



# Patellar tendon otogrefti ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ve modifiye hızlandırılmış rehabilitasyon programı sonrasında klinik ve fonksiyonel sonuçlar ve propriyosepsiyon

Seide KARASEL, Berrin AKPINAR, Selmin GÜLBAHAR, Meltem BAYDAR,  
Özlem EL, Halit PINAR, # Hasan TATARİ, # Osman KARAOĞLAN, # Elif AKALIN

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, #Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

**Amaç:** Patellar tendon (PT) grefti ile ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu uygulanan hastalarda modifiye hızlandırılmış rehabilitasyon programı sonrasında klinik, fonksiyonel sonuçlar ve propriyoseptif fonksiyon değerlendirildi.

**Çalışma planı:** Çalışmaya PT grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında modifiye hızlandırılmış rehabilitasyon programı ile takip edilen 38 hasta (33 erkek, 5 kadın; ort. yaş 27.6±6.4; dağılım 18-45) alındı. Hastaların sadece altısı sporcuymdu. Konsantrik diz ekstansiyon ve fleksiyon kas gücü Cybex izokinetik dinamometre ile, statik denge stabilometri cihazı (Sport-KAT) ile ölçüldü. Propriyosepsiyon değerlendirilmesinde, 40°, 20° ve 5° fleksiyon açılarında izokinetik dinamometre ile aktif repozisyonlama ölçüldü. Hastaların aktivite düzeyleri Tegner aktivite skalası ile, subjektif fonksiyonel sonuçlar ise Lysholm diz skoru ile değerlendirildi. Objektif fonksiyonel testler için tek adım hoplama testi, üç adım hoplama testi ve tek bacak çapraz hoplama testi kullanıldı. Diz stabilitesi Lachman testi ve ön çekmece testi ile değerlendirildi. Hastaların diz eklem hareket açıklıkları ölçüldü. Ortalama takip süresi 16.2±9.8 aydı.

**Sonuçlar:** Hiçbir hastada greft yetersizliği görülmedi. Yirmi hastada (%52.6) verici sahada hipostezi, 15 hastada (%39.5) diz önu ağrısı görüldü. Cerrahi öncesinde tüm hastaların Lachman ve ön çekmece testleri pozitif idi. Cerrahi sonrasında Lachman testi 32 hastada (%84.2) negatif bulunurken, altı hastada (%15.8) 1. derece gevşeklik saptandı. Ameliyat sonrası Lysholm skorları ameliyat öncesine göre anlamlı artış gösterdi ( $p<0.001$ ), Tegner aktivite skorları arasında ise anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Eklem hareket açıklıkları ameliyatlı ve sağlam bacaklarda benzer bulundu ( $p>0.05$ ). Yaralanmış ekstremitede ile sağlam ekstremitede arasında propriyoseptif değerlendirme ve denge açısından anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). İzokinetik kuadriseps kas gücü etkilenmiş ekstremitede sadece ekstansiyonda 60°/sn açısal hızda anlamlı olarak daha düşüktü ( $p<0.05$ ). Diğer açısal hızlarda kas gücü açısından iki ekstremitede arasında fark saptanmadı. Etkilenmiş ekstremitede fleksiyon/ekstansiyon kas gücü oranları tüm açısal hızlarda anlamlı olarak daha fazlaydı ( $p<0.05$ ). Fonksiyonel testlerde etkilenmiş ekstremitenin ortalama performans skorları sağlam ekstremitenin %85'inden fazlaydı. Tüm hastalar yoğun günlük aktivitelerine ve sportif aktivitelerine 6-12 ayda döndü.

**Çıkarımlar:** Patellar tendon grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanmış hastalarda modifiye hızlandırılmış rehabilitasyon programı sonrasında dizin dinamik ve statik stabilitesinin kazanılmasında tatminkar klinik, propriyoseptif ve fonksiyonel sonuçlar elde edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Ön çapraz bağ/yaralanma/cerrahi/rehabilitasyon; diz eklemi/rehabilitasyon; kas gücü; fizik tedavi yöntemleri; propriyosepsiyon; tendon/transplantasyon.

Dizde en sık yaralanan bağ, ön çapraz bağıdır (ÖÇB) ve bu yaralanmalar belirgin fonksiyonel yetersizlikle sonuçlanır. Özellikle yarışmalı spor aktivitelerine devam etmek isteyen kişilerde, tedavi seçeneği olarak, kopmuş ÖÇB'nin otojen greft materyalleriyle cerrahi rekonstrüksiyonu önerilir.<sup>[1]</sup>

En sık kullanılan otojen greftler patellar tendonun (PT) orta üçte birlik parçası ve hamstring tendonudur. Her iki materyal ile de mükemmel sonuçlar almak mümkündür ve bu greft materyalleri esneklik ve güç açısından benzer değerlere sahiptirler. Patellar tendon grefti halen ÖÇB'nin eklemişi rekonstrüksiyonu için en fazla benimsenen otojen greftlerden biridir.<sup>[2-4]</sup>

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrasında iyi sonuçlar almak için ameliyat sonrası rehabilitasyon programına katılım önemlidir.<sup>[5]</sup> Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon uygulamaları yıllar içinde göreceli olarak hızlı ve geniş çaplı bir değişim göstermiştir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyonda güncel eğilim, hareket ve gücün hızla artırılması ve sportif aktivitelere cerrahi sonrası 4-6. aylarda dönülmesi yönündedir. Rehabilitasyon, uygun egzersizlerle kardiyovasküler kondisyonun, propriyosepsiyonun ve kas koordinasyonunun korunmasına odaklanmıştır.<sup>[6]</sup>

Bu çalışmada, PT greftiyle rekonstrüksiyon yapılan olgularda, modifiye hızlandırılmış rehabilitasyon programı sonrasında, olguların kas gücü, propriyosepsiyon, denge, fonksiyonel kapasite ve aktivite düzeyleri değerlendirildi.

