

T.C.  
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAMSTRİNG TENDON GREFTİ KULLANILARAK ÖN ÇAPRAZ BAĞ  
REKONSTRÜKSİYONU YAPILMIŞ OLAN HASTALARDA TRANSTİBİAL VE  
TRANSPORTAL CERRAHİ TEKNİKLERİNİN POST-OPERATİF UZUN  
DÖNEMDE AĞRI, PROPRIOSEPSİYON, FONKSİYON VE DENGE ÜZERİNE  
OLAN ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

SPOR FİZYOTERAPİSİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

FZT. SEMRA TOSUN

DANIŞMANLAR  
PROF.DR. H. SERAP İNAL  
DOÇ.DR. ÇAĞATAY ULUÇAY

İSTANBUL-2017

## TEZ ONAYI FORMU

Kurum : Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

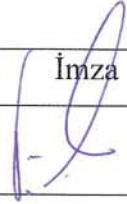

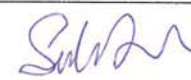
Program : Spor Fizyoterapisi

Tez Başlığı : Hamstring Tendon Grefti Kullanılarak Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Yapılmış Olan Hastalarda, Transtibial ve Transportal Cerrahi Tekniklerinin Post-Operatif Uzun Dönemde Ağrı, Proprioepsiyon, Fonksiyon ve Denge Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması

Tez Sahibi : Semra TOSUN

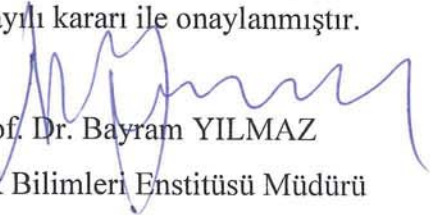
Sınav Tarihi : 03.07.2017

Bu çalışma jürimiz tarafından kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı, Adı-Soyadı (Kurumu)	İmza
Jüri Başkanı:	Prof.Dr. Feryal SUBAŞI	
Tez danışmanı:	Prof.Dr. Serap İNAL	
Üye:	Yrd.Doç.Dr. Şule DEMİRBAŞ	
Üye:		
Üye:		

### ONAY

Bu tez Yeditepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun 14/07/2017 tarih ve 2017/13-01 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Bayram YILMAZ  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Tarih 03.07.2017

İmza 

SEMRA TOSUN

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın konusunun belirlenmesi, yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında engin bilgi ve tecrübeleri ile yoğun çalışma tempolarına rağmen bana her zaman yol gösteren ve yardımcı olan sevgili danışman hocalarım sayın Prof. Dr. H. Serap İNAL'a ve Doç.Dr. Çağatay ULUÇAY'a,

Tezin onaylanması sırasında önerileriyle katkıda bulunan Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Feryal SUBAŞI'na,

Tez çalışmamın Yeditepe Üniversitesi Hastanesi bünyesinde yapılmasına izin veren Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Faik ALTUNTAŞ'a,

Tez çalışması sırasında hastaları üzerinde testler yapılmasına izin veren Yeditepe Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji bölümünde çalışan tüm hekimlere ve personeline,

Tez çalışmamın istatistiksel analizinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Yıldız Teknik Üniversitesi İstatistik Bölümü, Öğretim Görevlisi sayın Çoskun PAMİR'e,

Çalışmam sırasında yardımlarını ve psikolojik desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Uzm. Fzt. Derya KARDEŞ EKİCİ'ye, Uzm. Fzt.Didem BENGİSU'ya ve Fzt. Ömer Burak TOR'a,

Tez çalışmam boyunca her konuda yanımda olan ve manevi desteklerini her an hissettiğim sevgili ailem ve dostlarıma sabırları için sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	ii
BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
RESİMLER LİSTESİ	x
SEMBOLLER/KISALTMALAR LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
1.1. Giriş	1
1.2. Amaç	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. ÖÇB Anatomisi ve Histolojisi	5
2.1.1. Tibial Yapışma Yeri	6
2.1.2. Femoral Yapışma Yeri	6
2.2. ÖÇB Fonksiyonu	7
2.2.3. ÖÇB Biyomekanik ve Kinematiki	7
2.2.3.1. Anatomik ve Mekanik Eksen	7
2.2.3.2. Eklem Yüzeyi ve Bağ Yapışma Yerlerinin Geometrisi	8
2.2.3.3. Screw Home Mekanizması	9
2.2.3.4. 4 Bar Mekanizması (Four Bar Linkage)	9
2.2.3.5. Nöral Reseptörler	11
2.2.4. Bağ-Stres İlişkisi	11
2.2.4.1. Elastik Deformasyon	11
2.2.4.2. Plastik Deformasyon	12
2.2.4.3. Yetmezlik Dönemi	12
2.3. ÖÇB Yaralanma Mekanizması	12
2.3.1. ÖÇB Yırtilmasına Sebep Olan Kuvvetler	13
2.3.1.1. Kontakt Mekanizmalar	13
2.3.1.2. Non-Kontakt Mekanizmalar	13

2.4. ÖÇB Yaralanmasına Sebep Olan Risk Faktörleri	14
2.4.1. Anatomik Faktörler	14
2.4.2. Nöromusküler Faktörler	14
2.5. ÖÇB Yaralanmasının Diz Eklemi Üstüne Olan Etkileri	15
2.5.1. ÖÇB Yaralanmasının Diz Biyomekaniğine ve Kinematiğine Etkisi	15
2.5.2. ÖÇB Yaralanmasının Propriozeptiyona Olan Etkisi	15
2.6. Yaralanmaya Eşlik Eden Diğer Patolojiler	16
2.7. ÖÇB Yaralanmalarında Tedavi	17
2.7.1. Konservatif Tedavi	17
2.7.2. Cerrahi Tedavi	17
2.7.3. ÖÇB' ın Primer Tamiri	18
2.7.4. Eklem içi (İntra-artiküler) Teknik	19
2.7.5. Eklem Dışı (Ekstraartiküler) Yöntemler	19
2.8. ÖÇB Rekonstrüksiyonu	20
2.8.1. Cerrahi Tedavinin Zamanlaması	20
2.8.2. Greft Seçimi	21
2.8.2.1. Ototreft veya Ototransplant	21
2.8.2.2. Hamstring Tendon Grefti	21
2.8.2.3. Kemik-Patellar Tendon-Kemik Grefti	22
2.8.2.4. Allogreftler	23
2.8.2.5. Sentetikler	24
2.8.3. Greftin Alınması ve Hazırlanması	25
2.8.4. Cerrahi Tedavi Teknikleri	27
2.8.4.1. Tibia ve Femur'da Açılacak Olan Kemik Tünel Sayısı	28
2.8.4.2. Tibial Tünelin Konumunun Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	29
2.8.4.3. Femoral Tünel Konumu Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	30
2.8.4.4. Femoral Tünel Açılmasında Kullanılan Cerrahi Teknikler	33
2.8.4.5. Greft Fiksasyonu	37
2.9. Post-operatif Rehabilitasyon	38
2.9.1. Greftin Yeniden Yapılanma Süreçleri	38
2.9.1.1. Nekroz Süreci	38
2.9.1.2. Revaskülarizasyon Süreci	38
2.9.1.3. Hücre Proliferasyonu	39
2.9.1.4. Kollajen Oluşumu	39

2.9.2. Operasyon Sonrası Rehabilitasyon Fazları	40
2.9.2.1. Operasyon Sonrası 0-4 Haftalar	40
2.9.2.2. Operasyon Sonrası 4-6 Haftalar	46
2.9.2.3. Operasyon Sonrası 6-12 Haftalar	47
2.9.2.4. Operasyon Sonrası 3-6 Aylar (Spora Dönüş)	49
2.9.2.5. Spora Dönüş Kriterleri ve Testleri	53
3. GEREÇ VE YÖNTEM	56
3.1. Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler	57
3.1.1. Sosyo-demografik değerlendirme	57
3.1.2. Fiziksel Değerlendirme	57
3.1.2.1. Kas Gücü Ölçümü	57
3.1.2.2. ÖÇB Laksitesini Değerlendirme Testleri	58
3.1.2.3. Çevre Ölçümü	61
3.1.3. Fonksiyonel Değerlendirme	61
3.1.3.1. Tegner Aktivite Skoru	61
3.1.3.2. Lyshom ve Cincinnati Skoru	61
3.1.4. Ağrı Değerlendirilmesi	62
3.1.5. Performans Değerlendirilmesi	62
3.1.6. Proprioepsiyon Değerlendirilmesi	64
3.1.6.1. Pozisyon Duyusunun (kineztezi) Ölçümü	64
3.1.7. Denge Değerlendirilmesi	66
3.1.7.1. Statik denge	66
3.1.7.2. Dinamik Denge	67
3.1.8. Postür Analizi	69
3.1.9. Bilgilendirme ve Egzersiz Programı	69
4. BULGULAR	71
4.1. Çalışmada Kullanılan İstatistiksel Testler	71
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	81
6. KAYNAKLAR	88
7. EKLER	101
7.1. Etik Kurul Onayı	112
8. ÖZGEÇMİŞ	113

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Olguların Çalışmaya Dahil Edilme ve Edilmeme Kriterleri	56
Tablo 2. Lyshom ve Cincinnati Diz Skorları Puanlaması	62
Tablo 3. New York Postür Analizi Toplam Puan ve Sınıflandırması	69
Tablo 4. Olguların Sosyo-demografik Özellikleri	72
Tablo 5. Olguların Diğer Sosyo-demografik Özellikleri	73
Tablo 6. Laksite Testleri	74
Tablo 7. Lyshom, Cincinnati, Tegner Aktivite Skoru ve Ağrı Değerlerinin Karşılaştırılması	74
Tablo 8. Her İki Cerrahi Teknik Grubunda, Fleksör ve Ekstansör Kas Gücü Değerleri İle Bu Değerler Arasındaki Farkların Karşılaştırılması	76
Tablo 9. Her İki Teknik Grubunun Bilateral Çevre Ölçüm Değerleri İle Bu Değerler Arasındaki Farkların Karşılaştırılması	77
Tablo 10. TP ve TT Cerrahi Teknik Gruplarında Bilateral Bacak Dikey ve Yatay Sıçrama Değerleri Arasındaki Farkların Karşılaştırılması	78
Tablo 11. Her İki Cerrahi Teknik Grubunda Proprioepsiyon Duyusunun Ortalama Sapma Açılarının Karşılaştırılması	79
Tablo 12. Her İki Cerrahi Teknik Grubu Arasındaki Dinamik ve Statik Denge Sonuçları Farklarının Karşılaştırılması	80
Tablo 13. Postür Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması	80
Tablo 14. Kas Gücü ve Performans Testleri Arasındaki Korelasyon Tablosu	81
Tablo 15. Kas Gücü ve Statik Denge Arasındaki Korelasyon Tablosu	81



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. ÖÇB'in Uzunluğu, Genişliği ve Kesit Alanı	5
Şekil 2. İnterkondiler Çentiğın Üç Boyutlu BT Görüntüsü	6
Şekil 3. Dizin Anatomik ve Mekanik Ekseni	8
Şekil 4. Diz Ekstansiyon ve Fleksiyonda AM ve PL Bantlarının Konumu	10
Şekil 5. ÖÇB Non -Kontakt Yaralanma Mekanizması	13
Şekil 6. Kemik-Patellar Tendon-Kemik Grefti	23
Şekil 7. Cerrahi Sırasında Hamstring Tendonunun Alınması ve Dikilmesi	25
Şekil 8. ÖÇB Tibia Bağlanma Bölgesi	29
Şekil 9. Normal Tibial Tünel Konumu	30
Şekil 10. Femoral Yapışma Yeri	31
Şekil 11. Bernard ve Hertel Kılavuzları ve Femoral Tünel Açısı	32
Şekil 12. Transtibial Teknikte Tibial Tünelin Açısız Ölçümü	34
Şekil 13. İzometrik ve Yerli ÖÇB Yerleşimi	35
Şekil 14. ÖÇB Greftinin Pre-Anatomik ve Anatomik Pozisyonu	36
Şekil 15. İnterkondiler Çatı ve AÇB Tarafından Oluşturulan Üçgen Boşluk	36

## RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Myometri Kullanılarak Yapılan Diz Ekstansör Kas Gücü Ölçümü	58
Resim 2. Lachman Testi	59
Resim 3. Öne Çekmece Testi	60
Resim 4. Pivot Shift Testi	60
Resim 5. Dikey Sıçrama Testi	63
Resim 6. Yatay Sıçrama Testi	64
Resim 7. Dijital Gonyometre İle Proprioepsiyon Ölçümü	65
Resim 8. Flamingo Testi	67
Resim 9. Prokin İle Dinamik Denge Ölçümü Ön Görünüm	68
Resim 10. Prokin İle Dinamik Denge Ölçümü Arka Görünüm	68

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

ÖÇB	Ön Çapraz Bağ
AÇB	Arka Çapraz Bağ
OA	Osteoartrit
AM	Anteromedial Bant
PL	Posterolateral Bant
BT	Üç Boyutlu Bilgisayarlı Tomografi
ATT	Anterior Tibial Translasyon
MKL	Medial Kollaeral Ligaman
LKL	Lateral Kollateral Ligaman
K-T-K	Kemik-Patellar-Tendon-Kemik
AM	Anteromedial
AL	Anterolateral
TT	Transtibial
TP	Transportal
AKZ	Açık Kinetik Zincir
KKZ	Kapalı Kinetik Zincir
NMES	Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
VAS	Visüel Anolog Skala
SS	Standart Sapma
ML	Mediolateral
AP	Anteroposterior
N	Newton
Min.	Minimum
Max.	Maksimum
Hz	Hertz
ort.	Ortalama
%	Yüzde
cm	Santimetre
dk	Dakika
kg	Kilogram
m	Metre

m <sup>2</sup>	Metrekare
°	Derece
sn	Saniye
≥	Küçük veya Eşit
≤	Büyük veya Eşit
>	Büyük
<	Küçük
+	Pozitif
-	Negatif
H/K	Hamstring/Kuadriseps



## ÖZET

**Semra, T. (2017). Hamstring Tendon Grefti Kullanılarak Ön Çapraz Bağ, Rekonstrüksiyonu Yapılmış Olan Hastalarda, Transtibial ve Transportal Cerrahi Tekniklerinin Post-Operatif Uzun Dönemde Ağrı, Proprioepsiyon, Fonksiyon Ve Denge Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması. Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, ABD. Master Tezi. İstanbul.**

Bu çalışma; ÖÇB rekonstrüksiyonu sırasında, hamstring tendon greftinin yerleştirilme açısı farklı olan, Transportal (TP) ve Transtibial (TT) cerrahi tekniklerinin, operasyon sonrası uzun dönemde, ağrı, kas gücü, fonksiyon, denge ve proprioepsiyon açısından etkilerinin sonuçlarını karşılaştırma amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya; izole ÖÇB yaralanması sonrasında, TP veya TT cerrahi teknik kullanılarak rekonstrüksiyon yapılmış ve operasyon sonrası en az 6 ay geçmiş olan 18-45 yaş aralığında toplam 40 olgu katılmıştır. TP cerrahi teknik grubu yaş (35.75±5.95) yıl, operasyon sonrası (38.85±19.23) ay geçmiş, TT cerrahi teknik grubu yaş (30.85±8.37) yıl, operasyon sonrası (34.00±15.17) ay geçmiş olan katılımcıların; diz ekleminin fleksör-ekstansör izometrik kas gücü (JTech Myometre), çevre ölçümü (Mezura), instabilite (Manuel Laksite Testleri ) ve proprioepsiyon (Dijital gonyometre), ağrı (Visuel Analog Skala), dinamik denge (Prokin PK 200), statik denge (Flamingo testi), aktivite seviyesi (Tegner Aktivite Skoru), fonksiyonel (Lyshom ve Cincinnati formu), performans (Dikey ve Yatay sıçrama testleri), postür (New York Postür Analizi) değerlendirmeleri yapılmıştır. İstatistiksel analizler için SPSS 22,00 programı kullanılmıştır. Sadece cerrahi taraf fleksör-ekstansör izometrik kas gücü TT cerrahi teknik grubunda daha yüksek ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Aynı zamanda, TT grup fleksör kas gücünün statik denge ile pozitif bir ilişkisi olduğu saptanmıştır. Ancak diğer parametreler açısından iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle, diz eklemi fleksör-ekstansör izometrik kas gücünün TT grup lehine daha yüksek olması dışında, iki cerrahi tekniğin uzun dönem sonuçları arasında bir fark bulunmamıştır sonucuna varabiliriz.

**Anahtar Kelimeler:** Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyon, Transportal, Transtibial

## ABSTRACT

**Semra, T. (2017). The Comparison of the Long-Term Affects of Transtibial And Transportal Surgical Techniques on Pain, Proprioception, Function and Balance of the Patients had Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Hamstring Tendon Graft. Yeditepe University, Institute Of Health Science, ABD. Msc Thesis. İstanbul.**

This study aims to compare the results of long-term postoperative pain, muscle strength, function, balance, and proprioception effects of the Transportal (TP) and Transtibial (TT) surgical techniques with different hamstring tendon graft placement angles during ACL reconstruction. A total of 40 patients were recruited between the ages of 18-45 years who were reconstructed by TP or TT surgical techniques due to the isolated ACL injury at least 6 months ago. TP surgical technique group mean age was (35.75±5.95) years, they were postoperative (38.85±19.23) months ago; this was (30.85±8.37) years, (34.00±15.17) months for the TT surgical technique group, respectively. Their knee joint flexor-extensor isometric muscle power (JTech Myometre), knee joint circumferential measurement (tape measure), instability (Manuel Laksity Tests) and proprioceptive sense (digital goniometer), pain (Visual Analogue Scale), dynamic balance (Prokin PK 200), static balance (Flamingo test), activity level (Tegner Activity Score), functional level (Lyshom and Cincinnati Functional Tests and vertical and horizontal jump performance tests) and posture (New York Posture Analysis Test) were assessed. “SPSS for IBM Version 22” was used for statistical analysis. According to our results, only the surgical side flexor-extensor muscle power was higher in the TT surgical technique group ( $p<0.05$ ), Additionally, the TT group flexor muscle power was found to be positively related to static balance. However, we have not found any significant difference between the groups regarding to the other parameters. Therefore, we may conclude that we have not found any difference between the two surgical techniques except the knee joint isometric flexor –extensor muscle power on the favour of the TT group.

**Key Words:** Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Transportal, Transtibial

# 1. GİRİŞ VE AMAÇ

## 1.1. Giriş

Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) yaralanmaları, yüksek performans gerektiren spor aktivitelerini yapan kişilerde daha sık görülmekle beraber dizin diğer yapılarına da zarar verme riski yüksek olan travmalardandır. Sıklıkla herhangi biriyle temas kurmadan, ayak yerde sabit, diz hafif fleksiyon pozisyonunda iken gövdenin bir yöne doğru ani yer değiştirmesini gerektiren anlarda, dize uygulanan aşırı strese bağlı olarak gerçekleşir. Yaralanmayı takiben dizde ağrı, hemoartroz, hareket açıklığında azalma, kas güçsüzlüğü, instabilite, azalmış denge ve propriosepsiyona bağlı postürel stabilite defisitleri görülür. Meydana gelen bu değişikliklere ve dizin biyomekanik ve kinematik yapısında bozulmalara bağlı olarak gelişen menisküs yırtıkları, kıkırdak lezyonları ve post-travmatik osteoartrit (OA) riski travma anındakinden daha yüksek bir insidansa sahiptir. ÖÇB'nin kendini tamir edememesi ve yeniden işlevini kazanamaması, özellikle yüksek performans gerektiren sporların yapılmasını ciddi oranda engellemekte ve aktivite düzeyini düşürmektedir. Bu sebeple ÖÇB yırtığının tedavisinde; yırtılmış bağın yerine, yeni bir greft dokusu kullanılarak yeniden yapılandırma (rekonstrüksiyon) işlemi ortopedi cerrahlarının ortak görüşü haline gelmiştir (1, 2).

Yeni greft dokusu kullanılarak yapılan ÖÇB cerrahisi, daha önceleri büyük kesiler açılarak, anatomik olmayan ekstra eklem içi ve eklem dışı teknikler kullanılarak, uzun immobilizasyon ve rehabilitasyon süreçlerini içeren prosedürler ile yapılmaktaydı. Fakat son 20-30 yılda teknolojinin ilerlemesi ve yapılan çalışmaların artması sayesinde, büyük bir ilerleme kaydeden ÖÇB cerrahi teknikleri artık daha küçük kesiler açılarak, artroskopik ve eklem içi teknikler kullanılarak yapılmaya başlanmıştır (3).

Günümüzde anteromedial ve anterolateral portaller açılarak, artroskopik olarak yapılan rekonstrüksiyon işlemi; yırtılmış bağın yerine, kullanılacak olan yeni greftin, femur ve tibia'da açılan tünellerin içine greftin yerleştirilmesi ve çeşitli fiksasyon materyalleri kullanılarak sabitlemesi olarak tanımlanmaktadır. ÖÇB rekonstrüksiyonu için sıklıkla kişinin kendi vücudundan alınan, semitendinosus ve grasilis tendonlarını içeren, hamstringler dünya genelinde en çok kullanılan greft kaynağıdır (2).

ÖÇB rekonstrüksiyonu yapan ortopedi cerrahları, rekonstrüksiyonu her hastanın anatomisine ve spesifik ihtiyaçlarına özel olarak uydurma imkânı tanıyan, cerrahi tekniklere, greft seçimlerine ve sabitleme tekniklerine sahiptirler (4).

Rekonstrüksiyon işleminde greft ve cerrahi teknik ne olursa olsun amaç; greftin ÖÇB' in kendi boyutlarına, kollajen yönlendirmesine ve yırtık bağın ayak izine uygun biçimde femurdan tibia'ya diagonal olarak uzanan, doğal yapışma yerlerinin gerçeğe en yakın şekilde taklit edilmesidir. Bu sayede ÖÇB'in fonksiyonunu ve yaralı dizin stabilitesini başarıyla geri yüklemek mümkün olabilmekte ve başarılı klinik sonuçlar elde edilmektedir. Bu amaç doğrultusunda son yıllarda ÖÇB'in yapısına, anatomik pozisyonuna, yapışma yerlerinin anatomisine, biyomekanik ve kinematik özelliklerine odaklanılmış, doğru yerleştirme yapılabilmesi için birçok görüntüleme ve ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir (4-6).

Mevcut çalışmalar incelendiğinde kullanılan tekniklere bağlı olarak greftin femura açılacak olan tünel açısının ve yerleştirilen greftin pozisyonunun ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası oluşabilecek instabilite açısından çok önemli bir rolü vardır. Femoral tünel ölçümleri ve görüntüleme yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar, greftin tibial tünelden baz alınarak femoral tünel oluşturulmasını ve greftin bu tüneller içine yerleştirilmesini öngören Transtibial tekniğin; daha dik bir pozisyonda, anatomik olmayan bir yerleşime sebep olduğunu öne sürmektedir (2, 6).

Kopmuş ÖÇB liflerinin ayak izi görüntüsünün sınırlamalarını kaldırmak ve grefti daha anatomik bir şekilde yerleştirebilmek için tibial tünelden bağımsız olarak femur tünelinin açılması adına yeni bir teknik geliştirilmiştir. Transportal olarak adlandırılan bu teknikte; anteromedial portalden dıştan girişim tekniğiyle girilerek daha eğik bir femur tüneli açılmakta ve greftin daha yatay olarak konumlandırılması sağlanmaktadır. Greftin daha anatomik pozisyonda yerleştirilmesinin rotasyonel stabiliteyi artırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur (2, 6).

Greft büyüklüğü, tünel açıklığındaki ÖÇB ayak izi boyutuyla eşleşse bile, doğal ÖÇB morfolojisi greft tarafından mükemmel bir şekilde kopyalanmadığından, klinik sonuçlar önceden tahmin edilemez olarak kalır (2). ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış bir hastanın klinik sonuçlarının başarısı; kullanılan tekniğe, cerrahın deneyimine, greft ve fiksasyon seçiminin hastaya olan uygunluğuna ve hastanın ameliyat sonrası rehabilitasyon sürecine olan uyumuna bağlı olarak değişmektedir (3).



## **1.2. Amaç**

Bizim çalışmamızdaki amacımız, Yeditepe Üniversitesi Hastanesinde, hamstring tendon grefti kullanılarak ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış olan hastalarda, greftin Transportal ve Transtibial cerrahi teknikler kullanılarak yerleştirilmesinin operasyon sonrası uzun dönemdeki ağrı, kas gücü, fonksiyon, denge ve propriosepsiyon üzerine olan etkilerinin sonuçlarını karşılaştırılmaktı.

## **Hipotezler**

**H<sub>0</sub>:** Transportal ve Transtibial cerrahi teknik uygulanan olguların klinik değerlendirme sonuçları karşılaştırıldığında bir fark olmayacağı yönündedir.

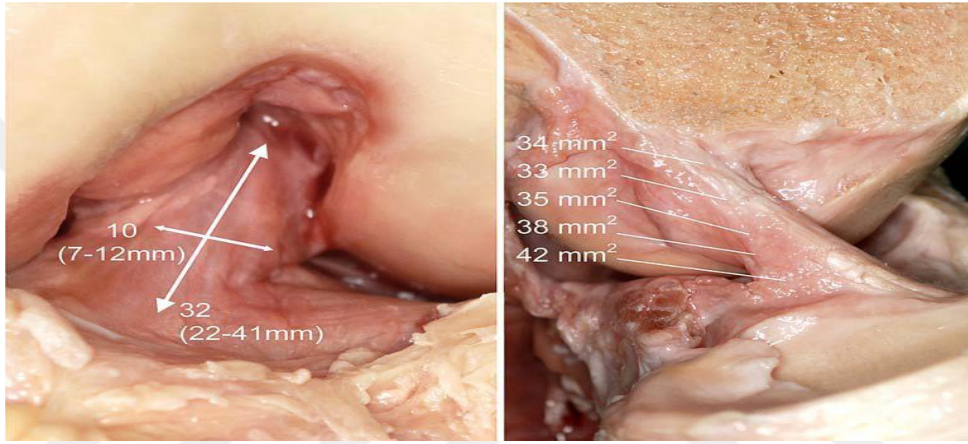
**H<sub>1</sub>:** Transportal cerrahi teknik uygulanan olguların klinik değerlendirme sonuçlarının, geleneksel olan Transtibial cerrahi teknik uygulanan olgulara kıyasla daha iyi olacağı yönündedir.



## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. ÖÇB Anatomisi ve Histolojisi

ÖÇB diz ekleminin ortasında bulunan, femur'dan tibia'ya diyagonal olarak uzanan, ekstra sinovyal yapıya sahip kısa, sağlam ve yoğun bir bağ dokusu bantıdır. ÖÇB'nin, diz uzatıldığında ortalama uzunluğu 32 mm, kalınlığı ise 7-12 mm arasındadır. Ortasında duran kesit alanı ise 36 ila 44 mm<sup>2</sup> arasında değişkenlik göstermektedir (7) (Şekil 1).



Şekil 1. ÖÇB'nin Uzunluğu, Genişliği ve Kesit Alanı

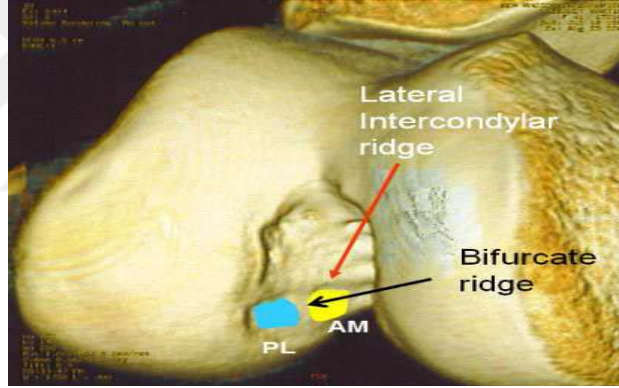
ÖÇB, birden fazla tipte (çoğunlukla tip I) kollajen demetleri mikroyapısına ve çoklu fonksiyonel etkileşimlere sahip bir protein ağı, glikoproteinler, elastik sistemler ve glikosaminoglikanlardan oluşan bir matrise sahiptir. ÖÇB, kemiğe yapışırken sırasıyla; ligament - fibrokartilaj - mineralize fibrokartilaj ve kemik dokuya dönüşür. Bu özel geçiş doku zonu sayesinde bağ yapışma yerlerindeki stres, sert ila yumuşak dokulara aktarılır (8). ÖÇB, lateral femur kondilinin posteromedial kısmından başlar, tibia'nın anteromedial tarafında lateral menisküsün ön boynuzunun medialinde sonlanır. ÖÇB tibia üzerindeki ekleme yerlerine göre Anteromedial (AM) ve Posterolateral (PL) bant olarak isimlendirilir. AM bant, PL banttan daha uzundur (1, 4).

### 2.1.1. Tibial Yapışma Yeri

AM bant lifleri sol dizde; tibial ayak izini takiben, bağıın sağ arka tarafına lokalize olmuşlardır. PL bant lifleri ise tibia üzerinde arka çapraz bağıın (AÇB) anterior eklemesini sınırlayan sırtlara tekabül eden çıkıntının önüne yapışır (4, 9).

### 2.1.2. Femoral Yapışma Yeri

ÖÇB lifleri femur'un lateral kondilinin medialine ve anterioruna eklenir. Morfolojik olarak tek bir ligaman olan ÖÇB, femoral ekleme yerinde bifurkat sırt ile AM ve PL demetlerine ayrılır. AM bant lifleri femoral ayak izini takiben lateral interkondiller sırtın arka tarafına yapışır. PL bant lifleri lateral interkondiller sırt eğriliğini takiben, artiküler kırık sınırnın 2-3 mm önüne lokalize olmuşlardır (4,9) (Şekil 2).



**Şekil 2.** İnterkondiler Çentiğinin (BT) Görüntüsü (Femur Şaftı Yatay). ÖÇB'nin Femoral Ekleme Alanları, Lateral İnterkondiler ve Bifurkat Sırtla İlişkili Olarak Gösterilmiştir (9).

## **2.2. ÖÇB Fonksiyonu**

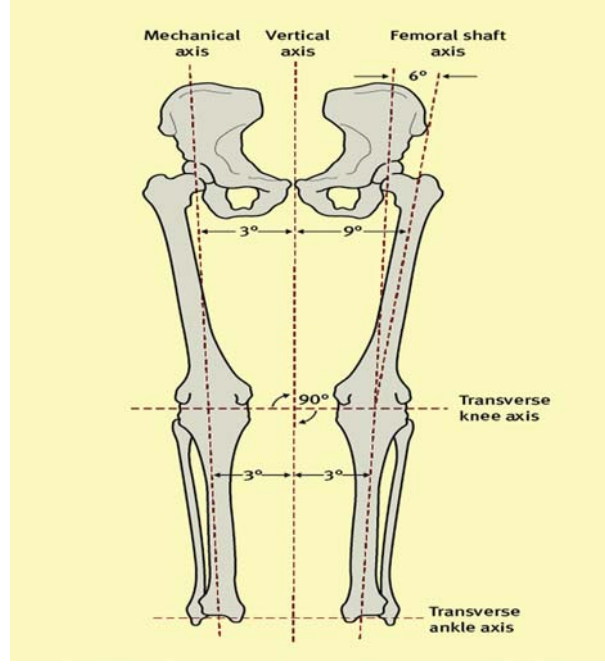
Ön çapraz bağlar; kollateral bağlar, eklem, menisküs, kas, tendon ve diğer yumuşak doku bileşenleri gibi dizin statik ve dinamik stabilizatörleri ile beraber diz hareketleri esnasında yerçekimine karşı kemik segmentlerinin (femur, tibia ve patellanın) kendi içlerindeki kompleks hareketlerini kontrol ederek ambulasyonun her aşamasında diz eklemının muazzam kuvvetlere dayanmasına olanak sağlayarak stabilizasyona önemli katkıda bulunurlar (10). Çapraz bağlar, genel olarak statik ve daha dinamik olan yürüme, koşma, zıplama ve merdiven inip çıkma gibi aktiviteler sırasında AM ve PL bandının sinerjik bir şekilde hareket etmesiyle anterior tibial ve rotatif yüklerle yanıt vererek diz eklemını stabilize ederler (10, 11).

