

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ CERRAHİSİNDE  
İKİ FARKLI FİKSASYON YÖNTEMİNDE  
REHABİLİTASYON SONRASI FONKSİYONEL  
SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Uz. Fzt. Hayri Baran YOSMAOĞLU**

**Spor Fizyoterapistliği Programı  
DOKTORA TEZİ**

**Ankara  
2009**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ CERRAHİSİNDE  
İKİ FARKLI FİKSASYON YÖNTEMİNDE  
REHABİLİTASYON SONRASI FONKSİYONEL  
SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Uz. Fzt. Hayri Baran YOSMAOĞLU**

**Spor Fizyoterapistliği Programı  
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Gül BALTACI**

**Ankara  
2009**

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne:

Bu çalışma jürimiz tarafından Spor Fizyoterapistliği programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Gül Şener  
(Hacettepe Üniversitesi)



imza

Danışman:

Prof. Dr. Gül Baltacı  
(Hacettepe Üniversitesi)



imza

Üye:

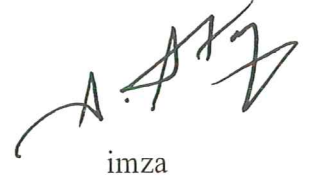
Prof. Dr. Nevin Ergun  
(Hacettepe Üniversitesi)



imza

Üye:

Prof. Dr. Özgür Ahmet Atay  
(Hacettepe Üniversitesi)



imza

Üye:

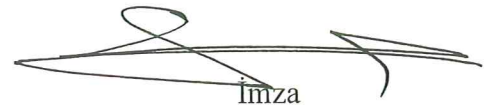
Doç. Dr. Hamza Özer  
(Gazi Üniversitesi)



imza

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



imza

Prof. Dr. Hakan S. Orer (v.)

## TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleşmesine katkılarından dolayı aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara teşekkür eder.

Sayın Prof. Dr. Gül Baltacı' nın tezin planlanmasında, içeriğinin oluşturulmasında ve yazım aşamasında yoğun desteği ve katkıları olmuştur.

Sayın Prof. Dr. Gül Şener' in bu çalışmanın gerçekleşmesi için gerekli ortamın sağlanmasında anlayışlı tutumuyla desteği olmuştur.

Sayın Prof. Dr. Nevin Ergun ve Sayın Doç. Dr. Volga Bayrakçı Tunay tezin her aşamasında bilgi ve tecrübelerini paylaşarak yoğun desteği ve katkıları olmuştur.

Sayın Doç. Dr. Hamza Özer ve Sayın Prof. Dr. Özgür Ahmet Atay hasta desteği ile tezin tamamlanmasında yoğun katkıları olmuştur.

Sayın Prof. Dr. Sacit Turanlı bilimsel tecrübe ve katkılarıyla tezin metodunun oluşumu sırasında yoğun destekleri olmuştur.

Sayın Dr. Fzt. İrem Düzgün tezin hasta değerlendirilmesi aşamasında yoğun desteği ve katkıları olmuştur.

Sayın Dr. Fzt. Defne Kaya'nın tezin her aşamasında yoğun desteği ve katkıları olmuştur.

Sevgili eşim Fzt. Sevgin Yosmaoğlu' nun tezin her aşamasında yoğun desteği ve katkısı olmuştur.

Ailemin tezin her aşamasında yoğun destekleri olmuştur.

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir.

## ÖZET

**Yosmaoğlu H. B. Ön çapraz bağ cerrahisinde iki farklı fiksasyon yönteminde rehabilitasyon sonrası fonksiyonel sonuçların karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Fizyoterapistliği Programı Doktora Tezi, Ankara, 2009.** Bu çalışmanın amacı Endobutton ve Transfix fiksasyon yöntemleri kullanılarak ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılan kişilerin, alt ekstremitte kas kuvveti, eklem pozisyon hissi, diz laksite ve yaşam kalitesi sonuçları farklarının belirlenmesidir. Hamstring tendon grefti kullanılarak Endobutton (n=20, yaş ortalaması: 26.45 yıl) ve Transfix (n=20, yaş ortalaması: 29.85 yıl) fiksasyon yöntemleri ile ameliyat edilmiş bireyler 2 ayrı gruba ayrılıp klinik ön çapraz bağ rehabilitasyon programına alındı. Her iki gruba ameliyat sonrası 12.ayda izokinetik kas testi (ISOMED 2000) yapılarak, kuadriseps ve hamstring kas kuvveti değerlendirildi. Diz eklemi eklem pozisyon hissi kayıplarını belirlemek için bilgisayarlı koordinasyon ve propriosepsiyon testleri (Fonksiyonel Squat Sistem, Monitored Rehab System) yapıldı. Diz laksitesi tibial anterior translyasyon testi Kneelax 3 artrometre kullanılarak belirlendi. Yaşam kalitesi farkları Tegner, Lysholm ve International Knee Documentation Committee (IKDC) skalaları ile belirlendi. Etkilenmiş ekstremitte kuadriceps ve hamstring izokinetik kuvvet, koordinasyon, propriosepsiyon ve anterior tibial laksite iki grup arasındaki farkın anlamlılık testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi. İki grup arasında tüm parametrelerde istatistiksel açıdan bir fark bulunmadı ( $p>0.05$ ). Yaşam kalitesi indeksleri sonuçlarında, her iki grupta da ortalama %90 oranında normal ve normale yakın fonksiyon belirlendi. Sonuç olarak Transfix ve Endobutton cerrahi tekniği ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılan bireylerin ameliyat sonrası 1. yıl itibariyle fonksiyonel sonuçlarında fark olmadığı gösterilmiştir. Ancak her iki grupta da kuvvet, koordinasyon ve propriosepsiyon yetersizliği devam etmektedir. Bu yüzden nöromusküler egzersizler içeren rehabilitasyon programı, cerrahi sonrası uzun dönemde de devam etmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Endobutton, Transfix, Hamstring Greft, Laksite, Fonksiyonel Değerlendirme

Destekleyen Kurumlar: H.Ü.B.A.B, Tez Destekleme (09 T06 102 002-4911)

## ABSTRACT

**Yosmaoglu H. B. Comparison of functional outcomes after rehabilitation in two different anterior cruciate ligament reconstruction methods. Hacettepe University Institute of Health Science Ph.D. Thesis in Sports Physiotherapy, Ankara, 2009.** The aim of this study was to determine lower extremity muscle strength, joint position sense, laxity and quality of life differences in patient who underwent ACL reconstruction using by Endobutton fixation (n=20, mean age: 26.45 and Transfix (n=20, mean age: 29.85) methods. Subjects who underwent ACL reconstruction with hamstring tendon using by endobutton and transfix were separated in two groups and recruited ACL rehabilitation programme. Isokinetic muscle strength test (Isomed 2000) was applied in both group and muscle deficit of involved side was determined. Computerized coordination and proprioception tests (Functional Squat System, Monitored Rehab System) were performed to determine the deficits of joint position sense. Anterior translation test was performed using by Kneelax 3 arthrometer to determine knee laxity. Differences in quality of life was determined with Tegner, Lysholm, International Knee Documentation Committee (IKDC) scales. Independent-Samples T Test was use to determine the differences between the groups. There were no significant differences between two groups in hamstring and quadriceps muscle strength, concentric and eccentric motor coordination and anterior tibial laxity deficits ( $p>0.05$ ). 90% normal and nearly normal result was found in quality of life scales in both groups. Results of our study demonstrated that there was no difference in functional outcomes between Transfix and Endobuton groups one year after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon graft. However there were remaining deficits in strength, coordination and proprioception in both groups. Therefore rehabilitation programme which includes neuromuscular exercises should be maintained.

Key Words: Endobutton, Transfix, Hamstring Graft, Laxity, Functional Assessment

Supported by H.Ü.B.A.B, Ph.D. Thesis Grant (09 T06 102 002-4911)

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI .....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
TABLolar .....	x
ŞEKİLLER.....	xi
1.GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	2
2.1. Ön Çapraz Bağın Tarihçesi .....	2
2.2. Ön Çapraz Bağın Embriyolojik Gelişimi.....	2
2.3. Ön Çapraz Bağın Anatomik Yapısı .....	2
2.4. Ön Çapraz Bağın Görevi ve Biomekanik Özellikleri .....	4
2.5. Ön Çapraz Bağın Histolojik Yapısı .....	5
2.6. Ön Çapraz Bağın Vasküler Yapısı.....	7
2.7. Ön Çapraz Bağın İnervasyonu .....	8
2.8. Ön Çapraz Bağın Yaralanma Mekanizması.....	9
2.9. Ön Çapraz Bağ Cerrahisi .....	10
3.BİREY VE YÖNTEM .....	12
3.1. Rehabilitasyon Programı.....	12
3.2. Cerrahi Protokol.....	13
3.3. İzokinetik Kas Kuvveti Değerlendirilmesi.....	14
3.4. Koordinasyon ve Proprioepsiyon Değerlendirilmesi .....	16
3.4.1.Koordinasyon Testi .....	16
3.4.2.Proprioepsiyon Test.....	17
3.5.Ligament Laksitesinin Ölçülmesi .....	19
3.6.Fonksiyonel Seviyenin Değerlendirilmesi .....	21
3.6.1.Lysholm Skalası .....	21

3.6.2. Tegner Aktivite Skalası.....	21
3.6.3. IKDC (International Knee Documentation Comittee) Skorlama Sistemi... 21	
3.7. İstatistiksel Analiz.....	21
4. BULGULAR.....	22
5. TARTIŞMA .....	26
5.1. İzokinetik Kas Kuvveti .....	26
5.2. Koordinasyon ve Proprioepsiyon .....	28
5.3. Anterior Tibial Laksite.....	29
5.4. Fonksiyonel Seviye .....	31
5.5. Çalışmanın Limitasyonu .....	32
6.SONUÇ ve ÖNERİLER.....	34
KAYNAKLAR .....	35
EKLER	
EK1. Lysholm Skalası	
EK2. Tegner Aktivite Skalası	
EK3. IKDC Skalası	
EK4. Rehabiliatasyon Protokolü	

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

%	Yüzde oranı
cm	Santimetre
dk	Dakika
mm	Milimetre
n	Olgu sayısı
p	İstatistiksel Yanılma Düzeyi
SS	Standart Sapma
SPSS	İstatistik Paket Programı
T	İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.
ÖÇB	Ön Çapraz Bağ
sn	Saniye
°	Derece
IKDC	International Knee Documentation Committee
N	Newton
X	Ortalama

## TABLOLAR

	Sayfa
3.1. Çalışmaya katılan bireylerin demografik özellikleri.....	22
4.2. İzokinetik kuvvet defisitleri .....	23
4.3. Eksentrik koordinasyon, konsentrik koordinasyon, propriosepsiyon defisitleri ve anterior tibial translasyon farkları .....	25

## ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 2.1. Ön çapraz bağ anteromedial ve posterolateral demetleri.....	4
Şekil 2.2. Ön çapraz bağın vasküler yapısı .....	8
Şekil 3.1. İzokinetik sistem ile kas kuvvetinin ölçülmesi .....	15
Şekil 3.2. İzokinetik değerlendirme parametreleri .....	16
Şekil 3.3. Fonksiyonel squat sistemde hastanın pozisyonlanması .....	18
Şekil 3.4. Fonksiyonel squat sistemde eksentrik ve konsentrik koordinasyonun değerlendirilmesi.....	18
Şekil 3.5. Fonksiyonel squat sistemde propriosepsiyonun değerlendirilmesi .....	19
Şekil 3.6. Anterior tibial translasyon testi için deneğin pozisyonlanması .....	20
Şekil 3.7. KneeLax 3 ile anterior tibial translasyon testi .....	20
Şekil 4.1. Etkilenmiş ekstremitte kuadriseps kas kuvveti defisitleri.....	22
Şekil 4.2. Etkilenmiş ekstremitte hamstring kas kuvveti defisitleri.....	23
Şekil 4.3. Etkilenmiş ekstremitte koordinasyon ve propriosepsiyon defisitleri.....	24
Şekil 4.4. Etkilenmiş ekstremitte anterior tibial translasyon farkları.....	24

## 1. GİRİŞ

Diz eklemi, insan vücudunun ağırlığını taşıyarak hareketini sağlayan özel ve değerli bir eklemdir. Stabilitesini sağlayan birçok bağa ve çok başlı kaslara sahiptir. Dizin stabilitesini sağlayan en önemli yapılardan biri de ön çapraz bağıdır (16, 23). Ön çapraz bağ (ÖÇB) diz ekleminde bulunan kollojenden zengin fasiküllerden oluşan fibröz bir konnektif dokudur (90). Ön çapraz bağ (ÖÇB) cerrahisi günümüzde ortopedi ve spor fizyoterapisi alanında en çok çalışılan kas-iskelet sistemi konularından biridir (45). Bu cerrahinin amacı yaralanmış ve işlevini kaybetmiş ön çapraz bağın fonksiyonunu restore etmek, ileri dönemde diz eklemindeki diğer yumuşak dokularda oluşacak dejenerasyon ya da osteoartrit riskini azaltmaktır (2). ÖÇB rekonstrüksiyonu için yıllardır çok çeşitli otogreft ve allogreftler kullanılmaktadır. Son yıllarda en çok tercih edilen otogreft hamstring tendondur (37, 95). Alınan hamstring greftinin ön çapraz bağ olarak yerleştirilmesi amacıyla çeşitli fiksasyon yöntemleri ve materyalleri kullanılmaktadır. Endobutton ve transfix en çok kullanılan hamstring greft fiksasyon yöntemlerinin başında gelir (22, 51). Fakat hem greft seçimi hem de fiksasyon teknikleri konusunda halen bir altın standart yoktur. Hangi greftin ya da ameliyat tekniğinin daha başarılı olduğuna bulmaya yönelik çalışmalar literatürde son hızla devam etmektedir. Bu çalışmaların temelini cerrahi sonrasında uygulanacak rehabilitasyon programının etkinliği ve fonksiyonel sonuçların değerlendirilmesi oluşturmaktadır. Bundan dolayı bu çalışmanın amacını Endobutton ve Transfix fiksasyon yöntemleri kullanılarak ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılan kişilerin, alt ekstremité kas kuvveti, eklem pozisyon hissi, diz laksitesi ve yaşam kalitesi sonuçları farklarının belirlenmesi oluşturmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2. 1. Ön Çapraz Bağın Tarihçesi

Ön çapraz bağın tarihçesi milattan önceki yıllara kadar uzanır. Yapılan arkeolojik çalışmalar Mısırlıların MÖ. 3000 yılında papiruslar üzerine yaptıkları çizimlerde, ön çapraz bağı anatomik olarak tanımladıklarını göstermektedir (79). MÖ. 460-370 yıllarında Hippocrates ön çapraz bağ yaralanması sonrası dizde subluksasyon oluşumunu tanımlamıştır (79). Ancak ön çapraz bağı adını veren kişi Bergamalı Cladius Galen'dir. Galen (MÖ 129-199), diz eklemindeki bu anatomik yapıyı « ligamenta genu cruciate » olarak adlandırmış ve bu isim günümüze kadar ulaşmıştır (79). 1856 yılında Weber Kardeşler ön çapraz bağın iki fonksiyonel demetten oluştuğunu göstermişlerdir (79). 1917 yılında Hey-Groves ilk intra-artiküler ön çapraz bağ rekonstruksiyonunu gerçekleştirmiştir (102). 1950'li yıllarda O'Donoghue öncülüğünde ön çapraz bağ rekonstruksiyonu yaygın hale gelmeye başlamıştır. Artroskopik ekipmanların yaygınlaşması ise ön çapraz bağ rekonstruksiyonu için devrimsel niteliktedir. Günümüzde tüm dünyada sıklıkla yapılır hale gelmiştir (102).

### 2. 2. Ön Çapraz Bağın Embriolojik gelişimi

Ön çapraz bağ gebeliğin 6.5 haftasında daha eklem kavitasyonu oluşmadan önce blastoma içerisinde mezenşimel orjinli olarak meydana gelir. Diz eklemine posteriorundan oluşan mezenşim benzeri sinovial kılıf ile sarılı haldedir (32). Gebeliğin 9. Haftasından itibaren ÖÇB ipliksi bir çekirdek ve az miktarda stoplazma içeren gelişmemiş fibroblastlar halinde kolaylıkla tespit edilebilir hale gelir (77). Bu fibroblastlar ilerleyen haftalarda ön çapraz bağın ekstraselüler matriksini oluştururlar. 24. haftadan doğuma kadar geçen sürede anteromedial ve posterolateral demetler ayırt edilebilir hale gelir. Ancak erişkin bireylerle karşılaştırıldığında demetler birbirlerine daha paralel olarak yerleşim gösterirler (93).