## Hastalar ve yöntem

2000-2007 yılları arasında PT greftiyle ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında modifiye hızlandırılmış rehabilitasyon programı (Tablo 1) uygulanan 38 hasta (33 erkek, 5 kadın; ort. yaş 27.6±6.4; dağılım 18-45) çalışmaya alındı. Otuz altı hastada sağ bacak baskındı. Rekonstrüksiyon 20 hastada baskın bacağa uygulanmıştı. Olguların özellikleri Tablo 2'de verildi.

Dışlanma ölçütleri şunlardı: Aynı dizde yaralanma ve cerrahi öyküsü, eşzamanlı arka çapraz bağ kopması, eşzamanlı kollateral bağ tamiri; diz ağrısına neden olabilecek kalça, diz ve ayak bileği patolojileri; izokinetik ve fonksiyonel testleri kısıtlayabilecek kardiyopulmoner hastalık öyküsü; stabilometrik ölçümleri etkileyebilecek oftalmolojik ve nörolojik hastalık öyküsü.

Olgular, sonuçlarının değerlendirilmesi ve rehabilitasyon programına motivasyonlarının artırılması için takipte 3, 6, 8 ve 12. haftalarda ve 3 ve 6. aylarda görüldü. Ortalama takip süresi 16.2±9.8 aydı. Takip sonuçları yeterli bulunmayan hastalar ayaktan tedavi programına alındı. Olguların sportif aktivitelere dönüşüne izokinetik ve fonksiyonel test sonuçlarına göre kademeli olarak izin verildi. Olguların sadece altısı sporcuydu. Olgular, kişisel faktörler de göz önüne alınarak, yoğun günlük aktivitelerine ve sportif aktivitelerine dönmeyi ameliyat sonrası 6-12 ayda başardılar.

## Değerlendirme

Objektif fonksiyonel testler için tek adım hoplama testi,<sup>[6,7]</sup> üç adım hoplama testi<sup>[3]</sup> ve çapraz hoplama<sup>[3]</sup> testi kullanıldı. Testler her bacak için üç kez yapıldı, her bacak için ortalamalar alınarak bacak simetri değerleri hesaplandı. Bacak simetri değerleri, hasta bacak ortalama skorlarının sağlam bacak skorlarına bölünmesi ve 100 ile çarpılması ile bulundu.<sup>[6]</sup>

Konsantrik diz ekstansiyon gücü (kuadriseps) ve konsantrik diz fleksiyon gücü (hamstring) Cybex NORM izokinetik dinamometre ile ölçüldü. Test öncesinde olgulara 15 dakikalık standart ısınma yaptırıldı. Olgular dinamometre sandalyesine dik konumda, 90 derecelik kalça fleksiyonu olacak şekilde oturtuldu. Olguların cihaza ve teste alışmaları için deneme testi yapmalarına izin verildi. Sonrasında 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn hızlarda beş kez maksimal resiprokal konsantrik izokinetik diz ekstansiyonu ve fleksiyonu yaptırıldı. Güç, bu açısal hızlardan elde edilen zirve tork değerleriyle ölçüldü.

Propriyosepsiyon, eklem pozisyon hissiyle değerlendirildi. Eklem pozisyon hissi, daha önceden öğretilen eklem pozisyonunun aktif şekilde bulunması (EPAB) ile ölçüldü<sup>[8]</sup> ve EPAB Cybex NORM izokinetik dinamometre ile test edildi. Diz 90° fleksiyondan yavaşça ekstansiyona doğru getirilirken sırasıyla 40°, 20° ve 5° fleksiyon açılarında 10 saniye durdurularak bu açılar hastaya öğretildi. Daha sonra diz tekrar 90° fleksiyona getirildi ve olgulardan, öğretilen bu açıları bulmaları istendi. Olgular, bu başlangıç pozisyonundan daha önce öğrendikleri 40°, 20° ve 5° fleksiyon açılarına doğru dizlerini aktif olarak hareket ettirerek bu açıları bulmaya çalıştılar. Olguların buldukları açılar ile öğretilen gerçek açılar arasındaki fark bulunarak kaydedildi. Her bacak için tüm açılarda üç tekrar yapılarak ortalama-

**Tablo 1**

## Ameliyattan sonra ön çapraz bağ (ÖÇB) rehabilitasyon protokolü

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon programı birkaç temel prensibi içermelidir.

1. Tam eklem hareket açıklığına ulaşmak, enflamasyon ve ödemi kontrol ederek artrofibrozisi engellemek.
2. Erken dönemde tam ekstansiyonu elde edebilmek için erken yük verme ve eklem hareket açıklığı egzersizleri.
3. Kuadriseps ve hamstring aktivitesini sağlamak.
4. Kas inhibisyonu ve atrofiyi engellemek için ödem ve ağrı kontrolü.
5. Uygun zamanda açık ve kapalı kinetik zincir egzersizleri ile erken dönemde açık kinetik zincir egzersizlerinin ÖÇB grefti üzerinde yaratabileceği zedelenmeden koruma.
6. Alt ekstremitte kaslarını germe, güçlendirme ve kondisyon egzersizleri.
7. Fonksiyonel eğitim.
8. Kardiyovasküler eğitim.
9. Terapötik hedeflere ulaşmak için basamaklı ilerleme.