AM bandının sagittal oryantasyonu sayesinde, diz fleksiyonda iken tibia' nın öne ve arkaya olan pasif hareketinin ve eksternal rotasyonunun, PL bandının oblik bir şekilde pozisyonlaması sayesinde ise diz ekstansiyonda iken tibia' nın internal rotasyonunun limitlenmesi sağlanmaktadır. Böylece dizin ani dönme merkezi kontrol altına alınmış olur (4, 11).

### **2.2.3. ÖÇB Biyomekanik ve Kinematığı**

#### **2.2.3.1. Anatomik ve Mekanik Eksen**

Alt ekstremite mekanik ekseni, ayakta duruş pozisyonunda femur başının merkezinden ayak bileği eklemının merkezine kadar dikey eksene kıyasla yaklaşık  $3^{\circ}$  eğime karşılık gelen çizgiyle belirlenir. Bu, femur'un başından distal femur'un interkondiler çentiğine kadar uzanan femoral mekanik eksene ve distal femur'un interkondiler çentiğine kadar uzanan tibia mekanik eksene bölünebilir. Femur'un anatomik ekseni, mekanik eksene göre yaklaşık  $5^{\circ}$ - $7^{\circ}$  eğim farkına sahiptir. Anatomik eksen ile mekanik arasındaki eğim farkı bilinerek hesaplanan femur anatomik ekseni mekanik eksene göre yaklaşık  $8^{\circ}$ - $9^{\circ}$  valgusdur. Bu, tibial kesimin varus açısı  $2^{\circ}$ - $3^{\circ}$  derece ile kombine edildiğinde yaklaşık olarak  $6^{\circ}$  ile tibia ve femur hattı kesişir (12, 13). (Şekil 3).



Şekil 3. Dizin Anatomik ve Mekanik Ekseni (13).

### 2.2.3.2. Eklem Yüzeyi ve Bağ Yapışma Yerlerinin Geometrisi

ÖÇB fleksiyon ve ekstansiyon sırasında femur ve tibia'nın birbirleri üzerindeki pasif hareketlerinde klavuz görevi görmekte ve kemiklerin artan anteroposterior (ap) hareketlerine direnç göstermektedir (14). Bu durum kemiklerin eklem yüzeylerinin şekli ve çapraz bağların yapışma yerlerindeki geometrisinin uyumuna bağlı olarak gerçekleşir. Femurun medial kondilinin yarıçapının medial tibial platodan daha büyük olması ve tibiofemoral eklemin içbükey ve dışbükey şekli nedeniyle femur kondilleri; diz ekstansiyondan fleksiyona doğru giderken, tibia platosu üzerinde görsel olarak kayma, yuvarlanma ve rotasyon hareketleri yaparlar (13, 15, 16). Aynı zamanda ön tibial çekmeceye normal olarak birleştirilmiş tibial rotasyon hareketide görülür. Kemik yapılarının konfigürasyonu ve destekleyici ligamentlerin ve menisküslerin gerginliği, tamamen uzatılmış konumda iken rotasyon hareketine izin vermez. Menisküsler diz tam ekstansiyonda biraz ileri doğru yer değiştirirken, fleksiyon ilerledikçe geriye doğru hareket ederler (10, 15, 17).

### 2.2.3.3. Screw Home Mekanizması

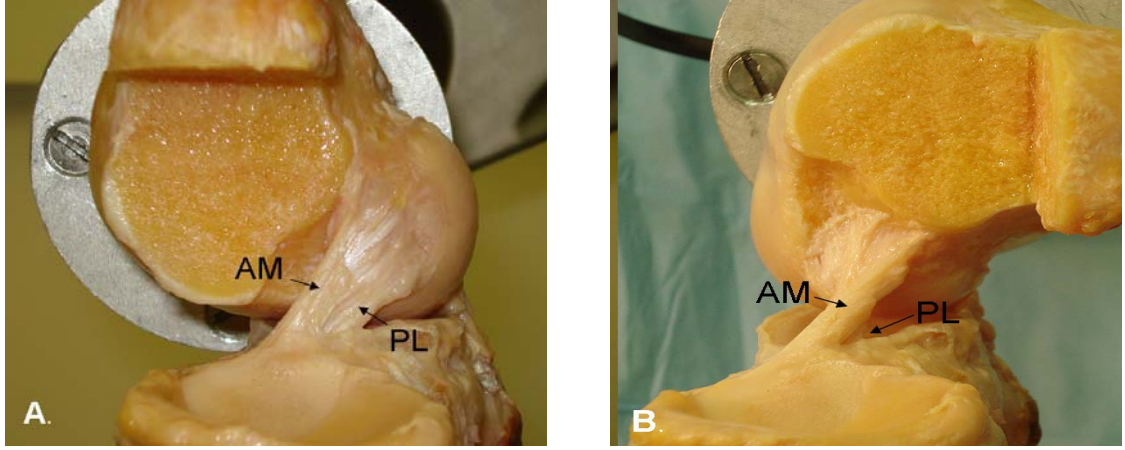
Dizin ekstansiyondan fleksiyona gelirken femur'un tibia üzerindeki dönme hareketinin gerçekleşmesi, ÖÇB liflerinin kendi eksenini etrafında sürekli değişen çok merkezli dönüşü sayesinde olmaktadır (screw home mekanizması) (16).

0°-15° fleksiyon derecelerinde kayma-yuvarlanma oranı 1:2 iken, son açılara gelindiğinde kayma 4:1 oranında artış göstermektedir. Diz fleksiyonu 90° olduğunda ise rotasyon hareketi görülmeye başlar (17). Bu iki hareketin koordineli bir şekilde olması femur kondillerinin tibia platosu üzerinde, geniş açılarda hareket yapmasına olanak tanımaktadır (18).

### 2.2.3.4. 4 Bar Mekanizması (Four Bar Linkage)

Femur kondillerinin diz fleksiyona doğru giderken, tibia üzerindeki hareketleri, ÖÇB, femur kondili, tibia platosu ve AÇB' dan oluşan diz eklemdeki dört elemanlı kaldıraç (four bar linkage) sistemi sayesinde gerçekleşir (14, 18). ÖÇB' a uygulanan kuvvetler, bağı üzerine binen yükün artmasına ve liflerinin gerilmesine sebep olur. Gerilim miktarı arttıkça, bağların sıralı lif dizisi sayesinde, kuvvet diğer liflere doğru yayılmakta, bağların şekli ve gerinimi bağlantı ekleri etrafında döndükçe değişmektedir (14, 19). Diz tamamen boşaltıldığında ligaman liflerinin gevşek olduğu ya da sadece sıkı olduğu ve hiç kuvvet iletmediği varsayılmaktadır.

Bağlantının pasif hareketi, yüklerin yokluğunda, nötr denge durumundan diğerine doğru bir hareket olarak düşünülebilir (20). Diz ekstansiyondan fleksiyon pozisyonuna doğru gelirken, açı arttıkça (70-140°), ligamentlerin aldıkları pozisyonların değişmesi ile çapraz bağların tibial ve femoral yapışma yerleri arasındaki açı değişir fakat uzunluklarında minimal değişim olur (Şekil 4). Bu değişim izometri kavramı olarak tanımlanmaktadır. Bağ içindeki liflerin gerginlik paterni hareket aralığına göre değişir ve iki fonksiyonel bandın sinerjik etkileşimi ile ön-arka ve dönme istikrarı sağlanır (14, 19, 21).



**Şekil 4.** Diz Ekstansiyon (A) ve Fleksiyon (B) Pozisyonunda İken AM ve PL Bantlarının Konumu (21).

Diz fleksiyonda iken ÖÇB'nin femoral eki horizontale oryante olmaya başlarken anteromedial bant gerilmeye, posterolateral bant ise gevşemeye başlar. Bu durum eklemdaki kayma-yuvarlanma ilişkisi, tibio-femoral eklem temas noktasının fleksiyonla arkaya kayması gibi önemli eklem özelliklerini açıklar. Dizin 0°-90° arasındaki fleksiyon açıları, femur-tibia temas noktası yaklaşık olarak 14 mm arkaya kaymaktadır. Diz 90° fleksiyonda iken anteromedial bantın femoral orijini proksimal ve anteriora, posterolateral bant ise distale ve posteriora lokalize olur.

ÖÇB 90° diz fleksiyonunda gerginken, fleksiyon 30°- 40° lere düştüğünde maksimal derecede gevşer ve bu dereceler daha da azaldıkça hızla gerilir.

Böylece tibia'nın daha fazla iç rotasyon yapması ÖÇB tarafından engellenmektedir. 30° den sonra ÖÇB gevşeyerek bu görevi kapsüllere bırakmaktadır (1, 20, 21).

Bu mekanizmanın düzgün bir şekilde işleyebilmesi; özellikle ÖÇB'nin femoral yapışma yerinde, sinovyasında ve damar yapılarının yüzeyinde tibial sinirden türemiş olan mekanoreseptörlerin varlığı ile sağlanmaktadır. Proprioepsiyon açısından önemli rollere sahip bu nöral reseptörler; ruffini ve pasini korpüskülleri, golgi benzeri organlar ve serbest sinir uçlarıdır (10).



### **2.2.3.5. Nöral Reseptörler**

#### **i. Ruffini Reseptörleri**

Yavaş adapte olan hücreler oldukları için derinin veya eklem kapsülünün yoğun ve uzun süreli gerinimine veya basınç sinyallerine karşı duyarlıdırlar. Gerilmeye duyarlı olan bu reseptörler, özellikle diz ekstansiyonda iken aktivite olmaktadır. Baskın olarak şekilce büyük olan lateral femur ve bağ yüzeyinde bulunurlar.

#### **ii. Vater-Pacini Reseptörleri**

Hızlı hareketlere duyarlı olan golgi benzeri gerilim reseptörleri; ÖÇB yüzeyinde, femoral ve tibial yapışma yerlerinde ve sinoviyal membran altında yer almaktadırlar.

#### **iii. Serbest Sinir Uçları**

Ağrıya ve inflamasyona duyarlı olan bu reseptörler; nöropeptidlerin salınımını sağlayarak normal doku homeostazının ve greftin yeniden şekillenmesinin sağlayıcıları olarak görev yaparlar (18).

### **2.2.4. Bağ-Stres İlişkisi**

Proprioseptörler sayesinde algılanan yük ve gerilim kuvvetinin miktarına göre ligamentin kesit alanında değişimler olurken, aynı zamanda yapısında da birtakım farklılıklar olur. ÖÇB' in karmaşık ultrastrüktürel organizasyon ve bol elastik sistemi, çok eksenli gerilmelere (7) ve kompresyon kuvvetlerine karşı esneme ve gevşeme yaparak dayanmasına izin verir. Bu biyomekanik özellik bağ-stres ilişkisi olarak adlandırılır (20, 22). Gerilme yüklerinin miktarına göre bağ esneyerek boyunu uzatırken, daha fazla uzamaya engel olmak içinde direnç göstermeye başlar.

Giderek artan yükler karşısında ligament; elastik deformasyon, plastik deformasyon ve yetmezlik dönemine girer (18).

#### **2.2.4.1. Elastik Deformasyon**

Deformasyon ilk olarak bağdaki kollejen liflerinin bulunduğu "Tırnak bölgesi" (toe region) olarak adlandırılan doğrusal olmayan bölgede gerçekleşir. Bu lifler, çeşitli kıvrım derecelerinde, düşük eksenel kuvvetler altında kolayca uzayarak bağın elastik deformasyona uğramasına sebep olur. Elastik deformasyon sırasında bağ gerilir fakat bağın bütünlüğü bozulmaz. Klinik stabilite testlerinde bağa uygulanan gerilme kuvveti buna örnektir.

Yüklenme ile uzayan ligaman, esnetilip belirli bir uzunlukta tutulduğunda binen yükler sürünme nedeniyle azalmakta ve gevşemeye sebep olmaktadır. Sabit kuvvet bir süre uygulandığında ligaman bu uzunluğa uyum göstermekte, yük ortadan kalktığında eski haline dönebilmektedir. Bu yüklenme gevşeme esnasında ortaya çıkan potansiyel enerji ısıya dönüşerek, lokal olarak dolaşımın ve metobolizmanın artmasına, böylece ligamentin daha esnek olmasına sebep olur. Bu döngü sayesinde yorgunluğa ve aşırı gerilmeye bağlı problemlerin açığa çıkması engellenmektedir (20, 22).

#### **2.2.4.2. Plastik Deformasyon**

Bağa giderek artan yükler uygulandığında kollajen liflerin plastik deformasyona uğradığı quasilineer bölge izler. Bu aşamada bağ eski boyuna geri dönemez ve kollajen fibrilleri arasındaki çapraz bağlar kırılarak bağın uzamasına sebep olur (22).

#### **2.2.4.3. Yetmezlik Dönemi**

Bu histolojik değişiklik oluştuktan sonra bağ eski uzunluğuna erişemez. Bu durum bağda yaralanmalara ve hatta kopmalara sebebiyet verir. Makroskobik olarak bağın bütünlüğü bozulmamasına rağmen fonksiyonel olarak bağda yetmezlik görülebilir (18, 20, 22).

### **2.3. ÖÇB Yaralanma Mekanizması**

ÖÇB genellikle günlük yaşam aktiviteleri sırasında gerilme yükleri ile karşı karşıya kalır. Bağa binen yükler sınırı aştığında, ligamentin enine kesit alanında stres artmasına ve doğrusal olarak zorlanarak kopmalara sebep olmaktadır. Bu kopmalar kuvveti en fazla karşılayan ve en gerilmiş durumda olan liflerde görülür.

Uygulanan kuvvetlere karşı koyma gücüne göre, ligamentlerin liflerinde ve kemiğe yapışma yerlerinde kopmalar (kopma kırığı) oluşmakta ve kemik ödemi olmaktadır (18, 20).

Özellikle de lateral tibia'nın avülsiyon kırıklarının, anterolateral kapsül yerleştirme yerindeki yırtıklara bağlı olarak geliştiğinin görülmesi, ÖÇB ile beraber rotasyonel stabiliteyi kontrol etmede ikincil bir stabilizatör gibi görev yapan anterolateral ligament varlığını kanıtlamıştır (4).

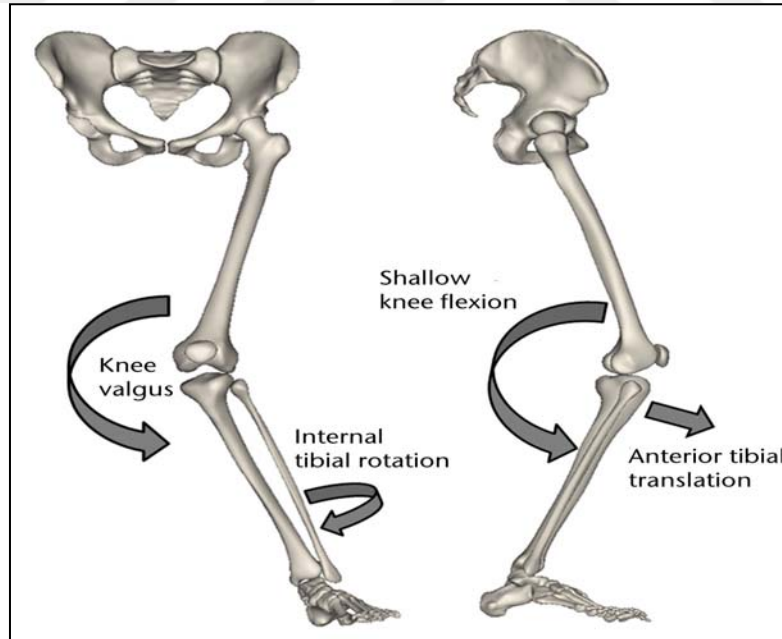
### 2.3.1. ÖÇB Yırılmasına Sebep Olan Kuvvetler

#### 2.3.1.1. Kontakt Mekanizmalar

Genellikle birebir temas gerektiren sporları yapanlarda rekabet sırasında sporcunun dizine çarpan başka bir oyuncunun bulunması, ya da doğrudan dize alınan bir darbe ile sonuçlanan yaralanma mekanizmasıdır (23).

#### 2.3.1.2. Non-Kontakt Mekanizmalar

ÖÇB lezyonlarının %70' inden sorumlu olan non-kontakt mekanizmalar, kişinin bünyesinde oluşturulan kuvvetlerin neden olduğu temassız yaralanmalardır (23, 24, 27). ÖÇB' a etki eden bu kuvvetler; varus-valgus ve iç rotasyon anlarında dramatik bir artış göstermekte ve hem valgus hem de internal rotasyon momentleri ile yaralanmaya sebep olmaktadır. En tipik görülen ÖÇB yaralanması; ayak yerde sabit, diz 10-30° fleksiyon pozisyonunda iken, dizin valgus pozisyonuna getirilerek, yön değiştirme amacıyla aniden döndürülmesi ile gerçekleşmektedir (25- 27). (Şekil 5).



Şekil 5. ÖÇB Non -Kontakt Yaralanma Mekanizması (25).

## 2.4. ÖÇB Yaralanmasına Sebep Olan Risk Faktörleri

ÖÇB yaralanmasına sebep olan risk faktörleri; anatomik yapı, hormon, biyomekanik ve çevresel faktörlerdir. ÖÇB yaralanması özellikle kadın sporcularda erkeklere oranla daha fazla görülmektedir (23- 27).

### 2.4.1. Anatomik Faktörler

#### i. İnterkondiller Çentiğin Boyutu

Yapılan çalışmalar sonucu ÖÇB yaralanması olan kişilerde çentik boyutunun daha dar olduğu görülmüştür. Kadınlarda ÖÇB kesit alanını ve çentik boyutu erkeklere göre daha küçük ve dardır.

#### ii. Q Açısı

Femurun anatomik ve mekanik eksenini arasındaki kuadriseps açısının (Q açısı) kadınlarda daha fazla olması daha geniş bir pelvise, dolayısıyla dizde daha büyük bir valgus açısına neden olmaktadır. Bu durum kasın çekiş gücünü azaltarak kuvvet azlığına ve ÖÇB üzerindeki yüklerin artmasına neden olmaktadır ( 27, 28).

#### iii. Kas Gevşekliği

Aşırı hamstring gevşekliği; yere iniş ve dönme aktiviteleri sırasında hamstring kas aktivitesinde gecikme yaratarak tibia'nın öne translasyonunu artırmaktadır (25, 27).

### 2.4.2. Nöromüsküler Faktörler

#### i. Hamstring ve Kuadriseps Kas Kuvveti

Yere iniş ve ani dönme sırasında kötü hamstring aktivasyonuna kıyasla güçlü bir kuadriseps aktivasyonu ÖÇB yaralanma riskini artırmaktadır (29). ÖÇB yırtılması anında dizin, tibia'nın femur ve hafif valgus oryantasyonuna (5°) göre öne doğru kaymasının (22 mm) olduğu bulunmuştur (27, 29).

#### ii. Proprioepsiyon

ÖÇB yaralanması sonrası 3.ayda mekanoreseptörlerde azalma görülürken 9. ayda yalnızca serbest sinir uçları olduğu tespit edilmiştir. Azalmış prorisepsiyon ÖÇB kopması için önemli bir risk faktörüdür (27).

### iii. Hormonel Faktörler

Kadınlarda menstrual siklus dönemlerinde artan östrojen ve progesteron hormonu Tip 1 ve Tip 3 kollajen sentezinin ve fibroblast prokollejen metabolizmasının baskılanmasına neden olur. Bu durum bağın laksitesinde artışa ve travmalara karşı daha hassas duruma gelmesine sebebiyet verir (27).

### iv. Çevresel Faktörler

Ayakkabı ve zemin yüzeyi arasındaki etkileşim yaralanmaya katkıda bulunabilir. Örneğin; zeminin kuru, sert ve yapay olması ayakkabı yüzeyinde çekişin artmasıyla beraber sürtünmeyi dolayısıyla yaralanma riskini artırabilir (27).

## 2.5. ÖÇB Yaralanmasının Diz Eklemi Üstüne Olan Etkileri

### 2.5.1. ÖÇB Yaralanmasının Diz Biyomekaniğine ve Kinematiğine Etkisi

ÖÇB yaralanması olan bireylerde, diz hareketleri esnasında bağ yeterince fonksiyonunu yerine getiremediğinden, 4°-30° arasında internal tibial rotasyonun, 30° fleksiyonda ise anterior tibial translasyonun (ATT) arttığı görülmüştür.

Kadavra dizlerinde yapılan çalışmalarda anterior tibial yük altında pasif ATT'deki en yüksek artışın 15°- 40° fleksiyon açıları arasında olduğu bulunmuştur.

90° diz fleksiyonunda İschocrural kas grupları pes anserinus, tibia ve fibula başını birleştirerek, aktif olarak 70° den fazla posterior kuvvet vektörü sayesinde ATT'ye karşı istikrarı sağlamaktadır. ÖÇB yetersiz dizde femur kondilinin kontak merkezinin kayması ve posterior translasyonun daha az olması, özellikle 0-45 derece fleksiyon açılarında, kayma-yuvarlanma mekanizmasında bozulma meydana getirmektedir. Kronik ÖÇB yetersiz dizlerde destek noktasının kayması; femur'un tibia üzerinde kaymaya başlamadan önce aşırı derecede yuvarlanmasına sebep olur. Bağ yokluğunda ise, iç rotasyon medial kollateral ligaman, posteromedial eklem kapsülü ve iliotibial bant ile sınırlandırılır (1, 25).

### 2.5.2. ÖÇB Yaralanmasının Proprioepsiyona Olan Etkisi

ÖÇB'in femoral ve tibial bağlantı yerleri propriyosepsiyonda etkili olan mekanoreseptörleri barındırır. Yapılan çalışmalar ÖÇB yırtığı sonucu meydana gelen yetmezliğin sebebinin, belirgin bir şekilde azalan propriyosepsiyon duyusunun neden olduğunu bildirmişlerdir.

Bağın kopmasıyla kaybedilen nöroreseptörlerden merkezi sinir sistemine afferent bir duyu girdisinin olmaması mekanik instabilite oluşturmakla beraber, postürel stabiliteninde bozulmasına sebep olur (30).

Ayrıca ÖÇB yetmezliğinde ligament içindeki deformasyonlar kas içciklerinin fusimotor sistem aktivitesini etkileyerek kuadriseps-hamstring refleks arkının bozulmasına ve tibia'nın daha fazla öne translasyonuna neden olur. Daha belirgin bir ÖÇB yetmezliğine sahip hastalarda ÖÇB mekanoreseptörlerin geri bildirim kaybı sebebiyle kuadriseps femoris kasında zayıflık ve atrofi meydana gelir. Çünkü afferent geri bildirim kuadriseps femoris maksimal istemli kasılma eforu üzerinde büyük bir etkisi vardır (31).

## **2.6. Yaralanmaya Eşlik Eden Diğer Patolojiler**

Bu patolojiler ÖÇB travmasının oluş şekline ve travmanın şiddetine bağlı olarak eşzamanlı olarak ortaya çıkabildiği gibi ÖÇB yetersiz dizde zamanla da ortaya çıkabilir. Bu patolojiler genellikle menisküs, diğer ligamanlar, eklem kıkırdağı ve subkondral veya süngersi kemik hasarı ile ilişkilidir. ÖÇB yırtılması; varus ve valgus stresinin iç ve dış rotasyon kuvvetleri ile birleşerek medial (MKL) veya lateral kollateral ligaman (LKL) rüptürüne, hiperekstansiyona bağlı olarak da AÇB kopuşuyla kombine edilebilir. Travma anında daha çok lateral menisküs zedelenirken, instabiliteden kaynaklı biyomekanik bozulmalar nedeniyle iç menisküs hasarı görülmektedir (1, 3).

Yırtılmış bir ÖÇB fizyolojik konumunu düzeltilmediğinden, temas noktalarının kaymasına ve total eklem basıncında birtakım değişikliklere sebep olmaktadır. Bu basınç değişimleri, medial patellofemoral kompartmanda azalma, lateral patellofemoral kompartmanda 60° üzerindeki yüksek fleksiyon açılarında artış yönündedir. Dolayısıyla dizin biyomekanik ve kinematiğinin bozularak fleksiyon açısının azalmasına ve stresin diğer yapılara aktarılmasına sebep olur. Çünkü eklem basıncının yüklenme ve pasif hareket sırasında intraartiküler ve kıkırdak yapıları ayırmada önemli rolü vardır. Öte yandan tibial yüzey üzerinde, özellikle 15° fleksiyonda temas noktalarının kayda değer bir şekilde kaymasıyla artan instabilite ve rotasyon eksenini medial kompartmanda özgürce hareketi sağlar. Bu yüzden kondral lezyonlar daha çok medial kompartmanda görülmekle beraber artroza zemin hazırlamaktadır (1).

## 2.7. ÖÇB Yaralanmalarında Tedavi

ÖÇB yetersizliği tanısı konan bir hastanın tedavi seçenekleri konservatif veya cerrahi olabilir. Her iki tedavi yönteminde de hastanın rehabilitasyona uyum sağlayabilmesi; diz stabilitesinin yeniden kazanılmasıyla dizi tekrarlayan travmalardan korumak, hastayı en kısa zamanda günlük, sportif faaliyetlerine geri döndürebilmek ve rekonstrüksiyon prosedürü açısından çok önemlidir (32, 33).

### 2.7.1. Konservatif Tedavi

Pivot-shift testi negatif olan, akut, kısmi izole ÖÇB yaralanmalarında konservatif tedavi önceliklidir. Tam bir ÖÇB yırtığı ve sedanter hayat tarzı olan hastalar yaralanma olmasına rağmen herhangi bir işlevsel bozukluk olmadan günlük aktivitelerine adaptasyon sağlayabilirler. Bu kişilerde konservatif tedavinin daha uygun olduğu düşünülmektedir. ÖÇB yaralanması sonrası konservatif tedavideki hedefler; dizdeki boşalma ve güvensizlik hissinin ortadan kaldırılması ve günlük yaşam aktiviteleri sırasında dizin diğer yapılarına zarar vermeden, ÖÇB'dan yoksun yaşamayı öğretmek üzerine kuruludur (33).

Konservatif tedavi edilecek olan hastalara fonksiyonel breysler önerilebilir. Fonksiyonel breysler dizdeki anormal hareketi engellememesine rağmen propriyosepsiyonu arttırarak ve özellikle sporcularda taktıl uyarı sağlayarak yeni yaralanmalar oluşmasını engellemektedir.

Diğer hedefler ise;

- Hemartroz nedeniyle oluşan şişliği azaltmak,
- Dizin geniş hareket yelpazesine ağrısız bir şekilde ulaşmasını sağlamak,
- Nöromuskuler ve denge eğitimi vermek,
- Propriosepsiyonu arttırmak ve yeterli kuadriseps gücü elde etmek ,
- Anormal hareket paterni olmadan yürüyüş geliştirmektir (32-35).

### 2.7.2. Cerrahi Tedavi

ÖÇB yırtığı meydana geldiğinde gövdesindeki lifler, parçalanarak saçaklanır. ÖÇB eklem içi yeri ve yaralanmaya katılan kuvvet miktarı, ligamente kan temininin eksikliğine neden olur.

Yırtık sonrasında bağın birleşebilmesi için gereken, geçiçi iskelet görevi görecektir olan kan pıhtısı oluşumu sürekli bir sinovyal sıvı akışı (efüzyon) sebebiyle engellenir.

ÖÇB'ı çevreleyen sinoviyal sıvı, bağın iki yırtık ucu arasında erken bir köprü oluşturan kan pıhtısını temizler. Fibrin pıhtı, fonksiyonel bir skar dokusunun yeniden biçimlenmesine başlamak için fibroblastları işaret eden bağışıklık hücrelerini çeken büyüme faktörlerinin (TGFb, PDGF vb.) salınması için gereklidir. Sonuç olarak, ligamanın uç uca gelerek yeniden bağlanmasını sağlayacak iskelenin olmaması önemli proteinlerin ve diğer kan yoluyla taşınan maddelerin yırtılmış ligamanını düzgün bir şekilde iyileştirmektende alıkoymaktadır (3, 20, 21). Bu yüzden ÖÇB yetmezliği olan hastada yeni bir greft dokusu kullanılarak femur ve tibia'ya açılan tünellere ÖÇB fonksiyonunu yerine getirecek olan greftlerin tespit edilmesi şeklinde olan rekonstrüksiyon işlemi bağın anatomisine uygun bir şekilde yerleştirip, kuvvetli bir şekilde sabitlenmesi sayesinde eski fonksiyonuna dönebilmekte ve dizin stabilitesinin yeniden sağlanarak, yaralanma öncesi ve daha yüksek düzeydeki aktivitelere dönüşü mümkün kılmaktadır (5). Cerrahi endikasyon konulan hastalara bugüne kadar birçok farklı teknikler kullanılarak ÖÇB cerrahisi yapılmıştır.

### **2.7.3. ÖÇB' ın Primer Tamiri**

ÖÇB travmasının tanınması ve instabilite nedeniyle dizin aşamalı olarak bozulmasına neden olduğunun anlaşılmasının üzerine cerrahi tedaviler ortaya çıkmıştır. İlk ÖÇB onarımı 1895 yılında Mayo Robson tarafından ön ve arka çapraz bağın dikiş tamiri ile gerçekleştirilmiştir.

"İyi bir hasta memnuniyeti" sonucunda aseptik teknikler ve genel anestezi ile diz yaralanmaları cerrahisi daha da yaygınlaşmıştır. 1938'de Ivar Palmer, bağın tibia'dan bir kemik parçası kopararak ayrılması (avülsiyon) hariç primer tamirin başarısız ve yetersiz olacağı konusunda görüş bildirmiştir. İlerleyen yıllarda çalışma sonuçları, postoperatif rijitlik ve sürekli avülsiyon gevşekliği nedeniyle bütün primer ÖÇB onarımlarının bir süre sonra bozularak stabiliteyi ve spora dönüşü sağlamada yetersiz olduğunu göstermiştir. Yaralanma ligamanın yapısında olduğunda kopan uçların, karşı karşıya getirilip uygun gerginlikte dikilmesi teknikleri hem çok zor, hemde sonuçlarının başarısız olması yüzünden, bu tip lezyonlarda tamir yerine yeni bir greft dokusu kullanma fikri ortaya atılmıştır (36, 37).



#### **2.7.4. Eklem İçi (İntra-artiküler) Teknik**

Hey Groves, ÖÇB'in anatomisini taklit etmek ve anterior translasyonu kontrol etmek için, bir kemik tüneli yoluyla eklem içine eğik ve lateral olarak yönlendirilmiş yeni bir greft kullanılması gerektiğini söylemiştir. 1918 yılında ilk defa fasya lata'yı kullanarak eklem içi (intraartiküler) teknik ile rekonstrüksiyon yapmıştır.

Eklem içi rekonstrüksiyon prosedürlerinin cesaret kırıcı ve primer tamir sonuçlarının başarısız olması kanıtların artmasıyla, önceki deneyimlere dayanılarak bu problemleri ortadan kaldırmak için Ekstraartiküler yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır (36, 37).

#### **2.7.5. Eklem Dışı (Ekstraartiküler) Yöntemler**

Strickler (1937), Lemaire (1960) tarafından öncülüğünü yaptığı yeniden yapılanma, anterolateral tibial subluksasyonu kontrol altına almak için ekstra eklem içi tenodesis ve anteromedial rotasyonel gevşekliği kontrol etme amacıyla pes anserinus transferini tanımlayan Slocum tarafından extra-artiküler yöntemler geliştirilmiştir. Fakat sonraları greft kısalığı ve laksite gibi komplikasyonların ortaya çıkması ile beraber yüksek performans gerektiren sporcularda diz stabilize etmede yeterli olmadığı görülmüştür. Bu yüzden iliotibial bant kullanılarak yapılan rekonstrüksiyonlarda eklem içi ve eklem dışı tekniklerin kombine şekilde kullanılması önerilmiştir. Bu teknikte; Gerdy tüberkülünden başlayarak iliotibial bant fibular kollateral ligaman altından geçirilmekte femur dış kondilinden "over the top" tekniğiyle eklem içerisine alınmakta ve tibial tünelden geçirilerek tibia önünde tespit edilmektedir. Böylece iliotibial bant, ÖÇB gibi görev yapabilmekte ve rotasyonel stabiliteyi tekrar sağlayabilmektedir (37).