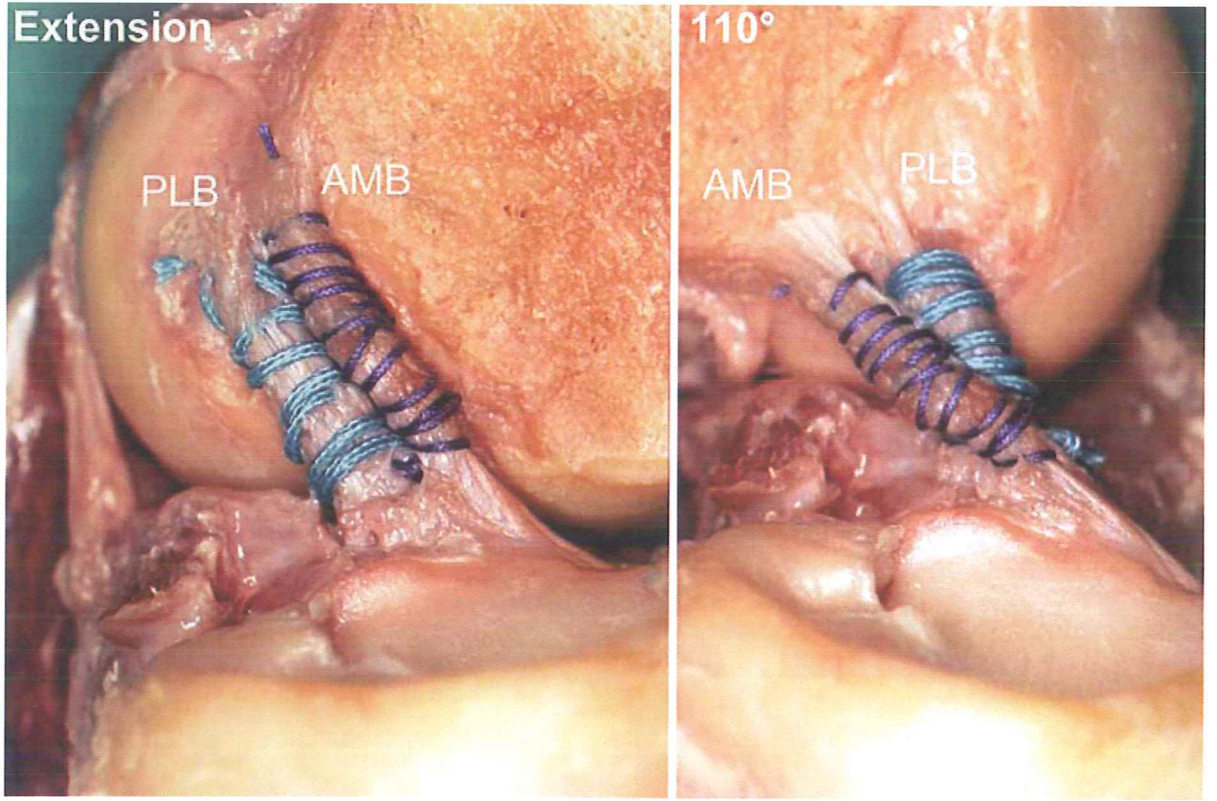
### 2.3. Anatomik Yapısı

ÖÇB femoral lateral kondilin medial tarafından başlar, interkondiler fossadan oblik olarak anterior ve mediale doğru seyrederek medial tibial eminensiyaya yapışır.

Tibial insersiyosu tibia'nın anteriorunun yaklaşık 10-14 mm arkasındadır. Uzunluğu genellikle 22 ile 41 mm arasındadır. Genişliği ise 7 ile 12 mm arasında değişir (7). ÖÇB bilinen herhangi bir geometrik şekle benzemez. Diz fleksiyon açısı arttıkça şekil değiştirmesine rağmen genellikle kesitsel alanı anterior-posterior doğrultuda daha büyüktür ve femurdan tibiya'ya doğru indikçe genişleme eğilimindedir. Proksimalde 34mm<sup>2</sup>, mid proksimalde 33mm<sup>2</sup>, ortada 35mm<sup>2</sup>, mid-distalde 38 ve distalde 42 mm<sup>2</sup> genişliğe sahiptir (47). ÖÇB femurdan tibiya'ya doğru inerken dik olarak değil vertikal düzlem ile öne doğru 26± 6° derece açı yapacak şekilde uzanır (78). Ön çapraz bağın yapıştığı interkondiler fossanın anterior çıkışı dar girintiye (notch) sahip olması nedeniyle "Gotik Kubbe" olarak tanımlanır (10). Posterior çıkışından ise linea interkondiliaris geçer. Yapılan çalışmalar interkondiler fossa girintisinin kadınlarda erkeklere oranla daha dar olduğunu göstermektedir. Bu anatomik değişiklik klinik açıdan önemlidir. Kadınlarda ön çapraz bağ yaralanmasının daha çok görülmesine neden olduğu düşünülmektedir (8). Notch genişliğinin epikondiler genişliğe oranı "Notch Genişlik İndeksi" ile belirlenir. Literatürde pek çok çalışma bu indekse göre, notch genişliği küçük olan kişilerin ön çapraz bağ yaralanma riskinin yüksek olduğunu göstermektedir (62, 88, 89).

Ön çapraz bağ yaralanmaları için diğer bir önemli açı Femur longitudinal ekseninin, interkondiler fossa notch çatısı ile yaptığı açıdır. Bu açığa "notch çatı açısı" denir. 23° ile 60° arasında değişir. Ortalama 37° olarak kabul edilir. Notch açısı küçük olan dizlerde yapılacak ÖÇB rekonstruksiyonu cerrahlar açısından daha zordur. Özellikle açılacak tibial tünelin yeri interkondiler fossanın anterior boynuzunda tarafından sıkışması tehlikesi nedeniyle önemlidir (52).

Ön çapraz bağ, Girgis'in 1975 yılında tanımladığı üzere "posterolateral" ve "anteromedial" olmak üzere iki demete ayrılarak adlandırılır (42). Literatürde bazı değişik sınıflamalar da yapılmıştır. Odensten ve Gillquist ise bu iki demetin histolojik yapılarında fark olmadığını, bu nedenle ön çapraz bağın bütün bir yapı olarak adlandırılması gerektiğini belirtmiştir (75). Amis ve Dawkins ise ön çapraz bağın 3 demetten oluştuğu belirtilip 3. demet olarak orta (intermediate) demeti tanımlamıştır (7). Ancak günümüzde ön çapraz bağın anteromedial ve posterolateral olmak üzere 2 demetten oluştuğu kabul edilmektedir (30, 42, 79, 102) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Ön çapraz bağın anteromedial ve posterolateral demetleri (30).

Bu iki demetin adlandırılması tibial yapışma yerlerinin pozisyonuna göre yapılmıştır. Anteromedial demet femurun biraz daha proksimalinden başlayarak tibianın anteromedialine yapışır. Posterolateral demet ise femurun göreceli olarak distalinden başlayarak tibianın posterolateraline yapışır (42). Frontal düzlemde bakıldığında anteriomedial demet daha vertikal yerleşimlidir. Horizontal diz hattı ile yaklaşık  $70^\circ$  açı yapar. Posterolateral demet ise daha horizontal yerleşimlidir. Horizontal diz hattı ile yaklaşık  $50^\circ$  açı yapar (78, 104).

#### 2. 4. Ön Çapraz Bağın Görevi ve Biomekanik Özellikleri

ÖÇB tibianın femurdan öne translasyonunu engelleyen en önemli yapıdır (16, 23). Diz eklemi  $30^\circ$  fleksiyundayken meydana gelecek anterior tibial yüklenmenin %82- 89'unu,  $90^\circ$  fleksiyonda ise % 75-85'ini karşılamaktadır (101). İkinci en önemli görevi, özellikle diz ekstansiyon pozisyonundayken tibianın internal rotasyona gitmesini engellemektir. Yardımcı görevleri ise özellikle ekstremitenin ağırlık taşıdığı pozisyonda varus-valgus ve eksternal rotasyon streslerine karşı koymaktır (72).

Diz ekstansiyondayken posterolateral demet gergindir, anteromedial demet göreceli olarak gevşek pozisyondaydır. Diz fleksiyona gelip anteriomedial demet daha çok gerildikçe posterolateral demet göreceli olarak gevşer. Dolayısıyla ekstansiyon pozisyonundayken posterolateral lifler anterior tibial translasyonu engelleyen esas yapıdır. Diz eklemi 90° fleksiyon pozisyonuna geldiğinde anteromedial liflerin femoral başlangıç noktası femur ile birlikte anteriora doğru yer değiştirmiştir. Bunun sonucunda anteromedial lifler gerilir ve stabilizasyonu sağlamaya başlar. Yani ön çapraz bağın anteromedial ve posterolateral demetleri arasında resiprokal bir görev dağılımından söz etmek mümkündür (41, 79, 90, 102, 104). Zantop ve diğ. (104), ön çapraz bağın posterolateral demeti çıkarıldığında, anterior tibial translasyonun özellikle 0° ve 30° diz fleksiyonda kontrol grubuna oranla önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Bu nedenle diz stabilitesini sağlayan anteromedial ve posterolateral demetler aynı zamanda bağımsız fonksiyona sahiptir (41, 79, 90, 102, 104). Ön çapraz bağın anteromedial ve posterolateral liflerinin biomekanik yapısına bakıldığında ön çapraz bağın fonksiyonu daha iyi anlaşılabilir. Tibia üzerine 110 N kuvvetinde anterior yönde yüklenme yapıldığında eğer diz 0° ila 15° arası fleksiyonda ise posterolateral demet tibial translasyonu önleyen yapıdır. Diz fleksiyon açısı 30° yi geçerken anteromedial demet devreye girer ve tibial translasyonu engelleyen esas yapı haline gelir (41, 84).

## 2. 5. Histolojik Yapısı

Ön çapraz bağın kendine özgü bir histolojik yapısı vardır. Bu yapı medial kollateral ligament ya da tendon yapılarına benzemez. Daha yoğun kartilaj içeren özelliğe sahiptir (30). ÖÇB histolojik yapısı 3 bölüme ayrılarak incelenebilir:

**Proksimal Bölüm:** Bu bölüm daha yumuşak, yüksek oranda hücre içeren, ovoid hücrelerce zengin bölümdür. İpliksi fibroblastlar, Tip II kollojen, fibronektin ve laminin gibi glukoproteinler içerir(30).

**Orta Bölüm:** ipliksi ve spindle fibroblastlar, yüksek yoğunluklu kollojen fibrilleri içerir. Özellikle ligamentin bu bölümünün interkondiler notch ile yüz yüze geldiği anterior parçası, kartilaj ve fibrokartilaj içerikli özel bir bölümdür. Ayrıca elastik ve oksitalan fibriller içerir. Elastik lifler tekrarlayıcı yüksek enerjili stresleri absorbe ederken, oksitalan lifler orta şiddette çok yönlü oluşan streslere dayanıklılık sağlar

(91). İpliksi (fusiform) fibroblastlar bu bölümde mikroskop altında açıkça görülebilir. Bu yüzden bu bölgeye ipliksi bölge de denir. Bu bölge longitudinal yerleşmiş yüksek sayıda ipliksi çekirdek ve longitudinal kan damarları içerir (30).

Distal Bölüm: En sert bölümüdür. Kondroblast, ovoid fibroblast içeriği zengin, kollojen demeti içeriği azdır (30).

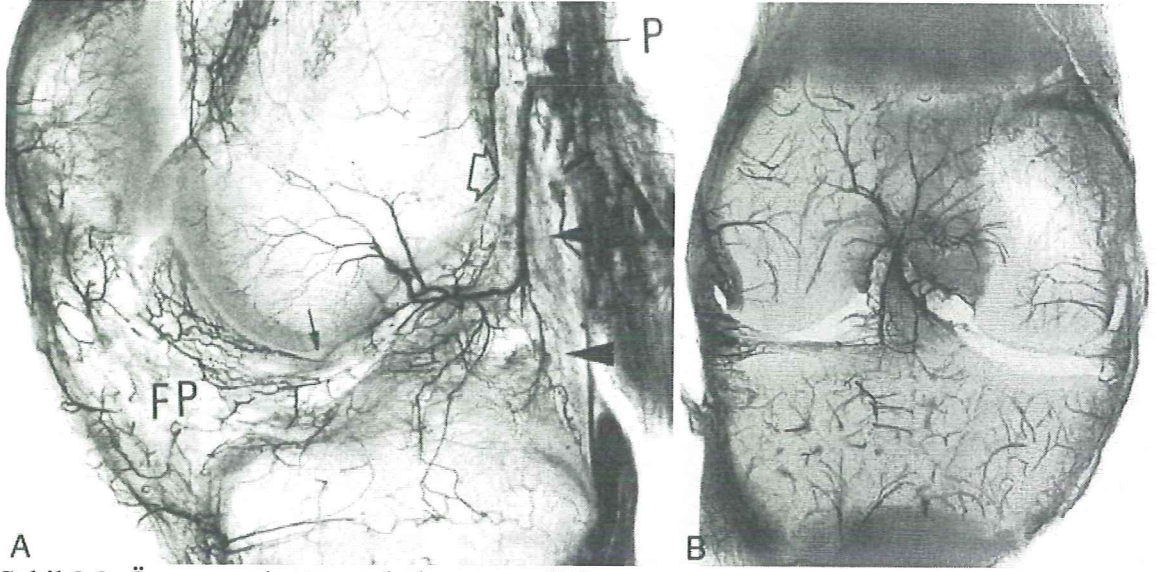
Ön çapraz bağ kollojen ünitelerinin oluşturduğu fasikül demetlerinden meydana gelir. Bu fasiküller “paratenon” adı verilen konnektif doku ile çevrilidir. Her bir fasikül epitenon ile sarılmış 3-20 adet subfasikülden oluşur. Subfasiküller fibrillerden, fibriller ise daha küçük yaklaşık 25-250nm’ lik kollojen fibrillerden oluşur (91). Ön çapraz bağın geri kalan %6’lık kısmını matriks ve hücreler oluşturur. ÖÇB’ nin matriksi 4 ana maddeden oluşur:

1. Kollojen: Matriksin temel maddelerinden biridir. ÖÇB 5 tip kollojen içerir:
  - a. Tip I Kollojen: Ligament ve tendonlarda bulunan esas kollojen tipidir. Ön çapraz bağda bulunan Tip I kollojenler longitudinal eksene paralel olarak yerleşim gösterirler. Esas görevleri ÖÇB üzerine binen gerilme kuvvetlerine karşı ligamentin dayanıklılığını sağlamaktır (30).
  - b. Tip II Kollojen: Kıkırdak dokuda bulunan kollogen tipidir. Genellikle ligamentlerde görülmez. Ancak ön çapraz bağın fibrokartilaj bölgesinde özellikle tibia ve femura bağlantı yerlerinde bulunmaktadır. Kondrosit hücrelerinin periselüler matriksinin içinde yer alır ve paralel sıralanmış Tip I kollojen liflerinin arasında yerleşmiştir (77). Görevi parçalayıcı kuvvetlere karşı dayanıklılık sağlamaktır. Tip II kollojenin bir ligamentte bulunması o ligamentin eksternal kuvvete maruz kaldığının göstergesidir (15).
  - c. Tip III Kollojen: Tip I kollojen liflerini bölen gevşek konnektif doku içinde yer alır. Ön çapraz bağın hemen her bölgesinde bulunur. Fakat kemik bağlantı yerlerinde daha fazladır. Bağın esnekliğini sağlaması açısından çok önemlidir. Aynı zamanda iyileşme sırasında yeni sentezlenen kollojen de Tip III’dür (74). Dolayısıyla tendon grefti ile rekonstrüksiyon ameliyatlarından sonraki ligamentizasyon sürecinde büyük rol oynar (6).

- d. Tip IV Kollojen: Ön çapraz bağın vasküler yapısı olan her bölgesinde bulunur. Vaskülerizasyonu proksimal ve distal bölümlerde çok, kanlanması az olan orta bölümde ise az görülür (74).
  - e. Tip VI Kollojen: Tip III kollojenlere paralel olarak yerleşim gösterir. Görevi fonksiyonel fibriler üniteler arasında kayma gerçekleşmesini sağlamaktır. Proksimal ve distal bölümlerde daha fazla miktarda bulunur. Bunun nedeni bu bölümlere binen yük oranının orta bölümden daha fazla olmasıdır (74).
2. Glikozaminoglikan: Glikozaminoglikanlar içerdikleri çok sayıda hidroksil grupları içeren negatif yüklü maddelerdir. Hidroksil bağları ile suyu tutma özellikleri vardır. Ön çapraz bağ, her hangi bir tendondan 3-4 kat fazla glikozaminoglikan ihtiva eder. Bu sayede vizkoelastik yapısını değiştirir ve bu durum ligamente daha fazla şok absorbe etme özelliği kazandırır (30).
  3. Glyko-conjugate maddeler: Laminin, entaktin, tenaskin ve fibronektin gibi maddelerdir. Özellikle fibronektin, intra ve ekstraselüler matriks morfolojisinde, hücrel adezyon ve hücre migrasyonunda önemli rol oynar. İyileşmedeki temel elementlerden biridir (81).
  4. Elastik maddeler: Oksitalan, elaunin, elasik fiber ve elastik membranlardır. Hareket sırasında elastik değişimi gerçekleştirirler (74).

