



## Hamstring tendon grefti ile yapılan ön çapraz bağ cerrahisinde iki farklı tespit yönteminde fonksiyonel sonuçların karşılaştırılması

Hayri Baran YOSMAOĞLU<sup>1</sup>, Gül BALTACI<sup>1</sup>, Defne KAYA<sup>2</sup>, Hamza ÖZER<sup>3</sup>, Ahmet ATAY<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara;

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Spor Hekimliği ABD, Ankara;

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Ankara;

<sup>4</sup>Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Ankara

**Amaç:** Çalışmamızda Endobutton postfiksasyon ve femoral transfiksasyon yöntemleri kullanılarak ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu yapılan kişilerin, alt ekstremité kas kuvveti, eklem pozisyon hissi ve diz stabilitesi sonuçlarını karşılaştırmayı amaçladık.

**Çalışma planı:** Hamstring tendon grefti kullanılarak Endobutton postfiksasyon (n=20; ortalama yaş: 26.5) ve femoral transfiksasyon (n=20; ortalama yaş: 29.9) yöntemleri ile ameliyat edilmiş bireyler klinik ÖÇB rehabilitasyon programına alındı. Ameliyat sonrası 12. ayda izokinetik dinamometre ile kas testi yapılarak, kuadriseps ve hamstring kas kuvvetleri değerlendirildi. Diz eklemi pozisyon hissi kayıplarını belirlemek için bilgisayarlı koordinasyon ve propriosepsiyon testleri (Functional Squat System; Monitored Rehab System) yapıldı. Diz laksitesini belirlemek için ön çekmece testi, Kneelax 3 artrometre kullanılarak yapıldı.

**Bulgular:** İki grup arasında hamstring ve kuadriseps kas kuvvetleri, konsantrik ve egzantrik motor koordinasyon ve ön tibial laksite parametrelerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı (p>0.05).

**Çıkarımlar:** Çalışmamız femoral transfiksasyon ve Endobutton postfiksasyon cerrahi tekniği ile ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan bireylerin ameliyat sonrası 1. yıl itibarıyla fonksiyonel sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Ancak her iki grupta da hamstring-kuadriseps kas kuvveti, motor koordinasyon ve propriosepsiyon yetersizliği devam etmektedir. Bu yüzden nöromusküler egzersizler içeren rehabilitasyon programı ve takibin, cerrahi sonrası 1 yıldan az sürmeyecek şekilde devam etmesini tavsiye etmekteyiz.

**Anahtar sözcükler:** Endobutton; hamstring grefti; ön çapraz bağ; TransFix.

Ön çapraz bağ (ÖÇB) cerrahisi günümüzde ortopedi alanında en çok çalışılan kas-iskelet sistemi konularından birisidir.<sup>[1]</sup> Bu cerrahinin amacı ÖÇB fonksiyonunu restore etmek, yaralanma sonucu kaybolan proprioseptif mekanizmanın sürdürülmesini sağlamak ve böylece ileride oluşabilecek osteoartrit riskini azaltmaktır.<sup>[2]</sup> ÖÇB rekonstrüksiyonu için yıllardır çok çeşitli otogreft ve allogreftler kullanılmış-

tır. Son yıllarda en çok tercih edilen seçenek otogreft hamstring tendondur.<sup>[3,4]</sup> Hamstring tendon greftinin ÖÇB olarak tespiti amacıyla çeşitli yöntemler ve materyaller kullanılmaktadır. Endobutton postfiksasyon (Smith & Nephew Inc., Andover, MA, ABD) grefti lateral femoral kortekse sabitlemek için çokça kullanılan bir yöntemdir. Biyomekanik çalışmalarda bu yöntemle yapılan greftin dayanıklılığı 61±11

N/mm olarak hesaplanmıştır.<sup>[5]</sup> ÖÇB rekonstrüksiyonunda oldukça sık kullanılan diğer bir tespit yöntemi de femoral transfiksasyondur (TransFix; Arthrex, Inc., Naples, FL, ABD). Bu yöntem ile yapılan greftin sağlamlığı ise  $240N \pm 74$  N/mm olarak bulunmuştur.<sup>[6]</sup> Literatür incelendiğinde, farklı tespit yöntemlerinin dayanıklılığı ile ilgili çeşitli klinik ve kadavra çalışmalarına rastlamak mümkündür, ancak bu tespit metodlarının fonksiyonel sonuçlarını karşılaştıran bir çalışma yoktur.<sup>[6-9]</sup>

Değerlendirme için kullanılan yöntemlerin fonksiyonel performansa dayalı ölçümleri içermesi cerrahi ve rehabilitasyon etkinliğini incelemek açısından önemlidir. Dolayısıyla, çalışmamızda, diz ekleminin dinamik şartlar altında davranışını değerlendirmek hedeflendi. Bu amaçla, Endobutton postfiksasyon ve femoral transfiksasyon yöntemleri kullanılarak ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan kişilerin rehabilitasyon sonrası alt ekstremité kas kuvveti, kas koordinasyonu ve diz stabilitesinin fonksiyonel sonuçları arasındaki farklılara bakıldı.