Daha sonra semitendinosus ve grasilis tendonlarıyla artroskopik yardımcı tamir ve destekleme (augmentasyon) yöntemi tanımlanmıştır. Eklem dışı desteklemeyle birlikte yapılan tamir işlemleri de yüksek performans gerektiren sporcularda diz stabilize etmede yeterli olmamaktadır. Bu nedenle desteksiz ÖÇB tamirlerinin tedavide pek yeri yoktur. Tamirle birlikte yapılan eklem içi destekleme girişimlerinden daha iyi sonuçlar alınmakta ve eklem içi uygun pozisyon vermek önem arz etmektedir.

Fiber optiklerdeki gelişmiş enstrümantasyon ve teknolojik ilerlemelerle artroskopik görselleştirme sayesinde geniş artrotomiler yerine iki insizyonlu, artroskopik, anatomik, eklem içi ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmaya başlandı.

Cerrahi tedaviye karar verilmesinde ve endikasyonunun belirlenmesinde önemli olan birkaç faktör vardır. Bunlar;

- Ligament diz hareketlerini kontrol edemiyor ve eklemdede kararsızlık yaratıyorsa,
- Pozitif instabilite testleri ve rotasyonel istikrarsızlık ile birlikte hiçbir son nokta belli değil ise,
- ÖÇB yetersizliği sebebiyle kişi günlük aktiviteleri sırasında instabilite tarif ediyorsa,
- ÖÇB yaralanmasına eşlik eden diğer diz içi patolojiler; menisküs yırtığı ve ÖÇB'in dahil olduğu çoklu bağ yaralanmaları var ise,
- Yaralanma öncesi yüksek aktivite düzeyine ve iş gücüne sahip olan kişiler ise, ÖÇB yaralanmasının tedavisinin cerrahi olması konusunda görüş birliği vardır (1, 3, 34, 35).

## **2.8. ÖÇB Rekonstrüksiyonu**

Mevcut kriterlere dayalı olarak rekonstrüksiyon endikasyonu konan hastalarda sonraki aşama cerrahinin ne zaman yapılacağı ve hangi greftin kullanılacağına karar verilmesidir (2).

### **2.8.1. Cerrahi Tedavinin Zamanlaması**

ÖÇB rekonstrüksiyonunun en ideal zamanlamasına dair kesin bir görüş birliği olmamakla birlikte bu konuda yapılan çalışmalar, zamanlamadan daha önemli olan kriterin dizin ameliyat öncesi durumu olduğu görüşünü ortaya koymaktadır. Cerrahi zamanlama dizin hareket açıklığının ve aktif kas fasilitasyonunun kazanılması ve proprioepsiyonun artırılması açısından önem arz eder. Operasyon öncesi dizdeki ödem, hareket kısıtlılığı, inflamasyon konservatif tedavi edilip, inflamasyon azaldıktan sonra cerrahi düşünülmelidir. Eğer yürüyüş paternine ait bir bozukluk geliştirse de bu sorun mutlaka pre-operatif dönemde giderilmelidir. Dizde 10°'den fazla ekstansiyon kısıtlılığı ve 120°'den az fleksiyon açısına sahip olmak, 'artrofibrozis' olarak tanımlanmaktadır. Ameliyat öncesi dönemde tam diz ekstansiyonunun kazanılması postoperatif artrofibrozis riskini de azaltır. Bunun yanı sıra cerrahinin çok geç yapılmasında proprioepsiyon kaybının artmasıyla, eşlik eden patolojilere sebep olabileceği düşüncesiyle önerilmemektedir.

ÖÇB yetersizliği aynı zamanda ilgili ekstremitelerde de diz hareketlerinin sağlanmasına yarayan kas aktivasyonlarının gecikmesine sebep olmaktadır. ÖÇB lezyonlu dizlerde oluşan bu gecikme, aktivite düzeyini ve fonksiyonel performansı düşürmekte, biyomekaniğin bozulmasıyla menisküs ve kıkırdak yaralanmalarının oluşmasına neden olmaktadır (30, 38).

Cerrahi olmasına karar verilen hastalarda diğer bir konu rekonstrüksiyon için kullanılacak olan uygun greftin seçimidir.

### **2.8.2. Greft Seçimi**

ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisinde kullanılacak "ideal" bir greft yoktur ve her bir greft seçeneğinin avantajları ve dezavantajları vardır. Prosedürün başarısı veya başarısızlığı büyük oranda cerrahi tekniğe bağlıdır. Hangi greftin ve hangi tekniğin kullanılacağına seçimi genellikle cerrahin tercihi olmaktadır. Tekniğin yanı sıra hastanın anatomisi, önceki cerrahi öyküsü, eşlik eden yaralanmalar ve hasta seçimi, algılanan fonksiyonel sonuç, rehabilitasyon hızı, greft kullanılabilirliği ve verici alan morbiditesi, cerrahi aşinalık, greft seçimini etkileyen faktörlerdendir. ÖÇB rekonstrüksiyonu için üç farklı greft kaynağı kullanılmaktadır. En sık kullanılan greftler: otogreftler, allogreftler ve sentetik greftlerdir (39, 40).

#### **2.8.2.1. Otogreft veya Ototransplant**

Kişinin kendi vücudunda hali hazırda bulunan doku kullanımını kolaylıkla vücut tarafından kabul edilmesine neden olur. İnflamatuar reaksiyon ve neredeyse hiç hastalık bulaşma riski olmadığından sterilizasyona gerek duyulmaz. Uzun ömürlü olmaları ve stabilite sağlamadaki yetenekleri de diğer avantajları arasında yer almaktadır. Fakat artmış cerrahi zaman, donör yerinde morbidite gibi dezavantajları bulunmaktadır. Kemik-patellar-tendon-kemik (K-T-K), gracilis ve semitendinosus tendonlarını içeren hamstring otogreftleri en sık kullanılanlardandır (22, 39).

#### **2.8.2.2. Hamstring Tendon Grefti**

ÖÇB rekonstrüksiyonunda otogreft olarak dünyada en yaygın olarak kullanılan greft kaynağıdır (2).

#### **2.8.2.2.A. Avantajları**

Semitendinosus ve grasilis tendonlarını içine alan hamstring greftinin esnekliği, kemik tünellerinden geçişi kolaylaştırmakta ve cerraha kolaylık sağlamaktadır. Hamstring tendonları kullanılarak yapılan rekonstrüksiyonlarda ekstansör mekanizma korunmaktadır. Ameliyat sonrası patellofemoral şikayetler ve kuadriseps kas gücü kaybı minimal olmaktadır. Bu yüzden ön diz ağrısı oranı daha düşüktür. Epifiz plakları tam kapanmamış genç hastalarda da güvenle kullanılabilir. Grasilis' li veya grasilis' siz semitendinosus hamstring tendonları kalınlığını artırmak için katlanarak birbirlerine dikilir ve 4 katlı hale getirilir. 4 katlı semitendinosus, grasilis tendonlarından oluşan hamstring otogreftlerinin dayanıklılığının ve sertliğinin diğer otogreftlere oranla daha fazla olması nedeniyle tercih edilmektedir. Kesit alanı normal ÖÇB'a yakın ve daha geniş olması greft vaskülarizasyonunu ve ligamentizasyonunu kolaylaştırmaktadır (2, 22, 32, 39, 40).

#### **2.8.2.2.B. Dezavantajları**

Tüm bunlara bağlı olarak donör saha morbiditesi ve postoperatif dönemde hareket kısıtlılığı daha az olabilmektedir. Fakat hamstring tendonlarında kemik blok olmadığı için fiksasyon genellikle kemik tünelin dışından yapılmaktadır. Bu tür bir fiksasyon rekonstrüksiyonun primer stabilitesinin patellar tendona göre daha düşük olmasına ve greftin siklik yüklenmelerle kılmasına yol açma gibi dezavantajlara sebep olur (22, 39, 40). Hamstringler tibial ön translasyona karşı dinamik stabilizatörlerden biridir, hamstring hasadı ameliyat sonrası diz fleksiyonunda zayıflık meydana getirir. Hamstring otogrefti için diğer bir zorluk, ameliyat öncesi greft boyutunun tahmin edilme zorluğudur. Bu yüzden hamstring greft boyutu bazen büyük yerli ekleme yeri olan hastalar için yetersiz kalabilmektedir (2).

#### **2.8.2.3. Kemik-Patellar Tendon-Kemik Grefti**

KTK greftinin, ÖÇB'ın yeniden yapılandırılmasında uzun bir kullanım öyküsü olmasının yanında, kullanılan en yaygın ikinci grefttir. Tibial kemik bloğu (solda) 25 mm, patellar kemik bloğu (sağda) 20 mm'dir (2, 41) (Şekil 6).



Şekil 6. Kemik-Patellar Tendon-Kemik Grefti (41).

#### 2.8.2.3.A. Avantajları

Bir KTK grefti donör alan morbiditesi ve iyi bir greft stabilitesi ile ilişkilidir. Hamstring tendon greftine göre daha kolay hasat ve daha az verici bölge komplikasyonu içeren bir greft seçeneği sunar. Tibial ve femoral tünellerde kemiğe karşı kemik iyileşmesi ve sert fiksasyon olasılığını artırır. Yüksek gerilme yükü ve sertliği sayesinde üst düzey spor yapabilmeyi mümkün kılmasından ötürü yıllarca tercih edilmiştir.

#### 2.8.2.3.B. Dezavantajları

Patellofemoral ağrı, patellar tendinit, patella kırığı ve ekstansör mekanizma da zayıflık gibi dezavantajları vardır (22, 39, 40). Öte yandan çift tünel açılmasını gerektiren cerrahilerde ikiye bölünemediğinden tercih edilmez (2).

#### 2.8.2.4. Allogreftler

Allogreftler daha çok revizyon cerrahisinde kullanılan, başka bir cisimden alınan kemik ya da dokulardır. Tibialis posterior tendon, tibialis anterior tendon, aşil tendonu ve hamstring greftleri, peroneus longus tendonu ve K-T-K ve fasya lata kullanılan allogreftlerdir. Bazı durumlarda kadavradan alınmış ve sterilize edilerek kullanıma hazır hale getirilen dokular kullanılabilir. Fakat başarısız sonuçları olduğuna dair kanıtlar, bu greftlerin terk edilmesine neden olmuştur.

#### **2.8.2.4.A. Avantajları**

Allogreftler genellikle birden fazla bağın yaralandığı ve kişinin kendi dokularının yetmediği durumlarda, daha önce cerrahi yapılmış ve kendi dokuları kullanılmış olan kişilerde ve çok küçük çocuklarda tercih edilebilmektedir (22, 39). Bir allogreftin teorik avantajları, verici alan morbiditesinin ortadan kaldırılması ile birlikte daha büyük greft sağlanabilmesi, ağrının azalması, daha küçük insizyonlar ile daha kısa ameliyat ve rehabilitasyon süresidir.

#### **2.8.2.4.B. Dezavantajları**

Kullanılabilirlik, yüksek greft maliyeti özellikle hastalık iletimi (HIV, Hepatit gibi) nedeniyle sterilizasyon işlemi, zayıf greft kuvveti ve gecikmiş greft birleşmesi dezavantajlarıdır (40).

#### **2.8.2.5. Sentetikler**

ÖÇB rekonstrüksiyonuna özel olarak geliştirilmiş olan sentetik dokulardır. Örneğin; polyester, karbon kompozitler.

#### **2.8.2.5.A. Avantajları**

Verici bölge morbiditesi ve patella veya hamstringlerden ödün vermeden çoklu bağ rekonstrüksiyonlarını yapma kabiliyeti avantajları arasında sayılabilir. Ameliyat teknik açıdan farklıdır ve operasyon süresini kısaltırlar.

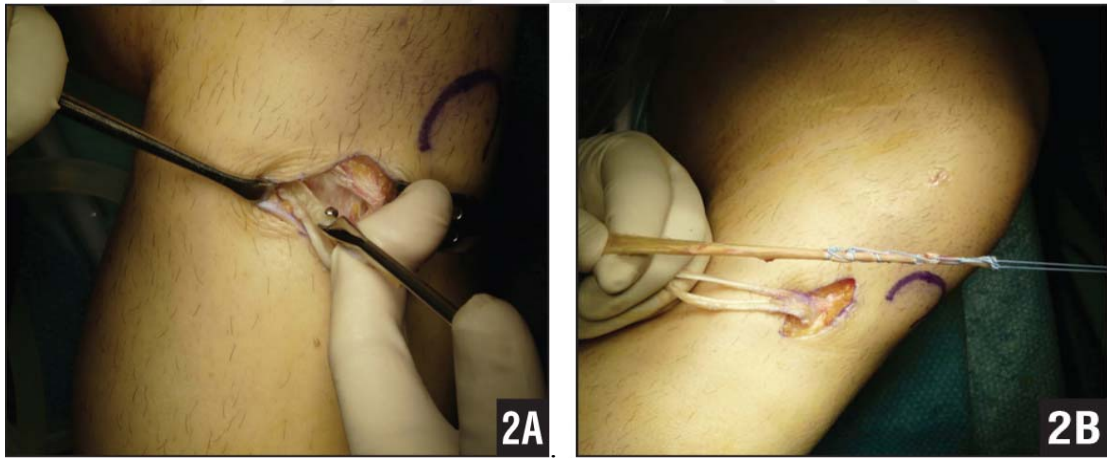
#### **2.8.2.5.B. Dezavantajları**

Sentetik greftlerin güvenliği konusundaki endişeler yüksek maliyetlerle, artan greft başarısızlıklarıyla ve sinovit ile ilişkili dezavantajları vardır (40).

Artroskopik olarak desteklenerek yapılan rekonstrüksiyon sonucunda çoğu hastada fonksiyonel sonuçları önemli derecede etkileyen biyolojik greft kullanımının dizin stabilitesinin ve işlevinin arttığı görülmüştür. Greft seçimi cerrahi öncesinde yapılmakta ve bundan sonraki süreç artroskopik olarak yapılacak olan rekonstrüksiyon işlemi için, greftin alınıp hazırlanmasını, tercih edilen cerrahi teknik ile doğal ÖÇB anatomisine göre açılacak olan kemik tünellerinden geçirilerek yerleştirilmesini ve fiksasyonunu içermektedir (22, 42).

### 2.8.3. Greftin Alınması ve Hazırlanması

1980 yılından beri küçük insizyonlarla yapılan artroskopik ÖÇB rekonstrüksiyonu birçok cerrah için tercih edilen teknik haline gelmiştir (4, 21). Cerrahi işleme; genel anestezi altında, hastanın dizi 90° fleksiyon pozisyonunda sırtüstü konumlandırılarak ve kalçaya turnike uygulanarak başlanır. Küçük bir insizyonla anteromedial ve anterolateral portallar açılır. Tüberositas tibia ve pes anserinus fasyası palpe edildikten sonra tüberositas tibia'nın 2 cm medialinin 1 cm üzerinden aşağıya doğru longitudinal veya mediale doğru hafif oblik 4-5 cm insizyon yapılır. Tendonun erkenden ayrılarak yetersiz greft uzunluğuna sebep olmaması için fasyal bantların ayrıştırılması ve çevresindeki yapılardan serbestleştirilmesi sağlanır. Daha sonra tendonun distal ucu daha önce uzunluğu ayarlanmış olan tendon stripper'in yuvarlak ucundan geçirilir. Aynı sırada cerrah tendonu, proksimal uzanımı yönünde yavaşça ilerletirken, kendine doğru eliyle hafifçe çekerek çıkartır. Hasat edilen tendonlar absorbe edilemeyen dikiş kullanılarak dikilir ( 42, 43) (Şekil 7).



Şekil 7. Hamstring Tendonunun Alınması (2A) ve Dikilmesi (2B) (43).

Tendon uçları sürekli bir halka oluşturmak için emilemez bir dikişle dikilir. Tendonların uçları dikildikten sonra ikiye katlanarak 4 katlı hale getirilir. Semitendinosus ve grasilis tendonları viskoelastik yapıda dokulardır. Bu yüzden alındıktan sonra yaklaşık 10 dakika (dk) boyunca tendonun kısalması ve stabilize kaybını engellemek amacıyla 20 Newton (N) sabit kuvvetle gerilir.

Eğer 20 N üzerinde bir kuvvet uygulanarak germe işlemi yapılırsa, tendonda meydana gelebilecek olan dejenerasyon yüzünden, greft eklem içinde sıkışır ve eklem yüzlerinde basınç artışına sebep olarak düzelmeyen bir hareket kısıtlılığına zemin hazırlar. Greftin tünel içinden yeterli geçişe izin verecek uzunlukta olması iyileşmesi açısından önem arz eder (44). Greftin alınması ve hazırlanması sırasında artroskopik portallerden eşlik eden patolojiler tespit edilir (42). Menisküste hasar tespit edilirse menisektomi yapılır. Menisektomi işleminde menisküsün bir parçası alınırken total menisektomide tümü çıkarılır. Artroskopinin yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile menisküsün tamamının görüntülenmesinin kolaylaşması, teknik olarak parsiyel menisektomiyi uygulanabilir hale getirmiştir. Parsiyel menisektomide amaç, mümkün olan en az menisküs dokusu rezeksiyonu ile stabil ve biyomekanik olarak fonksiyon gören bir menisküs elde edilmesidir. Kalan menisküs dokusu, uygun geometride olmalı, mekanik semptomlara yol açmamalı ve fonksiyon görmelidir. Burada en önemli prensip, menisküsün çevresel sirkumferensiyel liflerinin korunmasıdır (17).

Gerekli işlemler yapıldıktan sonra kullanılacak olan greftin kopan ÖÇB'ın ayak izinde, anatomik olarak bağ yapışma yerlerinde tespiti ve özellikle femur yapışma yerinin görseelliğinin netleştirilmesi adına saçaklanmış ÖÇB'ın debride edilmesi gerekir (17,44). Fakat propriosepsiyon kaybını en aza indirmek için tamamının debride edilmesi önerilmez (19).

Öte yandan ÖÇB yaralanmasını takiben değişen eklem kinematiği ve instabilite sonrasında erken dejeneratif değişiklikler görülmekte ve bu durumda periartiküler osteofit oluşmasına eminensianın sivrileşmesine ve interkondiller fossada daralmaya yol açabilmektedir. Bu tip durumlarda lateral femoral kondilin posterior korteksini bularak femoral tüneli doğru yerleştirmek ve greftin sıkışmasını engellemek amacıyla interkondiler çentikteki, yumuşak dokuların ve osteofitlerin temizlenerek sınırlı bir notchplasti işlemi yapılır (17, 42). Greft materyalinin yerli femoral ve tibial yerleştirme alanlarının merkezine yerleştirebilmek için tibia ve femur'da kemik tünellerinin açılması bugünkü cihazlarla kolaylıkla yapılmaktadır.

Kullanılacak olan greftin geçeceği tünellerin açılmasında ve greftin yerleştirilmesinde birkaç teknik önerilmiştir (46).



## **2.8.4. Cerrahi Tedavi Teknikleri**

### **2.8.4.1. Tibia ve Femur'da Açılacak Olan Kemik Tünel Sayısı**

Cerrahi tedavinin planlanması ameliyat öncesi yapılan değerlendirmelere ve anatomik ölçümlere dayanmaktadır. Öncelikle greftin tibia ve femurdaki yapışma yerlerine yerleştirilebilmesi için açılacak olan tünellerin sayısına (Tek veya çift ) ve tünel sayısına göre kullanılacak olan greftin, tek demet (single bundle) ya da çift demet (double bundle) olmasına karar vermede ameliyat öncesi yapılan değerlendirmelerde birkaç faktörden söz edilmektedir. Bunlar; ÖÇB' in tibial ve femoral yapışma yeri ekleme alan boyutu, eğim açısı, greft tipi ve uzunluğu, tünel uzunluğu ve femoral interkondiller çentik boyutudur (45, 47).

#### **2.8.4.1.A. ÖÇB Ekleme Alanı Boyutu ve Yeniden Yapılandırılan Alan**

ÖÇB rekonstrüksiyonu ameliyatının amacı yerli yapışma yerinde anatomiye restore etmek olduğundan, bağın ekleme yerlerinin ölçümleri ameliyat planlaması için oldukça değerlidir. Yeniden yapılandırılan alan ve ÖÇB'in femoral ve tibial yerleştirme alanlarının boyutu kişiden kişiye değişiklikler gösterebilir. Yapılan ölçüm çalışmalarının değerlendirilmesi sonucunda, tibial yerleştirme alanının 18 mm veya daha büyük olduğu yerlerde, tek bir greft olarak yeniden yapılandırılmadığından çift demet grefte ihtiyaç duyulabilir ( 45, 46, 47).

#### **2.8.4.1.B. Greft Tipi ve Uzunluğu**

Ekleme boyutlarının büyüklüğü, greft boyutunu ve dolayısıyla greft seçimini etkileceğinden, yerli ekleme alanlarının boyutunu yeterli derecede eski haline getirmek için kemik-patellar-tendon-kemik otogreftleri, kuadriseps tendon otogreftleri ve allogreftler gerekebilir. Tüm bu limitasyonlar aşılabilmesi için Siebold ve Schuhmacher (48) tarafından geliştirilen " Modifiye Yerleştirme Sitesi Tablosu " ekleme yüzdesini belirlemek için geliştirilmiştir. Bu sayede değişken sondaj çapları kullanılarak ÖÇB ekleme yerlerinin eliptik şekli verilebilmekte ve yeterli restorasyonu için gereken alanın boyutu, kılavuz açılarla matkap çapı ayarlanarak, ekleme alanının boyutunun sağlanması mümkün kılınmaktadır (45, 48).

Greft tipi ve kemik tünellerinin açılmasından sonra greftin uzunluğunun ayarlanması için, ÖÇB'in tibial ve femoral yerleştirme bölgesi arasındaki mesafe manyetik rezonans görüntüleme kullanılarak ölçülür.

Preoperatif olarak yerli ÖÇB'nin intraartiküler boyutunu ölçmek, tünel iyileşmesine izin vermek için gereken toplam greft uzunluğunun belirlenmesinde yardımcı olmaktadır. Öte yandan greft uzunluğunun ve açılacak tünel sayısının belirlenmesinde önemli olan diğer bir unsur femoral interkondiller çentik boyutunun ölçülmesidir (45, 46, 47).

#### **2.8.4.1.C. Femoral İnterkondiler Çentik Boyutu**

Femoral interkondiler çentik boyutu, şekli ve yönelimi değişkenlik göstermektedir. Bu durumda ÖÇB rekonstrüksiyon tekniğine ilişkin endikasyonu etkiler. İnterkondiler çentik şekli "A", "W" veya "U" olarak tanımlanmıştır (4, 45). Yapılan objektif ölçümler sonucunda; çentik yüksekliğinin 14 ila 28 mm arasında değişirken taban genişliği 10 ila 21 mm arasında olduğu bulunmuştur. Genişliği 12 mm'den küçük bir çentik büyüklüğünün tek demet ÖÇB rekonstrüksiyonu tekniği kullanımı için bir endikasyondur. Daha küçük çentik boyutunun çift demet ÖÇB rekonstrüksiyonuna teşebbüs ederken teknik zorluklara ve non-anatomik tibial tünelin öne yerleştirilmesine veya femur tünelinin daha üstte ve arkada konumlandırılmasına, dolayısıyla greft başarısızlığına ve yeniden yaralanma riskinin artmasına neden olur (45).

Femoral tünelin daha anatomik pozisyonuyla elde edilen istikrar dikkate alındığında hangi teknik kullanılırsa kullanılsın tünellerin yerli ÖÇB'nin femoral ve tibial yapışma yerlerinde oluşturulması amaçlanmaktadır.

Çift demet kullanılarak yapılan rekonstrüksiyon sonrasında, anterior ve rotasyonel stabilitede istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme görülmesine karşın, klinik açıdan tek demet tekniğine göre en az düzeyde farklılıklar bulunmuş ve bu zorlu tekniğin, iyi tanımlanmış klinik vakalar için kullanılması önerilmiştir. Tek demet rekonstrüksiyonun revizyon cerrahisindeki başarısı, cerrahide sağladığı kolaylık ve klinik sonuçlarının iyi olması, daha fazla tercih edilmesine neden olmaktadır (4, 47).

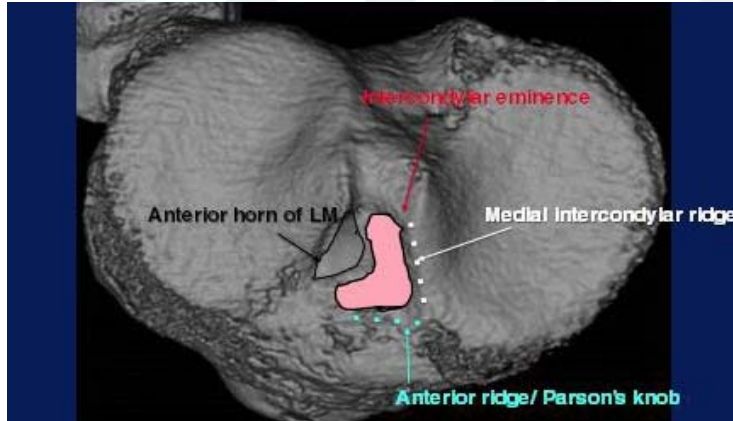
Tek demet rekonstrüksiyon prosedürü; bağlantı alanlarının içinde tek bir tünel oluşturulmasını öngörmektedir. Greftin hareket kaybı olmadan dizi stabilize edebilmesi ve yeniden yapılması için, yerli ÖÇB'yi mümkün olduğunca taklit edilebilmesi, ancak doğru tünel yerleşimi ile mümkün olabilmektedir (49). Tünellerin malpozisyonu greftin tünel içinde iyileşmesini engellemekte ve yeniden rüptür oluşma riskini artırmaktadır.

ÖÇB rekonstrüksiyonunun tekrarlanabilir bir şekilde, tibial ve femoral tünel oluşturulabilmesi için; sabit anatomik intraartiküler ve ekstraartiküler kemikli yer işaretleri klavuz olarak seçilmekte, bunun yanı sıra radyografik ölçümlerden de faydalanılmaktadır (2, 4, 49).

#### 2.8.4.2. Tibial Tünelin Konumunun Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

##### 2.8.4.2.A. Kemikli Yer İşaretleri Yöntemi

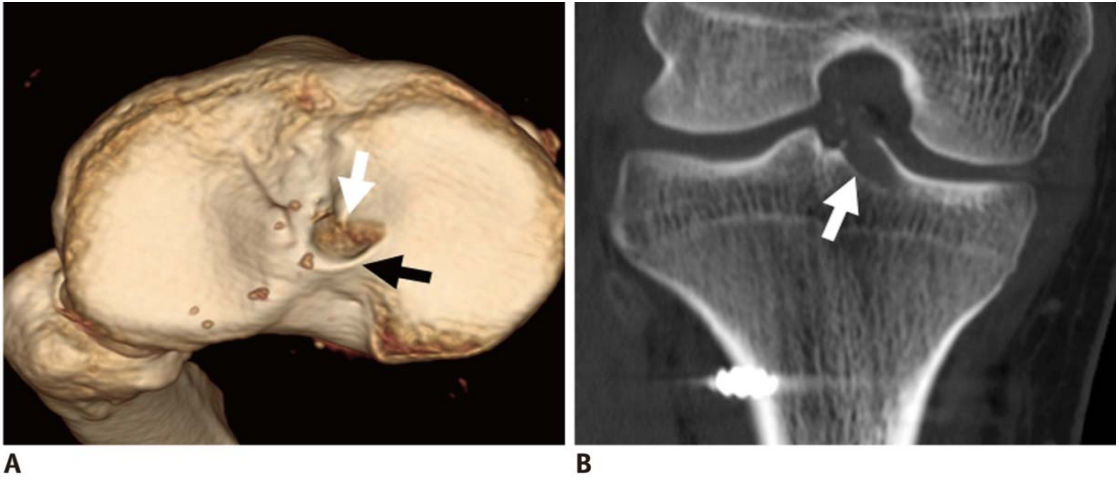
Bu yöntem için "Tibia'nın ön sırtı" olarak adlandırılan, medial interkondiler sırtın kemikli noktası ve lateral menisküsün ön boynuzu arasındaki yerleşim ilişkisinden faydalanılmaktadır. Ayrıca AÇB, ÖÇB'ın sagittal merkeze yerleştirilebilmesi için diz boyutundan bağımsız güvenilir bir referans noktası olarak kullanılabilir (51). ÖÇB'ın tibial platoda anterior interkondiller fossaya ekleme alanı bağın en geniş kısmı olmakla beraber ördek ayağını andırmaktadır (49, 52) (Şekil 8).



**Şekil 8.** Tibia Bağlanma Yeri; Anterior Sırt (Ridge), Medial İnterkondiler Sırt (İnterkondiller Eminence) ve Lateral Menisküsün Ön Boynuzu (49).

#### 2.8.4.2.B. Amis-Jacob Hattı Yöntemi

Amis-Jacob hattı yöntemi ve tünel yerinin iki boyutlu haritalanması için; 3 boyutlu Bilgisayarlı Tomografi (BT), düz radyografi (Şekil 9) ve ÖÇB ayak izi analizi kullanılarak, tibial tünelin doğru yerden açılması için en ideal ölçümler bulunmuştur (2,54). Tibial tünelin başlangıç noktası dizler 90° bükülü iken, eklem çizgisinin 4 cm distalinde, tibial tüberkülün 1-1.5 cm medialindedir. Bitiş noktası ise AÇB'a sagittal olarak interkondiler zeminde 5-7 mm önündedir (53, 54).



Şekil 9. A. BT'de Tibial Tünel Konumu B. Radyografide Tibial Tünel Konumu (54).

#### 2.8.4.3. Femoral Tünel Konumunun Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

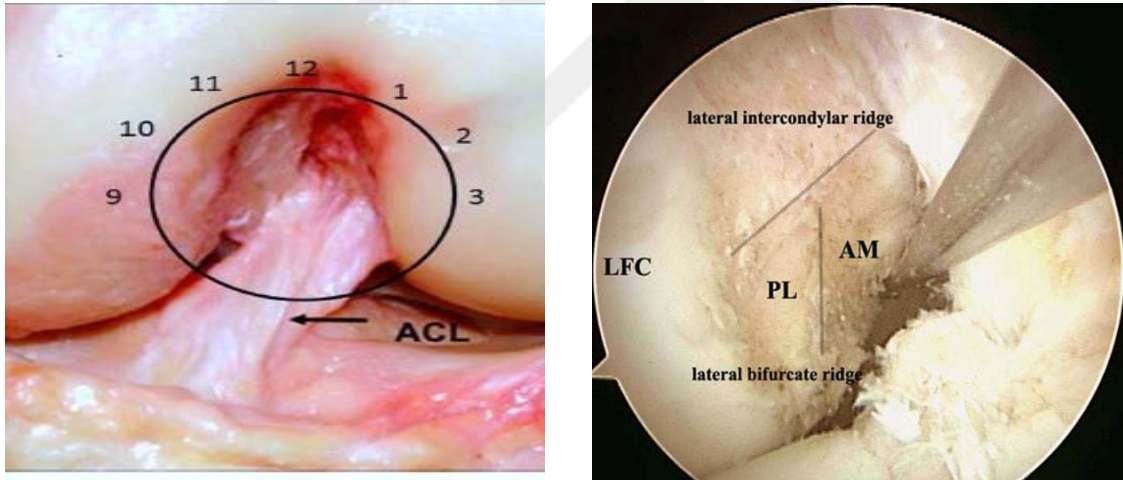
Anatomik tek demet ÖÇB rekonstrüksiyonun da, femur tüneli yerli ÖÇB'in femoral yapışma yerine, kopan liflerin ayak izi takip edilerek konumlandırılır. ÖÇB femoral yapışma yerinde bulunan liflerin yük taşımada ve dolayısıyla stabilite sağlama konusunda baskın bir rolü olduğu düşünülmektedir. Femoral tünel konumu, ÖÇB rekonstrüksiyonu sırasında yerli anatomiye geri yüklemek için bir anahtar noktadır. Greftin izometrisinin ve uzunluğunun düzgün bir şekilde ayarlanabilmesi femoral tünelin konumuna bağlıdır. ÖÇB'in ayrılan liflerinin distal femur shaftındaki yerini belirlemek için Blumensaat hattı, kemikli yer işaretleri ve "Bernard and Hertel grid" radyografik kadran yöntemi radyografik belirteçler olarak benimsenmiştir (53, 54).

#### 2.8.4.3.A. Blumensaat Hattı ve Kemikli Yer İşaretleri Yöntemi

ÖÇB'ın optimum femoral ayak izini bulmak için radyografik kadran yöntemi (Blumensaat çizgisi) kullanılmaktadır. Femoral tünel, sol dizde 1 ile 2, sağ diz üzerinde 10 ile 11 saat arasındaki konumda olmalıdır (17, 37). (Şekil 10 A).