## 2.6. Ön Çapraz Bağın Vasküler Yapısı

Çapraz bağların kan akımı popliteal arterin dalı olan orta genukular arter tarafından sağlanır. Bu arter posterior kapsülü çaprazlar ve aşağıya doğru neredeyse vertikal şekilde seyrederek. İnterkondiler çentik içindeki yumuşak dokuları ve ligamentleri besleyen dallar verir. Orta genukular arter geniş bir şekilde ön çapraz bağı besler ve posteriora dal vererek tibianın üst kısmına kadar ulaşır (85) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Ön çapraz bağın vasküler yapısı (30).

Ön çapraz bağın kanlanması homojen değildir. Ligamentin proksimal bölümü distal bölümüne oranla daha çok beslenir. Bunun nedeni proksimal parçanın, interkondiler çentiğin çatısı ve lateral epikondile gelen arterin kollateral dallarıyla kanlanmasıdır. Ligamentin distalde kalan kısmı ise inferior genükular arterin küçük bir dalı olan infrapatellar arter ile beslenir. Hemen tibial bağlantı noktasının üzerinde kalan 5-10 mm lik anterior fibrokartilajinöz alan ise avaskülerdir. Ön çapraz bağ iyileşmesinin zayıf olmasının bu avasküler alanlar nedeniyle olduğu düşünülmektedir (77).

### 2.7. Ön Çapraz Bağın İnervasyonu

Ön çapraz bağ tibial sinirin posterior artikular dalından inerve olur. Bu dal eklem kapsülünün posteriorundan içeri girer ve ligamentin çevresinde bulunan sinovial ve periligamentöz kan damarları ile birlikte seyrederek intrapatellar yağ yastığının en önüne kadar gelir. Bu sinir fibrillerinin bir kısmı vazomotor fonksiyonludur. Ancak bazı miyelinli ve miyelinsiz lifler ve kan damarlarından bağımsız olarak seyrederek ligamentin fasikülleri arasına girererek burada bulunan reseptörlere bağlanır (30, 57, 86).

ÖÇB üzerinde bulunan farklı ve özelleşmiş görevleri olan bu reseptörler, dizde eklem pozisyon duyusunu oluşturarak diz ekleminin düzgün işleyişi için hayati bir fonksiyonu yerine getirirler (Hogervorst 1998). Ön çapraz bağda bulunan reseptörler 4 ana grupta incelenebilir:

1. Ruffini Reseptörleri: Özellikle ligament deformasyonunun fazla olduğu femoral kısımda çok bulunur. Ligamentin yüzeyine yakın yerleşim gösterirler. Ligamentin gerilmesine hassastır (48, 105).
2. Vater-Paccini Reseptörleri: Ligamentin femoral ve tibial sonlanma noktalarında bol bulunur. Hızlı ve ani hareketlere duyarlıdır (48, 105).
3. Golgi benzeri gerilim reseptörleri: Sinovial membranın altında, ligamentin yüzeyinde, femoral ve tibial bağlantı noktalarında bulunur (86).
4. Serbest sinir sonlanmaları: Nosiseptör olarak görev yapar. Aynı zamanda nöropeptit salınımı yaptığından vazoaaktif fonksiyonu olduğu söylenebilir. Böylece normal homeostazinin sağlanmasında görev alır. Ayrıca bağ rekonstruksiyon ameliyatlarından sonra uzun dönem remodeling fazında etkilidir (50).

Yukarıda açıklanan reseptörler ve proprioseptif fonksiyonları, diz eklemının normal ve fonksiyonel işleyişi için çok önemlidir. Bu reseptörler dizdeki postural değişiklikleri merkezi sinir sistemine bildiren affarent köprülerdir (50). Ligamentte deformasyon meydana geldiğinde ÖÇB'nin proksimal bölgesindeki sinir lifleri aktive olurlar ve diz çevresindeki kasların motor aktivitelerini etkilerler. Bu olaya "ön çapraz bağ refleksi" adı verilir (61). Ön çapraz bağ üzerine zorlayıcı bir kuvvet geldiği anda mekanoreseptörler uyarılır ve 70 ms içerisinde kas cevabı ortaya çıkar. Bazen bu süre elektro-mekanik gecikmeyle birlikte 110 ms'ye çıkabilir. Bu refleks koruyucu bir mekanizma olmasının yanı sıra normal diz fonksiyonu ve günlük aktivitelerin sürdürülmesi için gerekli kas kasılma mekanizmasının bir parçasıdır. Ön çapraz bağ rüptürü olan bireylerde kuadriseps femoris zayıflığı görülmesinin bir nedeni de yukarıda açıklanan mekanizmadır. Yani bu afferent bildirim mekanizması istemli maksimum kas kontraksiyonunu etkileyen en önemli faktörlerden biridir (59, 60, 61).

## **2.8. Ön Çapraz Bağın Yaralanma Mekanizması**

ÖÇB yaralanmaları sporcularda en çok görülen ligament yaralanmalarının başında gelir. Ani hızlanma ve yavaşlama içeren dönüş hareketleri, tek ayak yerde sabitken gerçekleştirilen ani yön değiştirmeler ve spor sırasında diz eklemine dışardan alınan darbeler temel yaralanma mekanizmasını oluşturur (97). Pek çok

tendon ve ligamentin aksine ÖÇB rüptürlerinin kendiliğinden iyileşme yeteneği yoktur. Dolayısıyla özellikle total ÖÇB yırtığı olan kişilerde günlük hayatta ve sportif aktivitelerde dizde boşalma şikayeti oldukça sıktır. Dahası bu durum dizdeki diğer yumuşak dokuların özellikle menisküslerin zarar görmesine neden olur ve ileri dönemde osteoartrit görülme riski artar (102, 78). ÖÇB ile hamstring kas grubu agonist olarak çalışır. ÖÇB yaralanması sonucunda hamstringler daha fazla kasılarak ÖÇB'nin görevini üstlenmeye çalışırlar (1). Yaralanma sonucunda kuadriseps femoris ve hamstringler eşit miktarda ve aynı anda devreye giremeyeceği ve dizi stabilize edemeyeceği için, kişi günlük yaşantısı veya yaptığı spor esnasında güvensizlik ve korku hissedecektir (17).

## 2.9. Ön Çapraz Bağ Cerrahisi

ÖÇB cerahisi en çok çalışılan kas iskelet sistemi konularından biridir. Bu cerrahinin amacı ÖÇB fonksiyonunu restore etmek ve ilerde oluşabilecek osteoartrit ve diz eklemesindeki diğer yumuşak dokularda oluşacak dejenerasyon riskini azaltmak, yaralanma sonucu kaybolan proprioseptif mekanizmanın sürdürülmesini sağlamaktır (2). Bu amaçla sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 100 bin ön çapraz bağ rekonstruksiyonu yapılmaktadır ve rekonstrüktif cerrahilerin 1 yıllık maliyeti yaklaşık 2 milyar dolardır (45). ÖÇB rekonstruksiyonu için yıllardır çok çeşitli otogreft ve allogreftler kullanılmaktadır. Hatta bir dönem sentetik greftler denenmiş ancak fonksiyonel sonuçlarının kötü olması nedeniyle kullanımından vazgeçilmiştir. Hamstring tendon ve patellar tendon kemik-tendon-kemik grefti en sık kullanılan otogreftlerdir. Bazı cerrahlar tarafından kuadriseps tendon ve iliotibial bant greftleri de kullanılmaya devam etmektedir. 2000'li yıllara kadar patellar tendon grefti altın standart olarak kabul edilmesine rağmen bu greftin donör saha hasarının yüksek olması, patellofemoral ağrıya ve kuadriseps güçsüzlüğüne yol açması nedeniyle kullanımı daha az tercih edilmektedir. Bunun yerine en çok tercih edilen greftleme tipi hamstring tendondur (37, 95).

Hamstring tendon greftinin ön çapraz bağ olarak yerleştirilmesi amacıyla çeşitli fiksasyon yöntemleri ve materyalleri kullanılmaktadır. "İnterference vidası" eğer alınan tendon greftinin bir ya da iki ucunda birden kemik blok varsa (patellar tendon ya da kuadriseps tendon gibi) tercih edilen etkili bir fiksasyon materyalidir.

Yapılan kadavra çalışmalarında bu fiksasyonun dayanıklılığı 51 +17 N/mm olarak hesaplanmıştır (83). Rekonstrüksiyon sonrası vücutta zamanla kendiliğinden eriyen bioabsorbe tipleri de kullanılmaktadır. Dayanıklılığı 60 +11 N/mm'dir(96). Diğer bir fiksasyon metodu ise Endobutton (Smith&Nephew Inc., Andover, MA) ile grefti lateral femoral kortekse sabitlemektir. Greft dayanıklılığı 61 + 11N/mm olarak hesaplanmıştır (51). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda sıklıkla kullanılan diğer bir fiksasyon yöntemi Transfix vidalamadır (Arthrex, Inc, Naples, FL). Sağlamlığı 240N+74N/mm olarak bulunmuştur (22).

Spor fizyoterapistliğinde fonksiyonel sonuçların değerlendirilmesi, spora dönüldüğünde yeniden yaralanmanın önlenmesi için çok önemlidir. Literatür incelendiğinde farklı fiksasyon yöntemlerinin dayanıklılığı ile ilgili çeşitli klinik ve kadavra çalışmaları mevcuttur (34, 22, 65, 73). Ancak bu fiksasyon metodlarının fonksiyonel sonuçlarını karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı Endobutton ve Transfix fiksasyon yöntemleri kullanılarak ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılan kişilerin, alt ekstremitte kas kuvveti, eklem pozisyon hissi, diz laksite ve yaşam kalitesi sonuçları farklarının belirlenmesidir. Değerlendirme için kullanılan yöntemler mümkün olduğunca fonksiyonel performansa dayalı ölçümleri içermiştir. Dolayısıyla greftleme sonucunda diz ekleminin dinamik şartlar altında davranışı değerlendirilmiştir.

### 3. BİREY ve YÖNTEM

Endobutton ve Transfix fiksasyon yöntemleri kullanılarak hamstring tendon grefti ile ön çapraz bağ rekonstruksiyonu yapılan 40 birey, 20'şer kişilik 2 ayrı gruba ayrılıp (Tablo 3.1.), klinik ön çapraz bağ rehabilitasyon programına alındı.

Bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterleri:

1. Daha önce geçirilmiş herhangi bir alt ekstremite yaralanması ya da patolojisinin bulunmaması
2. Geçirilmiş diz cerrahisinin olmaması
3. Rehabilitasyon programına devam etmeye istekli olması
4. Algı düzeyini etkileyecek herhangi bir psikolojik rahatsızlığının olmaması
5. Ön çapraz bağ rekonstruksiyonuna ek olarak herhangi bir cerrahi işlemin olmaması

Çalışmamız, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu tarafından değerlendirilmiş, "LUT 08/37-62" nolu karar ile tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur. Tüm katılımcıların aydınlatılmış onamı alınmıştır.

#### 3.1. Rehabilitasyon Programı

Tüm hastalar cerrahi sonrası ilk hafta içerisinde rehabilitasyona başlamak için Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesi'ne geldiler. 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 uygulandı. Ekstansiyon limitasyonunu önlemek için ekstansiyon askısı egzersizi yapıldı. Kuadriseps kontrolünü arttırmak amacıyla düz bacak kaldırma ve izometrik kuadriseps egzersizleri, kalça abduksiyon ve adduksiyon 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 "Functional Squat System" ile 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 ve 24. haftalarda klinik değerlendirme, egzersiz programının yeniden düzenlenmesi ve hasta motivasyonunun korunması amacıyla hastalar kliniğe çağrıldı ve kontrolleri yapıldı. (Ameliyat sonrası haftalara göre rehabilitasyon programı EK 5'te gösterilmiştir.)

Her iki gruba ameliyat sonrası 12. ayda:

1. Kuadriseps ve hamstring kaslarının kuvvetini ölçmek amacıyla izokinetik kas testi "ISOMED 2000" (D&R GmbH. Germany) ile yapıldı.
2. Opere ekstremitte propriosepsiyon ve nöromuskular kordinasyonu eksikliğini ölçmek amacıyla bilgisayarlı koordinasyon ve propriosepsiyon testleri "Functional Squat System"(Monitored Rehab System Haarlem, The Netherlands)" ile yapıldı.
3. Opere dizin tibial anterior translasyon farkını ölçmek amacıyla anterior translasyon testi "Kneelax 3" artrometre (Monitored Rehab System Haarlem, The Netherlands) ile yapıldı.
4. Bireylerin yaşam kalitelerinin değerlendirilmesi için Tegner, Lysholm, IKDC (International Knee Documentation Committee) skalaları uygulandı.

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

### 3. 2. Cerrahi Protokol

Transfix Grubu: Standart anterolateral ve anteromedial portal yerleri kullanılarak diagnostik artroskopisi yapılan hastalarda ön çapraz bağın(ÖÇB) bütünlüğü kontrol edildi. Mekanik ve motorize aletler ile ÖÇB kalıntıları temizlenerek femoral ve tibial alanlar açığa çıkarıldı. Tibia plato medial eklem hattından iki parmak alt ve tuberositas tibiadan bir parmak arkada 3cm.lik oblik insizyon ile cilt, cilt altı geçilerek pes anserinus tendonları üzerine ulaşıldı. Ters "L" şeklinde insizyon yapılarak sartorius ile beraber gracilis(Gr) ve semitendinosus(ST) tendonları tibia üzerinden serbestleştirildi. Kapalı uçlu tendon sıyırıcı yardımı ile her iki tendon alındı. Üzerindeki kaslar temizlenerek her iki uçlarından No 5 Ethibond dikişler geçildi ve germe terminali üzerinde 40N güç ile gerilme uygulandı. Sırası ile tibia ve femurda tüneller hazırlanarak tünel içerisinde asılma prensibine göre dörtlü

hamstring tendonları (Gr, ST) femura tespit edildi. Tibia'da tespit için diz 30 derece fleksiyona alınarak interference vidası yardımı ile, tünel içerisinde sıkıştırma yöntemi kullanılarak greft tespit edildi. Ardışık sabitleme için tünelin yaklaşık 1cm. distalinde yumuşak doku zımbası greft üzerine uygulandı.

Endobuton Grubu: Kapalı tendon sıyrıcısı kullanılarak, sırasıyla Gracilis ve Semitendinosus adele tendonları aynı ekstremiteden elde edildi. Daha sonra standart artroskopi portalleri kullanılarak diz içi ek patolojilere gerekli cerrahi girişimler uygulandı. Medial portal kullanılarak saat 10 veya 2 hizasına, 4 kat olarak hazırlanmış Gracilis ve Semitendinosus tendonlarının içerisinde geçebileceği çapta ve 'Endobutton-Loop' a uygun uzunlukta femoral tünel hazırlandı. Greft alınan insizyon kullanılarak 45 derece açıyla ön çapraz bağ güdüğü rehber alınarak uygun çapta tibial tünel açıldı. Hazırlanan greft tibial tünelde başlayarak diz içerisine yerleştirildi. Femoral tarafta Endobutton Loop, tibial tarafta biyoeriyebilir vida ve U çivi kullanılarak greft tespit edildi. Cilt insizyonları usulüne uygun olarak kapatıldı.