## Hastalar ve yöntem

Endobutton postfiksasyon ve femoral transfiksasyon yöntemleri kullanılarak hamstring tendon grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu yapıp merkezimize başvuran 40 olgu, 20'şer kişilik 2 ayrı gruba ayrılıp klinik ÖÇB rehabilitasyon programına dahil edildi (Tablo 1). Çalışmamız, Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu tarafından değerlendirilerek etik açıdan uygun bulundu ve tüm katılımcıların aydınlatılmış onamı alındı. Daha önce geçirilmiş mevcut ÖÇB yaralanmasının ve motor koordinasyon veya algı düzeyini etkileyecek herhangi bir nöromusküler rahatsızlığının olmaması, ÖÇB rekonstrüksiyonuna ek olarak herhangi bir cerrahi işlemin olmaması bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterlerini oluşturdu. Her iki gruba ameliyat sonrası 12. ayda:

1- Kuadriseps ve hamstring kaslarının kuvvetini ölçmek amacıyla "ISOMED 2000" izokinetik dinamometre (D&R Ferstl GmbH, Hemau, Almanya) ile kas testi yapıldı.

2- Ameliyat edilen ekstremitenin propriosepsiyon ve nöromusküler koordinasyon eksikliklerini ölçmek amacıyla bilgisayarlı koordinasyon ve propriosepsiyon testleri (Functional Squat System; Monitored Rehab System, Haarlem, Hollanda) yapıldı.

3- Ameliyat edilen dizin tibial anterior translasyon farkını ölçmek amacıyla ön çekmece testi Kneelax 3 artrometre (Monitored Rehab System, Haarlem, Hollanda) ile yapıldı.

Yapılan tüm testlerde bireylerin etkilenmiş dizleri diğer taraf ile karşılaştırıldı ve etkilenmiş tarafın yetersizlik yüzdesi hesaplandı.

## Cerrahi protokol

*Femoral transfiksasyon:* ÖÇB rekonstrüksiyonu için otojen, dört katlı semitendinosus ve grasilis greftleri kullanıldı. Tibial plato medial eklem hattından iki parmak altta oblik insizyon ile pes anserinus tendonları üzerine ulaşıldı. Tendon tespit noktasını yükseltmek amacıyla pes anserinus üzerinde "ters L" şeklinde insizyon yapıldı. Kapalı uçlu tendon sıyrıcı yardımı ile her iki tendon alındı ve üzerlerindeki kaslar temizlendi. Tendonların her iki ucu dikildi ve greftlere germe terminali üzerinde 5 dakika boyunca 15 lbs'lik germe kuvveti uygulandı. Sırası ile tibia ve femurda tüneller hazırlanarak femur tarafında asılma prensibine göre, tibia tarafında ise biyoçözünür inter-

**Tablo 1.** Bireylerin demografik özellikleri.

	Yaş (yıl)±SS	Boy uzunluğu (cm)±SS	Vücut ağırlığı (kg)±SS
Femoral transfiksasyon (n=20)	29.85±7.57	172.40±7.95	73.35±1.69
Endobutton postfiksasyon (n=20)	26.45±9.23	174.20±6.01	71.20±3.00



**Şekil 1.** Fonksiyonel squat sistemde hastanın pozisyonlanması. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki online versiyonunda renkli görülebilir]

ferans vidası yardımı ile, tünel içerisinde sıkıştırma yöntemi kullanılarak doku zımbası ile greft tespit edildi.

**Endobutton postfiksasyon:** Kapalı tendon sıyrıcısı kullanılarak, sırasıyla grasilis ve semitendinosus adale tendonları aynı ekstremiteden elde edildi. Daha sonra standart artroskopik portalleri kullanılarak diz eklemi artroskopik olarak değerlendirildi. Medial portal kullanılarak saat 10 veya 2 hizasına, 4 kat olarak hazırlanmış grasilis ve semitendinosus tendonlarının içerisinden geçebileceği çapta femoral tünel hazırlandı. Greft insizyonu ile, ÖÇB güdüğü rehber alınarak, 45 derece açıyla uygun çapta tibial tünel açıldı. Hazırlanan greft tibial tünelde başlayarak diz içerisine yerleştirildi. Femoral tarafta Endobutton loop, tibial tarafta biyoçözünür vida ve U-çivi kullanılarak greft tespit edildi.

### Postoperatif rehabilitasyon

Tüm hastalar cerrahi sonrası ilk hafta içerisinde rehabilitasyona başladı. Ameliyat sonrası ilk 3 haftalık sürede eklem hareket açıklığını erken kazanmak hedeflendi. Hastanın ayakta tolere edebildiği ölçüde ağırlık aktarmasına izin verildi. Fleksiyon yönünde eklem hareket açıklığını arttırmak için kapalı kinetik zincir fleksiyon egzersizleri, ekstansiyon limitasyonunu önlemek için ekstansiyon askısı egzersizi yaptırıldı. Kuadriseps kontrolünü arttırmak amacıyla düz bacak kaldırma, izometrik kuadriseps egzersizleri ve kalça abduksiyon ve addüksiyon egzersizleri yaptırıldı. Cerrahiden 3-4 hafta sonra bisiklet, Theraband ile kuvvetlendirme egzersizleri, denge tahtası üzerinde ağırlık aktarma, yumuşak zemin denge ve koordinasyon egzersizlerine başlandı. Ayakta mini çömelme ve kapalı kinetik zincir koordinasyon egzersizlerine yine bu dönemde devam edildi. 6-8 hafta içinde dirençli diz ekstansiyon ve fleksiyon egzersizlerine geçildi. Hastalar ameliyat sonrası ilk 6 hafta dizlik kullandı. Ameliyattan 16 hafta sonra düz koşuya izin verildi. Postoperatif 6, 12, 16, 24 ve 36. haftalarda klinik değerlendirme, egzersiz programının yeniden düzenlenmesi ve hasta motivasyonunun korunması amacıyla hastalar kliniğe çağrıldı ve kontrolleri yapıldı.