Yerli ÖÇB'ın femoral yerleştirme bölgesinin medial posterior yüzünde osseöz işaretler boyunca yer aldığı takdir edilmektedir. "Lateral interkondiller sırt" ve "lateral bifurkat sırt", femur ekleri için kemikli simgeler olarak görev yapmaktadır.

ÖÇB'ın AM ve PL lifleri, yanal lateral interkondiler sırtın hemen arkasına bifurkat sırt tarafından ayrılarak femura yapışır (Resident's Ridge). Bu sırtların varlığının belirlenmesinin ve "Resident's Ridge" farkındalığının yerli ÖÇB femoral yerleştirme yerini ve femoral tünel için gerçek giriş noktasını bulmak için doğru ve güvenilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir (10, 53) (Şekil 10.B).



A

B

**Şekil 10. A.** Femoral Yapışma Yeri (Diz 90° Fleksiyonda İken Bir Saat Yüzünün Üst Üste Geldiği Kadavrada İnterkondiler Çentiğın Önden Görünüşü) (37).

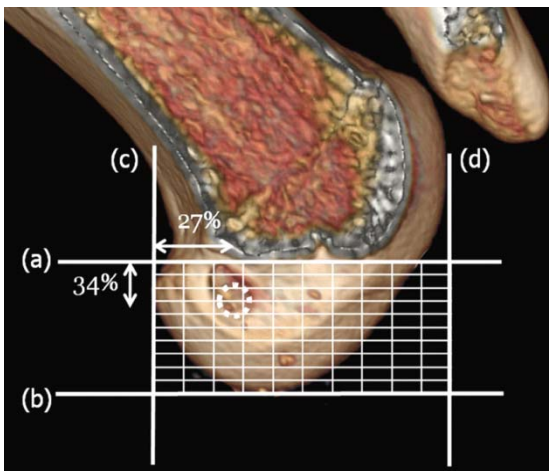
**Şekil 10. B.** ÖÇB 'ın Anteromedial (AM) Ve Posterolateral (PL) Bantlarının Femoral Bağlanma Yerlerinde Lateral İnterkondiler Sırt (Lateral İntercondylar Ridge) ve Liflerin Eklendiği Yerleri Ayıran Dikdörtgen Sırt Olarak da Bilinen Yanal Bifurkat Sırtın (Lateral Bifurcate Ridge) Artroskopik Görünümü (10).

Femur tünelinin konumu, posterior sıkışmayı önlemek için interkondiler çentiğin, anteromedial liflerin yapıştığı alana doğru yani Blumen'in saat çizgisinin %70 kadar derinine ve süperioruna dayanmalıdır (over the top position). Tünelin derinliği en az 2 cm olmalı ve tünelin çapı greftin çapıyla aynı olmalıdır. Distal femurun kemiği tibia metafizinden daha dar olduğundan, muhtemelen femur tünelinin genişletmek gereksizdir. Aksi takdirde sık bir yerleşim greftin sıkışmasına ve fonksiyon yetersizliklerine sebep olur (17).

Araştırmacıların "saat yüzü" tanımının özellikle tecrübesiz cerrahları farklı pozisyonlarda yanılmasından dolayı femoral yerleştirme yeterince doğru olmaması sebebiyle yeni terminoloji, artroskopik anatomik yerleştirmenin belirli ölçme yöntemleri kullanılarak yapılmasını öngörmektedir (37).

#### 2.8.4.3.B. Bernard and Hertel Grid Yöntemi

Bernard and Hertel grid yöntemi femur tünel konumunun ölçümünde kullanılmaktadır. Derin sığ yön için optimum yerleşim %24-27 oranına sahiptir. Yüksek alçak yön için optimal yerleştirme için %28 ila %34'lük bir oran önerilmektedir (Şekil 11 A). Yüzeysel yerleştirme, femur tünelinin en sık malpozisyonudur. Femur diyafizi boyunca çizilen bir çizgi ile femoral tünel açısı arasında ölçülen açı yaklaşık olarak  $39^\circ$  olmalıdır. Yaklaşık  $\leq 17'$  lik açılar rotasyonel instabilite ile ilişkilidir (54). (Şekil 11 B).



A



B

Şekil 11. A. Bernard Ve Hertel Kılavuzları B. Radyografide Femoral Tünel Açısı

Rekonstrüksiyon işlemi sırasında, femoral tünel konumunun belirlenmesinden sonra, femoral tünelin delinmesinde ve greftin femoral tünel içinden geçerek yerli ÖÇB nin yapışma yerine yönlendirilmesinde ve konumlandırılmasında cerrahın tercihinine, deneyimine ve aşinalığına bağlı olarak seçilen birkaç teknikten söz edilmektedir (55).

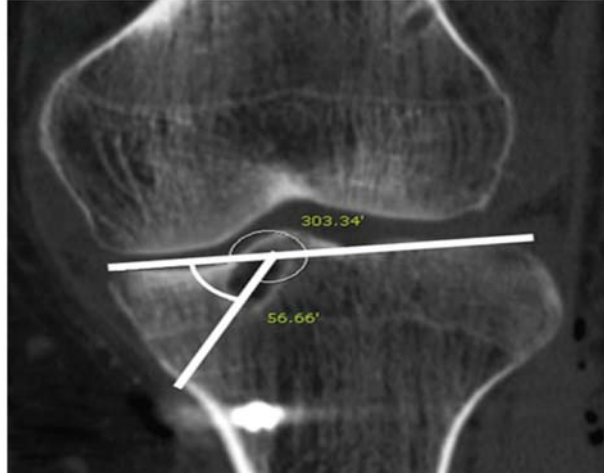
#### **2.8.4.4. Femoral Tünel Açılmasında Kullanılan Cerrahi Teknikler**

Femoral tünel, tibial tünelden bir rehber kullanılarak Transtibial (TT) tekniği ya da tibial tünelden bağımsız olarak AM portal (Transportal (TP)) veya dıştan içe tekniği (outside-in) kullanılarak delinebilir. Outside-in yanal femur kondilinin üzerinde merkezlenmiş, lateral dışa dayalı bir yaklaşımdan femur ayak izi üzerine dış girintili kılavuzun yerleştirilmesini sağlayan, lateral olarak yerleştirilmiş bir kesi içermektedir (54).

##### **2.8.4.4.A. Transtibial Cerrahi Teknik**

ÖÇB rekonstrüksiyonunda kullanılan ve geleneksel olan Transtibial cerrahi tekniği ilk olarak Rosenberg tarafından tanıtılmıştır. Dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve geleneksel bir yöntem olmuştur. Transtibial cerrahi tekniğinde; tibial tünelin tamamlanmasından sonra cerrahın ÖÇB femoral ayak izi ile ilişkili olarak femur tüneline delmeye karar vermesi durumunda diz 90° fleksiyon pozisyonunda iken, endoskopik kanüllü matkap, kılavuz telin üzerindeki femoral soketi istenilen derinlikte delmek için geçirilir. Sagittal düzlemde, tibial plato düzlemi ile ilgili olarak 55° açılı bir yönlendirme ile tibia eksenini (tibia platosu yüzeyi için 75°) bir femoral tünel, açılan tibial tünelden girilerek delinir. Tibial tünel, interkondiler çentik, lateral femur kondil greft tipine ve fiksasyon türüne bağlı derinlikte delinir.

Tibia ile frontal düzlemde yaptığı açının 15-20 derece civarında olmasına dikkat edilmelidir (42, 54). Howell (56) ÖÇB femoral ayak izine kısmen erişmek amacıyla, tibial tünel yönlendirmesi ve TT femoral tünel sondajı için interkondiler çatıya çarpmayı engelleyecek bir rehber geliştirmiştir. Bu sayede greft sıkışmasının engellenmesi sağlanmıştır. Femur tüneli tibial tünelden delindiğinde tibial tünelin koronal düzlemde 65 dereceden 70 dereceye kadar delinmesi önerilir (sol diz için; saat 10:30 sağ diz için; saat 1 yönünde). Femoral tünelin delinmesinden sonra greft tibial tünelden geçirilir. Tünel konumlarının ölçümü ve ayak izi görselleştirmenin geliştirilmesi için radyografik ölçümler yapılmıştır (55, 56) (Şekil 12).



**Şekil 12.** Transtibial Teknikte Tibial Tünelin Açısal Ölçümü (55).

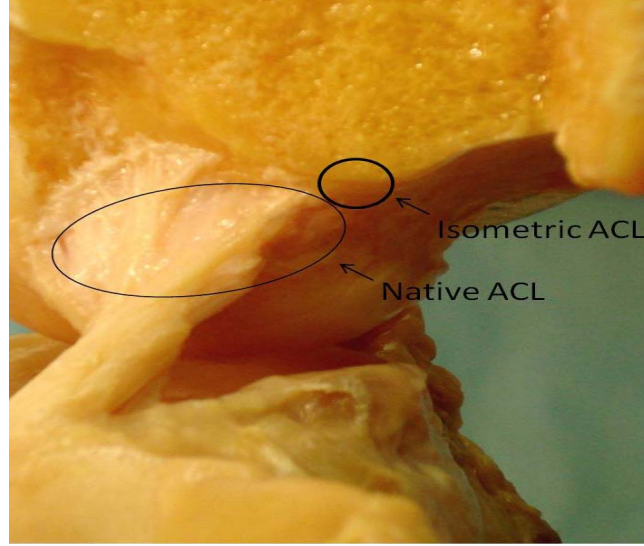
Greftin femur tüneline yerleştirilmesinden sonra, greft manuel gerginlik altına girer. Diz 20° fleksiyonda iken hamstring greftinin femoral ucu biyolojik olarak emilemeyen girişim vidası ile ya da bir müdahale vidası Endobutton veya çapraz pimlerle uygun şekilde sabitlenir. Greftin tibial tünelin çıkışında uzunluk değişimi ölçülür ve greft, tibia'da bir girişim vidasıyla tespit edilir. Staple ile ek fiksasyon uygulanır. Diz stabilizasyonu ve tam fleksiyon ekstansiyona gelip gelmediği kontrolü sağlandıktan sonra, yara tabaka tarafından katmanla kapatılır (42, 54, 55, 56).

#### **2.8.4.4.B. Transportal Cerrahi Teknik**

##### **(Anatomik Yeniden Yapılandırma Tekniği)**

"Greft izometrisi" kavramı 1960'lı yıllarda geliştirilmiş olup ideal ÖÇB greftinin izometrik olması gerektiği fikrine dayanmaktaydı. İzometrik greft yerleşimi (Şekil 13), diz hareketinin tümü boyunca femoral ve tibial ekler arasındaki mesafenin sabit olduğu anlamına gelmektedir. Greftin tam izometrik yerleşiminin, ÖÇB rekonstrüksiyonu başarısı açısından kritik bir öneme sahip olduğu belirtilmiştir (21, 57).

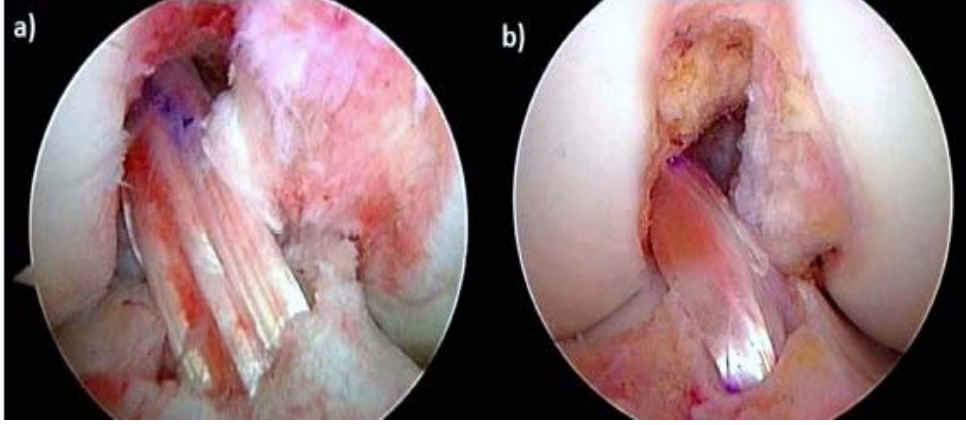




**Şekil 13.** İzometrik (İsometric) ve Yerli ÖÇB (Native ACL) (21).

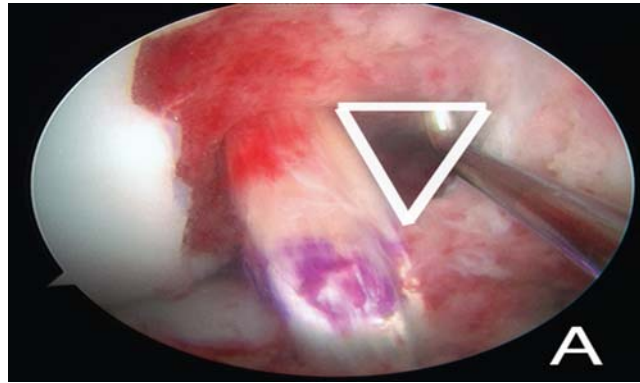
Tibial tünelden delme işlemi yerli özgeçmiş izi ile çakışan tünel açıklığının elde edilmesine ve daha dikey bir greft yerleşimine sebep olduğunun düşünülmesini ardından, bu sorunun üstesinden gelmek için greft yönlendirmesini değiştirme önerildi (53). Geleneksel non-anatomik yerleştirmeden (Şekil 14 a) ziyade ÖÇB'nin femoral yapışma alanına ulaşmanın en iyi ve en kolay yolunun, interkondiller çentiğin lateral duvarının medial, ön kıkırdak kenarının posterolateral kısmına kadar tam bir görüntüsünün alınabilmesi ve lateral interkondiler sırtın kesin görselleştirilmesi sağlamak için, AM portalin incelenmesinin gerekliliği düşünüldü. Greftin yerli ÖÇB'nin eğim açısıyla yerleştirilmesinin rotasyonel stabiliteyi artırdığına dair çalışmaların artmasıyla **Anatomik yeniden yapılandırma tekniği (TP)** yaygın olarak kullanılmaya başlandı (57). TP cerrahi tekniğinde; tibial tünel oluşturulduktan ve çentikteki yumuşak doku temizlendikten sonra femoral tünel delinmesi için AM portalden TP ÖÇB femoral kılavuzu ile giriş yapılır. Diz 110° hiperfleksiyona alınarak sagittal düzleme yaklaşık 55° açı yapacak şekilde greftle aynı çapa sahip olacak şekilde seçilen kanüllü matkap ucu lateral femur kondilinin arka duvarı seviyesine yerleştirilir ve kılavuz ÖÇB femoral ayak izi düzeyinde konumlandırılarak delinir.

Greftin femur tüneli içinde fiksasyonu sağlandıktan sonra, diz emici olmayan bir girişim vidası kullanarak, tibial fiksasyon yapılır (42, 43, 55, 58). Transportal teknik, greftin interkondiller çentiğin altına konumlandırılmasını sağlar (37) (Şekil 14 b).



**Şekil 14.** ÖÇB Rekonstrüksiyonunda Graftın a) Pre-Anatomik Pozisyonu  
b) Anatomik Pozisyonu (37).

Graftın tibial ve femoral tünellerden geçirilerek AÇB çarpması olmadan yerleştirilebilmesi için, AÇB'nin üst yarısı ile greft arasında üçgen bir boşluğun oluşması ve çentikteki yanal yarıçapın tepesi ile apsesi arasında femoral tünelin merkezlenmesini sağlayan hassas bir ayardan faydalanılır (9, 56) (Şekil 15).



**Şekil 15.** AÇB'nin Üst Yarısı İle Graft Arasındaki  
Üçgen Boşluğun Artroskopik Görünümü (56).

#### 2.8.4.5. Greft Fiksasyonu

Femoral ve tibial tespit işlemleri ÖÇB cerrahisinin en önemli noktalarından biridir. ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılırken kullanılan yumuşak doku greftlerinin stabilizasyonu iyi sağlayabilmesi, rehabilitasyon süresince üzerine binecek olan kuvvetlere dayanabilmesi ve greftin tünel içinde iyileşebilmesi için rijid ve izometrik olarak fiksasyonu temel şarttır. Fiksasyon yapılırken ÖÇB'nin liflerinin fleksiyon ve ekstansiyon pozisyonundaki gerilme davranışlarını ve doğal ÖÇB'yi taklit edebilmesi; açılan tibial ve femoral tünel içinde yapılacak olan sabitleme işleminin, fizyolojik sınırlar içinde harekete izin verebilecek bir gerginlikte yapılmasına ve doğru bir şekilde konumlandırılmasına bağlıdır.

Tibial ve femoral yapışma yerlerinde AM ve PL bantlarının yeterli gerginliğini ayarlamak için bir greft gerdirme cihazı (Arthrex) ile grefte gerilim kuvveti uygulanarak sabitleme yapılır. Hamstring greftinin fiksasyonu için, cerrahın deneyimine, hastanın durumuna, kemik kalitesi ve greft tipine bağlı olarak seçim yapılır.

Femoral greft fiksasyonu, bir EndoButton® (Smith & Nephew, Inc. Andover, MA, ABD) veya TransFix® (Arthrex inc, Naples, ABD) gibi bir femoral fiksasyon cihazından askıdaki dikişler kullanılarak yapılır. Biyolojik olarak parçalanabilen çapraz pimler ve retro vidalarda tercih edilir (9, 42, 45, 60, 61).

Greftin tibial fiksasyonu için bir girişim vidası seçilir. Girişim vidası malzemesinin biyo emilebilir ya da metal modelleri arasından seçilebilir. Subkondral yüzey yakınında girişim vidası tibia greftin pistonlanmasını ve sürünmeyi en aza indirir. Bununla birlikte, girişim vidası ve dış tibial korteks arasındaki teması korumak, iyi bir greft fiksasyonu için önemlidir. Greftin femoral tespitinden sonra özellikle grefte mutlaka germe kuvveti uygulanmalı tibial tespit bu germe kuvveti altındayken yapılmalıdır. Fiksasyon yapılırken diz 20-30 derece fleksiyon ve ayak iç rotasyonda sabitlenir ve hareket aralığı testleri, hasta hala cerrahi masanın üzerindeyken gerçekleştirilir. Vidalar istenilen uzunluğu elde etmek üzere tasarlanmış olup, çoğunluğu grefti yerinde tutacak kadar güçlüdür (6, 42, 59-61). Tibial yapışma yerinin şekli ÖÇB'nin interkondiler noç tavanının altında kalmasını ve diz tam ekstansiyonda iken anteromedial bandın interkondiler noç anterior köşesinin etrafında dönerek fizyolojik bir sıkışma meydana getirmesini sağlar.

Eğer greftin insersiyosu aslındaki ayak şeklindeki gibi yapılacak olursa o zaman greft tibial yapışma yerinin önünde kalır ve fleksiyon pozisyonunda sıkışmaya, cerrahi sonrasında da ekstansiyon kısıtlılığına sebep olur (62).

## **2.9. Post-operatif Rehabilitasyon**

Cerrahiyi takiben rehabilitasyon programı, bilimsel ve klinik araştırmalara dayanmalı ve hastayı istenen fonksiyonel amaçlara döndürmek için tasarlanmış özel tatbikatlar ve egzersizler seçilmelidir. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası tüm rehabilitasyon süreçlerinin temel hedefi günlük faaliyetlerinde ve egzersiz kapasitelerinde istikrarsızlık yaşayan hastaların aktivite düzeyini yaralanma öncesindeki seviyesine getirmek ve tekrar yaralanmayı engelleyecek şekilde rehabilite etmektir. Aksi halde, hastaların mevcut durumlarına göre bir aktivite seviyesi belirlenmek zorunda kalınır. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında yaralanma bilgisine dayalı bir rehabilitasyonun temeli; greft seçimine, hasta popülasyonuna ve ÖÇB rekonstrüksiyonu ile birlikte varsa diğer diz yaralanmaları cerrahisinin de eşlik etmesine göre şekillenmektedir (63).

İzole ÖÇB yaralanmalarının rehabilitasyonu; greftin yeniden yapılanma süreci göz önünde bulundurularak belirlenmekte, yeni görevine adaptasyonunun sağlanarak en kısa sürede dizin stabilitesini sağlaması hedeflenmektedir (32, 63).

### **2.9.1. Greftin Yeniden Yapılanma Süreçleri**

ÖÇB rekonstrüksiyonunda kullanılan otogreftler eklem içine yerleştirildikten sonra fizyolojik ve biyomekanik olarak değişikliklere uğrayarak orijinal ÖÇB'a benzemeye çalışırlar. Histolojik çalışmalar greftin yeni görevine adaptasyonu için dört aşamadan geçerek yeniden yapılanma (ligamentizasyon) sürecine girdiğini göstermiştir (8). Bu süreçler:

#### **2.9.1.1. Nekroz Süreci**

Kullanılan greftler eklem içine yerleştirildikleri anda damarsızdırlar ve kan dolaşımına ihtiyaç duyarlar. Bu süreçte özellikle greftin orta bölümünde iskemik nekroz meydana gelir. Diğer bölgeler ilk birkaç hafta, açılan kemik tünellerinden gelen kan sayesinde oluşan fibrin pıhtısının büyüme faktörlerini aktive etmesiyle ve sinovyal sıvı tarafından beslenir (8).

#### **2.9.1.2. Revaskülarizasyon Süreci**

Kolajen fibrillerin parçalanması ve oryantasyonu, yeniden yapılandırıldıktan yaklaşık 3 hafta sonra görülebilir. Takip eden 4 ile 6 hafta içinde infrapateller yağ yastıkçığı ve sinovya tarafından greft çevrilerek sinoviyalizasyon gerçekleşir.

Greftin etrafını çevreleyen bu yapılar sayesinde greftin damarlanması ve revaskularizasyon süreci başlamış olur (8, 64, 65).

### **2.9.1.3. Hücre Proliferasyonu**

Damar yoğunluğunun artmasıyla ilk iki ayda yoğun proliferasyon fazına doğru geçişi sağlayan vaskularizasyon ile beraber myo-fibroblast ve toplam hücre yoğunluğu, bu faz boyunca maksimum derecede artar. Hücre yoğunluğundaki bu artış greft üzerinde postoperatif erken dönemde olduğundan daha düzgün yönlendirilmiş ve hizalanmış bir şekilde olur. Böylece bu hücreler kollajen demetlerini yeniden şekillendirmeye ve kıvrım özelliklerini yeni grefte kazandırmaya başlamışlardır (64).

### **2.9.1.4. Kollajen Oluşumu**

Yeniden şekillenmeye başlayan greft, fizyolojik ve histolojik olarak değişime uğrayarak doğal ÖÇB 'ın kollajen ve glikozaminoglikan özelliklerini taşımaya başlar. Bu sayede greftin yerli ÖÇB'in biyomekanik özelliklerini göstermesi mümkün olmaktadır . Greftin erken dönemde girdiği nekroz sürecinde, gerilme gücünde görülen azalmanın tam tersine gerilme gücünde artış gözlenir. Devam eden 10 ay boyunca neovaskülarite ve nekroz alanları ile birlikte ligamentizasyon işlemi devam etmektedir. Nakledilen greftin, iki yıl içinde olgunlaştığı ve implantasyondan sonraki üç yıl içinde ligamentoz yapı özelliğini kazandığı görülmüştür. Kollojen oluşumu bir yılı aşkın süredir devam eden greft %11 ila %50 oranında yerli greft özelliği göstermektedir. Ancak 30 hafta sonra ÖÇB doku özelliklerine sahip olduğu fakat tamamen ÖÇB özelliklerinin yüklendiği söylenememektedir (8, 33, 64, 65).

Bu süreçler göz önünde bulundurularak, ÖÇB'in fonksiyonunu sağlayacak olan otogreftte zarar vermeden, yeni görevine adaptasyon sürecinde rekonstrükte olmuş bireyi yada sporcuyla olası fonksiyonel seviyesine getirebilmek amaçlı birtakım rehabilitasyon protokolleri geliştirilmiştir (3, 63, 64). Greftin güçlü bir şekilde fiksasyonu sayesinde postoperatif rehabilitasyon, eski yıllara oranla daha agresif ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir (63, 65).

Opere olmuş bireyin durumuna ve tolerasyonuna göre belirlenen protokollere bağlı kalınarak planlanan rehabilitasyon fazları aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır (33, 63-67).

## **2.9.2. Operasyon Sonrası Rehabilitasyon Fazları**

### **2.9.2.1. Operasyon Sonrası 0-4 Haftalar**

Kapsamlı bir program; hasta eğitimini, bireyin egzersiz programına bağlılığını ve uyumluluğunu geliştirmeye odaklanan klinik ortamda ve evde eş zamanlı rehabilitasyonu içerir. Hastanın operasyon sonrası rehabilitasyon süreci, ameliyathanede dizin tam hareket açıklığı kontrolü ile başlar. Mümkün olan en kısa sürede cerrahi olan taraf ayağına ağırlık aktarması istenir. Bu süreçte ağrı ve inflamasyon kontrolü sağlanarak, dizin hareket açıklığının artırılması hedeflenir. Kuadriseps aktif istemli fasilitasyonunun kazandırılarak, anormal yürüyüş paterninin düzeltilmesi için proprioseptif girdinin ve nöromüsküler kontrolün artırılmasına yönelik çalışmalar ameliyattan hemen sonra başlanır. Bu süreçte sağlam bacağına gücünün ve fonksiyonunun korunması önemlidir. Rehabilitasyon programıyla ve evde yapması gereken tedaviye ilişkin açık talimatlar, öz yeterliliğini artırmak ve kaygıları hafifletmek için hastalara verilir.

Cerrahi sonrası egzersizler hakkında, sınırlı hareket sebepleri ve koltuk değneği kullanımı ve kriyoterapi uygulaması hakkında bilgi verilmelidir. Diz işlevinin fonksiyonel olarak iyileştirilebilmesi için hastaya rehabilitasyon süreci hakkında gerçekçi bir görüntü yaratmak gerekmektedir (3, 33, 63, 65).

#### **2.9.2.1.A. Ağırlık Aktarma ve Yürüyüş**

İzole ÖÇB yaralanmalarında; yerli bağın yapısına uygun greftlerin kuvvetli fiksasyonu, eşlik eden menisküs ve bağ tamiri olmaması, hemen yük verilmemesi ve erken harekete başlamayı mümkün kılmaktadır (63). Cerrahin tercihinine bağlı olarak dizlik kullanılabilir. Hamstring tendon grefti kullanılan hastalarda dizlik kullanılmasının klinik sonuçlara fayda sağlamadığının anlaşılması üzerine genellikle kullanımı tercih edilmemektedir (3). Ameliyattan hemen sonra koltuk değnekleri ile yürüyüş eğitimine başlanılır. Aksi takdirde, immobilizasyon süreci uzarsa, kas fibrillerinin oksidatif kapasitesinde ve dayanıklılığında azalma meydana gelerek kuadriseps atrofisinin oluşmasına neden olur. Diğer yandan hareket ve yüklenme sırasında beslenen kıkırdak hücrelerinin beslenmesinde ve ortaya çıkan zararlı atık maddelerin uzaklaştırılmasında güçlükler sebep olur.

Eğer hasta kullanmama ve yük vermeme eğiliminde ise, greftin immobilizasyona bağlı olarak kemiğe yapışma yerinde ve sertliğinde azalma gibi istenmeyen etkiler görülebilir (66, 67).

Cerrahi olan tarafa erken dönemde tam ağırlık aktarımı yapılması; ekstansör mekanizmanın daha hızlı geri dönüşünü ve yürüme mekaniği eğitimini kolaylaştırdığı gibi diz ağrısında da azalmaya sebep olmaktadır. Her adımda uyulgun bükülme seviyesine kadar neredeyse bel seviyesine çekildiği yerde, bu pozisyonu muhafaza ederek yüksek bir basamak yürüyüşü sayesinde hamstring ve kuadriseps kaslarının koordineli çalışması sağlanır. Yürüyüşün düzeltilmesi için ayrıca yürüyüş bandında ve düz zeminde düşük seviyelerde, destekli ön-yan ve geri yürüyüşlere başlanır. İki hafta sonra hastanın tolerasyonuna göre koltuk değnekleri bırakılır (68, 69).

#### **2.9.2.1.B. Ağrı ve Efüzyon Kontrolü**

Ameliyattan sonra şişme ve ağrı greftin iyileşme sürecine başlamak için normal tepkisinin bir parçasıdır. Hemartroz tarafından yaratılan eklem basıncının artması sonucu eklem kapsülünde yer alan mekanoreseptörlerin uyarılması ile ağrı düzeyinin yükselmesi, kuadriseps motor ateşleme modellerini engellediğinden hareket açıklığının artmasında sınırlayıcı bir etki gösterir.

Eklem içi şişlik eklem kıkırdağı üzerinde zararlı etkilere neden olabilir. Artroskopik cerrahiye takiben hemen uygulanan soğuk tedavinin, eklem içi sıcaklıklarda azalma yarattığı ve bunun sonucunda sinir iletim hızında anlamlı bir düşüşe neden olduğu açık delillerle ortaya koyulmuştur. Ağrı ve efüzyon kontrolü için kriyoterapi, kompresyon ve elevasyon ile birlikte elektrik stimülasyonu uygulanarak basıncın azaltılması sağlanmalıdır. Ayak bileği pompalama egzersizleri, ameliyatlı extremiteye tam yük verdirilmesi, diz fleksiyon-ekstansiyon izometrik-aktif kontraksiyonu, efüzyonun ve ağrının azalmasına yardımcı olur (33, 63, 65).

#### **2.9.2.1.C. Eklem Hareket Açıklığının Kazanılması**

Diz ekstansiyonu normal hareketine ek olarak erkeklerde 5°, kadınlarda 6° hiperekstansiyon olduğu gösterilmiştir. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında simetrik diz ekstansiyonunun eksikliği preoperatif instabiliteye göre daha zayıflatıcıdır. Buna ek olarak, 5° uzatma kaybı patellofemoral ağrı ve kuadriseps zayıflamasına yol açarak anormal veya bükülmüş diz yürüyüşüne neden olur (33, 65). ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası diz ekstansiyonunun tam olarak düzeltilmemesi; çömelme, merdiven çıkma veya inme gibi fonksiyonel aktiviteler sırasında, kuadriseps femorisin, tam olarak kasılabilmesi için gerekli gücün sağlanamamasına neden olur.

Pasif hareket alanı hiperekstansiyon için, yüzüstü pozisyonda topuğa ağırlık koyarak asma veya sırtüstü pozisyonda topuk altına yastık diz üstüde kum torbaları konularak germe yapılabilir. Hastanın eğilimli veya sırtüstü iken 20 dakikaya kadar diz uzatılması, posterior dizdeki kapsüler yapılara daha plastik deformasyon sağlamak için düşük yük, uzun süre uzatılmış gerginlik oluşturmak için iyi bir yoldur. Ekstansör mekanizma hasat sürecinde önemli bir deformasyona uğrar. Erken motor kontrolü cerrahi morbiditeyi en aza indirmeye yardımcı olacaktır. Aktif bir kuadriseps kasılması, skar dokusu oluşma potansiyelini en aza indirgeyerek patellar tendon boyunca gerginlik yaratır. Ek olarak kuadriseps kasının tam devamlı kontraksiyonu ön dizin yumuşak dokusunu sıkarak şişmeyi azaltmaya yardımcı olur (33, 63, 65, 68). Fleksiyon ilk 2 haftada 90°, 4. haftaya gelindiğinde 120° olması beklenir. Duvarda kaydırma ve aktif - asistif germe egzersizleri yapılır (65, 66).

#### **2.9.2.1.D. Patellar Mobilizasyon**

Operasyon sonrasında gelişebilecek yara izine ikincil olarak patellanın distal migrasyonu veya patelların kısalması olarak tanımlanan infrapatellar kontraktür sendromu patellanın troklear yüzeye yer değiştirmesine ve sonuçta patellar sıkıştırma ve kayma yükünde artışa neden olur. İntraartiküler yaralar, kesi yeri boyunca veya daha küçük portal alanların çevresinde oluşan skar dokular medial veya yanal oluk alanları patellar hareketliliğini kaybedebilir. Bu komplikasyonların önlenmesi, yeterli ekstansör mekanizması kontrolünün sağlanması ve hareket kabiliyeti kısıtlamalarını engellenmek için patellar mobilizasyon yapılır. Üst patellar kayma hareketi, diz ekstansiyonunu iyileştirirken, alt patellar kayma diz fleksiyona yardımcı olur. Hastalara ev egzersiz programının bir parçası olarak kendi başına nasıl gerçekleştirebilecekleri gösterilmelidir (33, 63, 66).