### 3. 3. İzokinetik Kas Kuvveti Değerlendirmesi

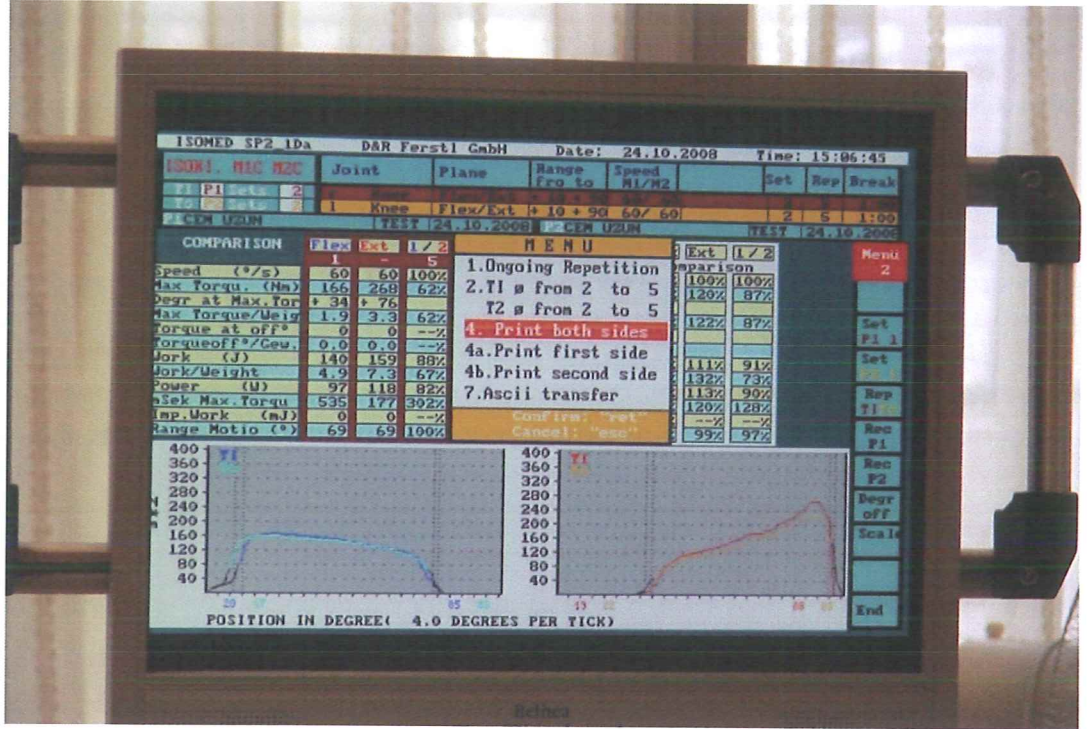
İzokinetik test yöntemi klinikte değerlendirme ve eğitim amaçlı kullanılmaktadır. Kişiye bilgisayar programıyla ayarlanan belirli bir açısal hızda hareket imkanı sağlayan izokinetik sistem, tüm eklem hareket açıklığı boyunca uygulanan kas kuvvetini en hızlı ve en doğru şekilde hesaplayabilmek amacıyla literatüde sıklıkla kullanılmaktadır (43, 66). Çalışmamızda her iki gruptaki hastalar "ISOMED 2000" (D&R GmbH, Germany) izokinetik dinamometre ile değerlendirildi. Fleksiyon-ekstansiyon hareketi boyunca hamstring ve kuadriseps kaslarının izokinetik kuvveti belirlendi. Uygulanan test protokolü aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır (9, 18, 25):

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 yukarıya itmesi ve beklemeden yine mümkün olan en kuvvetli şekilde aşağıya (başlangıç pozisyonuna) dönmesi istendi (Şekil 3.1). Bu sırada hasta, motivasyonunun artırılması amacıyla test yapan

kişi tarafından sözel olarak desteklendi. Bu işlem 5 kere tekrarlandı ve 1 dakikalık dinlenme arası verildi. Ardından aynı işlem 5 kere daha tekrarlanıp denegin uyguladığı maksimum kuvvetin ortalaması hesaplandı. 1 dakikalık dinlenme arasından sonra sistem 180 derece/saniyelik açısal hıza ayarlanarak ikinci teste başlandı. Bu test sırasında önceki testte olduğu gibi hastadan sistemin kuvvet kolunu mümkün olduğunca kuvvetli bir şekilde bacağıyla yukarıya itmesi ve beklemeden yine mümkün olan en kuvvetli şekilde aşağıya (başlangıç pozisyonuna) dönmesi istendi. Bu işlem 10 kere tekrarlandı ve 1 dk.'lık dinlenme arası verildi. Aynı işlem 10 kere daha tekrarlanıp denegin 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 (Şekil 3.2)



Şekil 3. 1. İzokinetik sistem ile kas kuvvetinin ölçülmesi



Şekil 3. 2. İzokinetik değerlendirme parametreleri

### 3. 4. Koordinasyon ve Proprioepsiyon Değerlendirilmesi

Proprioseptif duyunun değerlendirilmesi bilgisayara bağlanmış horizontal leg press aleti olan fonksiyonel squat sistemi ile yapılmıştır. (Monitored Rehab System Haarlem, The Netherlands). Bu sistem ile koordinasyon ve proprioepsiyon testleri yapılırken vücut ağırlığının %20' sine karşılık gelen ağırlık dışarıdan sisteme yüklenmiştir.

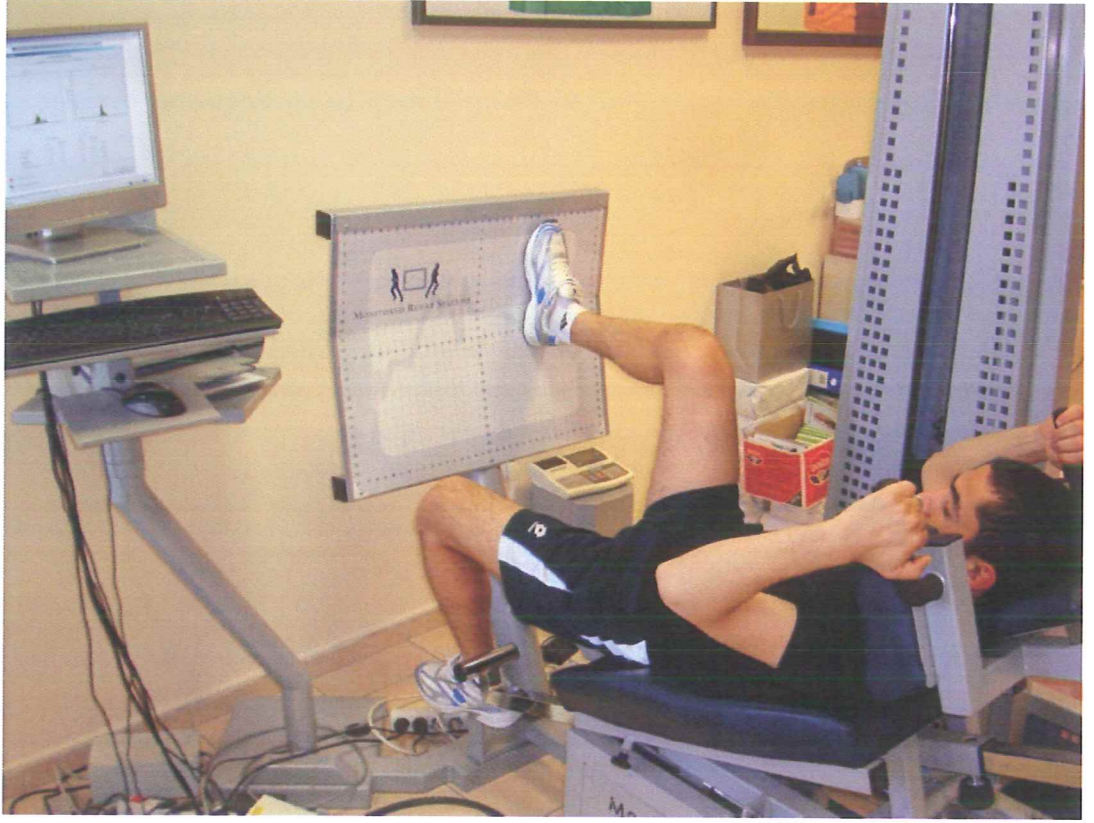
#### 3.4.1. Koordinasyon Testi

Hasta sırtüstü pozisyonda sistemin yatak kısmına yatırıldı. Ayakları ayak tablosuna, diz ve kalça eklemi 90 olacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.3). Yapacağı test hakkında detaylı bilgilendirme verildi. Diz eklemine, sistem üzerinde karşılık geldiği maksimum ekstansiyon miktarının ölçülmesi amacıyla, hastadan bir tam diz ekstansiyonu yapıp tekrar başlangıç pozisyonuna dönmesi istendi. Bu sayede deneğin ekstremitesinin 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

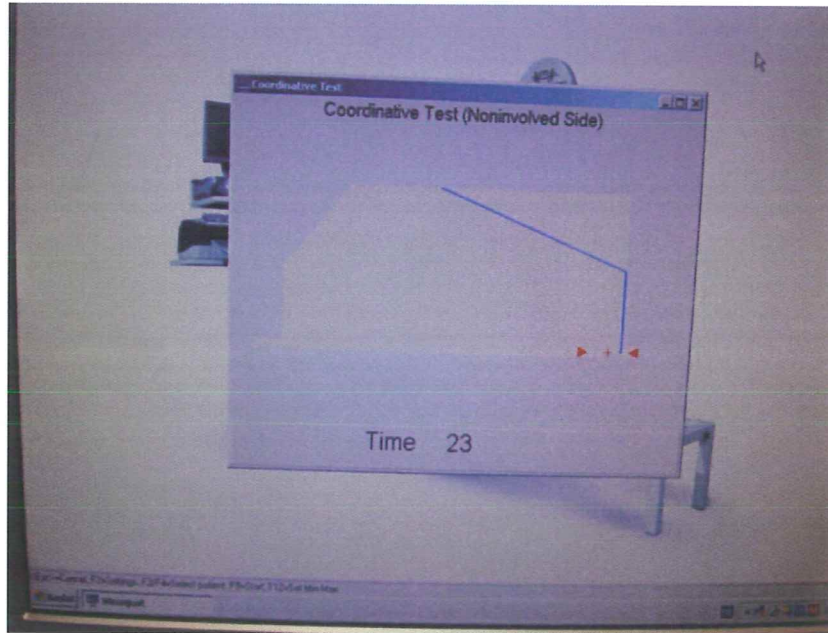
üzerinde 1 dakika boyunca tutması istendi (Şekil 3.4). Bu görevi belli bir koordinasyon içinde doğru olarak yapabilmesi için deneğin, diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini konsentrik ve eksentrik kas kontraksiyonunu yardımı ile yapması gerektiği. Rotadan sapma miktarı sistem tarafından hesaplandı. 1 dakikalık dinlenme arası verildikten sonra aynı test diğer ekstremiteler ile tekrarlanarak etkilenmiş ekstremitenin koordinasyon kaybı hem eksentrik hem de konsentrik hareket boyunca yüzde olarak belirlendi.

### 3.4.2. Proprioepsiyon Testi

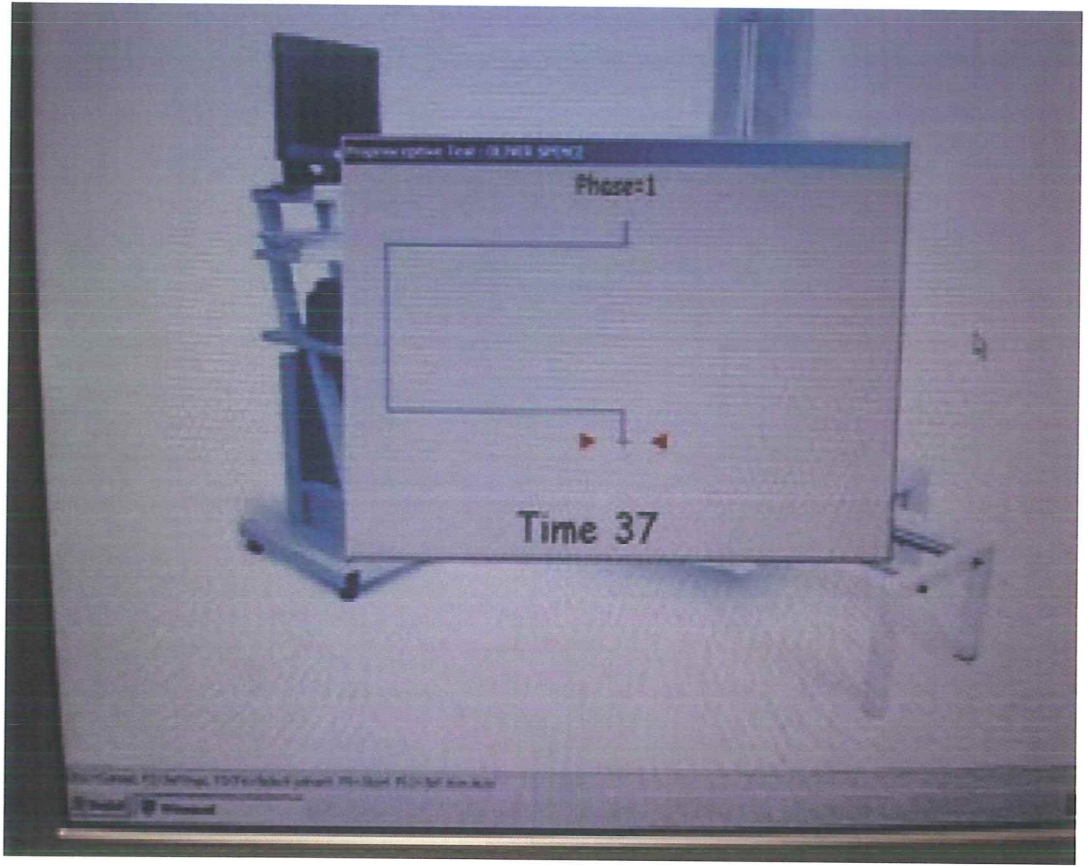
Hasta sırtüstü pozisyonda sistemin yatak kısmına aynı şekilde yatırıldı. Ayakları ayak tablosuna diz ve kalça eklemi 90 olacak şekilde yerleştirildi. Yapacağı test hakkında detaylı bilgilendirme verildi. Diz eklemine sistem üzerinde karşılık geldiği maksimum ekstansiyon miktarının ölçülmesi amacıyla, hastadan bir tam diz ekstansiyonu yapıp tekrar başlangıç pozisyonuna dönmesi istendi. Bu sayede hastanın ekstremitelerinin 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, konsentrik ve eksentrik kas kontraksiyonunu kullanarak mavi çizgiyle belirlenen rota üzerinde bulunan sabit bir fleksiyon derecesine iki kere getirmesi istendi (Şekil 3.5). 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. 1 dakika dinlenme arası verildikten sonra test diğer bacakta tekrarlanarak iki bacak arasındaki fark yüzde olarak belirlendi.



Şekil 3. 3. Fonksiyonel Squat Sistemde hastanın pozisyonlanması



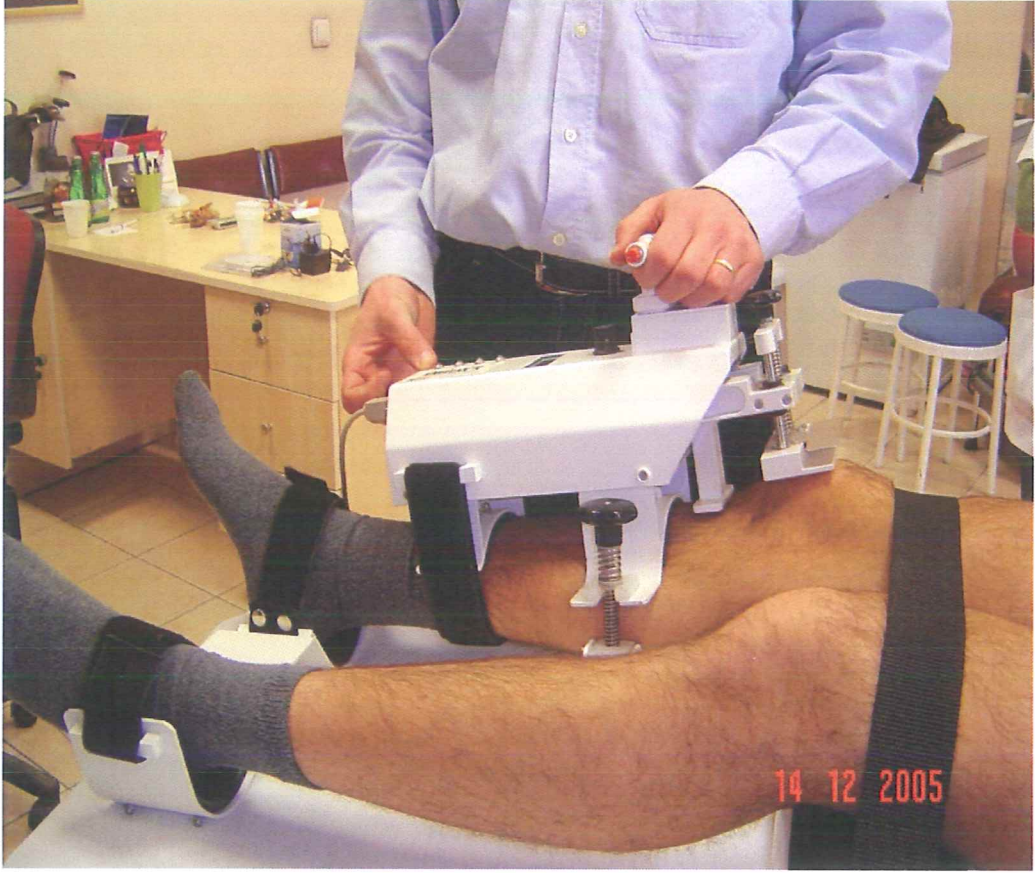
Şekil 3. 4. Fonksiyonel Squat Sistem ile eksentrik ve konsentrik koordinasyon değerlendirilmesi



Şekil 3. 5. Fonksiyonel Squat Sistem ile propriosepsiyon değerlendirilmesi

### 3. 5. Ligament Laksitesinin Ölçülmesi

Diz ekleminde anterior-posterior yönde tibio-femoral hareket ölçümü Kneelax 3'' (Monitored Rehab System Haarlem, The Netherlands) artrometre ile yapıldı. Bu ölçüm için hasta uzun oturuş pozisyonuna alındı. Artrometrenin diz aparatı diz eklemini 20- 30 derece fleksiyona alacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3. 6). Daha sonra artrometre diz ekleminde sıkı bir biçimde bağlandı. Artrometrenin kolu yardımcı hastanın tibiası, femur sabit kalacak şekilde anteriora doğru çekildi (Şekil 3. 7). 132 N kuvvet altındaki anterior tibial translasyon belirlendi. Aynı işlem diğer ekstremiteye uygulanarak, etkilenmiş taraf anterior tibial translasyon farklılığı mm cinsinden hesaplandı.