### Kuvvet değerlendirmesi

Çalışmamızda her iki gruptaki hastalar "ISOMED 2000" izokinetik dinamometre (D&R Ferstl GmbH, Hemau, Almanya) ile değerlendirildi. Fleksiyon-ekstansiyon hareketi boyunca hamstring ve kuadriseps

kaslarının izokinetik kuvvetinin belirlenmesi amacıyla test yapılacak kişi ölçüm koltuğuna diz ve kalça eklemi 90° olacak şekilde oturtuldu. Diz eklem merkezi lazer vasıtasıyla dinamometre hareket merkezi ile eşleştirildi. 5 dakikalık ısınma periyodunun ardından izokinetik sistem öncelikle 60°/sn'lik açısal hıza ayarlandı. Bu açısal hızda hastadan sistemin kuvvet kolunu mümkün olduğunca kuvvetli bir şekilde bacağıyla 5 kere yukarıya itmesi ve beklemeden yine mümkün olan en kuvvetli şekilde başlangıç pozisyonuna dönmesi istendi. 1 dakikalık dinlenme arasından sonra sistem aynı işlemler 180°/saniyelik açısal hızda 10 tekrar yapılacak şekilde uygulandı ve deneğin uyguladığı maksimum kuvvetin ortalaması hesaplandı. Testler sonucunda etkilenmiş dizden elde edilen "peak tork" ve "toplam iş" değerleri diğer ekstremiteden elde edilenlerle karşılaştırılarak, etkilenmiş tarafın zayıflık yüzdesi hesaplandı.

### Motor koordinasyon testi

Motor koordinasyon değerlendirilmesi bilgisayara bağlanmış horizontal leg press aleti olan fonksiyonel squat sistemi ile yapıldı (Functional Squat System; Monitored Rehab System, Haarlem, Hollanda). Hasta sırtüstü pozisyonda, diz ve kalça eklemi 90° olacak şekilde sisteme yerleştirildi (Şekil 1). Hastadan bir tam diz ekstansiyonu yapıp tekrar başlangıç pozisyonuna dönmesi istendi. Bu sayede deneğin yaptığı horizontal çömelme hareketinin maksimum ve minimum noktaları sisteme kaydedildi. Daha sonra vücut ağırlığının %20'sine karşılık gelen ağırlık, sistem üzerindeki ağırlık barlarından ayarlanarak teste başlandı. Hastadan, önce etkilenmiş taraf bacağı ile ekranda görünen kırmızı artı işaretini, yine ekranda mavi çizgiyle belirlenen rota üzerinde 1 dakika boyunca tutması istendi. Bu görevi belli bir koordinasyon içinde doğru olarak yapabilmesi için deneğin, diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini konsantrik ve egzantrik kas kontraksiyonu yardımı ile yapması gerekti. Rotadan sapma miktarı sistem tarafından hesaplandı. Bir dakikalık dinlenme arası verildikten sonra aynı test diğer ekstremiten ile tekrarlanarak, etkilenmiş ekstremitenin koordinasyon kaybı yüzdesi hem egzantrik hem de konsantrik hareket için ayrı ayrı hesaplandı.

### Propriosepsiyon testi

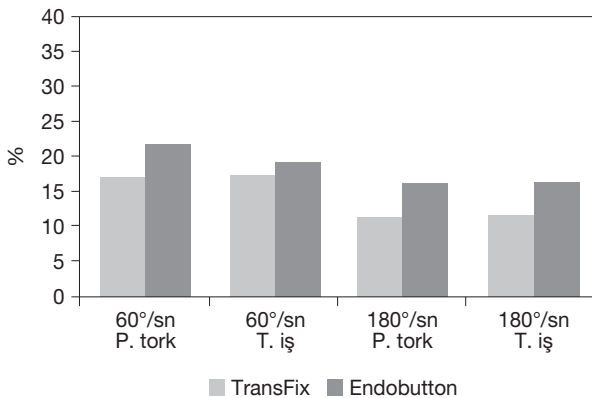
Hasta horizontal leg press sistemine aynı şekilde yerleştirildi. Hastadan bir tam diz ekstansiyonu ya-