#### **2.9.2.1.E. Proprioepsiyon ve Denge Eğitimi**

Dizin kinematiği, santral sinir sistemi, eklem arasındaki mekanik stabilite ve dinamik etkileşime bağlıdır. Hem refleks hem de istemli kas cevabı için afferent bilgi proprioseptörler ile sağlanır.

Proprioepsiyon; eklem pozisyonu ile ilgili bilgi verir ve kas kontrolü için önemlidir. Proprioseptörlerin; vücudun pozisyon duyusunu, tendon ve kaslardan gelen duyuları, ayak tabanından alınan basınç duyusunu ve hatta genellikle 'özel duyu' olarak da kabul edilen denge duyusunu içerdikleri bilinmektedir.



Propriyoseptörler, farklı özellikteki hareketlerin (aktif, pasif, dirençli) hızına, yönüne, uygulanan kompresyon ve basınç kuvvetlerine karşı aşırı hassastırlar. İçten veya dıştan kaynaklanan değişikliklere karşı duyarlı oldukları için vücut farkındalığını artırarak, denge ve postürün oluşturulmasında ve korunmasında, bozulan motor fonksiyonların iyileştirilmesinde önemli rol oynarlar (69). Nöro-duyu ile yönlendirilen refleksif nöromusküler yollar cerrahi müdahaleyi takiben yeni greft tarafından hemen tesis edilmez ve ÖÇB'a ait bilgiler duyu korteksinde yeniden kurulmaz. Beyin, nöro-duyu sinyallerinden kaynaklanan eksikliğin varlığında, kalça ve ayak bileği ekstansör fonksiyonunda telafi edici upregülasyonun ve diz ekstansör fonksiyonunun downregülasyonunun gelişmesine yol açabilir. Merkezi gösterimdeki bu değişim, motor korteks bölgesindeki telafi edici hareket planı programlamasına neden olur.

Doğal ÖÇB üzerindeki mekanoreseptörler sayesinde 40-45° altındaki fleksiyon derecelerinde kuadriseps kasılır ve tibia'yı öne translasyona zorlar, 60° den sonraki fleksiyon derecelerinde ise hamstring grubu kaslarının kasılmasına neden olur. ÖÇB yokluğunda bu refleks arka bozulur ve kuadriseps kası inhibe olur. Kuadriseps femorisin ameliyattan sonra inhibisyonu progresif rektus femoris, kalça abdükörü dış rotator, kalça ekstansör ve ayak bileği plantar fleksör (özellikle soleus) sertliği ile ilişkili olabilir. Bu kasların artmış nöromusküler aktivasyonu ve / veya aşırı kullanımı ile ilişkili sertlik, eklem mobilitasını, koşu, sprint, ani yön değiştirme hareketleri / çeviklik görevleri, tekme, atlama ve sıçrama gibi işlev pozisyonlarındaki doku genişletilebilirliğini tehlikeye atabilir. Diz ekstansör fonksiyon bozukluğunun varlığında kalça bölgesinde nöromusküler sertlik ilişkili frontal düzlem gövdesi ve çekirdek bölge işlev bozukluğu ile ilişkili olup diz fonksiyonu ve güvenliğine daha da zarar verebilir.

Yeniden yapılandırılmış ÖÇB'dan nöro-duyu sinyalleri eksikliği ile bağlantılı olarak, diz yaralanmasından önce var olan refleksler sayesinde hamstring kas grubu koruyucu işlevi tekrar edilemez ve bozulmuş diz ekstansör işlevini telafi etmek için, yukarı doğru düzenlenmiş kalça abdükörü-dış rotator nöromusküler varlığında oluşabilecek frontal ve transvers düzlem dengesizliklerine katkıda bulunularak, yürüyüş sırasında anormal paternlerin (kuadriseps sakınma yürüyüşü) gelişmesine sebep olur.

Propriyoseptif fonksiyonunu daha iyi koruyan bir cerrahi yaklaşımın kullanılması bu eğilimin mümkün olduğunca en aza indirgenmesini sağlar. Bu sayede nöromusküler kontrol ile ÖÇB travmasını sürdüren kişi, kuvvet kaybının olduğu durumlarda, daha dengeli alt ekstremite ortak katkılarıyla, dinamik diz stabilitesini korumak için, daha yüksek beyin fonksiyonlarına daha az bağımlı hale gelebilir (67).

Greftin yeni fonksiyonuna adaptasyonunda ve ligamentizasyonunda propriosepsiyon çalışmaları ve denge egzersizleri eğitimi; dizin hareket görevlerini etkili bir şekilde yerine getirebilmesini, koruyucu nöromusküler yanıtları daha hassaslıkla aktive edebilmesini sağlar (67).

Nöromusküler kontrol aktivasyon antrenmanının, bozulan dengeyi geri yüklemeye, rehabilitasyon sürecinde anormal hareketlerin inhibe edilmesinde ve aktivite düzeylerine geçiş sürecine karar vermede öncü rolü vardır. Bu nedenle propriosepsiyon egzersizlerine hemen başlanmalıdır. Proprioepsif duyuyu artırmak için; gözü açık ve kapalı olarak; aktif pasif eklem pozisyonlama, düz zeminde önce destekli sonra desteksiz denge çalışmaları progresyon gösterdikçe stabil olmayan zeminde çift ve tek ayak denge, hamstring kuadriseps ko-kontraksiyonunu arttırmak için egzersiz topu üzerinde 60° fleksiyon pozisyonunda submaksimal kuadriseps ve hamstring izometrik egzersizleri verilir (63, 65). Nöromusküler sistem restorasyonunun sağlanmasında ve eklem stabilitesine yardımcı olabilecek telafi edici kas aktivasyon paterni üreten propriosepsiyon egzersizleri; fizyoterapi süresince, eğitim ve tedavi amacıyla kullanılan hareketlere, egzersizlerin planlanmasına temel teşkil etmektedir. Kapalı ve Açık kinetik zincir olarak adlandırılan egzersizler izometrik, izotonik egzersizlerin bir kombinasyonunu içerir (33, 65, 68).

#### **2.9.2.1.F. Kapalı ve Açık Kinetik Halka Egzersizleri**

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında anormal kıkırdak teması basınçlarına yol açan eklemler, yorgunluk ve ağrı nedeniyle kuadriseps kasının kontraksiyonu yetersizdir.

Ameliyat sonrası rehabilitasyonun hedeflerinden biri de, diz hareketini ve kas kuvvetini diz yaralanmasına geri getirmek ve iyileştirici grefti kalıcı olarak deforme edebilecek kuvvetlerden korumaktır. Hızlandırılmış rehabilitasyon stratejisi, açık ve kapalı zincir egzersizlerini içerir (33, 63, 65, 68).

##### **i. Kapalı Kinetik Zincir (KKZ) Egzersizleri**

KKZ egzersizleri; ayak tabanı yerde diz tam ekstansiyonda iken tüm ekstremiteye yük verilerek, yakın derecelerde (0-30 derece arasında) yapılmaktadır. Alt ekstremitedeki tüm eklemler; iletilen bir yer reaksiyon kuvveti ile karşı karşıya kalır ve alt ekstremitedeki tüm kaslar kullanılır. (Örn: sguat, leg press ).

KKZ egzersizlerinin diz ekleminde oluşturduğu kompresyon sayesinde; femur ile karşılaştırıldığında tibia üzerinde etkili olan anterior-yönelimli intersegmental kuvvetleri azaltılmasını sağlayarak tibia'nın öne yer değiştirmesi azaltılır ve stabilizeye katkıda bulunur. Tibiofemoral basınç kuvvetleri hamstringlerin kontraksiyonunu artırır. Fonksiyonel aktiviteleri Açık kinetik halka egzersizleri (AKZ) egzersizlerinden daha yakından taklit eder (33, 65, 68, 69).

## ii. Açık Kinetik Zincir Egzersizleri

AKZ ayağın sağlam bir yüzeye temas etmediği, genel olarak 30-90 derece fleksiyon arasında yapılan egzersizlerdir. Sadece diz boyunca uzanan kasların egzersizi gerçekleştirilmesi, dirençli yüklerin tibia'ya binerek, doğrudan dize aktarılmasına sebep olur ( Örn: diz ekstansiyonu ve düz bacak kaldırma). Bu durum eklem kompresyonunda azalmaya, dolayısıyla tibia'nın öne translasyonuna neden olur.

ÖÇB'a binen yükün artması diz ekleminin bu açılarda yapılan hareketlerde, özellikle ağırlık çalışmalarında ÖÇB zorlanması ve yaralanması sık görülür (33, 65, 68, 69).

Her iki egzersiz tipi de, ÖÇB greftine aşırı gerilme riski ve aşırı patellofemoral eklem stresi riski en aza indirmek için modifiye edilebilir.

İlk 6 haftadaki açık zincir faaliyetlerini hafif yük, kısa ark kuadriseps egzersizleriyle sınırlanabilir. Hastanın fonksiyonel hedeflerine bağlı olarak hem AKZ hem de KKZ egzersizleri fonksiyonel faaliyetleri taklit etmek için uygun olabilir. Kuadriseps femoris kas fonksiyonundaki düzelmenin sağlanmasında rol alan terapistlerin optimal eğitim uyarılarını sağlamak için; AKZ egzersizlerini KKZ egzersizleriyle birleştirmeleri gerekebilir (68).

### 2.9.2.1.G. Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu

Nöromusküler elektrik stimülasyonu (NMES), ÖÇB rekonstrüksiyonunu takiben ağrıyı, efüzyonu ve diz travması ile inhibe edilebilen kasların gücünü düzeltmeye yardımcı olmak için klinik rehabilitasyonunda kullanılır.

Bazı araştırmacılar kuadriseps kaslarının yeniden eğitimi için kullanılan NMES'in; kas zayıflamasının önlenmesi ve kas atrofisini geciktirmeye yönelik olarak postoperatif 3. günde başlatır ve postoperatif 12. hafta boyunca bile NMES'i devam ettirir.

Nörolojik olarak indüklenen kas kapanma sürecini anlamak ve akılcı tedavi yaklaşımları geliştirmek için refleks inhibisyon mekanizmasının anlaşılması gerekir. Bu fenomen, artrojenik kas inhibisyonu olarak adlandırılır.

ÖÇB zedelenmesi veya operasyon sonrası oluşan diz eklemi efüzyonunun, kuadriseps kuvvetinin geri dönüşünü geciktirdiği ve atrofiye sebep olduğu bilinmektedir. NMES doğrudan gücü iyileştirmeyi ve atrofiyi en aza indirmeyi hedef alır. İnhibisyon sürecinde mekanik reseptör sisteminde; kas tepkisi inhibe edilmekte veya kolaylaştırılmaktadır. Mekanoreseptörlerde eklem basıncının inhibitörler olarak ekstansör mekanizmasının kapanmasına neden olduğu, ancak kas kaybı yüzdesindeki rolünün belirlenemediği görülmüştür. Aynı zamanda ağrı oluşmasına sebep olan Tip IV mekanoreseptörlerinin, kas aktivitesinde de rol aldığı belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında yüksek yoğunluklu elektrik stimülasyonunun, kuadriseps kuvvetini artmasını sağlayarak yürüyüşün düzelmesine ciddi katkılarda bulunduğunu gösteren çalışmalara katkıda bulunulmuştur.

Postoperatif dönemde ortopedik kas-iskelet sistemi yaralanması olan hastalarda nöromüsküler eğitiminin; fonksiyonel eklem stabilitesini artırdığı, vastus medialis obliques, vastus lateralis, biceps femoris ve semitendinosusun daha yüksek kas aktivasyonunu uyandırdığı ve tibia'nın anterior yer değiştirmesinde belirgin bir rahatlama sağladığıda görülmüştür. Son 15 yılda kas stimülasyonunun kullanımı daha geniş bir kabul görecer standart bir bakım olarak kabul edilmiştir (71).

#### **2.9.2.2. Operasyon Sonrası 4-6 Haftalar**

Bu evrede greft nekrozu sona ererken revaskülarizasyon süreci başlamaktadır. Tam olarak. 4 hafta sonra hala devam eden anormal yürüyüş desenine neden olabilen ağrı ve efüzyon varlığında kryoterapi uygulamasına devam edilir.

Yürüyüş eğitimi bu evrede, ayna karşısında ve her yöne theraband kullanılarak dirençli yapılmaya devam eder. Bu aşamada amaç, propriyosepsiyonun iyileştirilmesi, pasif diz ekstansiyonunun tamamlanması ve hamstring ve kuadriseps kaslarının gücünün kademeli olarak arttırılmasıdır.

İzometrik egzersizler, izotonik olarak ilerletilerek, dizde artan stres oluşumuna yavaş yavaş izin verilir. İzotonik ilerleyici dirençli egzersizler, KKZ egzersizleri, kararlı bir yüzeyden başlayarak, kararsız yüzeye ilerleyerek yapılabilir.

Kuadriseps güçlendirmesi, duvarda belirli açılarda başlar ve ko-kontraksiyondan ilerleyen dirençli bacak egzersizlerine doğru ilerletilir. Hamstringlere yapılan güçlendirme sayesinde, ön tibial translasyona birincil dinamik bir sınırlama sağlanabileceğini gösterilmiştir.

Nöromusküler egzersizler, yaralı dizdeki propriyoterapiyi statik olarak başlatmakta ve yavaş yavaş dinamik stabilite egzersizlerine doğru ilerlemektedir. Denge ve propriyoseptif egzersizler tolere edildiğinde tek taraflı ilerlemeler ile birlikte bilateral olarak ağırlık kaldırmayı içerebilir. ÖÇB yaralanmalarını takiben cerrahi tarafta propriyoseptif kontrol arttıkça, cone kullanılarak agonist-antagonist ko-kontraksiyon üzerinde çalışan ileri egzersizler istenir. Öne, arkaya, sağa, sola ve diyagonal yürüyüşlere başlanır (33, 63, 65, 66, 69).

### **2.9.2.3. Operasyon Sonrası 6-12 Haftalar**

Bu evrede genel bir endişe, 6 ila 8 hafta boyunca otogreftin yapısal olarak en zayıf noktasına ulaştığının kanıtlanmış olmasıdır. Kontrollü yüklemenin ligament ve tendon iyileşmesini güçlendireceği, fakat ÖÇB'a aşırı stres yüklemesi yapıyorsa greft uzamasına neden olarak anterior-posterior gevşeklilere yol açabileceği düşünülmektedir. İyi tasarlanmış bir rehabilitasyon programında en iyi yöntem, normal aktiviteye özgü işlevsel hareketlerin restorasyonunu sağlayan terapötik egzersizlerdir. Kendinden emin olma, korkmadan kaçınma ve gerçek işlevsel yeteneklerin ve endişelerin gerçekçi olarak değerlendirilmesi konularını içerir. Klinisyen açısından bakıldığında, fiziksel işlev, eğitim ve psikososyal hedefleri etkili bir şekilde ele almak için tasarlanmış olan müdahalelere odaklanmak önemlidir. Bunun nedeni, alt ekstremité güçlerini geri kazandırırken öz-yeterlik oranını arttırmaya çalışmaktır.

Nöromusküler kontrol aktivasyonunun, gövde ve core bölgelerinde spor hareketlerine etkili bir şekilde nasıl entegre edileceğini öğrenmek gerekmektedir (33, 66). Bu haftalarda uygulanacak olan egzersiz programı, hem alt ekstremité yaralanmalarını önleyici, hem de performansı artırıcı bir tarzda uygun seçim ve düzen ile uygulanabilir.

Terapötik egzersizlerin yanında, yüksek performans gerektiren fiziksel aktivitelere dönüş için psikososyal tedavi uygulamakta bir hayli önemlidir. Kendi yeterliliğin iyileştirilmesi yani korkmadan kaçınma (kinezyofobi). İyi öğrenilmiş, işlevsel olarak geçerli terapötik egzersizler, artan atlet uyumluluğu, spora daha güvenli dönüş için başarılı tedavi sonuçlar verir.

Rehabilitasyon planı boyunca, bireyin geri döneceği fiziksel, çevresel ve psikolojik alanlarda maruz kalacakları stres faktörlerini belirleyerek düzenli ve kademeli olarak bireylerin bu streslere maruz bırakılması gerekir. Bu durum yeniden yaralanma riskini en aza indirmeye ve performansı artırma açısından önemlidir (33, 68, 69).

Bu bilgiler ışığında, bu zamana kadar yapılan egzersizler tolere edildiklerinde, spora ya da yüksek aktivitelere tolerasyonu artırmak için spesifik egzersizlere geçilir. Trambolinde ayakta durma ve adım alma, ayakta dururken topa uzanma ve yakalama gibi hastanın konsantrasyonu, kendi spesifikasyonlarına özel egzersizler başlanır. Proprioepsiyon çalışmaları ve denge aktiviteleri daha ileri düzeye götürülerek stabil olmayan platformda perturbasyon eğitimi (proaktif) gözler açık kapalı şekilde yapılır. (33, 63, 65 ).

6. haftada normal yürüyüş paterni, tam eklem hareket açıklığı, fonksiyonel aktivite için yeterli güç ve proprioepsiyon kazanıldıktan sonra greftin de stabilitesine güveniliyorsa, kasların hızla eksantrik yüklenmesinden sonra eş merkezli kasılmanın üretilmesi sonucu ortaya çıkan plyometrik çalışmalara geçilir.

Plyometrik egzersizler, maksimuma izin vermek için kasları germe ve kısalma çevrimini kullanır. Yere iniş esnasında ağırlık merkezi, denge ve postürel kontrol sağlanabilmesi için gövde ve core stabilizasyonu gerektiren egzersizler, ilk önce düz zeminde başlar ve daha sonra diz fleksiyonundaki aktiviteler, greft dokusunu aşırı yükleyebilen aşırı ön tibial makas yüklerine maruz kalmayı sınırlandırabileceğinden, koruyucu bir etkiye sahip olabilen artmış derecelerde diz fleksiyonunda dengeleme tekniklerini yerine getirerek stabil olmayan zemine doğru ilerletilebilir (66, 72).

8. hafta sonunda kişide ağrısız ve tama yakın eklem hareket açıklığı sağlanmışsa sağlanmışsa önce jogg tarzında düz koşulara başlanır. Yavaş hızda başlayan koşular ilerleyici çeviklik çalışmalarına dönüşür. (8 çizerek koşu, Mekik koşu, Lateral kayma, Carioca cross-over gibi) Koşu bandında dereceler artırılarak düz koşu ilerletilir.

Aerobik kondisyon için bisiklet ve üst ekstremitte çalışmalarına devam edilirken, havuzda yürüme, koşma ve ağırlık çalışmalarında eklenebilir. Devam eden haftalarda egzersizler tolere edildikçe spora özel egzersizler yoğunluğu ve tekrar sayısı artırılır.

Güç, çeviklik ve proprioepsiyon egzersizleri stabil olmayan yüzeylerde tek ayak üzerinde ilerletilerek kontrollü bir şekilde devam eder. Bu süreçte program bireyin yaptığı aktivitelere göre şekillenmelidir (33, 63, 65, 66, 69).

#### **2.9.2.4. Operasyon Sonrası 3-6 Aylar (Spora Dönüş)**

Spora dönüş kavramı ÖÇB rekonstrüksiyonu olmuş bir hastanın sedanter ise yüksek seviyeli aktivitelere, sporcu ise profesyonel spor yapmaya ne zaman başlayabileceğidir. Bu zamana kadar olan süreçte egzersizlerde tolerasyon sağlanması ve engelleyici unsurların bulunmaması 4-6 ay sonra spora dönüşü mümkün kılmaktadır (66, 68). Fakat son biyomekanik veriler yüksek aktivitelere dönüşün güvenli bir şekilde sağlanması ve ikinci bir ÖÇB travmasının önlenmesi açısından, zamandan daha önemli olan unsurlar olarak, öncelikle sürdürülebilir postüral kontrolün ve nöromusküler adaptasyonların sağlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Spora erken dönmek greft başarısızlığına neden olur (32, 33).

##### **2.9.2.4.A. Postüral Kontrol**

Postüral kontrolün basitçe tanımı; insan vücudundaki yapıların çoklu segmentlerinin kinematik zincir yapılanmasıdır. Bu düzgün yapılanma; pasif yapıların, ligamentlerin ve belirli bir tonusa sahip inaktif kasların sayesinde olmaktadır. Doğru postür, daha az efor sarfedilerek ayakta durma ve diğer tüm aktiviteleri gerçekleştirebilme özgürlüğü tanır. Refleksler, postüral konfigürasyonu ayarlamak ve büyük orandaki kütle merkezi kontrolünden sorumludur (70). Postüral kontrol mekanizması eş zamanlı algısal yürütmeyi, seçim ve motor proseslerini içerir (73).

##### **i. Algısal Yürütme**

Göz, kulak, deri, kas, eklemlerde bulunan proprioseptif hücreler sayesinde alınan duyular frontal kortekse gönderilir. Bu durum kas içiğinin kasılma ve gevşeme prensiplerinin koordineli bir şekilde olması ile sağlanır. Bu sayede kas tonusu, kaslar arası koordinasyon, kasların kasılma şekli gibi motor özellikler ile vücudun oturma, ayakta durma veya basit yürüme aktivitelerindeki temel postürleri kontrol edilmektedir.

##### **ii. Seçim**

İhtiyaca göre statik ve dinamik durumlarda gereken postüral kontrol ve motor aktivasyonu için gereken hareket alternatiflerinden 2 ila 4 tanesinin seçilmesi bazal ganglion ve serebellum tarafından 1 sn'den az sürede yapılmaktadır (73).

### **iii. Motor Kontrol**

Kas iğciğinin kasılma ve gevşeme prensiplerinin koordineli bir şekilde yürütülmesi motor kontrol tatarfindan sağlanmaktadır. Kas kasılması anında alfa motor nöronlar uyarılırken aynı anda gamma motor nöronlar da uyarılmaktadır. Bu durum alfa ve gamma motor nöronları arasında koaktivasyon olarak adlandırılmaktadır. Bu etki ektrafusul kas lifleri ile kas iğciği intrafusul liflerinin birlikte kasılmasını sağlamakta, kas iğciğinin, kasın kasılmasıyla uyumlu bir şekilde kasılma hızını ve şiddetini kontrol etmesini mümkün kılmaktadır. Ani uyana karşı eklem dengesinin korunmasında intrensik stiffness önemli olmakla birlikte, ekstrensik stiffness propriyoseptif duyu nedeniyle önem kazanmaktadır (74).

#### **2.9.2.4.B. Nöromüsküler Adaptasyonlar**

Yüksek seviyeli aktivitelere dönüşün sağlanması için ancak kasın yeterli güce ve kuvvete sahip olması ve bunları uzun süreli olarak muhafaza edebilmesini sağlayacak performans geliştirilmesi gerekmektedir. Bu ancak kassal, kardiyovasküler, kapiller ve nöral adaptasyonlar gerçekleştiğinde olabilmektedir (75).

##### **i. Kassal adaptasyon**

Egzersiz yoğunluğu, frekans ve sıklığı nöromüsküler olarak birtakım adaptasyonlara sebep olmaktadır. Bu adaptasyonlar eğitim sırasında verilecek olan egzersiz çeşidi ve kasılmanın hızı ile doğrudan ilişkilidir.

İskelet sistemi kasları benzer yapıya ve mikroskobik özelliklere sahip olmasına rağmen, liflerin metabolik ve fonksiyonel özellikleri homojen değildir. Kas yapısında yavaş kasılan (slow-twitch) tip 1 ve hızlı kasılan (fast-switch) tip 2a ve 2b olarak adlandırılan fibrilleri bulunur.

Tip 1 fibrilleri oksidatif enzimlerden zengindir. Düşük düzeyde glikolitik enzimler içeren bu liflerin kapiller yoğunluğu ve mitokondrilerin bolluğu sayesinde aerobik metabolizma ile daha düşük seviyelerdeki uzun süreli zayıf kasılmalardan sorumludurlar. Daha çok postüral kaslarda bulunurlar.

Hızlı kasılan tip 2a kas glikolitik enzimlerden zengin, oksidatif enzimlerden fakirdir. Mitokondri ve kapiller yoğunluğu az olması sebebiyle, aneorobik metabolizmaya sahip olup, kısa süreli daha yüksek hızda ve seviyelerdeki dirençli çalışmalardan etkilenir. Triceps brachii gibi kolda bulunan kaslarda bulunur.



Tip 2b kas fibrilleri hemen hemen eşit düzeyde oksidatif ve glikolitik enzimler içerir. Aneorobik ve aerobik metabolizmaya sahip olup sinir sistemi tarafından uyarılmayan sessiz hücrelerdir. Bu nedenle hafif şiddette yapılan aktivitelerde kullanılmazlar. Ani ve patlayıcı güç gerektiren hareketler sırasında aktive olurlar (75, 76).

Endurans eğitimi ile çok tekrarlı ve düşük yüklerde yapılan kontraksiyonlar kas fibrillerinde spesifik değişikliklere sebep olarak aerobik metabolizma direncinin artmasını sağlarken, kuvvetlendirme çalışmaları az tekrarlı ve yüksek güçte yapılan kontraksiyonlar sayesinde, myofibriller protein sentezini artırarak kas gücünün ve kuvvetinin artmasına sebep olur (75). Endurans eğitiminin ve yüksek dirençteki kuvvetlendirme çalışmalarının spora özel spesifik egzersizlerden oluşması gerekmektedir. Örn. koşma enduransını artırmak daha hızlı koşmayı sağlarken yüzmeye ve bisiklet üzerindeki etkisi o kadar fazla olmayacaktır. Genel olarak kardiyovasküler adaptasyonun artmasını sağlayacaktır. Tekrarlı mekanik yüklenmelerin yapılması ve ilerleyici dirençli çalışmalar trigger noktalarına sinyal göndererek yeni protein sentezinin oluşumuna ve artmasına neden olur. Bu hücreler basal lamina ve sarkolemma arasında yer alarak iskelet kaslarındaki kas fibrillerinin genişlemesine ve boyutsal olarak artışına neden olur. Bu sayede maksimal kasılma yapılabilmekte dolayısıyla kaslarda güç ve kuvvet artışı sağlanabilmektedir. Fakat bu durum kaslarda hemen hipertrofi oluşumuna sebep olmaz. Ancak güçlendirme çalışmalarına başladıktan sonraki 8 ila 20 hafta arasında merkezi sinir sistemi adaptasyonu sağlandıktan sonra hipertrofi gerçekleşir (75, 77).

## **ii. Nöral adaptasyon**

Yapılan çalışmalar 14 hafta sonunda nöral adaptasyonun sağlanması ile alfa motor nöron iletim hızında artış olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar beyindeki motor kontrolün artışına ve kasın daha fazla güçlenmesine sebep olur. Güçlenen kas kitlesel olarak büyüyerek hipertrofi oluşmasını sağlar. Uzun süreli dirençli egzersizleri kapsayan endurans eğitimleri esnasında hipertrofiye uğrayan kas daha fazla ATP sentezine ihtiyaç duyacağından kardiyovasküler sistem adaptasyonun önemli bir parçası olan iskelet kaslarının lokal adaptasyonu için oksidatif kapasitesinin ve metabolik aktivitelerinin artması gerekmektedir. Bunun için mitokondrial ve kardiyovasküler adaptasyonunun sağlanması gerekmektedir (75, 77).

### **iii. Mitokondriyal Adaptasyon**

Egzersiz yoğunluğu ve frekansı artıkça daha fazla enerji ihtiyacına paralel olarak kandaki laktat oranında artmaktadır. Bu yüzden daha yüksek bir aerobik kapasiteye ulaşabilmek için hücrelerin güç kaynağı olan mitokondri sayısında artış meydana gelir. Mitokondri sayısının ve büyüklüğünün artmasıyla kanda daha az laktat birikimi olur. Böylece uzun süreli egzersiz yapma kapasitesi artar (75).

### **iv. Kardiyovasküler Adaptasyon (Angiogenesis)**

8 hafta sonunda tip 1 ve tip 2 fibril sayısının artışı ile beraber %20 oranında yeni kapiller oluşumunun gerçekleştiği bilinmektedir. Bu oluşumda endotel hücrelerin bölünmesi üzerinde güçlü etkileri olan vasküler endotel büyüme faktörü proteinin artışı çok önemli yer kaplar. Kan akışının artması ve hızlanması ile beraber total kardiyak output ve stroke volüme artışı ile sol ventriküler hipertrofi görülür.

Bu sonuçlar kardiyovasküler adaptasyonun sağlanmasına ve bu sayede egzersiz sırasında dokular arasındaki difüzyonun artmasına sebep olur. Kas fibrillerinin beslenmesinde ve oluşan atık maddelerin atılımı daha hızlı bir şekilde gerçekleşir (75, 78).

Bu bilgiler ışığında daha yüksek aktivitelere dönüş kararı için dizin biyomekanik ve kinematik özelliklerinin kazanıldığından, postüral kontrol ve nöromusküler adaptasyonların sağlandığından emin olunmalıdır (63, 65-68). Aksi halde istenmeyen tehlikeli durumlarla ve greftin yırtılması ile karşılaşılabilir. ÖÇB greft rüptürleri; özellikle rekonstrüksiyonu sonrası ilk yılda, profesyonel ve üst düzey rekreasyonel sporcularda, %50 oranında görülmektedir.

Bu sporculara yaralanma öncesi seviye dönme süresi olarak 4-6 ay verilmiştir. Özellikle temas gerektiren yüksek riskli sporlarda 6 ay olarak belirlenmiştir. Bu sebeple spora erken dönmeleri konusunda baskı altında kalmaktadırlar. Fakat güvenli bir şekilde spora geri dönüşün sağlanması için zamandan çok, bazı kriterlerin sağlanmış olması gerekmektedir. Bu kriterlerin sağlandığından emin olmak için; subjektif, objektif ve fonksiyonel testler yapılmakta ve sağlıklı kişilerin normatif verileri veya sağlam tarafla kıyaslanmaktadır. Operasyon sonrası bireylerin güvenli bir şekilde yüksek aktiviteye hazır olduklarından emin olmak için rutin bir şekilde kullanılmaktadır (63, 65-68, 79).

### 2.9.2.5. Spora Dönüş Kriterleri ve Testleri

i. ÖÇB rekonstrüksiyonu olmuş bireylerde spora güvenli dönüş yapılabilmesinde greftin gücünün ve olgunlaşmasının önemi büyüktür. Yeniden şekillenen greft, doğal ÖÇB özelliklerini taşıyabilmeli ve dizin stabilitesini sağlamalıdır. Bu sebeple instabilite olup olmadığının tespiti için klinik ortamda gevşeklik testleri yapılmalıdır (Lachman, Pivot shift). Test sonuçlarının negatif olması gevşeklik ve instabilitenin olmadığını göstergesidir (17, 65, 68, 83, 79).

ii. Diz fleksiyon ve ekstansiyonunun, ağrısız ve tama yakın bir hareket açıklığının sağlanmış olduğunun tespiti için mutlaka sağlam tarafla karşılaştırılarak ölçüm yapılmalıdır.

iii. Yaralanma ve cerrahi sonrasında gelişen atrofünün devam edip etmediğini görmek için mezura ya da bant kullanılarak yapılan uyluk çevre ölçümü yapılır. Kas yapısı diğer tarafla aynı ya da %90'ından az olmamalıdır (68, 69, 79).

iv. Literatürde, ÖÇB yetmezliğinin hem yaralı hem de yaralanmamış ekstremitelerde kuadriseps ve hamstring kaslarında belirgin bir bozucu etki meydana getirdiği gösterilmiştir. Kuadriseps kas kuvvet ve gücünün karşı bacağın  $\geq$  %85 i, hamstring kas gücünün karşı bacağın  $\geq$  %100'ü olması ve Hamstring/Kuadriseps oranının %50-70 arasında olması gerekmektedir. Kuvvet testinde 60 derece / saniyede ( $^{\circ}$ /sn) ölçüm yapan izokinetik dinamometre kullanılır (62, 65, 66, 68, 69, 79, 80).

v. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası, sporcunun yada yüksek düzeyli aktivitelerde bulunmak isteyen kişilerin, yaralanma öncesindeki faaliyetlerine dönüş kararının verilmesinde fonksiyonel performans testlerinden yararlanılması son derece önemlidir. Kendi yaş ve cinsiyetine uygun ya da sağlam tarafla kıyaslama yapılması, nöromusküler ve postürel açıların belirlenmesini, kısıtlılıkların saptanmasını ve fonksiyonel kapasitenin yeterliliğini açıkça ortaya koyar. Bu amaçla kuvvet, esneklik, güç, çeviklik, dayanıklılık, sürat, reaksiyon zamanı, statik ve dinamik stabilite testlerinin yanısıra, sporcunun sportif becerileri sırasında karşı karşıya kaldığı kuvvetlerin, kontrollü çevresel şartlar altında yeniden canlandırılması için yaptığı spora özgü testler uygulanmalı ve bu testler sırasında gereken gücü ve dayanıklılığı göstermelidir (33, 63, 65, 79, 80).