**0-2 hafta***Hedefler:*

1. Tam ekstansiyon ve 90° diz fleksiyonu
2. Yara iyileşmesi
3. İyi kuadriseps kontrolü
4. En az şişlik
  - Dizi tam ekstansiyonda elevasyonda tutmak, saat başı 10 dk buz uygulama
  - Ayak bileği eklem hareket açıklığı egzersizleri, pasif diz ekstansiyonu 0 dereceye kadar ve tolerasyona göre pasif diz fleksiyonu
  - Kuadriseps izometrik egzersizleri
  - Kuadriseps kontrolü yeterli ise tüm planlarda düz bacak kaldırma
  - Eklem hareket açıklığını artırmak için CPM (günde iki kez, hastanın toleransına göre 10 dk'dan başlanarak)
  - Düz bacak kaldırma (hasta tolere ederse 10-15 tekrar, 3 set, ağırlık proksimal tibiya ya da eklenebilir)
  - Aktif hamstring kıvrıma
  - Yüzükoyun bacak asma
  - Hasta 80-90° fleksiyona ulaştığında duvarda ayak kaydırma
  - Patellar mobilizasyon

- Breys tam ekstansiyonda kilitli, koltuk değnekleriyle kısmi yük verme
- 90-40° fleksiyonda aktif diz eklem hareket açıklığı

**2-4 hafta**

- Breys tam eklem hareket açıklığına izin vermek için açılır
- Tam ekstansiyonu korumak için yüzüstü bacak asmaya devam edilir, gerekiyorsa pasif ekstansiyon
- 4. haftada diz fleksiyonu 120 dereceye ulaşmalıdır
- Yüzükoyun ve ayakta ağırlıkla hamstring kıvrıma
- Kapalı kinetik zincir egzersizleri
- Sabit bisiklet
- Propriyoseptif güçlendirme programı
- Yana adımlama
- Koltuk değneksiz tam yük verme

**4-6 hafta**

- 4. haftada breys bırakılır.
- 6. haftada tam eklem hareket açıklığına ulaşılmalıdır (tam ekstansiyon önemlidir).
- Kapalı kinetik zincir egzersizleri ile güçlendirme programı (sırt duvarda çömelme).
- Hamle.

**8-10 hafta**

- Lateral güçlendirme ve atıklık egzersizleri
- Propriyosepsiyon egzersizlerinde ilerleme
- Pilometrik egzersizler

**12-14 hafta**

- Hamstring ve kuadriseps kas gücü için izokinetik test, kuadriseps kas gücü sağlam tarafın %70'ine ulaşırsa koşu programına geçilir.
- Tüm egzersizlere devam edilir.
- Pilometrik egzersizler ilerletilir.
- Gerekirse izokinetik kuadriseps egzersizi yapılabilir.

**16-18 hafta**

- Spora spesifik eğitim

**5-6 ay**

- Kuadriseps gücü test edilebilir.
- Kuadriseps ve hamstring gücü sağlam tarafın %85'ine ulaşırsa spora dönülebilir.
- Spora spesifik eğitime devam edilir.

lar hesaplandı ve ameliyatlı bacak sağlam bacakla karşılaştırıldı.

Denge değerlendirilmesinde, denge ölçümünde güvenilir bulunmuş kinestetik yetenek eğitim cihazı (Sport-KAT 2000) kullanıldı.<sup>[9]</sup> Statik test tek bacakta, kollar omuzlar üzerinde çapraz birleştirilerek ve diğer diz 20° fleksiyonda iken yapıldı. Olgulardan, 30

saniye boyunca dengelerini koruyarak cihazın kürsürünü ekranın ortasında tutmaları istendi. Sonuçlar cihaz tarafından Denge İndeksi (Dİ) şeklinde skorlandı.<sup>[9]</sup> Her bacak için birbirini takip eden üç test yapıldı ve bu üç testin ortalama Dİ skorları alındı.

Olguların aktivitesi Tegner aktivite skalası (en yüksek 10 puan) kullanılarak değerlendirildi.<sup>[10]</sup>

<b>Tablo 2</b> Hastaların özellikleri		
	Ort.±SS	Dağılım
Yaş	27.6±6.4	18-45
Vücut kütle indeksi (kg/m <sup>2</sup> )	25.1±2.6	19.8-31.3
Ameliyat öncesi zaman (ay)	15.4±19.0	1-72
Ameliyat sonrası zaman (ay)	16.0±9.8	6-40

Subjektif semptomların saptanması için olguların Lysholm diz skorları (en yüksek skor 100) değerlendirildi.<sup>[11]</sup> Ameliyat öncesi ve sonrası Tegner aktivite skorları ve Lysholm skorları karşılaştırdı.

Diz stabilitesi cerrahi öncesi ve sonrasında Lachman testi ve ön çekmece testi ile değerlendirildi. Lachman testinde gevşeklik (laksite) miktarı, 1-5 mm anterior kayma için 1. derece (ılımlı), 6-10 mm kayma için 2. derece (orta) ve 10 mm'den fazla kayma için 3. derece (şiddetli) olarak tanımlandı.