Şekil 3. 6. Anterior tibial translasyon testi için deneğin pozisyonlanması



Şekil 3. 7. KneeLax3 ile anterior tibial translasyon testi

### 3. 6. Fonksiyonel Seviyenin Değerlendirilmesi

Fonksiyonel seviyeyi belirlemek amacıyla 3 tane fonksiyonel skorlama sistemi kullanılmıştır.

#### 3.6.1. Lysholm Skalası

Diz ligament yaralanmaları için özel olarak geliştirilen bir skaladır. Hastanın diz eklemi fonksiyonuna odaklanan sorular içerir. Puanlaması 110 üzerinden yapılır(Lysholm 1982)

#### 3.6.2. Tegner Aktivite Skalası

Ligament yaralanmalarından sonra kişinin aktivite seviyesini belirlemek amacıyla tasarlanmış bir skorlama sistemidir. Hastalar iş ya da sportif aktivite seviyesine göre 10 üzerinden sınıflandırılır (Tegner 1985).

#### 3.6.3. IKDC (International Knee Documentation Comittee) Skorlama Sistemi

IKDC skalasında bulunan ağrı, şişlik, instabilite gibi diz fonksiyonlarını sorgulayan soruları kendi durumlarına uygun şekilde cevaplayan hastalar sonuçlarına göre A(normal), B(normale yakın), C(anormal), D(ciddi şekilde anormal) olarak sınıflandırılırlar.

### 3. 7. İstatistiksel Analiz

Hastalardan alınan verilerin analizi bağımsız iki grup arasındaki farkın anlamlılığı (Independent-Samples T Test) testi ile Statistical Processing For The Social Sciences Software 15.0 (SPSS Inc., Chicago, Illionis) programı kullanılarak karşılaştırıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak alınmıştır. Tüm bireylerin fiziksel özellikleri ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir.

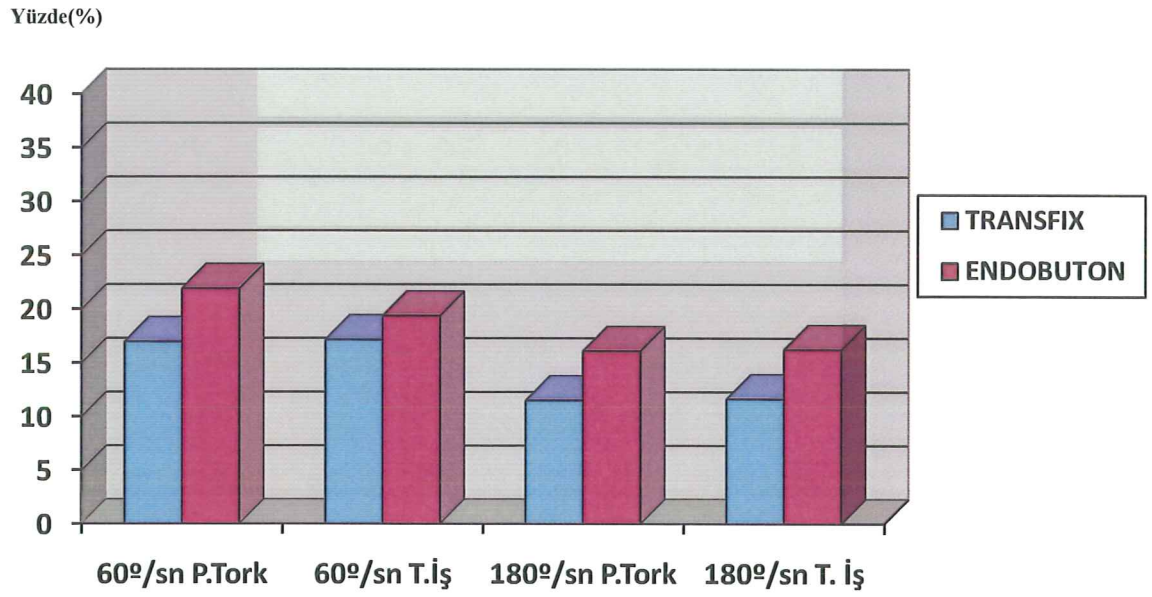
#### 4. BULGULAR

Çalışmaya katılan bireylerin demografik özellikleri Tablo 4.1. de gösterilmiştir

Tablo 4.1. Bireylerin demografik özellikleri

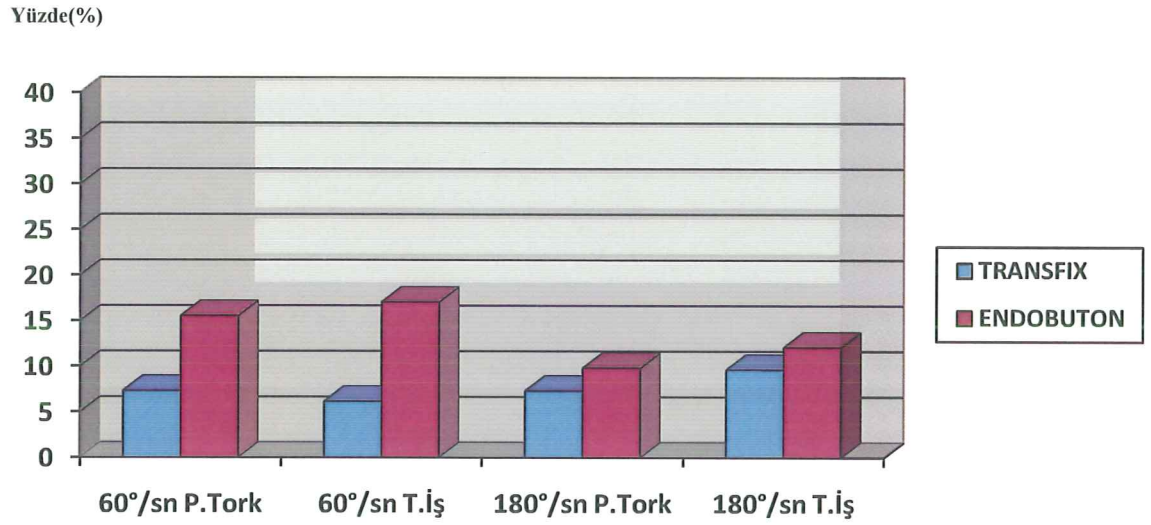
	Yaş (yıl) ± SS	Boy Uzunluğu (cm) ± SS	VücutAğırlığı(kg)± SS	Vücut-Kitle indeksi (kg/m <sup>2</sup> )
Transfix (n=20)	29.85±7.57	172.40±7.95	73.35±1.69	26.41 ± 1.60
Endobuton (n=20)	26.45±9.23	174.20±6.01	71.20±3.00	23.46± 2.01

Etkilenmiş ekstremitelerde 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda kuadriceps izokinetik peak tork ve toplam iş defisitlerinde iki grup arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.2.) (Şekil 4.1.).



Şekil 4. 1. Etkilenmiş Ekstremitelerde Kuadriceps Kuvvet Defisitleri

Etkilenmiş ekstremitelerde 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda hamstring izokinetik peak tork ve toplam iş defisitlerinde iki grup arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.2.) (Şekil 4.2)



Şekil 4. 2. Etkilenmiş Ekstremitte Hamstring Kas Kuvveti Defisitleri

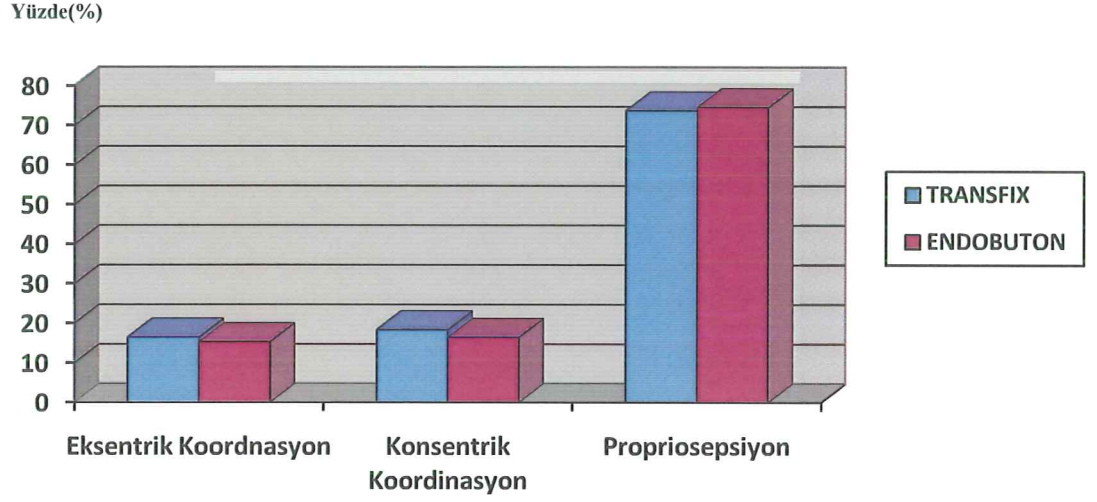
Tablo 4. 2. İzokinetik kuvvet defisitleri.

	TRANSFIX		ENDOBTUN		t	p	
	X	±SS.	Mean	±SS			
(180°/s)	<b>Kuadriseps Defisiti</b>						
	Peak Tork (%)	16.96	±14.86	21.90	±14.82	-.1052	.299
	Toplam İş (%)	17.14	±16.23	19.36	±16.91	-.424	.674
	Peak Tork (%)	11.49	±12.32	16.08	±13.16	-1.140	.262
(180°/s)	<b>Hamstring Defisiti</b>						
	Peak Tork (%)	7.31	±13.90	15.52	±14.45	-1.831	.075
	Toplam İş (%)	6.14	±14.71	17.03	±22.84	-1.792	.081
	Peak Tork (%)	7.31	±12.12	9.82	±12.06	-.655	.516
	Toplam İş (%)	9.64	±14.76	12.09	±14.26	-.535	.596

SS.: Standard Sapma, t: t-Test, p = 0.05

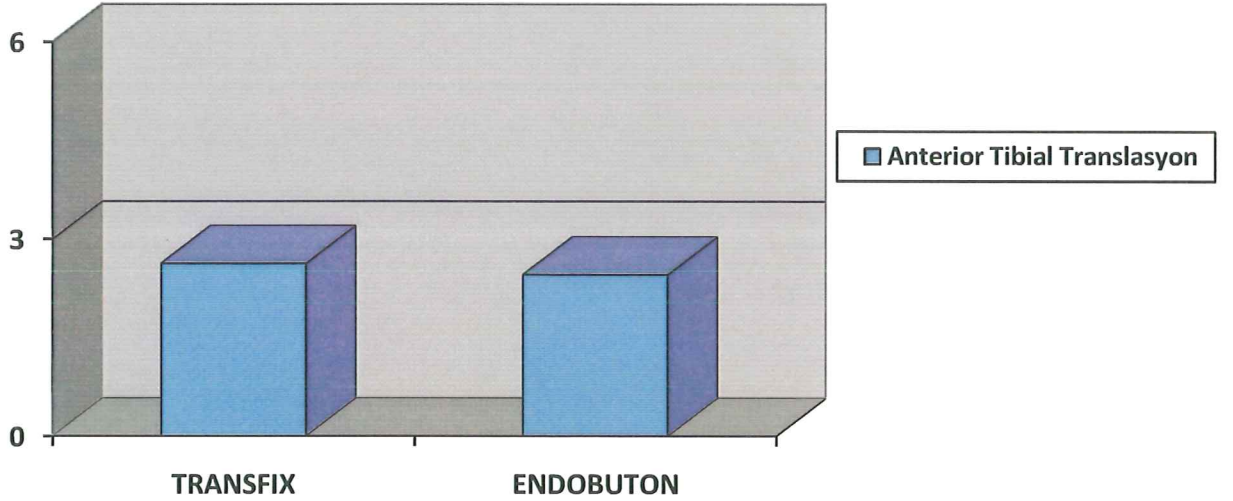
Etkilenmiş ekstremitenin kuadriseps ve hamstring kaslarında ölçülen “peak tork” ve “toplam iş” izokinetik kuvvet değerlerinin, 60 ve 180°/sn açısal hızlarda diğer bacak ile karşılaştırılmasıyla hesaplanan zayıflık yüzdeleri Tablo 4.2. ve Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Etkilenmiş ekstremitelerde eksentrik koordinasyon, konsentrik koordinasyon ve propriosepsiyon defisitlerinde iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ) (Tablo 4. 3) (Şekil 4. 3).



Şekil 4. 3. Etkilenmiş Ekstremitelerde Koordinasyon ve Propriosepsiyon Defisitleri

Etkilenmiş ekstremitelerde anterior tibial translasyon farklılığı açısından iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ) (Tablo 4. 3) (Şekil 4. 4).



Şekil 4. 4. Etkilenmiş Ekstremitelerde Anterior Tibial Translasyon Farklılığı

Tablo 4. 3. Eksentrik koordinasyon, konsentrik koordinasyon, propriosepsiyon defisitleri ve anterior tibial laksite farkları

	TRANSFIX		ENDOBUTON	
	X±SS	X±SS	t	p
<b>Eksentrik Koordinasyon Defisiti (%)</b>	16.47 ± 13.87	15.31 ± 14.69	.257	.799
<b>Konsentrik Koordinasyon Defisiti (%)</b>	18.35 ± 21.86	16.45 ± 10.43	.351	.728
<b>Propriosepsiyon (%)</b>	73.72 ± 81.032	74.58 ± 121.33	-.424	.674
<b>Anterior Tibial Laksite Farkı (mm)</b>	2.63± 1.55	2.46± 1.49	.636	.712

SS.: Standard Sapma, t: t- Test, p = 0.05

Etkilenmiş ekstremitelerde koordinasyon, propriosepsiyon skorlarının diğer ekstremitelere ile karşılaştırıldığında ortaya çıkan yetersizlik yüzdeleri ve etkilenmiş taraf dizin diğer tarafa orana anterior tibial translasyon farklılığı Tablo 4.3 ve Şekil 4.3'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Transfix tekniği ile ÖÇB rekonstruksiyonu yapılan hastalarda Lysholm, Tegner ve IKDC skorlarına göre normal ve normale yakın sonuç gösteren hastaların oranı sırasıyla %90, %85,%90'dır. Endobuton tekniği ile ÖÇB rekonstruksiyonu yapılan hastalarda Lysholm, Tegner ve IKDC skorlarına göre normal ve normale yakın sonuç gösteren hastaların oranı sırasıyla %90, %90, %90'dır.

## 5. TARTIŞMA

Transfix ve Endobuton cerrahi yöntemleri kullanılarak yapılan ÖÇB cerrahisinde rehabilitasyon sonrası kassal kuvvet, proprioepsiyon, koordinasyon, ligament laksitesi ve yaşam kalitesi sonuçlarını karşılaştıran bu çalışma iki grubun sonuçlarının birbirlerine üstün olmadığını gösterdi.

### 5.1. İzokinetik Kas Kuvveti

Bu çalışmada bulduğumuz izokinetik kuvvet defisiti sonuçları, Transfix ve Endobuton fiksasyon yöntemleri arasında postoperatif 1. yılda kas kuvveti yönünden istatistiksel bir fark olmadığını göstermektedir. Her iki grupta da etkilenmiş ekstremitede diğer ekstremiteye oranla hamstring kasında yaklaşık %10 civarında kuvvet kaybı bulunmuştur. Bu oran, literatürde hamstring greft ile yapılan ÖÇB rekonstruksiyonu sonrasında oluşan kas kuvveti kaybı ile ilgili çalışmalarda bulunan oranlar ile paralellik göstermektedir (12, 18, 28, 36, 43, 54, 58, 64, 70, 100). Sağlıklı dizlerde yapılan çalışmalarda da sağ sol farklılığı ve fonksiyonel rehabilitasyon sonrası yapılan değerlendirmelerin karşılaştırılmasında da %10'luk bu fark normal kabul edilmektedir. Bu bulgu hastaların rehabilitasyon programının olumlu etkilerini açıklamaktadır.