Cerrahi olan tarafta kas enduransının ve kardiyovasküler enduransın kazanılmış olması gerekmektedir. Mutlaka eski hız ve çeviklik sağlanmalıdır. Her spora özgü farklı testler uygulansa da, genel olarak yapılan birkaç test vardır. Bu testler zamana karşı yapılmakta ve mümkün olan en kısa sürede tamamlanması beklenmektedir. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası sporcunun fonksiyonel düzeyini değerlendirmekte kullanılan fonksiyonel performans testleri genel sportif aktiviteler sırasında dinamik stabiliteyi değerlendirmek için diz üzerine etkiyen riskli pozisyonların simülasyonunu amaçlar. Testler fonksiyonel stabiliteye sahip bir dizin yapabileceği ani duruş, ani hızlanma, tek ayak ve çift ayak sıçrama ve inme, ani dönüş gibi aktiviteleri içermelidir. Bu testler;

- **Corioca testi (sn);** Bu test sporcunun çapraz adımlarla yana hareket etmesiyle gerçekleştirilir. Test 12metre' lik iki uzaklıktan oluşur. Sporcu soldan sağa doğru koşar ve ilk 12 metre bitince ters yöne hareket başlar. 24 metre mümkün olan en kısa sürede tamamlanır.

- **Dikey ve yatay sıçrama (cm);** Dikey ve yatay sıçrama test sonuçları eğer cerrahi olan taraf dominant ise karşı tarafın % 90'ı, non-dominant ise %80 'ine yakın olmalıdır. Bu yüzdeler ekstremiter simetri endeksine göre hesaplanmaktadır (Etkilenen taraf /Sağlam taraf × 100) ve çıkan sonuçlar eğer  $\geq 10$  'un altındaysa normal kabul edilir. "Tek ayak üzerinde yol kat etme ", zamana karşı ve "üç adım atlama", sporcunun etkilenen ayak üzerine düşme kuvveti ve isteğini değerlendirebilen yararlı testlerdir (79, 80). Mesafe ölçümüne ek olarak, atlamanın kalitesi performansın bir parçası olarak değerlendirilir (33, 66, 67).

- **Shuttle-run (mekik) testi;** Bu test sporcunun koştuğu 4 adet 6 metreden oluşur, sporcu 6 metre koşar, ayağıyla zemindeki bir noktaya dokunur ve ters yöne gider, başlangıç noktasına değerek işlemi tekrarlar. Tüm test 24 metredir ve 3 kez yön değiştirilir.

**vi.** Proprioepsiyon ve postüral kontrolün sağlandığından emin olmak için statik ve dinamik denge testleri yapılır. Statik ve dinamik denge için sabit olmayan bir platformda, denge tahtası ya da trampolin üzerinde gözü açık ve kapalı olarak bilateral ve tek taraflı ölçümler yapılır (65).

**vii.** Testler sırasında ve egzersizler yapılırken limitasyon ve ağrı olmadığına, değerlendirmeler sonrasında efüzyon gelişmediğine emin olunmalıdır.

Bu öneri diz kırırdağı ve subkondral kemiğın ilk ÖÇB travması sırasında zarar gördüğüne ve gelecekte eklem artrozu gelişimini azaltmak için ek süreye ihtiyaç duyabileceğine dair kanıtlara dayanmaktadır (68).

**viii.** Bunun yanı sıra diz eklemını yapısal ve işlevsel olarak iyi olsa da, bireyin ya da sporcunun ameliyatından sonra sporlarına geri dönüşü birçok faktörden etkilenmektedir. Sporcunun belirli bir sporun kendi yaşamındaki rolü, motivasyonu, yeniden yaralanma korkusu mutlaka subjektif olarak değerlendirmelidir (63, 69, 79).

Bu testlerden alınan sonuçlar neticesinde, aktivitelerin yaralanma öncesine dönüşünün sağlanması için gereken fonksiyonel performansın sağlanıldığı konusunda doktor, fizyoterapist ve antrenöründe hem fikir olmasıyla spora dönüş kararı verilir (33, 80).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

2011-2016 yılları arasında Yeditepe Üniversitesi Hastanesinde deneyimli ortopedi cerrahları tarafından hamstring tendon otogrefti ile, Transportal veya Transtibial cerrahi teknik kullanılarak, 5 farklı cerrah tarafından, ÖÇB tamiri yapılmış yaklaşık 220 hasta dosyası incelendi. Çalışmamız retrospektif olarak planlandı. Hastalar yaş, cinsiyet ve cerrahi teknik gruplarına ayrıldı. Bu hastalar içerisinde de yalnızca ÖÇB yaralanması olan 18 ile 45 yaş arasındaki kadın ve erkek hastalar seçildi. 50 erkek 20 kadın toplam 70 hastanın dahil edilme kriterlerine uygun olduğu görüldü. Olguların çalışmaya dahil edilme ve edilmeme kriterleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1. Olguların Çalışmaya Dahil Edilme ve Edilmeme Kriterleri**

<b>▲ Çalışmaya dahil edilme kriterleri</b>	<b>▼ Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▲ 18-45 yaş arasında olmak</li><li>▲ Hamstring tendon otogrefti kullanılarak ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış olması</li><li>▲ Tek taraflı ÖÇB yaralanmasının olması</li><li>▲ ÖÇB’de tam yırtığa eşlik eden birincil meniskal yırtıkların olması ve tamire ihtiyaç duyulmaması</li><li>▲ ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası 6 ayını tamamlamış hastalar</li><li>▲ Revizyon cerrahisi olmamış hastalar</li><li>▲ ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon görmüş hastalar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▼ Revizyon cerrahisinin olması</li><li>▼ Sistemik ve nörolojik problemin olması</li><li>▼ ÖÇB’ye ek olarak Lateral ve medial menisküs yırtığı tamiri yapılmış olanlar</li><li>▼ ÖÇB’ye ek olarak AÇB yırtığının bulunması</li><li>▼ Lateral ve medial kollateral bağlarda üçüncü derece yırtık ve belirgin eklem kıkırdak lezyonunun olması</li><li>▼ Bilateral ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış hastalar</li></ul>

Yeditepe Üniversitesi Etik kurulu tarafından onay alındıktan sonra, 70 hastaya telefon edilerek çalışmanın amacı ve prosedürleri ile ilgili sözlü olarak bilgilendirildi. Ardından, aynı dizden ikincil bir sakatlık ya da cerrahi olup olmadıkları sorgulandı. Randomize olarak toplam 40 olgu çalışma için gönüllü oldu. Bu hastaların 20 tanesine Transportal 20 tanesine de Transtibial cerrahi tekniği uygulanmıştı. Gönüllü katılımcılardan yazılı onam alındıktan sonra testler uygulanmaya başlandı (EK 1).

### **3.1. Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler**

#### **3.1.1. Sosyo-demografik değerlendirme**

Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik özellikleri (yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, vücut kütle indeksi, dominant ve etkilenen ekstremiteler, yaralanma ve ameliyat tarihleri, yaralandıkları spor dalı, eğitim durumu, kronik rahatsızlıkları olup olmadığı, aynı dizden ikinci bir cerrahi olup olmadığı, sigara ve alkol kullanımı, yaralanmanın oluş şekli, cerrahi sonrası dizlik kullanımı ve rehabilitasyon süreleri sorgulandı (EK 2).

#### **3.1.2. Fiziksel Değerlendirme**

##### **3.1.2.1. Kas Gücü Ölçümü**

Hastaların fleksiyon ve ekstansiyon kas gücü ölçümü için el dinamometresi (myometri) kullanıldı ve bilateral karşılaştırma yapıldı (81). Ölçüm 3 kez tekrarlandı ve ortalaması cihaz tarafından alınan değer olarak kaydedildi. Diz ekstansör ve fleksör kas gücü ölçümü yapılırken, olgular dik oturur pozisyonda, diz altına havlu konularak ve eller omuzlarda çaprazlanarak sabitlendi. Testin yapılışı hakkında detaylı bilgi verildikten ve birkez deneme yapıldıktan sonra testler uygulanmaya başlandı.

Ekstansör kas gücü ölçümü yapılırken, myometri cihazı ayak bileğindeki malleollerin hemen üzerinden sabitlendi ve diz ekstansiyonu yapılırken 5 sn boyunca direnç uygulandı. Test 5 sn dinlenme periyotları ile beraber 3 kez tekrarlandı. Diz fleksör kas gücü ölçümü için hastanın dizi 45° ekstansiyon pozisyonuna alındı ve Myometri cihazı aşil tendonunun biraz üzerinden olacak şekilde sabitlenerek, olgulardan dizlerini 90° fleksiyon pozisyonuna getirilmeleri istendi. Hareket sırasında 5 sn direnç uygulandı. Test 5 sn dinlenme periyotları ile beraber 3 kez tekrarlandı (Resim 1).



**Resim 1.** Myometri Kullanılarak Yapılan  
Diz Ekstansör Kas Gücü Ölçümü

### 3.1.2.2. ÖÇB Laksitesini Değerlendirme Testleri

ÖÇB yaralanmaları sonrası instabilite ile sıklıkla karşılaşılmakta ve operasyon sonrasında instabilitenin olmaması beklenmektedir. Bu düşünceden yola çıkılarak, dizdeki gevşekliğin yani ÖÇB stabilitesinin değerlendirilmesinde ortopedi hekimi ile beraber lachman testi, ön çekmece testi ve pivot shift (kayma) testi olguların her iki dizine de uygulandı (17, 82). Sağlam bacakla karşılaştırılarak, laksite varlığında ‘pozitif’ (+), olmadığında ‘negatif’ (-) olarak, test sonrasında not edildi. Bu testlerin yapılışına dair bilgilere aşağıda değinilmektedir.

**i. Lachman Testi;** Anterior tibial deplasman için en duyarlı test olarak kabul görmüştür (% 95 duyarlılık). Karşit diz ile ilişkili olarak artan öne doğru hareket ve kesin bir son noktanın olmaması, ÖÇB yaralanması olduğunun göstergesidir (17). Test sırasında, olguların sırtüstü yatış pozisyonunda test edilecek dizi 20–30° fleksiyona getirilirdi. Bir elle femuru sabitlerken diğer elle tibia'nın öne doğru çekilmesi sağlandı. Tibia'nın öne yer değiştirme miktarı ve son noktada duyulan hisse göre karar verildi.



ÖÇB sağlam dizde 3 mm kadar anterior translasyon olabileceği fakat son noktada belirgin ve sert bir hisle karşılaşılmasını normal kabul ederek test sonucunu negatif, artmış translasyon ve yumuşak bir son nokta hissi olması halinde test pozitif, dolayısıyla ÖÇB laksitesi olduğunun göstergesi olarak alındı (17, 83, 84) (Resim 2).



**Resim 2.** Lachman Testi

ii. **Ön Çekmece Testi;** Test sırasında, sırtüstü yatış pozisyonunda, olguların test edilecek bacak tarafındaki dizi 90°, kalça eklemi 45° fleksiyona getirilerek ayak tabanının yatak ile teması sağlanmasının ardından sabitlenerek iki elle bacağın arkasından kavrandı. Test yapılan kişiye bacak kaslarını serbest bırakması söylendikten sonra, hamstring kaslarının gevşek olduğu hissedildiği anda tibia kemiği öne doğru çekilerek, öne doğru olan yer değiştirmesi hissedilmeye çalışıldı (Resim 3). Önce kontralateral bacak tarafında yapılan test, cerrahi olan bacakta tekrarlandı. Tibia'nın öne doğru yer değiştirmesi normal bir dizde 3-6 mm kadar olması normal kabul edilerek test sonucu negatif, 6 mm'den fazla ise pozitif olarak kabul edildi (17).



**Resim 3.** Ön Çekmece Testi

**iii. Pivot Shift Testi;** ÖÇB yırtığına eşlik eden rotasyonel instabiliteyi değerlendirmek için kullanılan, lateral tibial platonun ekstansiyonda öne sublukse olmasını ve fleksiyonda redükte olmasını temel alan bu test (17, 83) sırasında, sırt üstü yatar pozisyona alınan olguların, test edilen taraf kalça 30° abduksiyon ve fleksiyona, diz ise tam ekstansiyona alındıktan sonra, bir el fibula başına kondu. Diğer elle bacağı iç rotasyon ve abduksiyon uygulandığı sırada, fibula boynu bölgesindeki elle bacağın yan tarafına valgus stresi uygulandı (Resim 4). Valgus ve internal rotasyon korunurken diz hafif bir şekilde fleksiyona getirilirken 20°-40° civarında, lateral tibial platonun, femur kondilleri altında hissedilen bir atlama ile öne doğru sublukse olması durumunda test pozitif (+), aksi durumda negatif (-) olarak kaydedildi.



**Resim 4.** Pivot Shift Test

### **3.1.2.3. Çevre Ölçümü**

Gastrocnemius, hamstring ve kuadriseps kaslarındaki atrofinin devam edip etmediğini belirlemek amaçlı (80) bacak ve diz çevre ölçümleri mezura kullanılarak, hasta sırtüstü pozisyonda yatarken bacak serbest halde bırakılmış şekilde yapıldı. Diz altı ölçümü patella ortasının 15 cm altından ya da gastrocnemius kasının en şişkin yerinden, diz üstü patella ortasının 5 ve 15 cm üzerinden olacak şekilde çevre ölçümleri yapıldı. 3 kez tekrar edilen test sonuçları ortalama değer olarak kaydedildi (83).

### **3.1.3. Fonksiyonel Değerlendirme**

#### **3.1.3.1. Tegner Aktivite Skoru**

Olguların aktivite seviyelerinin değerlendirmesinde, 11 adet aktivite seviyesi bulunan ve maksimum skor 10 puan olan Tegner Aktivite Skoru kullanıldı (83, 84). Yüksek skorlar hastanın diz stabilitesini daha fazla zorlayan spor aktivitelerinde bulunduğu, düşük skorlar ise daha çok boş zaman aktivitesi ve hafif egzersiz yapıldığının ifadesi olarak alındı (EK 3).

#### **3.1.3.2. Lyshom ve Cincinnati Skoru**

Olguların fonksiyonel olarak ve subjektif semptomlarının değerlendirilmesinde farklı şekilde puanlanmış sekiz alt başlıktan oluşan Lysholm Skoru ( Topallama ve kullanılan destek 5 puan, Kilitlenme 15 puan, İnstabilite ve Ağrı 25 puan, Şişlik 10 puan, Merdiven çıkma 10 puan ve Çömelme 5 puan) toplam ve en iyi puan olan 100 üzerinden, diğer bir skala olan Cincinnati skorlamasında (Yürüyüş, Merdiven çıkmak, Diz çökmek, Tek ayak üzerinde zıplamak ve Dizini zorlu kıvrabilme ) maksimum puan 30 üzerinden değerlendirildi (EK 4) (83, 84). Yüksek puanlar hastanın semptomları ve fonksiyonelliği ile günlük yaşam aktivitesi arasındaki ilişkinin iyi olduğunun göstergesi olarak alındı (79, 83). Aşağıdaki tabloda ayrıntılı olarak bu skordardan elde edilen puanların karşılığı bulunmaktadır. (Tablo 2).

**Tablo 2. Lyshom ve Cincinnati Diz Skorları Puanlaması (83)**

Lyshom Diz Skoru		Cincinnati Diz Skoru	
95-100	Mükemmel	26-30	Mükemmel
94-84	İyi	21-25	İyi
64-83	Orta	16-20	Orta
≥ 64	Kötü	≥ 15	Kötü

#### **3.1.4. Ağrı Değerlendirilmesi**

Hastaların diz ağrı şiddetini değerlendirmek için Visuel Analog Skala (VAS) kullanıldı (82-84). 0 ile 10 arasındaki bu ölçekte ki tüm değerlerin sözel karşılıklarında ayrıntılı olarak yanlarına yazılarak, olgulardan muhtemel ağrılarının genel bir değerlendirmesini yaparak seçim yapmaları istendi. '0' değeri hiç ağrı olmadığını, '10' değeri dayanılmaz ağrı olduğunun göstergesiydi (EK 5).

#### **3.1.5. Performans Değerlendirilmesi**

Olguların bacaklarına yönelik patlayıcı kuvvetin santimetre (cm) cinsinden ne kadar olduğunu saptamak ve performanslarının değerlendirilmesi için dikey ve yatay sıçrama testi bilateral olarak uygulandı (79, 85). Test pozisyonu ve nasıl yapılacağı olgulara öğretildikten sonra bir kez deneme hakkı verilerek, önce kontralateral taraf ile teste başlandı. Her iki sıçrama testinde de koopere olamayan hastalarda testler iki kez tekrarlandı ve en iyi değerler alındı.

##### **3.1.5.A. Dikey Sıçrama Testi**

Olgulardan dominant eli duvarda, hafif yan duruş pozisyonunda ve duvara en yakın olacak şekilde pozisyon alması istendi. Referans noktası için, hastanın elinin uzanabildiği yere kalemle işaret konuldu. Karşı taraf diz fleksiyona alınarak, test edilecek olan tarafta tek ayak üzerinde dikey bir şekilde, mümkün olduğu kadar yükseğe sıçrayıp ellerindeki kalemle duvarı işaretlemeleri istendi.

Hastaların her iki ayağı üzerine inmelerine izin verildi. Sıçrayarak kalemle çizilen mesafe ile referans noktası arasındaki mesafe metal mezura ile ölçülerek cm cinsinden kaydedildi.



**Resim 5. Dikey Sıçrama Testi**

### **3.1.5.B. Yatay Sıçrama Testi**

Önce kontralateral tarafta, test edilecek bacak üzerinde tek ayak üstünde belirlenen başlangıç noktasında pozisyon alan olgulardan öne doğru sıçrayarak, gidebilecekleri maksimum uzaklığa atlamaları istendi. Aynı bacakla yere indikleri mesafe ile başlangıç noktasından itibaren yere sabitlenen metal mezura üzerindeki mesafe cm cinsinden ölçülerek kaydedildi.



**Resim 6. Yatay Sıçrama Testi**

### **3.1.6. Propriosepsiyon Değerlendirilmesi**

#### **3.1.6.1. Pozisyon Duyusunun (kineztezi) Ölçümü**

Eklem pozisyon duygusu değerlendirilirken; önceden belirlenen ve graviteye karşı yapılan hareketin, hedef açısının pasif olarak gösterilmesinin ardından, amaçlanan hedef açıya ne kadar yaklaşıldığının ve geçildiğinin saptanması yani açısal uyum/hata test edildi. Hedef açı ile ulaşılan açı arasındaki fark gerçek hata skoru (real error score) olarak kabul edildi. Eğer hata skoru pozitif ise bu hedef açının geçildiği, negatif ise ulaşılan açının hedef açıdan daha küçük olduğu anlamına gelmektedir. Ancak mutlak değer daha çok kullanıldığından açılar arasındaki fark değerleri bu şekilde kaydedildi (70, 86). Manuel olarak yapılan bu testte pivot noktanın hareket anında değişmesi testin sonucunun geçerliliğini azaltacağından mekanik gonyometre yerine, elektronik gonyometre tercih edildi. Eklem hareket duygusu (propriosepsiyon) ölçümü yapılırken, 90° diz fleksiyonu ile eller çaprazlanarak her iki omuzda olacak şekilde oturtulan olguların, çift eklem kat eden kaslarının (Rectus femoris, sartoryus, adduktor magnus, grasillis, tensor fasya lata kasları, hamstringler) gevşeyebilmesi için diz altına havlu konuldu. Diz üstünden ve kalçadan desteklenen olguların, oturma yerinin kenarı popliteal bölgeye temas ederek proprioseptörleri uyarmaması için 4-5 cm geride sonlandırıldı.

Günlük yaşam aktiviteleri, yürüme, koşma, mesleki ve sportif aktiviteler boyunca üst ve alt ekstremit eklemlerinin postüral pozisyonları ile ilgili olan, ekstansiyon ve fleksiyon 15°, 30° ve 60° de seçilen açılarda, baseline marka dijital gonyometre kullanılarak gözler açık ve kapalı ayrı ayrı bilateral olarak değerlendirildi. Yavaş adapte olan reseptörler test edilirlerken, hızlı adapte olan ve harekete karşı hassas olan reseptörlerin (kas içiği ve passini korpüskülleri) elimine edilmesi için pasif hareket çok yavaş (0.5 - 2°/sn) bir şekilde yapıldı (70).

Değerlendirme yapılmadan önce hastaya test hakkında bilgi verildi. Gonyometre referans noktalarında konuldu ve diz 90° fleksiyon pozisyonundan 15° ekstansiyon pozisyonuna getirilerek 5sn beklendi. Yapılan testlerin çokluğu ve zaman kısıtlaması sebebiyle, tekrar ve test sayısı 3 yerine 2 kez yapıldı. Daha sonra hastadan bu açığı bulması ve orda beklemesi istendi. Aynı şekilde 30° ve 60° açılarda test tekrarlandı. Fleksiyon açılarında propriosepsiyon değerlendirilirken; diz tam ekstansiyon pozisyonundan 15° fleksiyon pozisyonuna getirilerek 5 sn beklendi ve 2 kere tekrar edildi. Daha sonra hastadan bu açığı bulması ve orda 5 sn beklemesi istendi. 2 kez tekrarlandı. Aynı şekilde 30° ve 60° derecelerde ayrı ayrı değerlendirildi. İki tekrar sonucu hata skoru mutlak değer olarak kaydedildi.



**Resim 7.** Dijital Gonyometre İle Propriosepsiyon Ölçümü

### **3.1.7. Denge Değerlendirilmesi**

Olguların yerçekimine karşı oluşturulan direnç karşısında vücutlarının ağırlık merkezini destek tabanı hizasında tutabilmelerinin göstergesi olan denge, statik ve dinamik olarak değerlendirildi (70, 79, 87).

#### **3.1.7.1. Statik Denge**

Olguların stabil bir zeminde vücudun dengesini belli bir yerde ve pozisyonda sağlama yeteneği olarak bilinen statik denge değerlendirmesi için ‘Flamingo Denge Testi’ gözü açık ve kapalı olarak ayrı ayrı bilateral olarak değerlendirildi. 50 cm. uzunluğunda, 4 cm. yüksekliğinde ve 3 cm. genişliğinde tahta bir denge aletinin üzerine çıkarak dengede durmalarını gerektiren bu test (87), olguların operasyon geçirmiş olmaları sebebiyle, düz zemin üzerinde modifiye olarak uygulanmasının daha uygun olacağına karar verildi. Test edilen bacak tarafındaki el belde, diğer el ise öne doğru uzatılmış pozisyonda olacak şekilde pozisyonlanan denekten, test edilecek ayağının üzerinde durması ve diğer taraf dizini bükerek yukarı kaldırması istendi. Bu şekilde tek ayak üzerinde dengede iken bir dakika boyunca gösterilen pozisyonu bozmadan ve bulunduğu yerden ayrılmadan dengede kalmaya çalışması gerektiği anlatıldı.

Kısa süren bir denemenin ardından, kendisini hazır hissettiğini söyleyen denek için süre başlatılarak test gerçekleştirildi. Denge sağlama konumunda elin belden ayrılması, yukardaki ayağın yere basması, yere basan ayakla bulunduğu yerden ayrılması, dengenin bozulması olarak alındı ve denge bozulduğunda süre durdurularak, denekten tekrar dengesini sağlaması istendi. Süre kaldığı yerden tekrar başlatılıp, 60 sn içerisindeki bozulma sayısı kaydedildi.





**Resim 8.** Flamingo Testi

### 3.1.7.2. Dinamik Denge

Postürel kontrol ile ilgili bazı organların işlev bozukluğu vücut salınımı yeteneğini etkilemektedir. Olguların postürel performans açısından (vücut salınımını en aza indirme kabiliyeti) ve segmental ( çok koordineli eşgüdüm) ve sinirsel stratejilere ( miyotik veya visuovestibular) bağlı olarak belirli bir duruş davranışını devam ettirmesini, düşey yer reaksiyon kuvvetinin uygulama noktasında, ayak basınç merkezinin içe-dışa (ML) ve öne-geriye (AP) açılmalarda yer değiştirmesini değerlendirmek amacıyla stabil olmayan bir zemine sahip olan 'Pro-kin sistem Technobody' denge cihazı kullanılarak dinamik denge ölçümleri tek ayak üzerinde bilateral olarak yapıldı (88, 89). Deneklerden, denge cihazı üzerinde 30 sn boyunca vücudun dengesini koruyarak, bilgisayar ekranında gördükleri % 90 oranındaki elips alan içinde kalmaya çalışmaları gerektiği, tarafınca gösterilerek anlatıldı. Önce kontralateral sonrada cerrahi olan diz tarafında yapılan, birer denemenin ardından teste başlandı. Kendilerini güvende hissetmeleri açısından, gerekli durumlarda yanlarına konulan sandalyeden kısa süreli destek alabilecekleri belirtildi. Deneğin dengesini kaybetmesi ya da süresi bitmeden platformdan inmesi durumunda test tekrarlandı.

Test sonuçları cihazın bluetooth ile bağlı olduğu bilgisayar ekranından fotoğraf çekilerek ya da yazılarak anında kaydedildi. Test sonuçları aşağıda açıklanan parametrelere göre değerlendirildi (88).

**1. Perimeter length (Çevre uzunluğu) :** Elips alan içindeki toplam salınım derecesi (°)

**2. Area gap percentage ( Alan boşluk yüzdesi):** Elips alan içindeki merkezden uzaklaşılacak toplam salınım alanı (%)

**3. Medium speed ( Orta hız):** Salınımın ortalama hızı (°/sn)

**4. Medium equilibrium center-AP (Orta denge merkezi-AP):** Elips alan içindeki merkezden Anterior-Posterior (AP) ekseninde ulaştığı ortalama salınım derecesi (°)

**5. Medium equilibrium center-ML (Orta denge merkezi-ML):** Elips alan içindeki merkezden Medial- Lateral (ML) ekseninde ulaştığı ortalama salınım derecesi (°). Yazarlar genellikle birinin büyüklüğü veya sapması ne kadar büyükse değişken zeminde, postürel istikrarın daha zayıf olduğu görüşündedir.



**Resim 9.** Prokin İle Dinamik Denge Ölçümü Yan Görünüm



**Resim 10.** Prokin İle Dinamik Denge Ölçümü Arka Görünüm

### 3.1.8. Postür Analizi

Olguların optimal duruşu meydana getiren ve dengeyi sağlayan, dış dünya ile ilişkili birkaç ekstremitenin algılama ve eyleminde referans çerçevesi olarak görülen, postürünün değerlendirilmesinde, kolay ve doğru sonuca ulaşmayı mümkün kılan ‘New York Postür Analizi’ kullanıldı. Bu değerlendirme sistemine göre, vücudun 13 ayrı kısmında meydana gelen postür değişiklikleri (postürü düzgün ise 5, orta derecede bozulmuş ise 3, ciddi bir şekilde bozukluk var ise 1 puan) üst, alt ve toplam ekstremitede ayrı ayrı toplam puan olarak kaydedildi (EK 6). Yüksek puanların postürel düzgünlüğü ifade ettiği New York Postür Analizi’nin toplam puan ve sınıflandırması aşağıdaki tabloda verilmiştir (20) (Tablo 3).

**Tablo 3. New York Postür Analizi Toplam Puan ve Sınıflandırması**

Toplam Puan	Sınıflandırma
$\geq 45$	Çok İyi
40-44	İyi
30-39	Orta
20-29	Zayıf
$\leq 19$	Kötü

### 3.1.9. Bilgilendirme ve Egzersiz Programı

Yaklaşık olarak 1 saat 15 dakika süren değerlendirmelerin ardından olgular test sonuçları hakkında bilgilendirildi. Gerekli görülen olgulara ihtiyaçları doğrultusunda kişiye özel egzersizler öğretilerek ev egzersiz programı verildi. Öte yandan tüm olgulara yeniden yaralanma riskini artıracak ya da dizin diğer yapılarına zarar verecek aktivitelerden kaçınmaları için dikkat etmeleri gereken hususlar konusunda bilgilendirildi.

Yeditepe Üniversitesi Hastanesinde, 2011-2016 Hamstring Tendon Grefti Kullanılarak Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Olmuş Toplam 220 Hasta Dosyası İncelendi

Çalışmanın dahil edilme kriterlerini sağlayan  
(n=70)

**Çalışmaya katılmayan (n=30)**

- ◆ Cerrahi sonrasında gelişen patolojilerin varlığı (n=9)
  - ◆ Aynı dize yapılan revizyon cerrahisi (n=2)
  - ◆ Değerlendirme süresini uzun bulan (n=1)
  - ◆ Şehir dışında ve yurt dışında olanlar (n=6)
- ◆ Değerlendirme yapılmasına gerek duymayanlar (n=5)
  - ◆ Telefon numarası değişenler (n=3)
  - ◆ Değerlendirmeye gelmeyenler (n=4)

**Çalışmaya Katılan Gönüllüler (n=40)**

Transtibial Cerrahi Teknik Grubu  
**n=20**

Transportal Cerrahi Teknik Grubu  
**n=20**

**Değerlendirme Parametreleri**

- Sosyo-demografik Değerlendirme
- Fleksör / Ekstansör Kas Gücü Değerlendirmesi
- Laksite Testleri ( Lachman, Ön Çekmece, Pivot Shift)
- Çevre Ölçümü
- Aktivite Seviyesi (Tegner Aktivite Skoru)
- Fonksiyonel Değerlendirme (Lyshom ve Cincinnati Skoru)
- Ağrı Değerlendirilmesi (Visüel Analog Skala)
- Performans Değerlendirmesi (Dikey ve Yatay Sıçrama Testleri)
- Proprioepsiyon Değerlendirmesi (Digital Gonyometre)
- Statik ve Dinamik Denge (Flamingo Testi ve Prokin PK 200)
- Postür Analizi (New York Postür Analizi)

**Çalışmanın Akış Şeması**

## 4. BULGULAR

### 4.1.Çalışmada Kullanılan İstatistiksel Testler

Tüm değerler için Kolmogorov Smirnov testi ile normallik sınaması yapılmış olup,  $p < 0.05$  'ten küçük olan değerlerin normal dağılım göstermemesinden dolayı bu değerlerin analizinde parametrik olmayan yöntemler kullanılmıştır. Korelasyon analizinde pearson korelasyon analizinden yararlanılmıştır.