**Table 2.** İzokinetik kuvvet defisitleri.

		Femoral transfiksasyon		Endobutton postfiksasyon			
Kuadriseps defisiti		X	±SS	Ortalama	±SS	t	p
(180 °/s)	Peak tork (%)	16.96	±14.86	21.90	±14.82	-1.052	.299
	Toplam iş (%)	17.14	±16.23	19.36	±16.91	-.424	.674
	Peak tork (%)	11.49	±12.32	16.08	±13.16	-1.140	.262
	Toplam iş (%)	14.63	±13.31	16.22	±13.70	-.372	.712
Hamstring defisiti		X	±SS	Ortalama	±SS	t	p
(180 °/s)	Peak tork (%)	7.31	±13.90	15.52	±14.45	-1.831	.075
	Toplam iş (%)	6.14	±14.71	17.03	±22.84	-1.792	.081
	Peak tork (%)	7.31	±12.12	9.82	±12.06	-.655	.516
	Toplam iş (%)	9.64	±14.76	12.09	±14.26	-.535	.596

SS: Standart sapma; t: t-test; p=0.05

pıp tekrar başlangıç pozisyonuna dönmesi istendi. Bu sayede deneğin yaptığı horizontal çömelme hareketinin maksimum ve minimum noktaları sisteme kaydedildi. Daha sonra vücut ağırlığının %20'sine karşılık gelen ağırlık, sistem üzerindeki ağırlık barlarından ayarlanarak teste başlandı. Hastadan, önce etkilenmiş taraf bacağı ile ekranda görünen kırmızı artı işaretini, konsantrik ve egzantrik kas kontraksiyonunu kullanarak mavi çizgiyle belirlenen rota üzerinde bulunan sabit bir fleksiyon derecesine iki kere getirmesi istendi. Daha sonra kırmızı artı şekli ekran üzerinden kayboldu ve hastalardan biraz önce kırmızı artı işareti yardımıyla görerek geldikleri noktayı, görsel uyarı olmadan tekrar bulması istendi. Hastaların görerek geldikleri nokta ile görmeden geldikleri nokta arasındaki fark sistem tarafından hesaplandı. Test 1 dakika dinlenme arası verildikten sonra diğer bacakta tekrarlanarak iki bacak arasındaki fark yüzde olarak belirlendi.

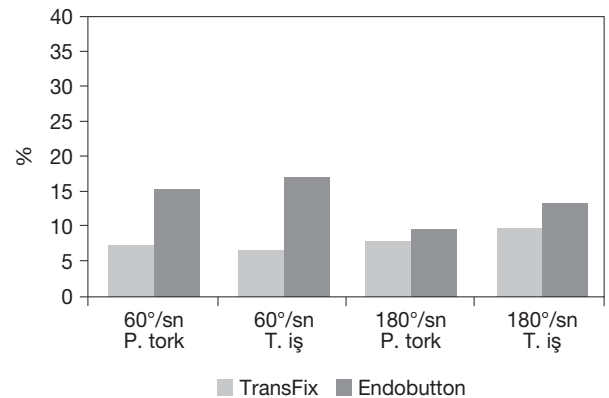
**Şekil 2.** Etkilenmiş ekstremite kuadriseps kuvvet defisitleri.

### Diz stabilitesinin ölçümü

Diz ekleminde anterior-posterior yönde meydana gelen tibio-femoral hareket ölçümü Kneelax 3 artrometre (Monitored Rehab System, Haarlem, Hollanda) ile yapıldı. Bu ölçüm için hasta uzun oturuş pozisyonuna alındı. Artrometrenin diz aparatı diz eklemini 20-30° fleksiyona alacak şekilde yerleştirildi. Daha sonra artrometre diz eklemine sıkı bir biçimde bağlandı. Artrometrenin kolu yardımıyla hastanın tibiası, femur sabit kalacak şekilde anteriora doğru çekildi. 132 N kuvvet altındaki anterior tibial translasyon belirlendi. Aynı işlem diğer ekstremiteye uygulanarak, etkilenmiş tarafın diğer ekstremiteye oranla anterior tibial translasyon farklılığı “mm” cinsinden hesaplandı.

### İstatistiksel analiz

Hastalardan alınan verilerin analizi independent sample t-testi ile Statistical Processing for the Social Sciences software 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL,

**Şekil 3.** Etkilenmiş ekstremite hamstring kas kuvveti defisitleri.

**Table 3.** Egzantrik koordinasyon, konsantrik koordinasyon, proprioepsiyon defisitleri ve anterior tibial laksite farkları.

	Femoral transfiksasyon		Endobutton postfiksasyon	
	X ±SS	X ±SS	t	p
Egzantrik koordinasyon defisiti (%)	16.47±13.87	15.31±14.69	.257	.799
Konsantrik koordinasyon defisiti (%)	18.35±21.86	16.45±10.43	.351	.728
Proprioepsiyon (%)	73.72±81.032	74.58±121.33	-.424	.674
Anterior tibial laksite farkı (mm)	2.63±1.55	2.46±1.49	.636	.712

SS: Standard sapma; t: t-test; p=0.05

ABD) programı kullanılarak karşılaştırıldı. İstatistiksel farklılık düzeyi  $p<0.05$  olarak alındı.