Diz eklem hareket açıklığı standart gonyometre ile ölçüldü.

Tüm rakamsal değerler ortalama ± standart sapma olarak verildi. Ameliyatlı ve sağlam bacak arasındaki istatistiksel farklılıkların belirlenmesi için eşleştirilmiş t-testi kullanıldı.

## Sonuçlar

Takipte olguların hiçbirinde greft yetersizliği veya diğer bacakta ÖÇB yırtığı saptanmadı. Yirmi hastada (%52.6) verici sahada hipoestezi, 15 hastada (%39.5) diz önü ağrısı görüldü.

Subjektif fonksiyonel değerlendirmede, ameliyat öncesine göre ameliyat sonrasında ortalama Lysholm

<b>Tablo 3</b> Üç denemenin ortalama fonksiyonel performans skorları		
	Ort.±SS	Dağılım
Bacak simetrisi*		
Tek adım hoplama mesafesi (%)	85.5±17.5	44.7-100
Üç adım hoplama mesafesi (%)	88.2±15.0	32.9-100
Çapraz hoplama mesafesi (%)	91.2±17.2	39.5-100

\*Bacak simetrisi için yüzde değer ameliyatlı bacağın ortalama skorunun sağlam bacak ortalama skoruna bölünmesi ve 100 ile çarpılmasıyla elde edildi.

diz skoru anlamlı artış gösterdi (sırasıyla 62.1±16.9 ve 93.5±6.7; p<0.001). Olguların ameliyat öncesi ve sonrası Tegner aktivite skorları arasında anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla 5.2±1.6 ve 5.1±1.4; p=0.64). Olguların 24'ü (%63.2) ameliyat öncesindeki Tegner aktivite düzeylerine ulaşmıştı.

Cerrahi öncesinde tüm hastalarda Lachman ve ön çekmece testleri pozitif. Cerrahi sonrasında Lachman testi 32 hastada (%84.2) negatif bulunurken, altı hastada (%15.8) 1. derece gevşeklik saptandı.

Üç fonksiyonel testin ortalama performans skorları sağlam bacağın %85'inden fazlaydı (Tablo 3). Yirmi altı olguda (%68.4) skorlar sağlam bacağın en az %85'ine ulaşmıştı.

Propriyosepsiyon değerleri açısından, ameliyatlı ve sağlam bacak arasında değerlendirilen tüm açılarda anlamlı fark görülmedi (p>0.05). Ayrıca, ameliyatlı baktaki statik denge ölçümleri de sağlam tarafla karşılaştırıldığında anlamlı farklılık göstermedi (p>0.05, Tablo 4).

Ameliyatlı ve sağlam bacaklar arasında eklem hareket açıklıkları açısından da anlamlı farklılık yoktu. Ortalama fleksiyon açısı ameliyatlı dizde 138.2±4.5°,

<b>Tablo 4</b> Eklem pozisyon hissi ve statik denge ölçümleri sonuçları*			
	Ameliyatlı bacak (Ort.±SS)	Sağlam bacak (Ort.±SS)	p
Eklem pozisyon hissi (°)			
40°	4.6±3.0	5.0±2.8	0.58
20°	5.6±3.9	4.8±3.2	0.28
5°	4.8±3.6	3.8±2.9	0.13
Statik denge indeksi	344.7±110.6	341.2±128.8	0.84

\*Eklem pozisyon hissi, eklem pozisyonunun aktif bulunması şeklinde (90° fleksiyondan 40°, 20° ve 5° fleksiyon olmak üzere üç hedef açıda) değerlendirildi. Ort.±SS değerleri olguların buldukları açılar ile öğretilen gerçek açılar arasındaki farkı göstermektedir. Statik denge ölçümünde Sport-KAT 2000 kullanıldı.

<b>Tablo 5</b>			
Her iki bacağın fleksiyon ve ekstansiyon zirve torkları			
	Ameliyatlı bacak (Ort.±SS)	Sağlam bacak (Ort.±SS)	<i>p</i>
Fleksiyon			
60°/sn	71.2±25.9	71.2±22.9	0.97
180°/sn	46.8±18.8	44.0±18.8	0.22
240°/sn	35.6±16.7	32.5±17.7	0.07
Ekstansiyon			
60°/sn	110.4±40.1	128.1±41.1	<b>0.001</b>
180°/sn	69.3±23.0	74.2±29.9	0.17
240°/sn	52.3±19.9	55.6±25.4	0.22
Fleksiyon/Ekstansiyon			
60°/sn (%)	67.7±17.3	56.8±11.4	<b>0.002</b>
180°/sn (%)	67.2±14.2	59.5±10.8	<b>0.007</b>
240°/sn (%)	66.6±14.1	55.8±15.4	<b>0.000</b>

sağlam dizde 139.0±4.2° ( $p=0.08$ ), ortalama ekstansiyon açısı ameliyatlı dizde 10.1±0.8°, sağlam dizde 00.0±0.0° ( $p=0.32$ ) ölçüldü.

İzokinetik kuadriseps gücü ameliyatlı bacakta sadece ekstansiyonda 60°/sn açısal hızda anlamlı olarak azalmıştı ( $p<0.05$ , Tablo 5). Ameliyatlı bacakta fleksiyon/ekstansiyon kas gücü oranları tüm açısal hızlarda belirgin olarak daha yüksekti ( $p<0.05$ ). Diğer kas gücü ölçümlerinde ameliyatlı bacak ve sağlam bacak arasında anlamlı fark saptanmadı.