Yeditepe Üniversitesi Hastanesinde otojen hamstring tendonu ile ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan ve power analizi sonucu çalışmaya alınan 40 olgunun %50'sine (n=20) Transportal diğer %50'sine (n=20) ise Transtibial cerrahi teknik uygulanmıştı. Olguların yaş ortalaması 33.30±7.58 (19-45) yıl, vücut kitle indeksi (VKİ) ortalamaları ise 26.18±3.03 kg/m<sup>2</sup> idi. Tüm olgulara operasyon sonrası ortalama 20 seans (10-30) fizyoterapi ve rehabilitasyon programı uygulanıldığı ve ev egzersiz programı verilen olguların %95 oranında düzenli egzersizlere tedavi bitiminde de devam ettiği öğrenildi. Olguların operasyon sonrasında geçen sürelerinin ortalaması 36.4 (7-68) ay arasında idi. Her iki cerrahi grupta yalnızca 1 kişi profesyonel spor yapmaya devam ediyordu. Transportal ve Transtibial cerrahi grupları arasında boy ve kilo açısından farklılık olduğu saptanmış ve Transtibial cerrahi teknik grubunda anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur (p<0.05). Fakat her iki cerrahi teknik grubu yaş ve VKİ açısından karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05). “Mann Whitney U Test” kullanılarak yapılmış olan Transportal ve Transtibial cerrahi teknik gruplarının sosyodemografik özelliklerinin karşılaştırılma sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 4. Olguların Sosyo-demografik Özellikleri**

	CERRAHİ TEKNİK GRUPLARI		z	p
	Transportal (n=20)	Transtibial (n=20)		
	Ort. ± s.s.	Ort. ± s.s.		
<b>Yaş (yıl)</b>	35.75 ± 5.95	30.85 ± 8.37	-1.762	.081
<b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>	76.70 ± 11.17	87.20 ± 12.12	-2.518	<b>.012*</b>
<b>Boy (cm)</b>	173.55 ± 7.36	179.55 ± 6.03	2.308	<b>.021*</b>
<b>VKİ (kg /m<sup>2</sup>)</b>	25.38 ± 2.72	26.99 ± 3.18	-1.610	.107
<b>Operasyon Sonrası Geçen Süre (ay)</b>	38.85 ± 19.23	34.00 ± 15.17	2.376	.382

“Mann Whitney U Test”

\*p<0.05

Olguların diğer sosyo-demografik özellikleri olan cinsiyet, cerrahi olan taraf, eğitim durumu, sigara kullanımı, mesleği icra etme biçimi, düzenli spor yapan kişilerin, her iki teknik grubu arasındaki, “*ki-kare testi*” sonuçlarına göre yapılan karşılaştırmada sadece operasyon sonrası dizlik kullanımı açısından Transtibial grup lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş ( $p<0.05$ ) olup sonuçlar Tablo 5’ de verilmiştir.

**Tablo 5. Olguların Diğer Sosyo-demografik Özellikleri**

		CERRAHİ TEKNİK GRUPLARI		ki-kare ( $x^2$ )
		Transportal (n=20)	Transtibial (n=20)	
		n-%	n-%	
<b>Cinsiyet</b>	Kadın	5 % 25	1 % 5	.077
	Erkek	15 % 75	19 % 95	
<b>Cerrahi olan taraf</b>	Sağ	11 % 55	13 % 65	.519
	Sol	9 % 45	7 % 35	
<b>Mesleği İcra Etme Biçimi</b>	Oturarak	12 % 60	12 % 60	.935
	Ayakta	5 % 25	5 % 25	
	Her ikisi	3 % 15	3 % 15	
<b>Eğitim Durumu (Mezun)</b>	Lise	4 % 20	4 % 20	.832
	Üniversite	15 % 75	16 % 70	
	Yüksek lisans	1 % 5	2 % 10	
<b>Sigara Kullanımı</b>	Evet	5 % 25	6 % 30	.723
	Hayır	15 % 75	14 % 70	
<b>Dizlik Kullanımı</b>	Evet	3 % 15	9 % 45	<b>.018*</b>
	Hayır	17 % 85	11 % 55	
<b>Düzenli Spor Yapan</b>		13 % 65	14 % 70	.736

*Ki-kare Testi ( $x^2$ ) / \*  $p<0.05$*

Her iki cerrahi teknik grubundaki olgulara, dizin gevşekliliğinin tespiti için yapılan Lachman, Ön Çekmece ve Pivot Shift testlerinin her iki grupta da negatif olduğu ve aralarında bir fark olmadığı saptandı (Tablo 6).

**Tablo 6. Laksite Testleri**

Laksite Testleri	CERRAHİ TEKNİK GRUPLARI	
	Transportal (n=20)	Transtibial (n=20)
	Var (+) / Yok(-)	Var (+) / Yok(-)
Anterior Lachman	-	-
Ön Çekmece	-	-
Pivot Shift	-	-

Transtibial ve Transportal cerrahi teknik gruplarının, fonksiyonel değerlendirmeleri ve subjektif semptomlarının saptanması için Lyshom ve Cincinnati Skoru, aktivite seviyelerinin belirlenmesi için Tegner Aktivite Skoru, genel ağrı (VAS) değerlerinin karşılaştırılması “*Mann Whitney U Test*” kullanılarak yapılmış olup, analiz sonucunda her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 7).

**Tablo 7. Lyshom, Cincinnati, Tegner Aktivite Skoru ve Ağrı Değerlerinin Karşılaştırılması**

	CERRAHİ TEKNİK GRUPLARI				z	p
	Transportal (n=20)		Transtibial (n=20)			
	Min-Max.	Ort ± s.s	Min-Max.	Ort ± s.s		
Lyshom Skoru	75 - 100	93.75 ± 8.55	76 - 100	91.75 ± 8.81	- .903	.366
Cincinnati skoru	24 – 30	29.0 ± 1.74	20 - 30	28.40 ± 2.70	- .749	.454
Tegner Aktivite Skoru	1. – 9.	3.3 ± 2.55	1. – 9.	4.00 ± 2.22	- 1.06	.301
Visüel Analog Skala (VAS)	.00 – 4.00	0.75 ± 1.16	.00 – 4.00	1.30 ± 1.34	- 1.399	.162

“ *Mann Whitney U Test* ”



Transtibial cerrahi teknik grubunda cerrahi olan tarafta, izometrik ekstansör kas gücü, transportal gruba göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ( $p<0.05$ ). Bunun yanı sıra her iki cerrahi tekniğin izometrik kas gücü üzerine etkisi karşılaştırıldığında, cerrahi olan tarafta ekstansör kasların izometrik kuvvetinin, Transtibial cerrahi teknik grubunda sağlam tarafa göre daha güçlü olduğu ( $p<0.05$ ), Transportal cerrahi grubunda ise daha zayıf olduğu saptanmıştır.

Cerrahi olan tarafta izometrik fleksiyon kas gücü açısından Transtibial tarafta anlamlı olarak daha yüksekti ( $p<0.05$ ). Fakat her iki teknik arasında cerrahi olan taraf ile kontralateral taraf arasındaki farklar karşılaştırıldığında sonucun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ( $p>0.05$ ).

Transtibial cerrahi teknik grubunda her iki taraftaki fleksör kas gücü transportal cerrahi teknik grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmasına rağmen, cerrahi olan ve kontralateral bacak arasındaki fleksör ve ekstansör kas gücü farkları karşılaştırıldığında, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Transtibial ve Transportal cerrahi teknik gruplarının, cerrahi olan taraf ekstansör ve kontralateral taraf fleksör izometrik kas gücü ölçüm değerlerinin ve her iki bacak arasındaki kas gücü farklarının karşılaştırılması “*Mann Whitney U Test*” kullanılarak, cerrahi olan taraf fleksör ve ekstansör, kontralateral taraf ekstansör izometrik kas gücü ölçüm değerleri normal dağılım gösterdiğinden “*T Test*” kullanılarak yapılmış olup analiz sonuçları, Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8. Her İki Cerrahi Teknik Grubunun Cerrahi ve Sağlam Taraf Fleksör ve Ekstansör Kas Gücü Değerleri İle Bu Değerler Arasındaki Farkların Karşılaştırılması**

Kas gücü (Nm/kg <sup>-1</sup> )	Cerrahi Teknik Grupları				z/t	p
	Transportal (n=20)		Transtibial (n=20)			
	Min-Max	Ort. ± s.s.	Min-Max	Ort. ± s.s.		
<b><i>Extansör</i></b>						
Cerrahi olan taraf	16. - 38.	27.07 ± 7.04	21. - 48.	32.65 ± 6.45	-2.106	<b>.035**</b>
Kontralateral taraf	18. - 40.	28.20 ± 7.28	20. - 44.	31.72 ± 6.43	-1.622	.113
Fark	.78 - 1.33	1.05 ± .15	.10 - 1.24	.93 ± .23	-2.608	.013
<b><i>Fleksör</i></b>						
Cerrahi olan taraf	15. - 35.	24.50 ± 5.52	18. - 50.	31.87 ± 8.18	-3.340	<b>.002**</b>
Kontralateral taraf	16. - 38.	25.77 ± 6.24	18. - 45.	31.95 ± 7.05	-2.809	<b>.005**</b>
Fark	.83 - 1.90	1.06 ± .23	.56 - 1.46	1.03 ± .20	-.460	.646

“*Mann Whitney U Test*” / “*T Test*”  
**\*\* p<0.05**

Her iki cerrahi teknik grubunda kontralateral taraf bacak diz altı 15 cm, cerrahi taraf diz üstü 15 cm üzerinden yapılan çevre ölçümleri ve her iki bacak arasındaki farkların karşılaştırılması “*Mann Whitney U Test*”, bunların dışında kalan diğer çevre ölçüm değerleri normal dağılım gösterdiğinden “*T Test*” kullanılarak yapılmış olan analiz sonuçlarına göre, Transtibial ve Transportal cerrahi grupları arasında çevre ölçümü açısından anlamlı bir fark bulunmamış (p>0.05) olup sonuçlar Tablo 9’de verilmiştir.

**Tablo 9. Her İki Teknik Grubunun Bilateral Çevre Ölçüm Değerleri İle Bu Değerler Arasındaki Farkların Karşılaştırılması**

Çevre Ölçümü (cm)	Cerrahi Teknik Grupları				z/ t	P
	Transportal (n=20)		Transtibial (n=20)			
	Min-Max	Ort±s.s	Min-Max	Ort±s.s		
<b><i>Diz 15 cm altı</i></b>						
Cerrahi olan taraf	33. ± 48.	38.07 ± 3.58	35. ± 44.	38.67 ± 2.19	-.638	.527
Kontralateral taraf	34. ± 48.	38.27 ± 3.41	36. ± 45.	38.87 ± 2.03	-1.428	.153
Fark	.97 ± 1.04	1.00 ± 0.18	.96 ± 1.03	1.00 ± 0.18	-.225	.822
<b><i>Diz 5 cm üstü</i></b>						
Cerrahi olan taraf	34. ± 50.	41.15 ± 4.15	37. ± 49.50	42.90 ± 3.21	-1.488	.145
Kontralateral taraf	34. ± 50.	41.52 ± 4.03	37. ± 49.	43.27 ± 3.15	-1.528	.135
Fark	.99 ± 1.04	1.00 ± 0.01	.98 ± 1.04	1.00 ± 0.01	-.199	.843
<b><i>Diz 15 cm üstü</i></b>						
Cerrahi olan taraf	43. ± 56.	48.42 ± 4.12	39. ± 56.	50.30 ± 3.90	-1.647	.100
Kontralateral taraf	43. ± 56.	48.82 ± 3.72	39. ± 57.	51.22 ± 4.15	-1.906	.064
Fark	.97 ± 1.08	1.00 ± 0.02	.98 ± 1.06	1.01 ± 0.02	-1.056	.291

“Mann Whitney U Test” / “ T Test ”

Her iki teknik grubunun cerrahi olan ve kontralateral bacak dikey ve yatay sıçrama ölçüm değerlerinin karşılaştırılmasında “ T Test ” ve bu değerler arasındaki farkların karşılaştırılmasında “Mann Whitney U Test” kullanılarak yapılmış olup, elde edilen analiz sonuçlarına göre Transportal ve Transtibial cerrahi grupları arasında performans açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 10).

**Tablo 10. Transportal ve Transtibial Cerrahi Teknik Gruplarında Bilateral Bacak Dikey ve Yatay Sıçrama Değerleri İle Bu Değerler Arasındaki Farkların Karşılaştırılması**

	Cerrahi Teknik Grupları				z/t	P
	Transportal (n=20)		Transtibial (n=20)			
	Min-Max	Ort.±s.s.	Min-Max	Ort.±s.s.		
<b><i>Dikey Sıçrama (cm)</i></b>						
Cerrahi olan taraf	10.- 37.	21.95 ±7.64	10. ± 48.	25.25 - 9.34	-1.222	.229
Kontralateral taraf	12.- 34.	22.95 ±7.49	12. ± 48.	26.50 - 9.02	-1.353	.184
Fark	0.82 -1.48	1.06 ± 0.15	0.88 ± 1.50	1.06 - 0.12	-.082	.935
<b><i>Yatay Sıçrama(cm)</i></b>						
Cerrahi olan taraf	66.-197.	133.30±33.71	85. ± 205.	148.60 - 30.24	-1.511	.139
Kontralateral taraf	68.-198.	133.75±31.68	90. ± 215.	151.25 - 31.11	-1.762	.086
Fark	0.81- 1.18	1.01 ± .06	0.85 ± 1.20	1.02 - 0.06	-1.156	.248

***“Mann Whitney U Test” / “ T Test”***

Dijital gonyometre kullanılarak fleksiyon ve ekstansiyon 15°-30°-60° açılarda, gözü açık, kapalı ve bilateral olarak yapılan eklem hareket duyusu (proprioepsiyon) değerlendirmesi sonucu elde edilen, iki bacak arasındaki ortalama sapma açılarının, her iki cerrahi teknik grubu arasındaki farkların karşılaştırılması “Mann Whitney U Test” kullanılarak yapılmış olup, elde edilen değerlendirme sonuçlarına göre Transportal ve Transtibial cerrahi teknik grupları arasında proprioepsiyon açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 11).

**Tablo 11. Her İki Cerrahi Teknik Grubunda Proprioepsiyon Duyusunu Değerlendirme Sonucu Elde Edilen Ortalama Sapma Açılarının Karşılaştırılması**

PROPRIOSEPSİYON (SAPMA AÇISI °)			CERRAHİ TEKNİK GRUPLARI					
			Transportal (n=20)		Transtibial (n=20)			
			Min-Max	Ort. ± s.s.	Min-Max	Ort. ± s.s.	z	p
Ekstansiyon	15°	Göz Açık	0.41 - 3.96	1.11 ± .79	0.03 - 23.33	3.29 ± 5.84	-1.069	.285
		Göz Kapalı	0.41 - 7.78	1.56 ± 1.78	0.36 - 4.00	1.35 ± 1.08	-.311	.756
	30°	Göz Açık	0.23 - 2.68	0.97 ± 0.59	0.19 - 4.50	1.11 ± 1.14	-.595	.552
		Göz Kapalı	0.35 - 2.38	0.97 ± 0.54	0.16 - 3.73	1.09 ± 0.93	-.284	.776
	60°	Göz Açık	0.28 - 5.20	1.39 ± 1.16	0.26 - 3.23	1.15 ± 0.74	-.135	.892
		Göz Kapalı	0.23 - 6.19	1.27 ± 1.33	0.28 - 1.87	0.94 ± 0.52	-.243	.808
Fleksiyon	15°	Göz Açık	0.21 - 5.38	1.12 ± 1.16	0.16 - 5.22	1.26 ± 1.14	-.568	.570
		Göz Kapalı	0.31 - 3.42	1.27 ± 0.94	0.15 - 2.21	1.02 ± 0.58	-.379	.705
	30°	Göz Açık	0.25 - 2.61	1.04 ± 0.63	0.34 - 3.95	1.16 ± 0.87	-.054	.957
		Göz Kapalı	0.40 - 1.88	0.96 ± 0.31	0.13 - 3.21	1.14 ± 0.31	-.460	.646
	60°	Göz Açık	0.19 - 2.47	1.13 ± 0.62	0.17 - 2.97	1.17 ± 0.58	-.135	.892
		Göz Kapalı	0.15 - 3.20	1.05 ± 0.73	0.13 - 3.20	1.28 ± 0.75	-1.407	.160

*“Mann Whitney U Test”*

Dinamik denge (Prokin PK 200) ölçüm değerleri arasında yer alan, salınım derecesi (p=0.2), ortalama hız (p=0.2) değerleri ile statik denge (flamingo test) (p=0.64) ölçüm sonuçlarının normal dağılması sebebiyle, bu değerlerin iki grup arasındaki farklarının karşılaştırılmasında “ T Test ” , bunların dışında kalan diğer dinamik denge (Prokin PK 200) ölçüm değerleri olan, salınım alanı, ortalama A-P ve M-L salınım ile statik ve dinamik denge sonuçlarının iki grup arasındaki farklarının karşılaştırılmasında “Mann Whitney U Test” kullanılarak yapılmış olup, analiz sonuçlarına göre Transportal ve Transtibial cerrahi teknik grupları arasında dinamik ve statik denge açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0.05) (Tablo 12).

**Tablo 12. Her İki Cerrahi Teknik Grubu Arasındaki Dinamik ve Statik Denge Sonuçları Farklarının Karşılaştırılması**

	CERRAHİ TEKNİK GRUPLARI		z/t	P
	Transportal (n=20)	Transtibial (n=20)		
<b>Toplam (Prokin PK 200)</b>	<b>Ort± s.s</b>	<b>Ort ± s.s</b>		
Salınım Derecesi (°)	1.01 ± 0.22	1.00 ± 0.17	.031	.975
Salınım Alanı (°)	0.59 ± 1.64	0.13 ± 3.21	-.015	.999
Ortalama Hız (m/sn)	1.03 ± 0.24	1.00 ± 0.17	.346	.731
Ortalama A/P Salınım (°)	0.87 ± 2.13	-0.17± 5.71	-.555	.579
Ortalama M/L Salınım (°)	1.46 ± 3.55	0.15 ± 5.27	-1.123	.262
<b>Statik Denge (Göz Kapalı Flamingo)</b>	14.40 ± 9.20	12.05 ± 8.38	.844	.404

“Mann Whitney U Test” / “ T Test”

Transportal ve Transtibial cerrahi teknik gruplarında, alt ve üst ekstremitte ve toplam ekstremitte postür analizi sonuçlarının karşılaştırılmasında “Mann Whitney U Test” kullanılmış olup, elde edilen sonuçlara göre her iki teknik grubu arasında postür açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ) . (Tablo 13 ) .

**Tablo 13. Postür Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması**

NEW YORK POSTÜR ANALİZİ	Cerrahi Teknik Grupları		z	p
	Transportal (n=20)	Transtibial (n=20)		
	Ort. ± s.s	Ort. ± s.s		
<b>Pelvis ve Alt Ekstremitte</b>	23.00 ± 3.26	21.80 ± 2.85	-1.120	.263
<b>Baş, Gövde ve Üst Ekstremitte</b>	36.20 ± 4.31	36.10 ± 4.62	-.057	.955
<b>Toplam Ekstremitte</b>	59.20 ± 4.85	57.90 ± 6.78	-.413	.680

“Mann Whitney U Test”

ÖÇB rekonstrüksiyonu olan ve operasyon sonrası 36.4 (7-68) ay geçen olgularda, Pearson korelasyon analizine göre; TT cerrahi teknik gruplarının cerrahi taraf fleksör-ekstansör kas gücü ile dikey sıçrama arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Tablo 14). TT cerrahi teknik uygulanan olguların cerrahi ve kontralateral taraf fleksör kas gücü ile statik denge (Flamingo) arasında pozitif bir ilişki vardır ( $p<0.05$ ) (Tablo 15).

**Tablo 14. Kas Gücü ve Performans Testleri Arasındaki Korelasyon Tablosu**

Cerrahi Teknik Grupları		Dikey Sıçrama				Yatay Sıçrama				
		Transportal		Transtibial		Transportal		Transtibial		
Kas gücü		Cerrahi	Kontralateral	Cerrahi	Kontralateral	Cerrahi	Kontralateral	Cerrahi	Kontralateral	
Ekstansör Kas Gücü	Cerrahi	<i>r</i>	0,276	0,273	0,555*	0,657**	0,255	0,329	0,214	0,276
		<i>p</i>	0,239	0,245	0,011	0,002	0,278	0,156	0,365	0,238
	Kontralateral	<i>r</i>	0,472	0,525*	0,494*	0,497*	0,568*	0,687**	0,258	0,317
		<i>p</i>	0,036	0,018	0,027	0,026	0,009	0,001	0,272	0,174
Fleksör Kas Gücü	Cerrahi	<i>r</i>	-0,138	-0,016	0,453*	0,540*	0,000	0,059	0,066	0,063
		<i>p</i>	0,562	0,946	0,045	0,014	0,999	0,805	0,783	0,792
	Kontralateral	<i>r</i>	0,159	0,445*	0,441	0,437	0,448*	0,390	0,005	-0,003
		<i>p</i>	0,502	0,049	0,052	0,054	0,048	0,089	0,984	0,990

\*\*  $p<0,01$  düzeyinde anlamlı \*  $p<0,05$  düzeyinde anlamlı

**Tablo15. Kas Gücü Ve Statik Denge Arasındaki Korelasyon Tablosu**

Cerrahi Teknik Grupları		Flamingo (Gözü Kapalı)				
		Transportal		Transtibial		
Kas Gücü		Cerrahi	Kontralateral	Cerrahi	Kontralateral	
Ekstansör Kas Gücü	Cerrahi	<i>R</i>	0,374	0,280	-0,271	-0,143
		<i>P</i>	0,105	0,232	0,248	0,549
	Kontralateral	<i>R</i>	0,165	-0,162	-0,273	-0,172
		<i>P</i>	0,487	0,494	0,244	0,469
Fleksör Kas Gücü	Cerrahi	<i>R</i>	0,184	-0,042	-0,453*	-0,087
		<i>P</i>	0,436	0,861	0,045	0,716
	Kontralateral	<i>R</i>	-0,128	-0,214	-0,595**	-0,160
		<i>P</i>	0,590	0,366	0,006	0,500

\*\*  $p<0,01$  düzeyinde anlamlı \*  $p<0,05$  düzeyinde anlamlı

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Son yirmi yılda ÖÇB yaralanması sonrası yapılan rekonstrüksiyon cerrahisinde yaklaşık %40 oranında artış gözlenmiştir (90). Bu artışın nedenleri arasında; daha aktif yaşamak isteyen bir nüfus, daha geniş sportif faaliyet imkanları, beklenen yaşam süresinin artmasının yanı sıra cerrahinin daha kolay ve sürdürülebilir hale gelmesi önemli yer tutmaktadır.

ÖÇB rekonstrüksiyonunda tüm ülkeler tarafından en çok tercih edilen greft tipleri; patellar tendon, hamstring tendonları ve tendon allogreftleridir. Bu üç greftin kullanımın birbirlerine göre değişik avantaj ve dezavantajları vardır. Günümüzde en sık kullanılan greft tipi; otolog hamstring tendonlarıdır (39, 40, 91, 92). Bu nedenle çalışmamıza hamstring tendonları ile rekonstrüksiyon yapılmış olguları aldık.

Tek demet hamstring tendonları ile yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonlarında genel olarak iki ayrı cerrahi teknik uygulanmaktadır. Tibial tünelin açılmasını takiben femoral tünelin yeri ve konan greftin açısı üzerinde farklı etkisi olan TP ve TT cerrahi tekniklerinin birbirlerine karşı olan üstünlükleri genel olarak araştırılmasına rağmen, bu konuda ayrıntılı testlerle yapılan çalışmalar çok azdır ve birbirleriyle çelişen sonuçları vardır (92-95). Bu nedenle bizim amacımızda; izole ÖÇB yaralanması olan ve hamstring tendonları kullanılarak, TT veya TP cerrahi tekniği ile rekonstrükte edilmiş olgularda, bu tekniklerin; post-operatif uzun dönem sonrasında (8-62 ay), instabilite, ağrı, kas gücü, fonksiyonel performans, denge ve propriosepsiyon üzerine olan etkilerini araştıran bir çalışma yapmaktı.

Kato ve ark. (96) farklı tünel pozisyonlarının diz biyomekaniğine etkisini karşılaştıran çalışmaları sonucunda, TP cerrahi tekniğinin, greftin doğal ÖÇB'nin anatomik pozisyonuna en uygun olacak şekilde, yani daha yatay olarak konumlandırılmasının tibia'nın öne translasyonunu azaltmada ve rotasyonel stabiliteyi artırmada TT tekniğe göre daha üstün olduğunu bulmuşlardır. TT grupta görülen rotasyonel instabilitenin sebebinin, belirli ön-arka gevşeklik olmamasına rağmen, aksiyel düzlemdeki femur tünelinin dikey doğrultusuyla ilişkili olduğu bulunmuştur (4, 22, 45, 92). Fakat bizim çalışmamızdaki olgularımıza yaptığımız manuel gevşeklik testleri sonucunda herhangi bir instabiliteye rastlanmamış olmakla beraber, her iki cerrahi teknik grubu arasında fark bulunmamıştır. Bunun nedeninin; hastaların ameliyat sonrası çekilen grafilerinde, TT teknik kullanılan hiç bir olguda femoral tünel açısının 50° den daha dik olmamasından dolayı olabileceğini düşünmekteyiz (55).



ÖÇB rekonstrüksiyonu hangi teknikle yapılır, yapılsın, instabilitenin büyük ölçüde azaldığını gösteren çalışmalar mevcuttur (84, 93, 95, 97). Daha nicel ölçüm verileri sağlayan, KT 1000 artrometre cihazı ile her iki cerrahi tekniği karşılaştıran çalışmalarda, yaklaşık %90 oranında laksite testlerini negatif (-) bulunmuş ve çalışmamızı desteklemektedir (84, 93-95, 97).

Çalışmaya katılan olguların aktivite seviyesi hakkında bilgi veren Tegner Aktivite Skorları açısından her iki cerrahi teknik grubu arasında fark bulunmamasına rağmen, aktivite seviyeleri düşük bulunmuştur. Bunun sebebinin her iki grupta da %60 oranında oturarak ve uzun saatler çalışıyor olmasından dolayı olabileceğini düşünmekteyiz.

Alentor- Geli ve ark. (98) nin yaptığı metaanalize göre, TP grubunun, 1-2 yıllık izlemde anlamlı derecede daha geniş hareket aralığı, daha iyi stabilite ve daha erken aktivitelere dönüş göstermesine rağmen, uzun dönemde iki grup arasında farklılık bulamamışlardır. Bizim çalışmamızda da aynı sonuçlara varılmıştır. Olguların operasyon sonrası spora başlama sürelerini sorgulayan sorulara verdikleri cevaplara göre TT grupta ortalama 9 ay, TP grupta ise 6 ay olarak bulunmuş, fakat değerlendirme sırasındaki aktivite seviyeleri açısından her iki cerrahi teknik grubunda fark bulunmamıştır (84, 90, 93-95, 99).

Bununla birlikte sportif performansını değerlendiren, tek bacak üzerinde yapılan dikey ve yatay sıçrama testleri sonucunda her iki teknik grubunda da cerrahi olan tarafın kontralateral tarafa oranı %95, Subjektif performansını değerlendiren Lyshom skorları 83-94 (İyi) ve Cincinnati skorları 26-30 (Mükemmel) olarak bulunmuştur. Her iki cerrahi teknik grubunda da istatistiksel bir farklılık olmaması bu konuda yapılmış olan çalışmalarla benzerlik göstermiştir (84, 93-95, 97).

Domnick ve ark. (1) anterior tibial translasyonun ve pivot kaymasının ölçümü için, özellikle 0°-45° arasındaki açılarda kas gücü ölçümlerinin yapılmasının gerektiğini vurgulamışlardır. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında görülen diz ekstansör gücündeki uzun süreli kaybın; yaralanma öncesi seviyedeki aktivitelere geri dönüşte gecikmelere sebep olduğu ve fonksiyonel performansın olumsuz yönde etkilediği bulunmuştur (84, 97, 100-104).

Martins ve ark. (105) da yaptıkları meta-analiz sonucu, özellikle diz çevresi maksimum izometrik kas gücü ölçümlerinde kullanılan el dinamometresinin; hem taşınabilir özelliğinin olması, hem de objektif veriler sunması nedeniyle kullanımının ve güvenilirliğinin yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Çalışmamızda fleksör (45°), ekstansör (0°) izometrik kas gücü değerleri sonuçlarına göre, TT cerrahi teknik uygulanan gruptaki olguların, cerrahi olan taraf izometrik ekstansör kas gücü değerlerinin kontralateral taraf değerlerinin üzerine çıktığı ve TP cerrahi teknik uygulanan gruba kıyasla anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu bulundu ( $p<0.05$ ). Aynı zamanda TT gruptaki olguların izometrik fleksör kas gücü TP gruptaki olgulara kıyasla anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p<0.05$ ). Fakat her iki cerrahi teknik grubunda kontralateral ve cerrahi bacak arasındaki izometrik kas gücü farkları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir fark olmadığı ve kas gücü değerlerinin kontralateral tarafa çok yaklaştığı görülmüştür.

Dagnoni ve ark. (102) agonist-antagonist denge oranı olarak Hamstring/Kuadriseps (H/K) oranının kas dengesizliklerinin belirlenmesinde bir ölçüt olarak kullanılmasını, ekstansör mekanizmanın iyileşmesinin yavaş ve zor olması sebebiyle kas dengesizliklerinin ortaya çıkabileceğini ve bu durumun operasyon sonrası uzun dönemde bile saptanabileceğini söylemişlerdir. Sağlıklı bireylerde H/K oranının %50 ila %70 arasında olmasının normal olduğunu, cinsiyet ve profesyonel olarak yapılan spora göre de bu oranın farklılık gösterebildiğini bulmuşlardır (Erkeklerde %60.7, genç voleybolcularda %51 ve futbolcularda %65).

Eitzen ve ark. (106) ameliyat öncesi kuadriseps kuvvetinin, rekonstrüksiyon cerrahisini takiben klinik sonuçları etkilediğini, bu nedenle orijinal kuadriseps kas kuvvetinin en az %80 'inin ameliyat öncesi elde edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Çalışmamızın retrospektif olmasından dolayı, hem yaralanma öncesi kas gücü hem de yaralanma ile cerrahi arası süreçte gelişen kas güçsüzlüğünün miktarı bilinmemektedir. Cerrahinin ve rehabilitasyon takibinin farklı kişiler tarafından yapılmasının, olguların rehabilitasyon sürecine uyumunun bilinmemesinin, ikincil patolojilerin varlığının ve olguların yaşam biçimini farklılıklarının bu sonuçları etkileyebileceğini düşünmekteyiz (101, 103, 104). Bundan dolayı ulaştığımız bu sonucun rastlantısal mı yoksa bilimsel bir gerçek mi olduğunu net olarak belirtilememesinin çalışmamızın önemli bir sonucu olduğu kanaatindeyiz.

Lee ve ark. (107) nın güç, propriosepsiyon ve dinamik denge arasındaki korelasyonu incelediği çalışmada daha düşük propriosepsiyon ve daha yüksek H / K oranının, daha düşük dinamik dengeye neden olduğunu bulmuşlardır.

Fakat Gökeler ve ark. (108) propriosepsiyonun fonksiyonel performans üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada, propriosepsiyon ile gevşeklik, denge, sıçrama testleri ve hasta sonuçları arasındaki korelasyonun düşük olduğunu bulmuştur.

Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlara ulaşmakla beraber 15°-30°-60° açılarında gözü açık ve kapalı bilateral olarak yapılan proprioepsiyon, gözü kapalı tek ayak denge ve dinamik denge değerlendirme sonuçları karşılaştırıldığında her iki cerrahi teknik grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Furlenetto ve ark. (109) ÖÇB rekonstrüksiyonu olmuş olgularda 6 ay sonra proprioepsiyonun normale döndüğünü ve dengenin iyi olduğunu bulmuşlardır.

Angeules ve ark. (110) proprioepsiyon duyusu ortalama sapma açılarının, etkilenmiş bacağı etkilenmemiş bacağı oranının  $\geq 0.90$  olmasını (iyi), 0.80 ile 0.90 arasında olmasını (orta) ve  $0.80 \geq$  olmasını (yetersiz) olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızdaki olguların oranlarının,  $\geq 0.90$  olarak saptanması sebebiyle, TP ve TT cerrahi teknik uygulanarak ÖÇB rekonstrüksiyonu olmuş olan katılımcıların, cerrahi sonrası uzun dönem takipleri sonucunda, proprioepsiyon duyularının iyi olarak adlandırabileceği sonucuna varabiliriz.

Pizzigalli ve ark. (111) prokin kullanarak dinamik ölçüm yaptıkları çalışmada farklı duyumal koşullarda statik postürel denge kontrolü, denge yeteneği ve spor eğitimi arasında bir ilişki olduğunu, değişken zemin üzerinde adaptasyon sağlama, vücut kontrolünün öne geriye içe ve dışa salınımlarının, elips alan içindeki salınım yüzdelerinin sağlam tarafa oranla %5-10 arasında olması gerektiğini söylemişlerdir.