Bizini ve diğerleri (18), patellar tendon ve hamstring tendon ile ön çapraz bağ rekonstruksiyonu yapılan hastaların izokinetik kas kuvvetini cerrahiden 11 ay sonra ölçmüş, hamstring tendon grefti olan hastaların 180°/s açısal hızda kuadriceps kuvvet defisitinin ortalama  $11.8 \pm 6.4$ , hamstring kuvvet defisitinin ortalama  $10.4 \pm 3.6$  olduğunu saptamıştır. Aune ve diğerleri (12), hamstring tendon ile ön çapraz bağ rekonstruksiyonu yapılan hastaların 12 ay ölçümlerinde hem 60 hem de 240/s açısal hızlarda %15 civarında hamstring kuvvet defisiti olduğunu göstermiştir. Feller ve diğerleri(36), hamstiring tendon ile ön çapraz bağ rekonstruksiyonu yapılan hastaların ameliyat sonrası 12. ayda 60/sn açısal hızda ortalama  $8.7 \pm 17.1$  hamstring kuvvet kaybı gösterdiğini belirtmiştir. Literatürde yer alan diğer çalışmaların hemen hepsinde de, hamstring tendon grefti ile ÖÇB rekonstruksiyonu yapılan hastaların post-operatif 1 - 2 yıl ölçümlerinde çalışmamıza benzer oranlarda hamstring defisiti olduğu belirtilmiştir (12, 36, 43, 70, 100). Hamstring kuvvet

kaybının uzun dönemde nasıl değiştiğini inceleyen araştırmacılar ise ileri dönemde hamstring defisitinin yıllar geçtikçe azalma eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Özellikle ameliyat sonrası 2- 4 yıl ölçümlerinde, hamstring kas kuvvetinde normale yaklaşma olduğu belirtilmiştir (35, 68, 103).

Çalışmamızda, etkilenmiş ekstremitenin diğer ekstremiteye oranla, Transfix grubunda %10-15, Endobuton grubunda %15-20 kuadriseps kuvvet kaybı olduğu bulunmuştur. Literatürde hamstring greft ile yapılan ÖÇB rekonstruksiyonunda diz ekstansiyon kuvvetinde kayıp olduğunu gösteren pek çok çalışma vardır (9, 28, 58, 36).

De Jong ve diğerleri (28), hamstring tendon ile yapılan ön çapraz bağ rekonstruksiyonundan 6, 9 ve 12 ay sonra yaptıkları ölçümlerde, operasyon sonrası kuadriseps kasında ciddi kuvvet kaybı olduğunu, bu kaybın postoperatif 6 ile 12 ay arasında azaldığını ancak yine de ameliyat öncesiyle karşılaştırıldığında yetersizliğin devam ettiğini belirtmişlerdir. Kobayashi ve diğerleri (58), ÖÇB rekonstruksiyonu sonrası 6, 12 ve 24. ayda izokinetik kuvvet ölçümleri yapmışlar, 12 ile 24. ay arasında kas kuvvetinde 60°/s açısız hızda %17, 180°/s açısız hızda %9 artış meydana geldiğini buna rağmen hamstring ve kuadriseps kaslarında kuvvet yetersizliğinin hala devam ettiğini saptamışlardır. Anderson ve diğerleri (9), patellar tendon ve hamstring tendon ile ÖÇB rekonstruksiyonu yapılan hastaların ameliyat sonrası 6 ve 12. aydaki kuadriseps ve hamstring kas kuvvetinde artış olduğunu ve bu artışın her iki cerrahi çeşidinde de olduğunu ve greft tipi ile ilişkili olmadığını göstermiştir. Feller ve diğerleri (36), 12. Ay ölçümlerinde kuadriseps kasında 60°/sn açısız hızda %11,1±16.5 defisit saptamışlardır. Literatürde yer alan diğer pek çok benzer çalışma ameliyat sonrası ön çapraz bağ rekonstruksiyonu yapılan ekstremitenin diğer ekstremiteye oranla ortalama %10 kuadriseps zayıflığı gösterdiğini bildirmektedir (9, 18, 25, 43, 58, 66). Bu durum kuadriseps zayıflığının genel ön yargının aksine sadece patellar tendon greftinde değil, aynı zamanda hamstring tendon greftinde hatta allogreftlerde bile olduğunu kanıtlamaktadır (18, 25, 43, 66). Çünkü, kuadriseps zayıflığının temel nedeni alınan greft yüzünden ortaya çıkan donör saha morbiditesi değil, ön çapraz bağ yaralanması ve cerrahisi sonucu bozulan reseptör sistemine bağlı olarak nöromusküler aktivasyonun bozulmasıdır

(59, 60, 61, 99). Dolayısıyla ameliyat hangi greft tipiyle yapılmış olursa olsun oluşması beklenen bir durumdur.

ÖÇB cerrahisi sonrasında ortaya çıkan bu kuvvet yetersizliğinde zamanla azalma olmasına rağmen, uzun yıllar sonra bile bu kaslardaki zayıflık devam etmektedir(54, 64). Lautamies ve diğerleri (64), hamstring ve patellar tendon grefti ile ÖÇB rekonstruksiyonu geçiren hastaların 5 yıllık takiplerinde, opere ekstremitte kuadriseps ve hamstring kas kuvvetinin diğer tarafa oranla yetersizliğinin her iki greft ile yapılan cerrahi gruplarında da sürdüğünü göstermiştir. Jarvela ve diğerleri (54), ön çapraz bağ cerrahisi geçiren olgularda 7 yıl sonra bile ortalama %10 kuadriseps zayıflığının sürdüğünü bildirmiştir.

## 5.2. Koordinasyon ve Proprioepsiyon

Çalışmamızda her iki fixsasyon grubunda %15-18 konsentrik ve eksentrik motor koordinasyon, %70 civarında da proprioepsiyon defisiti olduğu bulunmuştur. Opere ekstremitenin bu testlerde düşük performans göstermesi, ön çapraz bağ yaralanmasından sonra meydana gelen eklem pozisyon hissi kaybına bağlanabilir. Ön çapraz bağın proprioseptif görevini iyi yapabilme oranı, içinde bulunan mekanoreseptör sayısı ile doğru orantılı olarak artar (2). Ön çapraz bağ yaralanması bu ligament içindeki mekanoreseptörlerin zarar görmesine ya da yok olmasına neden olur (29). Denti ve diğerleri, tedavi edilmemiş ön çapraz bağ lezyonu olan kişilerde yaralanma sonrası 3. aydan itibaren mekanoreseptör sayısının kademeli olarak azaldığını, 9 ay sonra ise ancak birkaç serbest sinir sonlanmasının geriye kaldığını bildirmiştir (29). 1 yılı geçmiş vakalarda yapılan biyopsi sonuçları ise serbest sinir sonlanmalarının bile yok olduğunu göstermiştir (29). Ön çapraz bağ yaralanmasının mekanoreseptör hasarına neden olduğu kanıtlanmış olmasına rağmen, ÖÇB yaralanması ile ilgili literatürde yer alan proprioepsiyon çalışmaları çelişkili sonuçlar göstermektedir. Pek çok yazar ön çapraz bağ yaralanması olan vakalarda diz eklem pozisyonu hissini azaldığını bildirmiştir (3, 24, 56). Ancak bazı yazarlar ise yaralanma sonrası eklem pozisyon hissinde herhangi bir fark bulamamışlardır (38, 44). Çalışmalarda yer alan bu farklı sonuçlar, farklı ölçüm metodlarının kullanılması nedeniyle meydana gelmiş olabilir. “Pasif hareket ve aktif yeniden bulma” literatürde eklem pozisyon hissi ölçümü için yaygın olarak

kullanılan testlerdir (50). Bu iki testin de geçerlik ve güvenilirliği gösterilmiş olsa da (19), Grob ve diğerlerinin (46) yaptığı çalışma, bu iki tip test sonuçlarının birbiriyle korelasyonunun olmadığını göstermiştir. Dahası, "aktif yeniden bulma" testi başlangıç noktası ve hareket yönüne değiştirildiğinde farklı sonuçlar verebilmektedir (19, 38). Bir başka önemli nokta ise, şu anda kullanılan proprioepsiyon testlerinin hiçbiri ÖÇB üzerindeki mekanoreseptörlerden gelen proprioseptif his ile diz çevresindeki diğer yumuşak dokulardan ve eklem kapsülünden alınan pozisyon hissini ayırt edememektedir. Dolayısıyla bu testlerin hiçbiri izole olarak ÖÇB içindeki mekanoreseptörlere ilişkin kesin bir yargı veremez (50). Normal nöromuskuler kontrol paternini anlamak için eklem dinamik şartlar altında değerlendirilmesi esastır. Çalışmamızda kullandığımız dinamik motor koordinasyon ve proprioepsiyon testleri, hem eklem pozisyon hissini hem de motor kontrol paternini dinamik şartlarda ölçmektedir. Bu yüzden her iki fiksasyon yönteminde bulduğumuz koordinasyon ve proprioepsiyon sonuçları, cerrahi sonrası diz eklem fonksiyonel performansını diğer çalışmalardan farklı bir yönüyle ortaya koymaktadır.

### 5.3. Anterior Tibial Laksite

Ön çapraz bağ daha önce de belirtildiği gibi tibial anterior translasyonu engelleyen esas yapıdır. Ancak dışarıdan yüklenen kuvvet miktarı arttıkça bir miktar tibial kaymaya da izin verir. Gabriel ve diğerleri (41), 134 N anterior tibial yüklenme diz tam ekstansiyondayken uygulandığında  $4 \pm 1.0\text{mm}$ ,  $60^\circ$  fleksiyonda iken  $6.4 \pm 2.4\text{mm}$  tibial translasyon meydana geldiğini göstermişlerdir. 10 Nm valgus ve 5 Nm tibial internal rotasyon kombine uygulandığında ise  $15^\circ$  fleksiyonda  $3.7 \pm 2.2\text{ mm}$ ,  $30^\circ$  fleksiyonda  $5.7 \pm 2.7\text{mm}$  translasyon saptamışlardır. Ön çapraz bağ yaralanmalarında tibia üzerine 134 N anterior kuvvet uygulandığında etkilenmiş ekstremitedeki tibial kaymanın diğer taraftan fazla olması 3 mm' ye kadar normal kabul edilmektedir (41). Çalışmamızda her iki fiksasyon grubunda da etkilenmiş tarafın tibial anterior translasyon farkları ortalamaları 3 mm' nin altında bulunmuştur ve her iki grup arasında istatistiksel bir fark yoktur. Literatür incelendiğinde hamstring greft sonrası anterior laksiteyi inceleyen pek çok yayında benzer sonuçlar rastlanmaktadır (11, 12, 36, 69, 82).

Aune ve diğ. (12), hamstring tendon greftinden 1.yıl sonra etkilenmiş ekstremitte anterior translasyon farkının ortalama  $2.8 \pm 2.6$ mm olduğunu bildirmişlerdir. Feller ve diğ. (36) yine hamstring greft ile ÖÇB rekonstruksiyonu yapılan hastalarda 1.yılda  $1,9 \pm 1.1$  laksite farkı olduğunu göstermişlerdir. Marcacci ve diğ. (69), hamstring tendon grefti ile ÖÇB rekonstruksiyonu sonrası 5.yıl anterior laksite sonuçlarına göre hastaların %76'sının 3mm ve altında, %18'inin 3-5mm arası, %6'sının 5mm'den fazla anterior tibial translasyon gösterdiğini bildirmiştir. Asik ve arkadaşlar (11), transfix tekniği ile hamstring greft ÖÇB rekonstruksiyonu olan 204 hasta üzerinde ortalama postoperatif 82 haftada yaptıkları anterior laksite değerlendirmesinde hastaların %95'inde 5mm'nin altında anterior tibial translasyon farklılığı göstermiştir. Prodromos ve diğ. (82), hamstring tendon endobuton ile opere 133 hasta üzerinde ortalama 54. ayda yaptıkları tibial anterior laksite ölçümlerinde, hastaların %86,7'sinin 3mm ve altında, %3'ünde ise 4mm anterior tibial translasyon farklılığı tespit etmişlerdir. Bizini ve diğ. (18), patellar tendon ve hamstring tendon ile ön çapraz bağ rekonstruksiyonu yapılan hastaların anterior tibial laksitesini cerrahiden 11 ay sonra KneeLax ile ölçmüş, hamstring tendon grefti olan hastaların opere taraf tibial laksitesinin sağlam tarafa göre ortalama  $2.7 \pm 0.7$ mm fazla olduğunu bildirmiştir. Literatürde anterior patellar tendon ve hamstring tendon ile yapılan ÖÇB rekonstruksiyonunda tibial anterior laksiteyi karşılaştıran pek çok çalışma vardır (4, 5, 12, 13, 14, 18, 26, 31, 33, 35, 43, 53, 80, 87). Bazı çalışmalar patellar tendon grefti ile yapılan rekonstruksiyonda artrometre ile ölçülen tibial anterior laksite sonuçlarının daha iyi olduğunu belirtmektedir (4, 13, 18, 26, 35). Ancak pek çok yazar ise bu iki greft tipi arasında anterior tibial laksite açısından fark olmadığını belirtmiştir (5, 12, 14, 31, 33, 43, 53, 80, 87).

Hamstring tendon greft çeşitlerinin tibial laksite sonuçlarını karşılaştıran herhangi bir çalışma yoktur. Oysaki hamstring tendon greftlemede kullanılan farklı fiksasyon materyalleri ve teknikleri farklı biomekanik sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (39, 40). Bu açıdan çalışmamızın anterior tibial laksite sonuçları hamstring tendon ile yapılan greftlemede farklı tip rekonstruksiyon metodlarının laksite sonuçlarını karşılaştırmalı olarak ortaya koyması açısından önemlidir.

#### 5.4. Fonksiyonel Seviye

Çalışmamızda her iki grupta da, hastaların yaklaşık %90'ının yaşam kalitesi skorları normal ve normale yakın bulunmuştur. Bu sonuç literatürde yer alan hamstring tendon greftleme sonrası hasta memnuniyeti ve fonksiyonel değerlendirme çalışmalarının sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Asik ve diğerleri (11), transfix tekniği ile hamstring greft ÖÇB rekonstruksiyonu olan 204 hasta üzerinde ortalama postoperatif 82 haftada yaptıkları değerlendirmede hastaların %93'ünün Lysholm sonuçlarını iyi ve çok iyi, %92'sinin Tegner skorunun 6 ve üzeri, %2'sinin IKDC skorunun kötü olduğunu bildirmişlerdir. Prodromos ve diğerleri (82), endobuton tekniği ile hamstring tendon greftleme yapılmış 133 hasta üzerinde ortalama 54. ayda yaptıkları ölçümlerde, hastaların %96'sının Lysholm ve SANE skorlarına göre normal sonuç gösterdiğini bildirmiştir. Marcacci ve diğerleri (69), hamstring tendon grefti ile ÖÇB rekonstruksiyonu yapılan hastaların 5.yıl ölçümlerinde hastaların %92'sinin IKDC skorlarının normal ve normale yakın sonuç gösterdiğini bildirmiştir.

Literatürde diz eklemi için tanımlanan pek çok skala olmasına rağmen, bu çalışmada Lysholm, Tegner ve IKDC skorlarını tercih ettik. Bunun nedeni bu skalaların hastanın fonksiyonel durumunu araştırmak için diz ligament yaralanmalarına özel hazırlanan skorlama sistemleri olmasıdır (67, 49, 92). Lysholm skoru 1982 yılında Jack Lysholm tarafından ortopedik diz ligament cerrahileri sonrası kullanılmak üzere tanımlanmıştır (67). Hastanın instabilitesi gibi fonksiyonel performansı etkileyebilecek belirtilerini ve diz eklemi performansını nasıl bulduğunu sorgulayan bir değerlendirme yöntemidir (67). Tegner aktivite skoru ise 1985 yılında Yelverton Tegner tarafından hastanın iş ya da sportif aktivite seviyesini belirlemek amacıyla tanımlanmıştır (92). Lysholm skalası hastanın fonksiyonel performansını ve şikayetlerini sorgularken, Tegner skalası aktivite seviyesi ile ilgilenir. Dolayısıyla bu iki skala birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Ayrıca bu iki skorlama sistemi de daha sonradan dize adapte edilmiş testler değildir, diz ligament yaralanmaları için özel tasarlanmış soruları içerir (21, 67, 92). Lysholm ve Tegner skorları, Ön çapraz bağ lezyonu olan hastalarda geçerliği ve güvenilirliği gösterilen değerlendirme yöntemleri olmalarının yanında (21, 67, 92), literatürde yüzlerce yayında hasta memnuniyetini ve diz fonksiyonunu ölçmek amacıyla kullanılmışlardır

(20, 21, 71, 63, 76). Sadece son 5 yılda Lysholm skalasının kullanıldığı 400 yayın, Tegner skalasının kullanıldığı 200 yayın PubMed'de yer almıştır (21). Johnson ve diğerleri, ÖÇB yaralanması olan hastalarda Lysholm ve Tegner skalalarını fonksiyonel değerlendirme için altın standart olarak tanımlamışlardır (55). Çalışmamızda kullandığımız bir diğer skala olan International Knee Documentation Committee (IKDC) diz değerlendirme formu da literatürde geçerliği ve güvenilirliği ispatlanmış ve diz değerlendirmesi için sıklıkla kullanılan bir skora sistemidir (49).