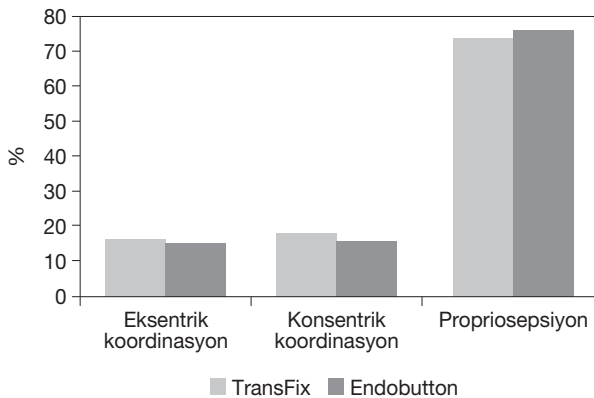
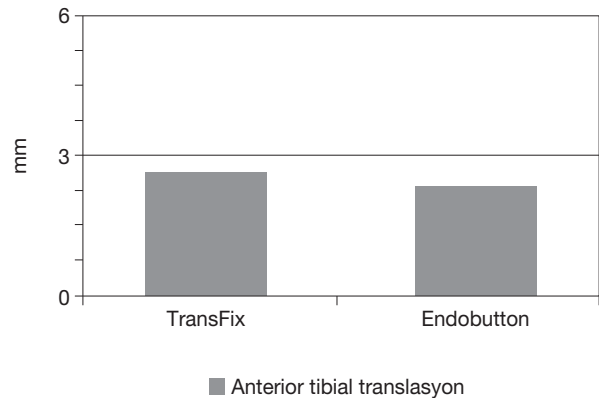
### Bulgular

Etkilenmiş ekstremitte ile sağlam ekstremitenin  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızlarda kuadriseps ve hamstring izokinetik *peak* tork ve toplam iş defisitlerinde iki grup arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ( $p>0.05$ ) (Tablo 2; Şekil 2 ve 3). Etkilenmiş ekstremitte ile sağlam ekstremitenin egzantrik koordinasyon, konsantrik koordinasyon ve proprioepsiyon ve anterior tibial translasyon farkı sonuçlarında iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ) (Tablo 3; Şekil 4 ve 5).

### Tartışma

Bu çalışmada bulduğumuz izokinetik kuvvet defisiti sonuçları, femoral transfiksasyon ve Endobutton postfiksasyon yöntemleri arasında postoperatif 1. yılda kas kuvveti yönünden istatistiksel bir fark olmadığını göstermektedir. Her iki grupta da etkilenmiş ekstremitede diğer ekstremiteye oranla hamstring kasında %10 civarında kuvvet kaybı bulunmuştur. Bu oran, li-

teratürde hamstring greft ile yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında oluşan kas kuvveti kaybı ile ilgili çalışmalarda bulunan oranlar ile paralellik göstermektedir. Bizzini ve ark., hamstring tendon grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaların cerrahiden 11 ay sonra, hamstring kuvvet defisitinin ortalama %10.4±3.6 olduğunu saptamıştır.<sup>[10]</sup> Aune ve ark., hamstring tendon ile ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaların 12. ay ölçümlerinde yaklaşık %15 oranında hamstring kuvvet defisiti olduğunu göstermiştir.<sup>[11]</sup> Feller ve ark., hamstring tendon ile ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaların ameliyat sonrası 12. ayda ortalama %8.7±17.1 hamstring kuvvet kaybı gösterdiğini belirtmiştir.<sup>[12]</sup> Hamstring kuvvet kaybının uzun dönemde nasıl değiştiğini inceleyen araştırmacılar ise ileri dönemde hamstring defisitinin yıllar geçtikçe azalma eğiliminde olduğunu ve ameliyat sonrası 2-4 yıl ölçümlerinde, normale yaklaşıldığını bildirmişlerdir.<sup>[13,14]</sup> Çalışmamızın kuadriseps kas kuvveti sonuçlarında ise femoral transfiksasyon grubunda %10-15, Endobutton postfiksasyon grubunda %15-20 kuadriseps kuvvet kaybı olduğu gözlenmiştir. Literatürde hamstring greftleri ile yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonu

**Şekil 4.** Etkilenmiş ekstremitte koordinasyon ve proprioepsiyon defisitleri.**Şekil 5.** Etkilenmiş ekstremitte anterior tibial translasyon farklılığı (mm).

nundan sonra, kuadriseps kas kuvvetinde benzer şekilde kayıp olduğunu gösteren pek çok çalışma vardır.<sup>[12,15-17]</sup> De Jong ve ark., hamstring tendon grefti ile yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası kuadriseps kasında ciddi kuvvet kaybı oluştuğunu, bu kaybın postoperatif 6 ile 12 ay arasında azaldığını ancak yine de ameliyat öncesiyle karşılaştırıldığında yetersizliğin devam ettiğini belirtmişlerdir.<sup>[16]</sup> Kobayashi ve ark., ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası, 12 ile 24. ay arasında kas kuvvetinde 60°/s açısal hızda %17, 180°/s açısal hızda %9 artış meydana geldiğini, buna rağmen hamstring ve kuadriseps kaslarında kuvvet yetersizliğinin hala devam ettiğini saptamışlardır.<sup>[17]</sup> Feller ve ark., 12. ay ölçümlerinde kuadriseps kasında 60°/sn açısal hızda %11.1±16.5 defisit saptamışlardır.<sup>[12]</sup> Yapılan çalışmalarda ÖÇB rekonstrüksiyonu gerçekleştirilen ekstremitenin kuadriseps kas kuvvetinin uzun dönemde bile diğer ekstremiteye oranla zayıf bulunması, kuadriseps zayıflığının sadece patellar tendon greftinde değil, aynı zamanda hamstring tendon greftinde, hatta allogreftlerde bile oluştuğunu kanıtlamaktadır.<sup>[10,18]</sup>