## Tartışma

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon programı, hasta memnuniyeti ve klinik sonuçlar üzerinde önemli rol oynar. Diz biyolojisi ve biyomekaniğiyle ilgili bilgilerimizin artmasıyla ve rekonstrüksiyondaki greft tekniklerinin gelişmesiyle ÖÇB yaralanması sonrası rehabilitasyon programları da gelişmiştir. Artroskopik tekniklerin gelişmesi, erken hareket üzerine odaklanan hızlandırılmış rehabilitasyon programlarının kullanılmasına izin vermiştir. İdeal rehabilitasyon programı, dokuların iyileşmesine zarar vermeyecek kadar yavaş, eklem hareket açıklığı kısıtlılığı ve kas atrofisine neden olmayacak kadar hızlı olmalıdır.<sup>[12-14]</sup> Bu nedenle, Shelbourne ve Nitz'in programlarını<sup>[13]</sup> temel alarak modifiye hızlandırılmış bir rehabilitasyon programı kullandık (Tablo 1). Tüm hastalarda cerrahi sonrası 3-4 hafta diz breysi kullanıldı.

Diz fonksiyonlarının geri kazanılması ve hastanın yaralanma öncesi aktivitelerine dönebilmesi, klinik sonuçları değerlendirmede belirleyici faktörlerdir. Bu amaçla Tegner aktivite skoru ve Lysholm skorunu kullandık. Ameliyat sonrası Lysholm aktivite skorlarında önemli düzelme görüldü ( $p<0.05$ ). Özdemir ve ark.<sup>[15]</sup> da kemik-patellar tendon-kemik grefti kullanılarak rekonstrüksiyon yapılan hastalarda rehabilitasyon sonuçlarını çalışmamızla benzer bulmuşlardır. Olgularımızın ameliyat öncesi ve sonrası ortalama Tegner aktivite skorları anlamı olarak farklı değildi; bununla birlikte, olguların %63.2'sinde ameliyat öncesi Tegner skorları elde edilebildi. Olgularımızın çoğu sporcu değildi ve boş zaman aktivitesi olarak spor yapmaktaydı. Bu nedenle, ameliyat öncesi aktivite düzeylerine dönmek için motivasyonları zayıf olabilir. Olgulardan bazıları ameliyat sonrası aktivite düzeylerinden memnun olduklarını ve tekrar yaralanma riski nedeniyle sportif aktivitelere dönmeyeceklerini belirtmişlerdi. Sporcu olan sadece altı hasta vardı ve bunların beşi ameliyat öncesi aktivite düzeylerine geri dönmüştü. Çoğu çalışmada PT greftin kullanıldığı hastalarda Lysholm skorlarında artış bulunmuş;<sup>[16-20]</sup> ancak, greft kaynağından bağımsız olarak, hastaların genellikle ameliyat öncesi aktivite düzeylerine ulaşamadıkları bildirilmiştir.<sup>[18-20]</sup>

Hem ÖÇB yaralanması olanlarda hem de ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulananlarda diz ekstansör ve fleksör kaslarında kas gücü yetersizlikleri gösterilmiştir.<sup>[20-24]</sup> Çoğu çalışmada, özellikle greft olarak

PT kullanılanlarda, cerrahi sonrası kuadriseps kas gücündeki kayıplar hamstring kaslarına göre daha fazla bulunmuş<sup>[21-23]</sup> ve kuadriseps gücü ile fonksiyonel stabilite arasında anlamlı ilişki saptanmıştır.<sup>[24]</sup> Çalışmamızda, sadece 60°/sn açısal hızda kuadriseps kas gücü ölçümlerinde ameliyatlı bacakta anlamlı azalma saptanmıştır; fakat, bu fark diğer çalışmalardaki kadar çok değildir. Bu farklılığa rağmen, ameliyatlı bacakta kas gücü sağlam bacağın en az %85'ine ulaşmıştır. Ayrıca, iki bacak kas gücü arasında %10'luk bir fark, baskın bacak durumuna göre, normal kişilerde de görülebilir. Çalışmamızda 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda yapılan kuadriseps kas gücü ölçümlerinde ise iki bacak arasında fark saptanmamış, ameliyatlı bacağın kas gücünün sağlam bacağın gücüne ulaştığı gözlenmiştir. Daha yüksek açısal hızların atletik aktiviteyi daha gerçekçi yansıttığı ve daha fonksiyonel olduğu kabul edilmektedir.<sup>[25]</sup>

Ön çapraz bağ yetersizliğinde, kuadriseps ve hamstring kaslarındaki eşgüdümlü kontraksiyon da sıklıkla değişir; çoğu hastada hamstring aktivitesinde artış bildirilmiştir. Hamstring aktivitesindeki artış teorik olarak tibia üzerindeki sürtünme kuvvetini azaltır ve böylelikle ÖÇB grefti üzerindeki yüklenme azalır. Hamstring eğitiminin ayrıca fonksiyonel gelişimde önemli yararları görülmüştür ve rehabilitasyonda önerilmektedir.<sup>[26,27]</sup> Biz de rehabilitasyon programımızda, kuadrisepsle birlikte hamstring kaslarını da güçlendirdik. Yeniden yaralanmayı engellemek ve diz stabilitesi için hamstring-kuadriseps oranını artırmayı hedefledik. Çalışmamızda, fleksiyon/ekstansiyon kas gücü oranı ameliyatlı tarafta sağlam tarafa göre daha yüksekti.