Fonksiyonel değerlendirme skalalarının bir diğer özelliği de özellikle yaralanma sonrası hastanın performansını etkileyecek diğer faktörlerin ortaya çıkarılmasını sağlamasıdır. Wilk ve diğerleri (98), ön çapraz bağ rekonstruksiyonu geçiren bireylerde skora sistemleri ile diz ekstansiyonu izokinetik kuvvetinin korelasyonu göstermiş, rekonstruksiyon sonrası hasta memnuniyetini etkileyen faktörün kuadriseps kas kuvveti olduğunu bildirmiştir. Cerrahi geçirmemiş ÖÇB yaralanması geçiren bireylerde ise hasta memnuniyetini etkileyen esas faktör hamstring kuvvetidir (94). Tsepis ve diğerleri (94), ön çapraz bağ yaralanması geçiren ve Lysholm skalasına göre iyi orta ve düşük memnuniyet gösteren hasta gruplarına izokinetik kuvvet testleri uygulamış, tüm gruplarda kuadriseps defisitinin var olmasına rağmen hamstring defisiti düşük olan hastalarda Lysholm skorunun düşük olduğunu göstermiştir. Bu yüzden ÖÇB yaralanmaları sonucu fonksiyonel performansı ve hasta memnuniyetini hamstring kas kuvvetinin belirlediğini bildirmiştir.

#### **4.5. Çalışmanın Limitasyonu**

Çalışmamızda etkilenmiş tarafta ölçülen hamstring ve kuadriseps izokinetik kas kuvveti etkilenmemiş taraf ile karşılaştırarak zayıflık yüzdesi hesaplanmıştır. Bu yöntem literatürde ön çapraz bağ rekonstruksiyonu ameliyatları sonrası kas defisitlerini belirlemede sıklıkla kullanılmaktadır (12, 18, 36, 43, 54, 58, 64, 70, 100). Ancak etkilenmemiş dizin referans olarak alınması yöntemi ile etkilenmemiş ekstremitede ameliyattan sonra meydana gelen değişiklikler göz ardı edilmektedir. Dolayısıyla hesaplanan kas kuvvet zayıflığı kişinin ameliyat öncesi durumuna oranla

ne kadar kuvvet kaybettiğini değil, diğer dizine oranla ne kadar zayıf olduğunu göstermektedir. Bu ölçüm post-operatif iki hasta grubunun karşılaştırılması sırasında çok önemli farklar yaratmayabilir. Çünkü her iki grupta da zayıflıklar etkilenmemiş ekstremiteye göre hesaplanmıştır. Ancak bulunan defisitlerin hastaların ameliyat öncesi durumlarına göre değişimlerini tam olarak yansıtmadığı unutulmamalıdır. İdeal yöntem, ameliyat sonrası kuvvet ölçümlerinin, ameliyat öncesi yapılanlar ile karşılaştırılarak kuvvet farkının hesaplanmasıdır.

Çalışmamız hamstring greft ile yapılan ön çapraz bağ rekonstruksiyonu sonucunda uzun dönemde dahi dizde, propriosepsiyon ve motor koordinasyon ve kuvvet kaybı oluştuğunu göstermektedir. Bu durumun, alanda çalışan fizyoterapistler ve rehabilitasyon takımı için önemli bir sonucu vardır. ÖÇB rekonstruksiyonu sonrası fizyoterapi sadece ameliyat sonrası akut ve subakut dönemi kapsayan bir tedavi şekli değildir. Hastalara ameliyat sonrası geç dönemde bile rutin kontrol randevuları verilmeli ve uzun dönem performansları mutlaka kontrol edilmelidir. Bu sayede hastaların bilinçlendirilmesi ve uzun dönemde egzersiz yapma alışkanlığının ve motivasyonunun artırılması gerekmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamız, Transfix ve Endobuton fiksasyon yöntemlerinin fonksiyonel sonuçları arasında, ameliyat sonrası 1.yıl itibariyle herhangi bir farklılık olmadığını göstermektedir. Her ne kadar izokinetik kas kuvveti, nöromuskuler koordinasyon, eklem pozisyon hissi ve anterior tibial laksite ortalamaları açısından birbirlerine yüzdesel üstünlükleri bulunsa da bu sonuçlar istatistiksel açıdan anlam taşımamaktadır.

Çalışmamızdan çıkan ikinci önemli sonuç her iki hasta grubunda da, hamstring ve kuadriseps kuvveti, motor koordinasyon ve eklem pozisyon hissi açısından eksikliklerin olmasıdır. Bu bulgu, eksikliklerin tamamlanması ve hastaların tam olarak normale dönmesi için 1 yıldan daha fazla zaman geçmesi gerektiğini göstermektedir. Bu yüzden ön çapraz bağ cerrahisi geçiren hastaları ameliyat sonrası uzun dönemde de kuvvet ve nöromuskuler koordinasyon yönünden değerlendirilmeli ve eksikliklere yönelik rehabilitasyon ve egzersiz programı uygulanmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Aalbersberg S., Kingma I., van Dieën JH. (2009). Hamstrings co-activation in ACL-deficient subjects during isometric whole-leg extensions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, [Epub ahead of print].
2. Adachi N., Ochi M., Uchio Y., Iwasa J., Ryoke K., Kuriwaka M. (2002). Mechanoreceptors in the anterior Cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand*, 73(3), 330–334.
3. Ageberg E., Fridén T. (2008). Normalized motor function but impaired sensory function after unilateral non-reconstructed ACL injury: patients compared with uninjured controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16(5), 449–456.
4. Aglietti P., Buzzi R., Zaccherotti G., De Biase P. (1994). Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 22(2), 211–217.
5. Aglietti P., Giron F., Buzzi R., Biddau F., Sasso F. (2004). Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts: a prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*, 86(10), 2143–2155.
6. Amiel D., Kleiner JB., Roux RD., Harwood FL., Akeson WH. (1986). The phenomenon of “ligamentization”: anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. *J Orthop Res*, 4, 162–172.
7. Amis AA., Dawkins GP. (1991). Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg*, 73(2), 260–267.

8. Anderson AF., Dome DC., Gautam S. (2001). Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med*, 29(1), 58–63.
9. Anderson JL., Lamb SE., Barker KL., Davies S., Dodd CA., Beard DJ. (2002). Changes in muscle torque following anterior cruciate ligament reconstruction A comparison between hamstrings and patella tendon graft procedures on 45 patients. *Acta Orthop Scand*, 73 (5), 546–552.
10. Arnoczky SP. (1983). Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res*, 172, 19–25.
11. Asik M., Sen C., Tuncay I., Erdil M., Avci C., Taser OF. (2007). The mid- to long-term results of the anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons using Transfix technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15(8), 965-72.
12. Aune AK., Holm I., Risberg MA., Jensen HK., Steen H. (2001). 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*, 29(6), 722–728.
13. Barrett GR., Noojin FK., Hartzog CW., Nash CR. (2002) Reconstruction of the anterior cruciate ligament in females: a comparison of hamstring versus patellar tendon autograft. *Arthroscopy*, 18(1), 46–54.
14. Beard DJ., Anderson JL., Davies S., Price AJ., Dodd CA. (2001). Hamstrings vs. patella tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised controlled trial. *Knee*, 8(1), 45–50.
15. Benjamin M., Evans EJ. (1990). Fibrocartilage, *J Anat* 171, 1–15.

16. Beynnon BD., Fleming BC., Labovitch R., Parsons B. (2002). Chronic anterior cruciate ligament deficiency is associated with increased anterior translation of the tibia during the transition from non-weightbearing to weightbearing. *J Orthop Res*, 20(2), 332–337.
17. Bing Y., Garrett W. Mechanisms of non-contact ACL injuries. (2007). *Br J Sports Med*, 41(1), 47-51.
18. Bizzini M., Gorelick M., Munzinger U., Drobny T. (2006). 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*, 16(1), 4–9.
19. Boerboom AL., Huizinga MR., Kaan WA., Stewart RE., Hofb AL., Bulstra SK, Diercks RL. (2008). Validation of a method to measure the proprioception of the knee. *Gait Posture*, 28(4), 610-4.
20. Briggs KK., Kocher MS., Rodkey WG., Steadman JR. (2006). Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee score and Tegner activity scale for patients with meniscal injury of the knee. *J Bone Joint Surg Am*, 88(4), 698-705.
21. Briggs KK., Lysholm J., Tegner Y., Rodkey WG., Kocher MS., Steadman JR. (2009). The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later. *Am J Sports Med*, 37(5), 890-7.
22. Brown CH Jr., Wilson DR., Hecker AT., Ferragamo M. (2004). Graft-bone motion and tensile properties of hamstring and patellar tendon anterior cruciate ligament femoral graft fixation under cyclic loading. *Arthroscopy*, 20(9), 922-35.
23. Butler DL., Noyes FR., Grood ES. (1980). Ligamentous restraints to anterior–posterior drawer in the human knee. *J Bone Joint Surg*, 62(2), 259-70

24. Carter ND., Jenkinson TR., Wilson D., Jones DW., Torode AS. (1997) Joint position sense and rehabilitation in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Br J Sports Med*, 31(3), 209-12.
25. Cooley VJ., Deffner KT., Rosenberg TD. (2001). Quadrupled semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: 5-year results in patients without meniscus loss. *Arthroscopy*, 17(8), 795–800.
26. Corry IS., Webb JM., Clingeleffer AJ., Pinczewski LA. (1999). Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament: a comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med*, 27(4), 444–454.
27. Daniel D. *Knee ligaments: structure, function, injury and repair*. (1990). Raven Press, New York, s 34.
28. de Jong S., van Caspel D., van Haeff M., Saris DBF. (2007). Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions. *Arthroscopy*, 23(1), 21–8.
29. Denti M., Monteleone M., Berardi A., Panni AS. (1994). Anterior cruciate ligament mechanoreceptors. Histologic studies on lesions and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*, 308, 29-32.
30. Duthon VB., Barea C., Abrassart S., Fasel JH., Fritschy D., Menetrey J. *Anatomy of the anterior cruciate ligament* (2006). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(3), 204–213.
31. Ejerhed L., Kartus J., Sernert N., Köhler K., Karlsson J. (2003). Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction? a prospective randomized study with a two-year follow-up. *Am J Sports Med*, 31(1), 19–25.
32. Ellison AE., Berg EE., (1985). Embryology, anatomy, and function of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am* 16(1), 3–14

33. Eriksson K., Anderberg P., Hamberg P., Löfgren AC., Bredenberg M., Westman I., Wredmark T. (2001). A comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br*, 83(3), 348–354.
34. Fauno P., Kaalund S. (2005). Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study. *Arthroscopy*, 21(11), 1337-41
35. Feagin JA Jr., Wills RP., Lambert KL, Mott HW., Cunningham RR. (1997) Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patella tendon-bone versus semitendinosus anatomic reconstruction. *Clin Orthop*, 341, 69–72.
36. Feller JA., Webster KE. (2003). A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 31(4), 564–573.
37. 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(1), 2-11
38. Fridén T., Roberts D., Zätterström R., Lindstrand A., Moritz U. (1996) 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*, 4(4), 217-24.
39. Fu FH., Bennett CH., Lattermann C., Ma CB. (1999). Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction, part 1: biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med*, 27(6), 821–830.
40. Fu FH., Bennett CH., Ma CB., Menetrey J., Lattermann C. (2000). Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction, part II: operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med*, 28(1), 124–130.

41. Gabriel MT., Wong EK., Woo SL., Yagi M., Debski RE. (2004). Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res*, 22(1), 85–89.
42. Girgis FG., Marshall JL., Arsa M. (1975). The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop*, 106, 216–231.
43. Gobbi A., Mahajan S., Zanazzo M., Tuy B. (2003). Patellar tendon versus quadrupled bone-semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective clinical investigation in athletes. *Arthroscopy*, 19(6), 592–601.
44. Good L, Roos H, Gottlieb DJ, Renström PA, Beynnon BD. (1999). Joint position sense is not changed after acute disruption of the anterior cruciate ligament. *Acta Orthop Scand*, 70 (2), 194-8.
45. Gottlob CA., Baker CL., Pellissier JM., Colvin L. (1999). Cost effectiveness of anterior cruciate ligament reconstruction in young adults. *Clin Orthop Relat Res*, (367), 272-282.
46. Grob KR., Kuster MS., Higgins SA., Lloyd DG., Yata H. (2002). Lack of correlation between different measurements of proprioception in the knee. *J Bone Joint Surg(Br)*, 84(4), 614–618.
47. Harner CD., Livesay GA., Kashiwaguchi S., Fujie H., Choi NY., Woo SL-Y. (1995). Comparative study of the size and shape of human anterior and posterior Cruciate ligaments. *J Orthop Res*, 13(3), 429–434.
48. Haus J., Halata Z. (1990). Innervation of the anterior cruciate ligament. *Int Orthop*, 14(3), 293-6.
49. Higgins LD., Taylor MK., Park D., Ghodadra N., Marchant M., Pietrobon R., Cook C. (2007). Reliability and validity of the International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Form. , 74(6), *J Bone Spine* 594-9.

50. Hogervorst T., Brand R. (1998). Mechanoreceptors in joint function. *J Bone Joint Surg*, 80 (9), 1365–1377.
51. Honl M., Carrero V., Hille E., Schneider E., Morlock MM. (2002) 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*, 30(4), 549-57.
52. Howell SM. (1998). Principles for placing the tibial tunnel and avoiding roof impingement during reconstruction of a torn anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 6 (1), 49–55.
53. Jansson KA., Linko E., Sandelin J., Harilainen A. (2003). A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 31(1), 12–18.
54. Järvelä T., Kannus P., Latvala K., Järvinen M. (2002). Simple measurements in assessing muscle performance after an ACL reconstruction. *Int J Sports Med*, 23(3), 196–201.
55. Johnson DS., Smith RB., (2001). Outcome measurement in the ACL deficient knee--what's the score? *Knee*, 8(1), 51-7.
56. Katayama M., Higuchi H., Kimura M., Kobayashi A., Hatayama K., Terauchi M., Takagishi K. (2004). Proprioception and performance after anterior cruciate ligament rupture. *Int Orthop*, 28(5), 278-81.
57. Kennedy JC., Alexander IJ., Hayes KC. (1982). Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med*, 10, 329–335.
58. Kobayashi A., Higuchi H., Terauchi M., Kobayashi F., Kimura M., Takagishi K. (2004). Muscle performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop*, 28(1), 48-51.

59. Konishi Y., Fukubayashi T., Takeshita D. (2002). Possible mechanism of quadriceps femoris weakness in patients with ruptured anterior cruciate ligament. *Med Sci Sports Exerc*, 34(9), 1414–1418.
60. Konishi Y., Suzuki Y., Hirose N., Fukubayashi T. (2003). Effects of lidocaine into knee on QF strength and EMG in patients with ACL lesion. *Med Sci Sports Exerc*, 35(11), 1805–1808.
61. Krogsgaard MR., Dyhre-Poulsen P., Fischer-Rasmussen T. (2002). Cruciate ligament reflexes. *J Electromyogr Kinesiol*, 12(3):177-82.
62. LaPrade RF., Burnett QM. (1994). Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries: a prospective study. *Am J Sports Med*, 22(2), 198–202.
63. Laprell H., Stein V., Petersen W. (2002). Arthroscopic all-inside meniscus repair using a new refixation device: a prospective study. *Arthroscopy*, 18(4), 387-393.
64. Lautamies R., Harilainen A., Kettunen J., Sandelin J., Kujala UM. (2008). 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*, 16(11), 1009–1016.
65. Lee YS., Kim SK., Park JY., Park JW., Wang JH., Jung YB., Ahn JH. (2007). Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using two different suspensory femoral fixation: a technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15(8), 1023-7
66. Lephart SM., Kocher MS., Harner CD., Fu FH. (1993). Quadriceps strength and functional capacity after anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon autograft versus allograft. *Am J Sports Med*, 21(5), 738–743.