Kuadriseps zayıflığının temel nedeni donör saha morbiditesi değil, reseptör ve nöromusküler aktivasyon sistemlerinin bozulmasıdır.<sup>[19-21]</sup> Dolayısıyla ameliyat hangi greft tipiyle yapılmış olursa olsun, oluşması beklenen bir durumdur. Bu kuvvet yetersizliğinde zamanla azalma olmasına rağmen, uzun yıllar sonra bile bu kaslardaki zayıflık devam etmektedir.<sup>[22,23]</sup> Lautamies ve ark., hamstring ve patellar tendon grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu geçiren hastaların 5 yıllık takiplerinde kuadriseps ve hamstring kas kuvveti yetersizliğinin sürdüğünü göstermişlerdir.<sup>[22]</sup> Jarvela ve ark., cerrahiden 7 yıl sonra bile ortalama %10 kuadriseps zayıflığının sürdüğünü bildirmiştir.<sup>[23]</sup>

Çalışmamızda her iki tespit grubunda %15-18 konsantrik ve egzantrik motor koordinasyon, %70 civarında da propriosepsiyon defisiti olduğu bulunmuştur. Ameliyat edilen ekstremitenin bu testlerde düşük performans göstermesi, ÖÇB yaralanmasından sonra meydana gelen eklem pozisyon hissi kaybına bağlanabilir. Ön çapraz bağın proprioseptif görevini iyi yapabilme oranı içinde bulunan mekanoreseptörlerle ilgilidir.<sup>[2]</sup> Denti ve ark., tedavi edilmemiş ÖÇB lezyonu olan kişilerde yaralanma sonrası 3. aydan itibaren mekanoreseptör sayısının kademeli olarak azaldığını, 9 ay sonra ise ancak birkaç serbest sinir sonlanmasının geriye kaldığını bildirmiş, bir yılı geçmiş vakalarda yapılan biyopsi sonuçları ise serbest sinir sonlanmalarının bile yok olduğunu göstermiştir.<sup>[24]</sup>

Ön çapraz bağ yaralanmasının mekanoreseptör hasarına neden olduğu kanıtlanmış olmasına rağmen, literatürde yer alan propriosepsiyon çalışmalarını çelişkili sonuçlar göstermektedir. Yazarların bir kısmı ÖÇB yaralanması olan vakalarda diz eklem pozisyonu hissini azaldığını bildirmiştir.<sup>[25-27]</sup> Ancak bazı yazarlar ise yaralanma sonrası eklem pozisyon hissinde herhangi bir fark bulamamışlardır.<sup>[28,29]</sup> Literatürde geçerlik ve güvenilirliği gösterilmiş olan eklem pozisyon hissi ölçümleri yaygın olarak kullanılmasına rağmen, Grob ve ark., eklem pozisyon hissini araştıran test sonuçlarının birbiriyle korelasyonunun olmadığını göstermiştir.<sup>[30,31]</sup> Bu testler başlangıç noktası ve hareket yönü değiştirildiğinde farklı sonuçlar verebilmektedir.<sup>[28,30]</sup> Bir başka önemli nokta ise, şu anda kullanılan propriosepsiyon testlerinin hiçbirinin, ÖÇB üzerindeki mekanoreseptörlerden gelen proprioseptif his ile diz çevresindeki diğer yumuşak dokulardan ve eklem kapsülünden alınan pozisyon hissini ayırt edememesidir. Dolayısıyla bu testlerin hiçbiri izole olarak ÖÇB içindeki mekanoreseptörlere ilişkin kesin bir yargı veremez.<sup>[32]</sup> Çalışmamızda kullandığımız motor koordinasyon ve propriosepsiyon testleri, hem eklem pozisyon hissini hem de motor kontrol paternini dinamik şartlarda ölçmektedir. Haliyle, çalışmamız sadece eklem pozisyon hissini ölçen diğer çalışmalardan farklıdır.

Ön çapraz bağ tibial anterior translasyonu engelleyen esas yapıdır. Ancak dışarıdan yüklenen kuvvet miktarı arttıkça bir miktar tibial kaymaya da izin verir. Gabriel ve ark., diz tam ekstansiyondayken 4±1.0 mm, 60° fleksiyonda iken 6.4±2.4 mm tibial translasyon meydana geldiğini göstermişlerdir.<sup>[33]</sup> 10 Nm valgus ve 5 Nm tibial internal rotasyon kombine uygulandığında ise 15° fleksiyonda 3.7±2.2 mm, 30° fleksiyonda 5.7±2.7 mm translasyon meydana gelir.<sup>[33]</sup> Çalışmamızda her iki tespit grubunda tibial anterior translasyonun diğer taraf ile farkı 3 mm'nin altında bulunmuştur. Literatür incelendiğinde pek çok yayında benzer sonuçta rastlanmaktadır.<sup>[11,12,34-36]</sup> Aune ve ark., hamstring tendon greftinden bir yıl sonra cerrahi uygulanan ekstremitedeki anterior translasyonun diğer tarafa oranla ortalama 2.8±2.6 mm fazla olduğunu bildirmiştir.<sup>[11]</sup> Feller ve ark. yine hamstring grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastalarda 1. yılda 1.9±1.1 mm fark olduğunu göstermiştir.<sup>[12]</sup> Marcacci ve ark., hamstring tendon grefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası 5. yıl anterior laksite sonuçlarına göre hastaların %76'sının 3 mm ve altında, %18'inin 3 ila 5 mm arası, %6'sının