Ön çapraz bağ, propriyoseptif ve mekanik olmak üzere iki tamamlayıcı göreve sahiptir. Geçmiş yıllarda ÖÇB rekonstrüksiyonu, mekanik olarak nasıl daha sağlam bağ elde edilebileceği üzerine odaklanmıştı. Histolojik çalışmalardan elde edilen ÖÇB'nin propriyoseptif fonksiyonu ile ilgili kanıtlar, insan ÖÇB'sinde birkaç tip mekanoreseptör olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, ÖÇB yırtılmalarında propriyoseptif geribildirim de bozulması beklenmektedir.<sup>[28]</sup> Ön çapraz bağ yırttığı olan dizlerde propriyosepsiyon ile ilgili yapılmış bazı çalışmalar vardır. Bu çalışmalarda propriyosepsiyonda azalma bildirilmiştir.<sup>[29,30]</sup> Propriyosepsiyon değerlendirmesi, eklem hareketinin fark edilmesi olan kinestetik hassasiyetin ve eklem

pozisyonunun fark edilmesi olan eklem pozisyon hissinin ölçülmesi ile yapılır. Kinestezi, pasif hareketin fark edilme eşliğinin (PHFE) ölçülmesi ile değerlendirilir. Eklem pozisyon hissi ise eklem pozisyonunun pasif (EPPB) ve aktif (EPAB) bulunması şeklinde değerlendirilir. Hem kinestezi hem de pozisyon hissi çeşitli klinik çalışmalarda değerlendirilmiştir. Ön çapraz bağ yaralanmalarından sonra, PHFE ve EPPB propriyosepsiyonun değerlendirilmesinde kullanılabilir. Yavaş açısal hızlarda (0.5-2.5°/sn) uygulandığında, PHFE seçici olarak Ruffini ve Golgi tipi mekanoreseptörleri uyarır. Bu test pasif olarak yapıldığı için, kas reseptörlerini hafif, eklem reseptörlerini ise en yüksek düzeyde uyardığı düşünülür. Bağ patolojilerinden sonra yapılan değerlendirmelerde, kas aktivitesini dışlayarak eklem reseptörlerini değerlendirmek için özellikle PHFE kullanılır.<sup>[8]</sup> Eklem pozisyonunun pasif bulunmasında ise, yavaş adapte olan ligamentöz ve kapsüler reseptörler uyarılır. Çalışmamızda, ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış dizlerde propriyoseptif fonksiyonu değerlendirmek için EPAB testini kullandık. Bu yöntemi tercih etmemizin nedeni, EPAB'de pozisyon duyusu test edilirken hastanın aktif olarak kas kontraksiyonlarını da kullanması ve muskületendinöz reseptörlerden gelen girdilerin de değerlendirilebilmesidir.<sup>[31]</sup> Yavaş hızlarda yapılmasına karşın, EPAB hem eklem hem de kas reseptörlerini uyarır ve aferent yolların daha fonksiyonel değerlendirilmesini sağlar.<sup>[8]</sup> Ayrıca, hastalar için de eklem pozisyonunun test edilmesinde kolay ve pratik bir yöntemdir. Ön çapraz bağ üzerine doğrudan gelen stres sonrası dinamik diz stabilitesinin sağlanması için hamstring kaslarının refleks aktivitesi kritik bir önem taşır.<sup>[27]</sup> Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası en temel amaçlarımızdan biri de, hamstring kaslarının nöromusküler eğitimi ile dizin dinamik stabilitesinin artırılmasıdır. Bu nedenle, EPAB ile hem eklem hem de kas reseptörlerinin değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Bazı çalışmalarda, propriyosepsiyonun yaralanmamış tarafa veya kontrollere eşit olarak yeniden geliştirilebileceği sonucuna varılmıştır.<sup>[30,32,33]</sup> Propriyosepsiyon hem fonksiyon, hem de hasta memnuniyeti ile ilişki gösterir.<sup>[20,34]</sup> Tam tersine, bazı yazarlar ise, kalıcı propriyosepsiyon bozukluğu bildirmişlerdir.<sup>[30,35]</sup> Anders ve ark.<sup>[35]</sup> PT grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası propriyosepsiyonu değerlendirmişler ve EPAB testinde yetersizlik bulmuşlardır. Bu yetersizliklerin çok az, fakat saptanabilir olduğu gözlenmiştir.<sup>[35]</sup> Çalışmamızda, EPAB ile

değerlendirilen propriyosepsiyonda, ameliyatlı tarafla sağlam taraf arasında hiçbir açıda anlamlı fark bulunmadı. Bu sonuçlarımız, propriyoseptif egzersizleri de içeren rehabilitasyon programımıza bağlı olabilir.

