJ, et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: A 21-year population-based study. *Am J Sports Med* 2016;44:1502-7. [Crossref](#)
- Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: An updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med* 2014;48(21):1543-52. [Crossref](#)
- D'Ambrosi R, Marchetti A, Farinelli L, Meena A, Franco P, Sconfienza LM, et al. The majority of elite and professional athletes return to the preinjury level of activity after ACL reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2025;34(7):2370-91. [Crossref](#)
- Gopinath V, Touhey DC, Barksdale EM III, Knapik DM. Return to Sport After Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine* 2026;0(0). [Crossref](#)
- Samitier G, Marcano AI, Alentorn-Geli E, Cugat R, Farmer KW, Moser MW. Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arch Bone Jt Surg* 2015;3(4):220-40.
- Liechti DJ, Chahla J, Dean CS, Mitchell JJ, Slette E, Menge TJ, et al. Outcomes and risk factors of rerevision anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Arthroscopy* 2016;32:2151-9. [Crossref](#)
- Capece G, Sagliocco RJ, Bocchino G, De Fazio A, Di Galleonardo E, Motassime AE, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Failure: Etiology, Classification, and Revision Strategies-A Narrative Review. *J Funct Morphol Kinesiol* 2026;11(1):77. [Crossref](#)
- Kemler B, Coladonato C, Sonnier JH, Campbell M, Darius D, Erickson BJ, et al. Evaluation of failed ACL reconstruction: An updated review. *Open Access Journal of Sports Medicine* 2024;15:29-39. [Crossref](#)
- Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. Risk of secondary injury in younger athletes after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med* 2016;44(7):1861-76. [Crossref](#)
- Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: Differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg* 2013;21(1):41-50. [Crossref](#)
- Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K. Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 2005;21(8):948-57. [Crossref](#)
- Johnson DL, Fu FH. Anterior cruciate ligament reconstruction: Why do failures occur? *Instr Course Lect* 1995;44(11):391-406.
- Lemme NJ, Badida R, Molino J, Quinn M, Hague M, Fleming BC, et al. The Effect of Lateral Extra-articular Tenodesis on Anterior Cruciate Ligament Graft Forces and Knee Stability Compared With Slope Reduction Osteotomy in the Setting of Increased Posterior Tibial Slope. *Am J Sports Med* 2025;53(8):1912-20. [Crossref](#)
- Choi CJ, Choi YJ, Lee JJ, Choi CH. Magnetic Resonance Imaging Evidence of Meniscal Extrusion in Medial Meniscus Posterior Root Tear. *Arthroscopy* 2010;26:1602-6. [Crossref](#)
- Cruz AI Jr, Beck JJ, Ellington MD, Mayer SW, Pennock AT, Stinson ZS, et al. Failure Rates of Autograft and Allograft ACL Reconstruction in Patients 19 Years of Age and Younger: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JB JS Open Access* 2020;5(4):e20.00106. [Crossref](#)
- Murgier J, Hansom D, Clatworthy M. Current evidence around patellar tendon graft in ACLR for high-risk patients: Current concepts. *Journal of ISAKOS* 2020;32-5. [Crossref](#)
- MOON Knee Group, Spindler KP, Huston LJ, Zajichek A, Reinke EK, Amendola A, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction in high school and college-aged athletes: Does autograft choice influence anterior cruciate ligament revision rates? *American Journal of Sports Medicine* 2020;48:298-309. [Crossref](#)
- Mouarbes D, Menetrey J, Marot V, Courtot L, Berard E, Cavaignac E. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes for Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring-Tendon Autografts. *The American Journal of Sports Medicine* 2019;47(14):3531-40. [Crossref](#)
- Dai W, Leng X, Wang J, Cheng J, Hu X, Ao Y. Quadriceps tendon autograft versus bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med* 2021;(12):3425-39. [Crossref](#)
- McMahon PJ, Dettling JR, Yocum LA, Glousman RE. The cyclops lesion: A cause of diminished knee extension after rupture of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 1999;15(7):757-61. [Crossref](#)
- Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: A meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(5):267-88. [Crossref](#)
- Leblanc MC, Kowalczyk M, Andruszkiewicz N, Simunovic N, Farrokhyar F, Turnbull TL, et al. Diagnostic accuracy of physical examination for anterior knee instability: A systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2015;23(10):2805-13. [Crossref](#)

25. Tischer T, Beaufile P, Becker R, Ahmad SS, Bonomo M, Dejour D, et al. Management of anterior cruciate ligament revision in adults: The 2022 ESSKA consensus part I-diagnostics and preoperative planning. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2023;31(11):4642-51. [Crossref](#)
26. George MS, Dunn WR, Spindler KP. Current concepts review: Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine* 2006;34(12):2026-37. [Crossref](#)
27. Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinski T. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *The American Journal of Knee Surgery* 1997;10(1):14-21.