ise 5 mm'den fazla anterior tibial translasyon gösterdiğini bildirmiştir.<sup>[34]</sup> Aşık ve ark., 204 hasta üzerinde ortalama postoperatif 82. haftada yaptıkları anterior laksite değerlendirmesinde hastaların %95'inde 5 mm'nin altında anterior tibial translasyon farklılığı göstermiştir.<sup>[35]</sup> Prodromos ve ark., hamstring tendon Endobutton postfiksasyon ile ameliyat edilen 133 hasta üzerinde ortalama 54. ayda yaptıkları tibial deplasman ölçümlerinde, hastaların %86.7'sinin 3 mm ve altında, %3'ünde ise 4 mm anterior tibial translasyon farklılığı tespit etmişlerdir.<sup>[36]</sup> Bizzini ve ark., ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaların anterior tibial laksitesini cerrahiden 11 ay sonra Kneelax ile ölçmüş, hamstring tendon grefti rekonstrüksiyonu uygulanan hastaların ameliyat edilen taraf tibial laksitesinin sağlam tarafa göre ortalama  $2.7 \pm 0.7$  mm fazla olduğunu bildirmiştir.<sup>[10]</sup> Literatürde hamstring tendon greft çeşitleriyle gerçekleştirilen rekonstrüksiyonlar sonrası diz stabilitelerini karşılaştıran herhangi bir çalışma yoktur. Oysa hamstring tendon greftlemede kullanılan farklı tespit materyalleri ve teknikleri farklı biyomekanik sonuçlar ortaya çıkarmaktadır.<sup>[37,38]</sup> Bu açıdan çalışmamızın stabilite sonuçları, hamstring tendon ile yapılan greftlemede farklı tip rekonstrüksiyon metodlarının laksite sonuçlarını karşılaştırmalı olarak ortaya koyması açısından önemlidir.

Karşı dizle yapılan karşılaştırmadaki kısıtımız ameliyat edilmemiş dizde postoperatif gerçekleştirilen müdahalelerin göz ardı edilmesidir. Bu yüzden kas kuvveti kaybının gösteriminde ameliyat öncesi durum yerine, ameliyat edilmemiş dizle kıyas yapmak daha uygun olacaktır.

Çalışmamız, ÖÇB rekonstrüksiyonunda femoral transfiksasyon ve Endobutton postfiksasyon yöntemlerinin izokinetik kas kuvveti, nöromusküler koordinasyon, eklem pozisyon hissi ve anterior tibial stabilite ortalamaları açısından fonksiyonel sonuçları arasında, ameliyat sonrası 1. yıl itibarıyla herhangi bir farklılık olmadığını göstermektedir. Çalışmamızdan çıkan ikinci önemli sonuç, her iki hasta grubunda da, hamstring ve kuadriseps kuvveti, motor koordinasyon ve eklem pozisyon hissi açısından eksikliklerin olmasının hastaların normale dönmesi için 1 yıllık sürenin yeterli olmadığını göstermesidir. Bu yüzden ÖÇB cerrahisi geçiren hastalar, ameliyat sonrası uzun dönemde de takip edilmeli ve eksikliklere yönelik rehabilitasyon ve egzersiz programları uygulanmalıdır.

**Çıkar Örtüşmesi:** Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

## Kaynaklar

1. Gottlob CA, Baker CL, Pellissier JM, Colvin L. Cost effectiveness of anterior cruciate ligament reconstruction in young adults. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(367):272-82.
2. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Ryoke K, Kuriwaka M. Mechanoreceptors in the anterior Cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand* 2002;73:330-4.
3. Freedman K, D'Amato M, Nedeff D, Ari Kaz, Bach B. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med* 2003;31:2-11.
4. Valentin A, Engström B, Werner S. ACL reconstruction: patellar tendon versus hamstring grafts economical aspects. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;4: 536-41.
5. Honl M, Carrero V, Hille E, Schneider E, Morlock MM. Bone-patellar tendon-bone grafts for anterior cruciate ligament reconstruction: an in vitro comparison of mechanical behavior under failure tensile loading and cyclic submaximal tensile loading. *Am J Sports Med* 2002;30:549-57.
6. Brown CH Jr, Wilson DR, Hecker AT, Ferragamo M. Graft-bone motion and tensile properties of hamstring and patellar tendon anterior cruciate ligament femoral graft fixation under cyclic loading. *Arthroscopy* 2004;20:922-35.
7. Fauno P, Kaalund S. Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study. *Arthroscopy* 2005;21:1337-41.
8. Lee YS, Kim SK, Park JY, Park JW, Wang JH, Jung YB, et al. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using two different suspensory femoral fixation: a technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:1023-7.
9. Milano G, Mulas PD, Ziranu F, Piras S, Manunta A, Fabbriani C. Comparison between different femoral fixation devices for ACL reconstruction with doubled hamstring tendon graft: a biomechanical analysis. *Arthroscopy* 2006;22:660-8.
10. Bizzini M, Gorelick M, Munzinger U, Drobny T. Joint laxity and isokinetic thigh muscle strength characteristics after anterior cruciate ligament reconstruction: bone patellar tendon bone versus quadrupled hamstring autografts. *Clin J Sport Med* 2006;16:4-9.
11. Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H. Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized study with two-year follow-up. *Am J Sports Med* 2001;29:722-8.
12. Feller JA, Webster KE. A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2003;31:564-73.
13. Maeda A, Shino K, Horibe S, Nakata K, Buccafusca G. Anterior cruciate ligament reconstruction with multi-