Tüm hastalarda cerrahi öncesinde Lachman ve ön çekmece testleri pozitif. Cerrahi sonrasında Lachman testi olguların çoğunluğunda negatif (%84.2), sadece altı hastada (%15.8) 1. derece gevşeklik saptandı. Artrometre olmadığı için diz stabilitesini artrometre ile değerlendiremedik; bu nedenle, sayısal statik gevşeklik değerlerimiz olmadığı için diğer sonuç parametreleri ile statik gevşeklik arasındaki ilişkiyi de araştırmadık. Bu eksiklik çalışmamızın bir kısıtlılığı olabilir. Ancak, çalışmaların birçoğunda diz gevşekliği fonksiyonel testler ile ilişkili bulunmamıştır.<sup>[36-38]</sup> Bu nedenle, statik ölçümler dizin dinamik stabilitesini öngörmeye yetersiz olabilir.<sup>[36,37]</sup>

Kas gücü ve gevşeklik ölçümlerinin tüm hastalarda fonksiyonel durumla uyum göstermemesi nedeniyle, hastaların cerrahi ve terapötik sonuçlarını ve kısıtlamasız olarak aktivitelere dönüşe hazır olma durumlarını değerlendirmek için fonksiyonel testler geliştirilmiştir. En sık kullanılan testler, tek adım hoplama testi, üç adım hoplama testi ve 6 m hoplama zamanıdır.<sup>[39]</sup>

Ön çapraz bağ yaralanmalı hastalarda, sağlam tarafla karşılaştırıldığında diz fonksiyonlarının %90'dan fazlasının yapılabilmesinin (tek adım hoplama testi dahil) yaralanma öncesi aktivite seviyelerine başarılı dönüş olarak kabul edilebileceği bildirilmiştir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrasında iki taraf arasındaki fark %10'dan fazla ise, kas gücü ve hoplama testleri açısından sonuçlar yetersiz kabul edilmiştir.<sup>[40]</sup> Çalışmamızda, hastaların %68.4'ü fonksiyonel testlerde sağlam tarafın en az %85'ine ulaştı. Katayama ve ark.<sup>[29]</sup> fonksiyonel performansı değerlendirdikleri hastalarda sağlam tarafa göre tek adım hoplama ve dikey sıçrama mesafesinin belirgin azaldığını göstermişlerdir.

Azalmış duyu, alt ekstremité kas güçsüzlüğü ve reseptörlerdeki hasar dengeyi etkileyebilir. Denge, alt ekstremitédeki nöromusküler fonksiyonları değerlendirmenin bir parçasıdır. Tek bacak ayakta durma dengesini değerlendiren araştırmacılar, baskın olan ve olmayan tarafta ortalama ağırlık merkezini benzer bulmuşlardır.<sup>[41,42]</sup> Çalışmamızda, sağlam tarafla karşılaştırıldığında statik denge ölçümlerinde anlamlı fark bulunmadı.

Roberts ve ark.<sup>[7]</sup> ÖÇB yaralanmalı 36 hastayı gevşeklik testi, propriyosepsiyon testi, tek bacak hoplama testi ve kas zirve tork ölçümleri ile değerlendirmişler ve tek bacak hoplama mesafesi ile propriyosepsiyon arasında önemli ilişki göstermişlerdir. Ayrıca, bu hastalarda, daha yüksek propriyoseptif eşik değerlerinin, ön çekmece testinde iki taraf arasındaki artmış farkın, daha zayıf kas gücünün fonksiyonel yetersizlikle ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Patellar tendon grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu, kuadriseps güçsüzlüğü, verici alanda doku morbiditesi, azalmış propriyosepsiyon ve fonksiyonel yetersizlik gibi dezavantajları nedeniyle eleştirilmektedir. Olgularımızın %52.6'sında verici sahada hipoestezi ve %39.5'inde diz önu ağrısı görüldü. Çalışmamızda, modifiye hızlandırılmış rehabilitasyon programına bağlı propriyoseptif ve denge bozuklukları saptanmadı. Ayrıca, subjektif fonksiyonel skorlar, aktivite düzeyi ve dizin dinamik stabilitesini gösteren fonksiyonel testler de tatminkar bulundu. Sadece 60°/sn açılarda kuadriseps kas gücünde yetersizlik saptandı. Bu kas gücü yetersizliğinin ameliyat sonrası fonksiyonel duruma ve ilerideki yaralanmalara yatkınlığa olan etkisi net değildir. Ameliyat sonrası rehabilitasyon protokolleri, hıza yönelik egzersizler içerecek şekilde modifiye edilerek kas gücü yetersizliği azaltılabilir. Sonuç olarak, çalışmamızda PT grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında uygulanan modifiye hızlandırılmış rehabilitasyon programı ile dizin dinamik ve statik stabilitesinin sağlandığı, günlük yaşam aktivitelerini ve sportif aktiviteleri kazanmada tatminkar klinik sonuçlar elde edildiği görüldü.

## Kaynaklar

1. Goh S, Boyle J. Self evaluation and functional testing two to four years post ACL reconstruction. Aust J Physiother 1997;43:255-62.
2. Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase. J Orthop Sports Phys Ther 2006;36:385-402.
3. Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Kannus P, Kaplan M, Samani J, et al. Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. A prospective, randomized study. J Bone Joint Surg [Am] 2002;84:1503-13.
4. Frank CB, Jackson DW. The science of reconstruction of the anterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg [Am] 1997; 79:1556-76.