67. Lysholm J., Gillquist J. (1982). Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med*, 10, 150-154.
68. Maeda A., Shino K., Horibe S., Nakata K., Buccafusca G. (1996). Anterior cruciate ligament reconstruction with multistranded autogenous semitendinosus tendon. *Am J Sports Med*, 24(4), 504–509.
69. Marcacci M., Zaffagnini S., Iacono F., Vascellari A., Loreti I., Kon E., Presti ML. (2003). Intra- and extra-articular anterior cruciate ligament reconstruction utilizing autogeneous semitendinosus and gracilis tendons: 5-year clinical results, 11(1), 2-8.
70. Marder RA., Raskind JR., Carroll M. (1991). Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med*, 19(5), 478–484.
71. Marx RG., Stump TJ., Jones EC., Wickiewicz TL., Warren RF. (2001). Development and evaluation of an activity rating scale for disorders of the knee. *Am J Sports Med*, 29(2), 213-218.
72. Matsumoto H., Suda Y., Otani T., Niki Y., Seedhom BB., Fujikawa K. (2001). Roles of the anterior cruciate ligament and the medial collateral ligament in preventing valgus instability. *J Orthop Sci* 6(1), 28–32.
73. Milano G., Mulas PD., Ziranu F., Piras S., Manunta A., Fabbriani C. (2006). Comparison between different femoral fixation devices for ACL reconstruction with doubled hamstring tendon graft: a biomechanical analysis. *Arthroscopy*, 22(6), 660-8.

74. Neurath MF., Stofft E. (1992). Structure and function of matrix components in the cruciate ligaments: an immunohistochemical, electron-microscopic, and immunoelectron-microstudy. *Acta Anat* 145(4), 387–394.
75. Odensten M., Gillquist J. (1985). Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*, 67(2),257–262.
76. Paxton EW., Fithian DC., Stone ML., Silva P. (2003). The reliability and validity of knee-specific and general health instruments in assessing acute patellar dislocation outcomes. *Am J Sports Med*, 31(4), 487-492.
77. Petersen W., Tillmann B. (1999). Structure and vascularisation of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anat Embryol* 200(3), 325–334.
78. Petersen W, Tillmann B. Anatomy and function of the anterior cruciate ligament. *Orthopaede*. 2002, 31(8), 710–718.
79. Petersen W, Zantop T. (2007). Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Rel Res*, 454, 35-47.
80. Pinczewski LA., Deehan DJ., Salmon LJ., Russell VJ., Clingeleffer A. (2002). A five-year comparison of patellar tendon versus four-strand hamstring tendon autograft for arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*, 30(4), 523–536.
81. Pitaru S., Aubin JE., BhargavaU., Melcher AH. (1987). Immunoelectron microscopic studies on the distributions of fibronectin and actin in a cellular dense connective tissue: the periodontal ligament of the rat. *J Periodontal Res* 22(1), 64–74.
82. Prodromos CC., Han YS., Keller BL., Bolyard RJ. (2005). Stability results of hamstring anterior cruciate ligament reconstruction at 2- to 8-year follow-up. *Arthroscopy*, 21(2), 138-46.

83. Rowden NJ., Sher D., Rogers GJ., (1997). Schindhelm K. Anterior cruciate ligament graft fixation. Initial comparison of patellar tendon and semitendinosus autografts in young fresh cadavers. *Am J Sports Med*, 25(4), 472-478.
84. Sakane M., Fox RJ., Woo SL-Y., Livesay GA., Li G., Fu FH. (1997). In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res*, 15(2), 285-93.
85. Scapinelli R. (1997) Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures. *Clin Anat*, 10(3), 151–162.
86. Schultz RA., Miller DC., Kerr CS., Micheli L. (1984). Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. *J Bone Joint Surg*, 66(7), 1072–1076.
87. Shaieb MD., Kan DM., Chang SK., Marumoto JM, Richardson AB. (2002). A prospective randomized comparison of patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 30(2), 214–220.
88. Shelbourne KD., Facibene WA., Hunt JJ. (1997). Radiographic and intraoperative intercondylar notch width measurements in men and women with unilateral and bilateral anterior cruciate ligament tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 5(4), 229–233.
89. Souryal TO., Moore HA., Evans JP. (1988). Bilaterality in anterior Cruciate ligament injuries: associated intercondylar notch stenosis. *Am J Sports Med*, 16(5), 449–454.
90. Stevens KJ, Dragoo JL. (2006). Anterior cruciate ligament tears and associated injuries. *Top Magn Reson Imaging*, 17(5), 347-362.

91. Strocchi R., De Pasquale V., Gubellini P., Facchini A., Marcacci M., Buda R., Zaffagnini S., Ruggeri A. (1992) The human anterior Cruciate ligament: histological and ultrastructural observations. *J Anat*, 180(3), 515–519.
92. Tegner Y., Lysholm J. (1985). Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*, 198, 43-49.
93. Tena-Arregui J., Barrio-Asensio C., Viejo-Tirado F., Puerta-Fonolla J., Murillo-Gonzalez J. (2003). Arthroscopic study of the knee joint in fetuses. *Arthroscopy*, 19(8), 862–868.
94. Tsepis E., Vagenas G., Giakas G., Georgoulis A. (2004). Hamstring weakness as an indicator of poor knee function in deficient patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 12(1), 22–29
95. Valentin A., Engström B., Werner S. (2006). ACL reconstruction: patellar tendon versus hamstring grafts economical aspects. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 4(6), 536-41.
96. Walton M. (1999). Absorbable and metal interference screws: comparison of graft security during healing. *Arthroscopy*, 15(8), 818-826.
97. Wilk K E., Arrigo C., Andrews J R., Clancy W G. (1999). Rehabilitation after anterior cruciat ligamente reconstruction in the femele athlete. *J Athl Traning*, 34(2), 177-193.
98. Wilk KE., Romaniello WT., Soscia SM., Arrigo CA., Andrews JR (1994). The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL reconstructed knee. *J Orthop and Sports Phys Ther* 20(2), 60–73.
99. Williams GN., Chmielewski T., Rudolph K., Buchanan TS., Snyder-Mackler L. (2001). Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *J Orthop Sports Phys Ther*, 31(10), 546–566.

100. Witvrouw E., Bellemans J., Verdonk R., Cambier D., Coorevits P., Almqvist F. Patellar tendon vs. doubled semitendinosus and gracilis tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop*. 2001, 25(1), 308–311.
101. Woo SL., Hollis M, Adams DJ., Lyon RM., Takai S. (1991). Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament–tibia complex. The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med*, 19(3), 217–225.
102. Woo SLY., Wu C., Dede Ö., Vercillo F., Noorani S. (2006). Biomechanics and anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Surg*, 25, 1, 2.
103. Yasuda K., Tsujino J., Ohkoshi Y., Tanabe Y., Kaneda K. (1995). Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med*, 23(6), 706–714.
104. Zantop T, Herbort M, Raschke MJ, Fu FH, Petersen W. (2007). The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am J Sports Med*, 35(2), 223-7.
105. Zimny ML., Schutte M., Dabezies E. (1986). Mechanoreceptors in the human anterior cruciate ligament. *Anat Rec*, 214(2), 204–209

## EK 1. Lysholm Skalası

Değerlendirme Tarihleri						
<b>Topallama (5)</b> 5: Yok 3: Önemsiz veya periyodik 0: Ciddi ve devamlı						
<b>Destek (5)</b> 5: Tam destek 3: Baston veya koltuk değneği 0: Ağırlık vermek imkansız						
<b>Merdiven çıkma (10)</b> 5: Problem yok 4: Önemsiz bozukluk 2: Bir adım alıp diğerini yanına alma 0: Yapılamıyor						
<b>Çömelme (5)</b> 5: Problem yok 4: Önemsiz bozukluk 2: 90°'yi geçmez 0: Yapılamıyor						
<b>Yürüme, koşma veya zıplama (70)</b>						
<b>a. Instabilite</b> 30: Boşalma yok 25: Spor veya ağır aktivite sırasında 20: Sıklıkla veya yapamama 10: Günlük aktivitelerde sırasında 5: Günlük aktivitelerde sık 0: Her adımda						
<b>b. Ağrı</b> 30: Yok 25: Ciddi aktivitede sırasında önemsiz veya devam etmeyen 20: Boşalmada belirgin 15: Ciddi aktivitede sırasında belirgin 10: 2km'den fazla yürüdükten sonra veya sırasında belirgin 5: 2km'den az yürüdükten sonra veya sırasında belirgin 0: Ciddi ve devamlı						
<b>c. Şişlik</b> 10: Yok 7: Boşalma ile birlikte 5: Ciddi aktivite sırasında 2: Sıradan aktivitede 0: Devamlı						
<b>Uyluk atrofisi (5)</b> 5: Yok 3: 1-2 cm 0: 2cm' den fazla						
<b>TOPLAM SKOR</b>						

**EK 2. Tegner Aktivite Skalası**

Puan	Aktivite	Değ. Sonucu
10	Rekabet Sporları	Futbol ( Ulusal veya uluslar arası seviye)
9	Rekabet Sporları	Futbol- alt grup Buz hokeyi Güreş Jimmastik
8	Rekabet Sporları	Squash veya badminton Atletizm (sıçrama) Kayakla atlama
7	Rekabet Sporları	Tenis Atletizm (koşu) Motocross veya speedway Hentbol veya basketbol
	Rekreasyonel Sporlar	Futbol Bandy veya buz hokeyi Squash Atletizm (sıçrama)
	(rekreasyonel veya rekabet) Mukavemet kayağı ile atletizm	
6	Rekreasyonel Sporlar	Tenis veya badminton Hentbol veya basketbol Kayakla atlama Jogging (haftada en az 5 kez)
5	Ağır İş	( Ormancılık, inşaat)
	Rekabet Sporları	Bisiklet Mukavemet Kayağı
	Rekreasyonel Sporlar	Jogging(düz olmayan zemin,haftada en az 2 kez)
3	Hafif İş	
	Rekreasyonel veya Rekabet Sporları	Yüzme İnişli yokuşlu ormanda yürüyüş
2	Hafif İş	Düz olmayan zeminde yürüyüş
1	Sedanter İş	Düz zeminde yürüyüş
0	Diz problemleri nedeniyle emekli yada hastalık izni almış mı?	

### EK 3. IKDC Diz Ligament Standart Değerlendirme Formu

Ad-Soyadı: Doğum Tarihi:  
Değerlendiren: Değerlendirme Tarihi:...../...../.....  
...../...../.....

Yaralanma Tarihi:...../...../....., ...../...../.....,  
Cerrahi Tarihleri: ...../...../....., ...../...../....., ...../...../.....

Yaralanma Nedeni: GYA Trafik Kazası Temas sporu İş

Cerrahi ile yaralanma süresi arası: .....(ay) .....Akut (0-2 hafta)  
.....Subakut (2-8 hafta)  
.....Kronik (>8 hafta)

Etkilenen Diz: .... Sağ .....Sol Karşı Diz: .....Normal ....Yaralandı  
Anestezi altında Değerlendirme: .....Evet .....Hayır

#### Postoperatif Tanı Cerrahi Prosedür

Menisküs Statüsü: Normal: ..... medial .....lateral  
1/3 menisektomi: ..... medial .....lateral  
2/3 menisektomi: ..... medial .....lateral  
Tam menisektomi: ..... medial .....lateral

Morfotip: فgevşek فnormal فgergin فvarus فvalgus

#### Aktivite Seviyesi:

Yaralanma Öncesi: ..... I .....II.....III .....IV  
Şimdi: ..... I .....II.....III .....IV  
Tedavi Öncesi: ..... I .....II.....III .....IV

Sonuç olarak dize bağlı değişim olup olmadığı: .....Evet .....Hayır

#### GRUPLAR

A:Normal B:Normale Yakın C:Anormal D:Ciddi Anormal ...A ...B ...C ...D

#### 1) Hastanın Subjektif Değerlendirmesi

Diz fonksiyonunuz nasıl? .....Normal  
..... Normale Yakın  
..... Anormal  
..... Ciddi Anormal

#### Diziniz aktivite seviyenizi nasıl etkiledi?

..... 0  
..... 1  
..... 2  
..... 3

...A ...B ...C ...D

#### 2) Semptomlar

Aktivite seviyesinde ağrı yok  
Aktivite seviyesinde şişlik yok  
Aktivite seviyesinde kısmi boşalma yok  
Aktivite seviyesinde tam boşalma yok  
.....I .....II .....III .....IV veya kötü.....

...A ...B ...C ...D

<p>3) <b>NEH:</b> Fleksiyon/ Ekstansiyon: Değerlendirilen Diz: ...../...../..... Diğer Diz:...../...../.....</p> <p>Ekstansiyon Kaybı(0° anatomik pozisyon): .....&lt;3° .....3° -5° .....6°-10° .....&gt;10°</p> <p>Fleksiyon Kaybı .....0° -5° .....6° -15° .....16°-25° .....&gt;25°</p>	<p>...A ...B ...C ....D</p>
<p>4) <b>Ligament Değerlendirmesi</b> 3'den 5mm' e kadar veya 6-10mm</p> <p>Lachman(25° flek) .....-1'den 2mm ..... -1'den -3mm .....&lt;-3mm .....&gt;10mm</p> <p>.....-1'den 2mm .....3-5/ -1'den -3mm .....6-10/&lt;-3mm .....&gt;10mm</p> <p>Son Nokta .....Sıkı ..... Yumuşak</p> <p>A-P total translasyon(70° flek) .....0-2mm .....3-5mm .....6-10mm ...&gt;10mm ..... .....0-2mm .....3-5mm .....6-10mm ...&gt;10mm</p> <p>70° flek post sag .....0-2mm .....3-5mm .....6-10mm ...&gt;10mm</p> <p>Med eklem açıklığı(valgus rot) .....0-2mm ....3-5mm .....6-10mm ....&gt;10mm</p> <p>Lat eklem açıklığı(varus rot) .....0-2mm .....3-5mm .....6-10mm ...&gt;10mm</p> <p>Pivot Shift ..... negatif .....+ (kayma) .....++ (clunk) .....+++ (gross)</p> <p>Zıt Pivot Shift .....-(eşit) ..... hafif .....belirgin .....gross ..... +(eşit)</p>	<p>...A ...B ...C ....D</p>
<p>5) <b>Kompartman Bulguları</b></p> <p>PFE krepitus .....yok(eşit) ..... orta .....ağrılı .....ciddi</p> <p>Med komp krepitus .....yok(eşit) ..... orta .....ağrılı .....ciddi</p> <p>Lat komp krepitus .....yok(eşit) ..... orta .....ağrılı .....ciddi</p>	<p>...A ...B ...C ....D</p>
<p>6) <b>Harvest Alan Patolojisi</b></p> <p>Hassasiyet, irritasyon, uyuşma .....yok ..... hafif .....orta .....ciddi</p>	<p>...A ...B ...C ....D</p>
<p>7) <b>Röntgen Bulguları (Dejeneratif Eklem Hastalıkları)</b></p> <p>PFE kartilaj boşluğu .....normal .....&gt;4mm .....2-4mm .....&lt;2mm</p> <p>Med komp kart boş .....normal .....&gt;4mm .....2-4mm .....&lt;2mm</p> <p>Lat komp kart boş .....normal .....&gt;4mm .....2-4mm .....&lt;2mm</p>	<p>...A ...B ...C ....D</p>
<p>8) <b>Fonksiyonel Test</b></p> <p>Tek bacak hoplama (diğer tarafın %) .....90-100% .....76-90% .....50-75% .....&lt;50%</p>	<p>...A ...B ...C ....D</p>
<p><b>TOPLAM DEĞERLENDİRME</b></p>	<p>...A ...B ...C ....D</p>

## EK 4. ACL REKONSTRUKSİYONU SONRASI REHABİLİTASYON PROTOKOLU

1.hafta	2-3 hafta	4-8 hafta	8-12hafta	12-16 hafta	16-24 hafta	6.ay
*Tolere edebildiği ölçüde ağırlık taşıma *NMES *Soğuk Uygulama *Elevasyon ve ayakbileği pompalama egzersizleri *Topuk kaydırma egzersizleri *İzometrik kuadriseps egzersizi *Düz bacak kaldırma egzersizi *Ekstansiyon askısı	*Ağırlık aktarma, yürüyüş eğitimi *Patellar mobilizasyon *NMES *Ağrı ödem kontrolü *Topuk kaydırma egzersizleri *Düz bacak kaldırma, kuadriseps ve adduktor izometrik egzersizleri *Ekstansiyon askısı	*Mini Squat *Yumuşak zemin ve denge tahtası üzerinde koordinasyon ve denge egzersizleri *Theraband ile fonksiyonel kuvvetlendirme *Merdiven inip çıkma *Bisiklet	*Dirençli hamstring ve kuadriseps setleri * Theraband ile fonksiyonel kuvvetlendirme * Denge tahtası ve yumuşak zemin üzerinde koordinasyon eğitimi * Bisiklet	*Jogging *Denge ve koordinasyon eğitimi *Fonksiyonel Kuvvetlendirme Egzersizleri	Çeviklik Egzersizleri Spora özel eğitim	İzokinetik değerlendirme

NMES: Nöro-muskuler elektrik stimülasyonu