- stranded autogenous semitendinosus tendon. *Am J Sports Med* 1996;24:504-9.
14. Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K. Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 1995;23:706-14.
  15. Anderson JL, Lamb SE, Barker KL, Davies S, Dodd CA, Beard DJ. Changes in muscle torque following anterior cruciate ligament reconstruction. A comparison between hamstrings and patella tendon graft procedures on 45 patients. *Acta Orthop Scand* 2002;73:546-52.
  16. De Jong S, van Caspel D, van Haef M, Saris DBF. Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions. *Arthroscopy* 2007;23:21-8.
  17. Kobayashi A, Higuchi H, Terauchi M, Kobayashi F, Kimura M, Takagishi K. Muscle performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop* 2004;28:48-51.
  18. Lephart SM, Kocher MS, Harner CD, Fu FH. Quadriceps strength and functional capacity after anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon autograft versus allograft. *Am J Sports Med* 1993;21:738-43.
  19. Krogsgaard MR, Dyhre-Poulsen P, Fischer-Rasmussen T. Cruciate ligament reflexes. *J Electromyogr Kinesiol* 2002;12:177-82.
  20. Johansson H, Sjölander P, Sojka P. A sensory role for the cruciate ligaments. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(268):161-78.
  21. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph K, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31:546-66.
  22. Lautamies R, Harilainen A, Kettunen J, Sandelin J, Kujala UM. Isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength and knee function 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16:1009-16.
  23. Järvelä T, Kannus P, Latvala K, Järvinen M. Simple measurements in assessing muscle performance after an ACL reconstruction. *Int J Sports Med* 2002;23:196-201.
  24. Denti M, Monteleone M, Berardi A, Panni AS. Anterior cruciate ligament mechanoreceptors. Histologic studies on lesions and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(308):29-32.
  25. Ageberg E, Fridén T. Normalized motor function but impaired sensory function after unilateral non-reconstructed ACL injury: patients compared with uninjured controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16:449-56.
  26. Carter ND, Jenkinson TR, Wilson D, Jones DW, Torode AS. Joint position sense and rehabilitation in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Br J Sports Med* 1997;31:209-12.
  27. 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.
  28. Fridén T, Roberts D, Zätterström R, Lindstrand A, Moritz U. Proprioception in the nearly extended knee. Measurements of position and movement in healthy individuals and in symptomatic anterior cruciate ligament injured patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4:217-24.
  29. Good L, Roos H, Gottlieb DJ, Renström PA, Beynon BD. Joint position sense is not changed after acute disruption of the anterior cruciate ligament. *Acta Orthop Scand* 1999;70:194-8.
  30. Boerboom AL, Huizinga MR, Kaan WA, Stewart RE, Hofb AL, Bulstra SK, et al. Validation of a method to measure the proprioception of the knee. *Gait Posture* 2008;28:610-4.
  31. Grob KR, Kuster MS, Higgins SA, Lloyd DG, Yata H. Lack of correlation between different measurements of proprioception in the knee. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:614-8.
  32. Hogervorst T, Brand R. Mechanoreceptors in joint function. *J Bone Joint Surg* 1998;80:1365-77.
  33. Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res* 2004;22:85-9.
  34. Marcacci M, Zaffagnini S, Iacono F, Vascellari A, Loreti I, Kon E, et al. Intra- and extra-articular anterior cruciate ligament reconstruction utilizing autogenous semitendinosus and gracilis tendons: 5-year clinical results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003;11:2-8.
  35. Aşık M, Şen C, Tuncay I, Erdil M, Avcı C, Taşer ÖF. The mid- to long-term results of the anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons using Transfix technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:965-72.
  36. Prodromos CC, Han YS, Keller BL, Bolyard RJ. Stability results of hamstring anterior cruciate ligament reconstruction at 2- to 8-year follow-up. *Arthroscopy* 2005;21:138-46.
  37. Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Ma CB. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part I. Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med* 1999;27:821-30.
  38. Fu FH, Bennett CH, Ma CB, Menetrey J, Lattermann C. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II. Operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med* 2000;28:124-30.