5. Shaw T, Williams MT, Chipchase LS. Do early quadriceps exercises affect the outcome of ACL reconstruction? A randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 2005;51:9-17.
6. D'Amato M, Bach BR. Knee injuries. In: Brotzman SB, Wilk KE, editors. *Clinical orthopaedic rehabilitation*. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 2003. p. 251-470.
7. Roberts D, Ageberg E, Andersson G, Fridén T. Clinical measurements of proprioception, muscle strength and laxity in relation to function in the ACL-injured knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:9-16.
8. Lephart SM, Fu FH. The role of proprioception in the treatment of sports injuries. *Sports, Exercise and Injury* 1995;1:96-102.
9. Hansen MS, Dieckmann B, Jensen K, Jakobsen BW. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer (KAT 2000). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8:180-5.
10. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res* 1985; (198):43-9.
11. Maletius W, Messner K. Eighteen- to twenty-four-year follow-up after complete rupture of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1999;27:711-7.
12. Fu FH, L-Y Woo S, Irrgang JJ. Current concepts for rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992;15:270-8.
13. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992;15:256-64.
14. Shelbourne KD, Klootwyk TE, Decarlo MS. Update on accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992;15:303-8.
15. Özdemir H, Yıldırım A, Ürgüden M, Gür S, Aydın AT. Kemik-patellar tendon-kemik grefti ile yapılan ön çapraz bağ rekonstrüksiyonlarının orta dönem sonuçları. *Artroplastik Artroskopik Cerrahi* 1999;10:129-36.
16. Salmon LJ, Russell VJ, Refshauge K, Kader D, Connolly C, Linklater J, et al. Long-term outcome of endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft: minimum 13-year review. *Am J Sports Med* 2006;34:721-32.
17. Jansson KA, Linko E, Sandelin J, Harilainen A. A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2003;31:12-8.
18. Rudroff T. Functional capacity is enhanced with semitendinosus than patellar tendon ACL repair. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1486-92.
19. Rose T, Engel T, Bernhard J, Hepp P, Josten C, Lill H. Differences in the rehabilitation period following two methods of anterior cruciate ligament replacement: semitendinosus/gracilis tendon vs. ligamentum patellae. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12:189-97.
20. Hiemstra LA, Webber S, MacDonald PB, Kriellaars DJ. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1472-9.
21. Mattacola CG, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH, Saliba EN, McCue FC 3rd. Strength, functional outcome, and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train* 2002;37:262-8.
22. Keays SL, Bullock-Saxton J, Keays AC. Strength and function before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 2000;(373):174-83.
23. Cardone C, Menegassi Z, Emygdio R. Isokinetic assessment of muscle strength following anterior cruciate ligament reconstruction. *Isokinet Exerc Sci* 2004;12:173-7.
24. Keays SL, Bullock-Saxton JE, Newcombe P, Keays AC. The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Res* 2003;21:231-7.
25. Chan KM, Maffuli N, Korkia P, Li RC, editors. *Scientific and medical aspects of isokinetics*. In: *Principles and practice of isokinetics in sports medicine and rehabilitation*. Hong Kong: Lippincott Williams & Wilkins; 1996. p. 31-69.
26. Heijne A, Fleming BC, Renstrom PA, Peura GD, Beynon BD, Werner S. Strain on the anterior cruciate ligament during closed kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:935-41.
27. Solomonow M, Baratta R, Zhou BH, Shoji H, Bose W, Beck C, et al. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *Am J Sports Med* 1987;15:207-13.
28. Iwasa J, Ochi M, Adachi N, Tobita M, Katsube K, Uchio Y. Proprioceptive improvement in knees with anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 2000; (381):168-76.
29. Katayama M, Higuchi H, Kimura M, Kobayashi A, Hatayama K, Terauchi M, et al. Proprioception and performance after anterior cruciate ligament rupture. *Int Orthop* 2004;28:278-81.
30. Reider B, Arcand MA, Diehl LH, Mroczek K, Abulencia A, Stroud CC, et al. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2003;19:2-12.
31. Borsa PA, Lephart SM, Kocher M, Lephart SP. Functional assessment and rehabilitation of shoulder proprioception. *J Sport Rehabil* 1994;3:84-105.
32. Risberg MA, Beynon BD, Peura GD, Uh BS. Proprioception after anterior cruciate ligament reconstruction with and without bracing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:303-9.
33. Fremerey RW, Lobenhoffer P, Zeichen J, Skutek M, Bosch U, Tscherne H. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament: a prospective, longitudinal study. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000;82:801-6.
34. Barrett DS. Proprioception and function after anterior cru-



- ciate reconstruction. *J Bone Joint Surg [Br]* 1991;73:833-7.
35. Anders JO, Venbrocks RA, Weinberg M. Proprioceptive skills and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-tendon-bone graft. *Int Orthop* 2008;32:627-33.
  36. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A 10-year prospective trial of a patient management algorithm and screening examination for highly active individuals with anterior cruciate ligament injury: Part 2, determinants of dynamic knee stability. *Am J Sports Med* 2008;36:48-56.
  37. Herrington L, Fowler E. A systematic literature review to investigate if we identify those patients who can cope with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee* 2006;13:260-5.
  38. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8:76-82.
  39. Clark NC. Functional performance testing following knee ligament injury. *Phys Ther Sport* 2001;2:91-105.
  40. Augustsson J, Thomeé R, Karlsson J. Ability of a new hop test to determine functional deficits after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12:350-6.
  41. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *J Athl Train* 1998;33:319-22.
  42. Lin WH, Liu YF, Hsieh CC, Lee AJ. Ankle eversion to inversion strength ratio and static balance control in the dominant and non-dominant limbs of young adults. *J Sci Med Sport* 2009;12:42-9.