28. Harner CD, Marks PH, Fu FH, Irrgang JJ, Silby MB, Mengato R. Anterior cruciate ligament reconstruction: Endoscopic versus two-incision technique. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 1994;10(5):502-12. [Crossref](#)
29. Diquattro E, Jahnke S, Traina F, Perdisa F, Becker R, Kopf S. ACL surgery: Reasons for failure and management. *EFORT Open Rev* 2023;8(5):319-30. [Crossref](#)
30. Dejour D, Saffarini M, Demey G, Baverel L. Tibial slope correction combined with second revision ACL produces good knee stability and prevents graft rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23(10):2846-52. [Crossref](#)
31. Won HH, Chang CB, Je MS, Chang MJ, Kim TK. Coronal limb alignment and indications for high tibial osteotomy in patients undergoing revision ACL reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471(11):3504-11. [Crossref](#)
32. Morgan JA, Dahm D, Levy B, Stuart MJ; MARS Study Group. Femoral tunnel malposition in ACL revision reconstruction. *J Knee Surg* 2012;25(5):361-8. [Crossref](#)
33. Romano VM, Graf BK, Keene JS, Lange RH. Anterior cruciate ligament reconstruction: The effect of tibial tunnel placement on range of motion: The effect of tibial tunnel placement on range of motion. *The American Journal of Sports Medicine* 1993;21(3):415-8. [Crossref](#)
34. Meuffels DE, Potters JW, Koning AH, Brown CH Jr, Verhaar JA, Reijman M. Visualization of postoperative anterior cruciate ligament reconstruction bone tunnels: Reliability of standard radiographs, CT scans, and 3D virtual reality images. *Acta Orthop* 2011;82(6):699-703. [Crossref](#)
35. Kim DH, Lim WB, Cho SW, Lim CW, Jo S. Reliability of 3-Dimensional Computed Tomography for Application of the Bernard Quadrant Method in Femoral Tunnel Position Evaluation After Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy* 2016;32(8):1660-6. [Crossref](#)
36. Pehlivanoglu G, Yildiz KI, Albayrak K, Cakir T, Aykut US, Ozkul B. Evaluating Tibial Tunnel Landmarks in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Remnant Versus Lateral Meniscus Anterior Horn. *J Clin Med* 2025;14(22):8096. [Crossref](#)
37. Rizer M, Foremny GB, Rush A 3rd, Singer AD, Baraga M, Kaplan LD, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction tunnel size: Causes of tunnel enlargement and implications for single versus two-stage revision reconstruction. *Skeletal Radiol* 2017;46(2):161-9. [Crossref](#)
38. Luo H, Zhong M, Feng K, Li Z, Wang M, Weng Y, et al. Magnetic resonance imaging follow-up after anterior cruciate ligament reconstruction. *BMC Med Imaging* 2025;25(1):371. [Crossref](#)
39. Hashemi J, Chandrashekar N, Gill B, Beynon BD, Slauterbeck JR, Schutt RC Jr, et al. The geometry of the tibial plateau and its influence on the biomechanics of the tibiofemoral joint. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:2724-34. [Crossref](#)
40. Vermeijden HD, Yang XA, van der List JP, DiFelice GS, Rademakers MV, Kerkhoffs GMMJ. Trauma and femoral tunnel position are the most common failure modes of anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020;28(11):3666-75. [Crossref](#)