Alt ekstremitenin postürel kontrolünün yeniden kurulması, fonksiyonel hareket modellerinin düzeltilmesi ve yeniden yaralanma oranının azaltılması için dinamik dengenin sağlanması önemlidir. Ekstremitelerin hareketini düzgün, koordineli ve amaca yönelik yapabilmesi için postürel stabiliteninde sağlanmış olmasının yanında postürünün de düzgün olması gerekmektedir. (70, 89, 100). Bizim çalışmamıza katılan TP veya TT cerrahi teknik kullanılarak rekonstrüksiyon olmuş olguların, Newyork Postür Analizi değerleri açısından iki grup karşılaştırıldığında aralarında bir fark bulunmamakla beraber, postürlerinin düzgün olduğu görülmüştür.

Negahban ve ark. (112) dinamik dengenin yeterli bir şekilde sürdürülmesi sadece spor faaliyetleri için değil, aynı zamanda günlük aktivitelerin devamı için önemli olduğunu ve rekonstrüksiyon yapılmış olgularda sağlıklı kontrol grubuna göre dinamik dengelerinin daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Sağlıklı grubumuz olmamasına rağmen cerrahi olan tarafın kontralateral tarafa göre kıyaslanan çalışmamızda olguların dinamik denge sonuç değerleri açısından her iki grup arasında farklılık bulunmamıştır.

Günümüzde ÖÇB cerrahisinde tercih edilen TP ve TT cerrahi tekniklerin uzun dönem etkinliğini karşılaştırdığımız bu çalışmanın retrospektif olmasından dolayı, olguların ameliyat öncesi fonksiyonel değerlendirmelerinin ve kas gücü tayinlerinin bilinmemesi, ameliyatları yapan cerrahların tekniklerindeki farklılıklar ve ameliyat sonrası rehabilitasyon süreçlerinin heterojenitesi bulduğumuz sonuçlarda etkileşimlere neden olabileceğinden önemli bir limitasyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla beraber tüm olguların performans değerlendirmelerinin (dikey ve yatay sıçrama) klinik ortamda yapılmış olmasında bir diğer limitasyon olarak kabul edilebilir.

Öte yandan çalışmamıza katılan TP ve TT cerrahi teknik grubundaki olguların, sosyo- demografik özelliklerinin benzer olması ve izole ÖÇB yaralanmasının nadir görülmesine rağmen güç analizindeki olgu sayısının yeterliliği (n=40) nedeniyle varılan çıkarımların değerli olduğu kanaatindeyiz.

## SONUÇ

- Otolog hamstring tendonları kullanılarak yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonlarında kullanılan Transtibial (TT) ve Transportal (TP) cerrahi tekniklerinin post-operatif uzun dönem klinik sonuçlarının karşılaştırılması sonucunda; TT cerrahi teknik uygulanan grubun, cerrahi taraf fleksör-ekstansör kas gücü açısından TP cerrahi teknik uygulanan gruba kıyasla anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Fakat olguların cerrahi olan taraf ve kontralateral taraf kas güçleri arasındaki farklar açısından karşılaştırıldığında her iki cerrahi teknik arasında fark bulunmamıştır.
- ÖÇB laksitesin değerlendiren manuel laksite testlerinde herhangi bir instabiliteye rastlanmamıştır.
- Diz eklemının fonksiyonel değerlendirmesi için kullanılan Lyshom ve Cincinnati skorları, ağrı değerleri açısından her iki cerrahi teknik grubu arasında farklılık bulunmamıştır.
- Olguların aktivite seviyeleri ölçen Tegner Aktivite skorları ve performanslarını değerlendirmek için yapılan dikey ve yatay sıçrama test sonuçları cerrahi teknik grupları arasında farklılık göstermemiştir.
- TP ve TT cerrahi teknik grubundaki olguların proprioepsiyon duyusu ortalama sapma açıları, tek bacak üzerinde yapılan statik ve dinamik denge sonuçları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Her iki cerrahi teknik grubundaki olguların çevre ölçümleri ve Newyork Postür Analizi değerleri sonuçları açısından aralarında istatistiksel olarak bir fark olmadığı bulunmuştur.
- Her iki cerrahi tekniğinde; operasyon sonrası uzun dönem takiplerinde; instabilite, ağrı, fonksiyon, performans, proprioepsiyon ve denge açısından birbirlerine üstünlükleri olmadığı görülmüştür. Literatürde TP ve TT cerrahi tekniklerinin etkinlikleri konusunda çelişkili sonuçlar bulunmakla birlikte, çalışmamızda TT cerrahi teknik kullanılan olgularda sadece cerrahi taraf fleksör-ekstansör kas gücü TT cerrahi teknik grubunda daha yüksek ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Aynı zamanda, TT grup fleksör kas gücünün statik denge ile pozitif bir ilişkisi olduğu saptanmıştır. Ancak diğer parametreler açısından iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle, diz eklemi fleksör-ekstansör izometrik kas gücünün TT grup lehine daha yüksek olması dışında, iki cerrahi tekniğin uzun dönem sonuçları arasında bir fark bulunmamıştır sonucuna varabiliriz.

## 6. KAYNAKLAR

- 1) Domnick, C. Raschke, MJ. Herbort, M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop*, 2016; 7(2): 82-93.
- 2) Hoshino, Y. Fu, FH. Matching The ACL Graft To The Patient. In: *Operative Techniques in Orthopaedics*, 2017, from <http://dx.doi.org/10.1053/j.oto.2017.01.014>
- 3) Paris, MJ. Wilcox III, RB. Millet, PJ. Anterior Cruciate Ligament reconstruction: Surgical management and postoperative rehabilitation considerations. *Orthopaedic Practice*, 2005; 17(4): 05.
- 4) Svantesson, E. Alentorn-Geli, E. Ayeni, OR, Musalh, V. Cugat, Karlsson, J. Samuelsson, K. Future perspectives of Anterior Cruciate Ligament reconstruction. In: *Operative Techniques in Orthopaedics*, 2017; 27(1): 79-87.
- 5) Giuliani, JR. Kilcoyne, KG. Rue, JPH. Anterior Cruciate Ligament Anatomy—A Review of the Anteromedial and Posterolateral Bundles. *J Knee Surg*, 2009; 22(02): 148-154.
- 6) Ko, YW. Rhee, SJ. Kim, IW. Yoo, JD. The correlation of tunnel position, orientation and tunnel enlargement in Outside-in Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament reconstruction. *Knee Surg Relat Res*, 2015; 27(4): 247-254.
- 7) Duthon, VB. Barea, C. Abrassart, S. Fasel, JH. Fritschy, D. Ménétrey, J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2006; 14(3): 204-213.
- 8) Deehan, DJ. Cawston, TE. The biology of integration of the anterior cruciate ligament. *Bone Joint J*, 2005; 87(7): 889-895.
- 9) Christel, P, Boueri, W. Contemporary anterior cruciate ligament reconstruction. *Mod Arthrosc*, 2011: 198-224.

- 10) Kweon, C. Lederman, ES. Chhabra, A. Anatomy and biomechanics of the cruciate ligaments and their surgical implications. In Fanelli GC, ed. *The Multiple Ligament Injured Knee A Practical Guide to Management*. Springer New York; NY; 2013:17-27.
- 11) Zantop, T. Herbort, M. Raschke, M J. Fu, FH. Petersen, W. The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation. *Am J Sports Med*, 2007; (35): 223–227.
- 12) Cherian, JJ. Kapadia, BH. Banerjee, S. Jauregui, JJ. Issa, K. Mont, MA. Mechanical, anatomical, and kinematic axis in TKA: concepts and practical applications. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2014; 7(2): 89-95.
- 13) Shenoy, R. Pastides, PS. Nathwani, D. Biomechanics of the knee and TKR. *Orthop and Trauma*, 2013; 27(6): 364-371.
- 14) O'connor, J. Zavatsky, A. ACL function in the normal knee. *Biomecánica*, 1995; (5): 121-132.
- 15) Amis, AA. Bull, AM. Lie, DT. Biomechanics of rotational instability and anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Oper Techn Orthop*, 2005; 15(1): 29-35.
- 16) Moglo, KE. Shirazi-Adl, A. Cruciate coupling and screw-home mechanism in passive knee joint during extension–flexion. *J Biomech*, 2005; 38(5): 1075-1083.
- 17) Miller III, RH. Azar, FM. Anterior Cruciate Ligament Injuries. In: Canale ST, Beaty JH, ed. *Campbell's Operative Orthopaedics Twelfth Edition Volume One*. Philadelphia, PA. Elsevier Mosby; 2013: 2133-2159.
- 18) Hurel, C. Celebi, G. Ön çapraz bağın anatomik ve biyomekanik özellikleri ve diz kinematiđindeki rolü. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 1999; (33): 369-373.
- 19) Greene, MP. Four bar linkage knee analysis. *Orthot Prosthet*. 1983; 37(1): 15-24.
- 20) İnal, HS. *Spor biyomekaniği: Temel prensipler*. Türkiye: Nobel Matbaacılık 2004.

- 21) Samuelsson, K. *Anterior Cruciate Ligament Reconstructions Current Evidence and Future Directions*. Gothenburg, Sweden; 2012.
- 22) Dargel, J. Gotter, M. Mader, K. Pennig, D. Koebke, J. Schmidt-Wiethoff, R. Biomechanics of the anterior cruciate ligament and implications for surgical reconstruction. *Strat Traum and Limb Recon*, 2007; 2(1): 1-12.
- 23) Kobayashi, H. Kanamura, T. Koshida, S. Miyashita, K. Okado, T. Shimizu, T. Yokoe, K. Mechanisms of the anterior cruciate ligament injury in sports activities: a twenty- year clinical research of 1,700 athletes. *J Sports Sci Med*, 2010; 9(4): 669-675.
- 24) Griffin, LY. Albohm, MJ. Arendt, EA. et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries a review of the Hunt Valley II meeting. *Am J Sport Med*, 2006; 34(9): 1512-1532.
- 25) Kiapour, AM. Murray, MM. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone Joint Res*, 2014; 3(2): 20-31.
- 26) Wetters, N. Weber, AE. Wuerz, TH. Schub, DL. Mandelbaum, BR. Mechanism of Injury and Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Open Techn Sport Med*, 2016; 24(1): 2-6.
- 27) Weiss Kelly, AK. Anterior cruciate ligament injury prevention. *Curr Sports Med*, 2008; 7(5): 255-262.
- 28) Hewett, TE. Torg, JS. Boden, BP. Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *Brit J Sports Med*, 2009; 43(6): 417-422.
- 29) Myer, GD. Ford, KR. Foss, KDB. Liu, C. Nick, T.G. Hewett, TE. The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clin J Sport Med*, 2009; 19(1): 3-8.



- 30) Lee, DH. Lee, JH. Ahn, SE. Park, MJ. Effect of time after anterior cruciate ligament tears on proprioception and postural stability. *Plos One*, 2015; 10(9).
- 31) Konishi, Y. Fukubayashi, T. Takeshita, D. Possible mechanism of quadriceps femoris weakness in patients with ruptured anterior cruciate ligament. *Med Sci Sport Exerc*, 2002; 34(9): 1414-1418.
- 32) Siegel, L. Vandenakker-Albanese, C. Siegel, D. Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clin J Sport Med*, 2012; 22(4): 349-355.
- 33) Ahmad, AN. Ideal rehabilitation programme after Anterior cruciate ligament injury: Review of Evidence. *Int J Sci Culture and Sport*, 2016; 4(1): 2148-1148.
- 34) Meuffels, DE. Caput selectum; Increase in operative treatments for anterior cruciate ligament tears. *Ned Tijd Schr Genees*, 2009; 153: 1-5.
- 35) Beynnon, BD. Johnson, RJ. Abate, JA. Fleming, BC. Nichols, CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *Am J Sport Med*, 2005; 33(10): 1579-1602.
- 36) Murray, MM. History of ACL treatment and current gold standard of care. In: *The ACL Handbook: Knee Biology, Mechanichs and Treatment*, ed. Murray MM, Vavken P, Fleming B. New York, 2013; 19-28.
- 37) Getgood, A, Spalding, T. The evolution of anatomic anterior cruciate ligament reconstruction, *Open Orthop J*, 2012; 6(1): 287-294.
- 38) Evans, S. Shaginaw, J. Bartolozzi, A. ACL reconstruction–It's all about timing. *Int J Sport Phys Ther*, 2014; 9(2): 268.
- 39) Shaerf, DA. Pastides, PS. Sarraf, KM. Willis-Owen, CA. Anterior cruciate ligament reconstruction best practice: a review of graft choice. *World J Orthop*, 2014; 5(1): 23-9.

- 40) Vaishya, R. Agarwal, AK. Ingole, S. Vijay, V. Current practice variations in the management of anterior cruciate ligament injuries in Delhi. *J Clin Orthop Trauma*, 2016; 7(3): 193-199.
- 41) Bradley, J.P. Tejwani, S.G. All-inside patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med Arthrosc*, 2009; 17(4): 252-258.
- 42) Arthrex – ACL Reconstruction Surgical Guide, from:  
<http://m.arhrex.com> > knee > acl reconstruction.
- 43) Buda, R. Ruffilli, A. Vannini, F. Parma, A. Giannini, S. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using distally inserted doubled hamstrings tendons. *Orthop*, 2013; 36(6): 449-453.
- 44) Williams, GN. Snyder-Mackler, L. Barrance, PJ. Axe, MJ. Buchanan, TS. Muscle and tendon morphology after reconstruction of the anterior cruciate ligament with autologous semitendinosus-gracilis graft. *J Bone Joint Surg Am*, 2004; 86(9): 1936-1946.
- 45) Murawski, CD. Wolf, MR. Araki, D. Muller, B. Tashman, S. Fu, FH. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: current concepts and future perspective. *Cartilage*, 2013; 4(3): 27-37.
- 46) Hussein, M. Van Eck, CF. Cretnik, A. Dinevski, D. Fu, FH. Prospective randomized clinical evaluation of conventional single-bundle, anatomic single-bundle and anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: 281 cases with 3 to 5 year follow-up. *Am J Sport Med*, 2012; 40(3): 512-520.
- 47) Irrarázaval, S. Variations in Anterior Cruciate Ligament Anatomy. In: Fu FH, ed. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 2017; 27(1): 8-13.
- 48) Siebold, R. Schuhmacher, P. Restoration of the tibial ACL footprint area and geometry using the Modified Insertion Site Table. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012; 20: 1845-9.

- 49) Shino, K. Luchi, R. Tachibana, Y. Anatomic ACL reconstruction: rectangular tunnel/bone–patellar tendon–bone or triple-bundle/semitendinosus tendon grafting. *J Orthop Sci*, 2015; 20(3): 457–468.
- 50) Denti, M. Lo Vetere, D. Bait, C. Schönhuber, H. Melegati, G. Volpi, P. Revision anterior cruciate ligament reconstruction: causes of failure, surgical technique, and clinical results. *Am J Sports Med*, 2008; 36(10): 1896-902.
- 51) Hutchinson, MR. Bae, TS. Reproducibility of anatomic tibial landmarks for anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med*, 2001; 29(6): 777-780.
- 52) Bicer, EK. Magnussen, RA. Jacobi, M. Lustig, S. Servien, E. Neyret P. Intra-articular landmarks for anterior cruciate ligament reconstructions: a review. *Int J Rheumatol Clin*, 2010; 5(6): 677-686.
- 53) Kopf, S. Musahl, V. Tashman, S. Szczodry, M. Shen, W. Fu, FH. A systematic review of the femoral origin and tibial insertion morphology of the ACL. *Knee Surg Sports Tr A*, 2009; 17(3): 213-219.
- 54) Kim, M. Choi, YS. Kim, H. Choi, NH. Postoperative evaluation after anterior cruciate ligament reconstruction: measurements and abnormalities on radiographic and CT imaging. *Korean J Radiol*, 2016; 17(6): 919-930.
- 55) Osti, M. Krawinkel, A. Osterman, M. Hoffelner, T. Benedetto, KP. Femoral and tibial graft tunnel parameters after transtibial, anteromedial portal, and outside-in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sport Med*. 2015; 43(9): 2250-2258.
- 56) Howell SM, Hull ML. Checkpoints for judging tunnel and anterior cruciate ligament graft placement. *J Knee Surg*, 2009; 22(02): 161-170.
- 57) Björnsson, H. Desai, N. Musahl, V. Alentorn-Geli, E. Bhandari, M. Fu, FH. Samuelsson K. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015; 23(3): 696-739.

- 58) Purnell, M.L. Larson, A.I. Clancy, W. Anterior cruciate ligament insertions on the tibia and femur and their relationships to critical bony landmarks using high-resolution volume-rendering computed tomography. *Am J Sport Med*, 2008; 36(11): 2083-90.
- 59) Wang, H. Fleischli, JE. Zheng, NN. Transtibial versus anteromedial portal technique in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction outcomes of knee joint kinematics during walking. *Am J Sport Med*, 2013; 41(8): 1847-1856.
- 60) Andrade R. ACL Treatment: Controversy and Consensus. *Asian J Arthrosc*, 2016; 1(1): 3-10.
- 61) InfoLink, I. Smith & Nephew. Surgical Technique: ACL reconstruction with the Acufex. Director guide and Endobutton CI fixation system, from: <http://www.smith-nephew.com>sports medicine>.
- 62) Amis, AA. The functions of the fibre bundles of the anterior cruciate ligament in anterior drawer, rotational laxity and the pivot shift. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012; 20: 613-620.
- 63) Wilk, KE. Macrina, LC. Cain, EL. Dugas, JR. Andrews JR. Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. *J Orthop Sport Phys*, 2012; 42(3): 153-171.
- 64) Pauzenberger, L. Syré, S. Schurz, M. "Ligamentization" in hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of the literature and a glimpse into the future. *Arthrosc: J Arthrosc Relat Surg*, 2013; 29(10): 1712-1721.
- 65) Manske, RC. Prohaska, D. Lucas, B. Recent advances following anterior cruciate ligament reconstruction: rehabilitation perspectives. *Curr Review Musculo Med*, 2012; 5(1): 59-71.
- 66) Malempati, C. Jurjans, J. Noehren, B. Ireland, ML. Johnson, DL. Current rehabilitation concepts for anterior cruciate ligament surgery in athletes. *Orthopedics*, 2015; 38(11): 689-696.

- 67) Nyland, J. Mattocks, A. Kibbe, S. Kalloub, A. Greene, JW. Caborn, DN. Anterior cruciate ligament reconstruction, rehabilitation, and return to play: 2015 update. *Open Access J Sports Med*, 2016; 7: 21-32.
- 68) Kvist, J. Tibial translation in exercises used early in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: Exercises to achieve weight-bearing. *The Knee*, 2006; 13(6): 460-463.
- 69) Adams D, Logerstedt D, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sport Phsy*, 2012; 42(7): 601-614.
- 70) İnal HS. Spor ve Egzersizde Vücut Biyomekaniği. (3.Baskı). Ankara; 2017. (Basımda).
- 71) Kim, KM. Croy, T. Hertel, J. Saliba, S. Effects of neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: a systematic review. *J Orthop Sport Phsy*, 2010; 40(7): 383-391.
- 72) Myer, GD. Ford, KR. Brent, JL. Hewett, TE. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *J Strength Cond Res*, 2006; 20(2): 345-353.
- 73) Ian, L. Postüral control and sensorimotor integration. In: *Grieve's Modern Musculoskeletal Physiotherapy Fourth Edition*. Elsevier; 2015: 28-42.
- 74) Mrachacz, N. Stubbs, KP. Gervasio, S. Motor kontrol and motor learning. In: *GRIEVE'S Modern Musculoskeletal Physiotherapy Fourth Edition*. Elsevier; 2015: 42-53.
- 75) Pullock, R. Harridge, S. Nöromuscüler adaptations to exercise. In: *GRIEVE'S Modern Musculoskeletal Physiotherapy Fourth Edition*. Elsevier; 2015: 68-78.
- 76) Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology Ninth Edition*. Türkiye; Nobel Tıp Kitabevleri 1996.

- 77) Powers, SK. Howley, ET. *Exercise Physiology: The physiology of training: effect on VO<sub>2</sub> max, performance, homeostasis and strength*. McGraw-Hill Education, New Zealand, Australia; 2014: 259-284.
- 78) Hellsten, Y. Nyberg, M. Cardiovascular adaptations to exercise training. *Compr Physiol*, 2015; 15; 6(1): 1-32.
- 79) Herbst, E. Hoser, C. Hildebrandt, C. Raschner, C. Hepperger, C. Pointner, H. Fink, C. Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part II: clinical application of a new test battery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015; 23: 1283–1291.
- 80) Zeren, B. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası spora dönüşün değerlendirilmesi. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2004; 33(5): 449-452.
- 81) Mentiplay, BF. Perraton, LG. Bower, KJ. Adair, B. Pua, Y.H. Williams, G. P. Clark, R.A. Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: a reliability and validity study. *Plos One*, 2015; 10(10).
- 82) Turan, S. Uçaner, A. Sporcularda ön çapraz bağ yaralanmaları. *Ortadoğu Tıp Dergisi*, 2010; 2(2): 4-10.
- 83) Date, S. Patil, S. Gaokar, N. Koli, V. Solanki, M. Pandey, P. Functional outcome of Transtibial vs Transportal drilling techniques in anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Curr Res*, 2016; 8(10): 40556-40562.
- 84) Sukur, E, Akman YE, Senel A, Unkar EA, Topcu HN, Ozturkmen Y. Comparing Transtibial and Anteromedial drilling techniques for single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Open Orthop J*, 2016; 10: 481-489.
- 85) Kınıklı, G.İ. Yüksel, İ. Baltacı, G. Atay, ÖA. The effect of progressive eccentric and concentric training on functional performance after autogenous hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled study. *Acta Orthop Traumatol Tur*, 2014; 48(3): 283-289.

- 86) Karasel, S. Akpınar, B. Gülbahar, S. Baydar, M. El, Ö.Pınar, H. Akalın, E. Patellar tendon otoplasti ile Ön Çapraz Bağ rekonstrüksiyonu ve modifiye hızlandırılmış rehabilitasyon programı sonrasında klinik ve fonksiyonel sonuçlar ve propriyosepsiyon. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2010; 44(3): 220-8.
- 87) Tetik, S. Koç, MC. Atar, Ö. Koç, H. Basketbolcularda statik denge performansı ile oyun değeri skalası arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Türkiye Kickboks Federasyon Spor Bilimleri Dergisi*, 2013; 6(1): 9-18.
- 88) Karadenizli Zİ, Özkamçı H. Genç hentbolcularda sol ve sağ bacak statik denge parametrelerinin karşılaştırılması. *Uluslararası Katılımlı 8. Ulusal Biyomekanik Kongresi - Bildiri Kitabı*, 2016: 134-136.
- 89) Paillard, T. Noé, F. Techniques and methods for testing the postural function in healthy and pathological subjects. *BioMed Res Int*, 2015: 15.
- 90) Buller, LT, Best, MJ. Baraga, MG. Kaplan, LD. Trends in anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Orthop J Sports Med*, 2014: 3(1).
- 91) Lee, YHD. Kuroda, R. Chan, K.M. Anterior cruciate ligament reconstruction: 2015 global perspective of the Magellan Society. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehab Techno*, 2015; 2(4): 122-128.
- 92) Patel, P. Patel, S. Prospective Comparative study of Transtibial vs. Anteromedial Portal technique in arthroscopic single bundle anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autograft. *Indian J Res*, 2016; 4(7): 225-227.
- 93) Guglielmetti, LGB, Cury, RDPL. Oliveira, VMD. et al. Transtibial versus Anteromedial Portal techniques in ACL reconstruction. *Rev Bras Med Esporte*, 2016; 22(5): 368- 373.
- 94) Luzo, MVM. Franciozi, CES. Rezende, FC. Gracitelli, GC. Debieux, P. Cohen, PDM. Anterior cruciate ligament- updating article. *Rev Bras Ortop*, 2016; 51(4): 385–395.

- 95) Khurana, R. Malik, I. Khan, R. Devgan, A. Transtibal versus Anteromedial Portal technique of arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: A Prospective Randomised Trial. 2015; 6(9): 1-14.
- 96) Kato, Y. Maeyama, A. Lertwanich, P, et al. Biomechanical comparison of different graft positions for single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Trauma Arthrosc*, 2013; 21(4): 816-823.
- 97) Electricwala, A. Latkar, C. Patil, S. Jog, V. Mahajan, A. Deshpande, S. Transtibial vs Anatomical tunneling techniques for arthroscopic ACL reconstruction in nonathletic population. *Journal Medical Thesis*, 2013; 1: 35-36.
- 98) Alentorn-Geli, E. Lajara, F. Samitier, G. Cugat, R. The transtibial versus the anteromedial portal technique in the arthroscopic bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010; 18(8): 1013-1037.
- 99) Tanabe, Y. Yasuda, K. Kondo, E. Kitamura, N. Clinical results of anterior cruciate ligament reconstruction with ligament remnant tissue preservation: A systematic review. *Asia Pac J Sports Med, Arthrosc, Rehab and Techno*, 2016; 4: 1-8.
- 100) Anderson, MJ. Browning III, WM. Urband, CE. Kluczynski, MA. Bisson, LJ. A systematic summary of systematic reviews on the topic of the anterior cruciate ligament. *Orthop J Sports Med*, 2016; 4(3).
- 101) Kline, PW. Johnson, DL. Ireland, ML. Noehren, B. Clinical predictors of knee mechanics at return to sport after acl reconstruction. *Med Science Sport Exerc*, 2016; 48(5): 790-795.
- 102) Dagnoni, CI. Bilibiu, J. Stiehler, S. Preis, C. Bertassoni Neto, L. Flexor-extensor relationship knee after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Fisioterapia em Movimento*. 2014; 27(2): 201-209.



- 103) Hewett, TE. Myer, GD. Ford, KR. et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes a prospective study. *Am J Sport Med*, 2005; 33(4): 492-501.
- 104) Dhaher, YY. Salehghaffari, S. Adouni, M. Anterior laxity, graft-tunnel interaction and surgical design variations during Anterior Cruciate Ligament reconstruction: A probabilistic simulation of the surgery. *J Biomech*, 2016; 49(13): 3009-3016.
- 105) Martins, JC. Teixeira-Salmela, LF. Lara, EM. et al. Validity and reliability of the modified sphygmomanometer test to assess strength of the lower limbs and trunk muscles after stroke. *J Rehabil Med*, 2014; 46(7): 620-628.
- 106) Eitzen, I. Grindem, H. Nilstad, A. Moksnes, H. Risberg, MA. Quantifying quadriceps muscle strength in patients with ACL injury, focal cartilage lesions and degenerative meniscus tears: differences and clinical implications. *Orthop J Sports Med*, 2016; 4(10).
- 107) Lee, HM. Cheng, CK. Liao, JJ. Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic Anterior cruciate ligament deficiency. *The Knee*, 2009; 16(5): 387-391.
- 108) Gokeler, A. Benjaminse, A. Hewett, TE. et al. Proprioceptive deficits after ACL injury: are they clinically relevant? *Brit J Sport Med*, 2012; 46(3): 180-192.
- 109) Furlanetto, TS. Peyré-Tartaruga, LA. Pinho, ASD. Bernardes, EDS. Zaro, MA. Proprioception, body balance and functionality in individuals with ACL reconstruction. *Acta Ortop Bras*, 2016; 24(2): 67-72.
- 110) Angoules, AG. Mavrogenis, AF. Dimitriou, R. et al. Knee proprioception following ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone–patellar tendon–bone autograft. *The Knee*, 2011; 18(2): 76-82.

- 111) Pizzigalli, L. Cremasco, MM. Cremona, E. Rainoldi, A. Human postural adaptation to earthly and atypical gravitational environment effects of sport training on stabilometric parameters. *Adv Anthropology*, 2013; 3(4): 229-236.
- 112) Negahban, H. Ahmadi, P. Salehi, R. Mehravar, M. Goharpey, S. Attentional demands of postural control during single leg stance in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Neurosci Let*, 2013; 556: 118-123.



## EK 1

### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

#### LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bu çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini anlamanız ve kararınızı bu bilgilendirme sonrası özgürce vermeniz gerekmektedir. Size özel hazırlanmış bu bilgilendirmeyi lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınıza açık yanıtlar isteviniz

#### ÇALIŞMANIN AMACI NEDİR?

Ön Çapraz Bağ ameliyatı olmuş hastaların uzun dönem sonra ağrı, kas gücü, denge, günlük yaşam kalitesinin ne durumda olduğunu tespit etmek, hemde katılan hastalara yapılacak muayene ve testler sayesinde herhangi bir şikayetleri olup olmadığını saptamak ve uygulanan cerrahilerin sonuçlarını görerek yeni yaklaşımlar belirlenmesini sağlayabilmek adına cerrahi teknikler arasında bir fark olup olmadığının araştırılmasıdır.

#### KATILMA KOŞULLARI NEDİR?

Bu çalışmaya dahil edilebilmeniz için tek dizinizden yaralanması Ön Çapraz Bağ için ameliyat olmuş olmanız ve aynı dizden menisküs, iç yan bağ, dış yan bağ ve ciddi kıkırdak hasarı sebebiyle cerrahi geçirmemiş olmanız gerekmektedir .

#### NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR?

Size günlük yaşam kaliteniz, aktivite düzeyiniz, ağrınız ve varsa günlük yaşamdaki performansınız ile ilgili sorular içeren formlar doldurmanızı isteyeceğiz.

Ardından dizinizde bağınızdan kaynaklı bir gevşeme olup olmadığını anlamak için elle muayene yapacağız. Dengenizin nasıl olduğunu anlamak için denge testleri ve performansınız için tek ayak üstünde zıplamanızı isteyeceğiz. Dizinizin bükme ve açma sırasındaki kas gücünüzü ölçmek için ufak kas ölçer aleti kullanacağız. Mezura ile bacak çevresi ölçümü yaparak kas kitlenizin azalıp azalmadığına ve sağlam bacagınızla karşılaştırarak tüm değerlendirmeleri sizinle paylaşacağız.

### **SORUMLULUKLARIM NEDİR?**

Araştırma ile ilgili olarak sizden doldurmanızı istediğimiz formları doğru bir şekilde doldurmanız ve herhangi bir şikayetiniz ya da rahatsızlığınız olduğunda bize bildirmeniz gerekmektedir. İstedığınız zaman çalışma dışına çıkma hakkınız olduğunu bilmenizi isteriz. Bu koşullara uymadığınız durumlarda araştırmacı sizi uygulama dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

### **KATILIMCI SAYISI NEDİR?**

Araştırmada yer alacak gönüllülerin sayısı yaklaşık 70 kişidir.

### **KATILIMIM NE KADAR SÜRECEKTİR?**

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre yaklaşık bir saat civarındadır.

### **ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI YARAR NEDİR?**

Bu araştırmada sizin için beklenen yararlar cerrahi tekniklerin farklı olmasının uzun dönemdeki etkilerinin tespit edilmesi ve hastada eğer varsa şikayetlerin ya da görülen yetersizliklerin giderilmesini sağlayıcı önerilerde ve yönlendirmelerde bulunmak.

### **ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI RİSKLER NEDİR?**

Bu araştırma kapsamında uygulanacak olan uygulamalarda herhangi bir risk bulunmamaktadır.

### **HANGİ KOŞULLARDA ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILABİLİRİM?**

Size verilen formlarda yanlış bilgi vermeniz ve uygulama ve testler yapılırken araştırmayı etkileyecek uygunsuz hareket veya davranışlar sergilemeniz halinde araştırma dışı bırakılacaksınız.

### **GEREKİRSE TEDAVİ OLACAK MIYIM?**

Yapılacak muayene ve testler sonunda herhangi bir şikayet yada yetersizlik tespit edilirse önce hekiminize yönlendirileceksiniz, gerekiyorsa egzersiz ve ilaç tedavisine başlamanızı önereceğiz.

## **HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK / SORUMLULUK KİMDEDİR VE NE YAPILACAKTIR?**

Bu araştırma kapsamında yapılacak hiçbir uygulama size zarar vermeyecektir.

## **YENİ BULGULAR**

Araştırma sürecinde yapılan uygulamaya yönelik sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size derhal bildirilecektir.

## **ÇALIŞMA KAPSAMINDAKİ GİDERLER KARŞILANACAK MIDIR?**

Bu araştırma kapsamında sizden herhangi bir ücret talep edilmemektedir.

## **ÇALIŞMAYI DESTEKLEYEN KURUM VAR MIDIR ?**

Yeditepe Üniversitesi başta olmak üzere Yeditepe Üniversitesi hastanesi ortopedi cerrahları da bu çalışmayı desteklemektedir.

## **ÇALIŞMAYA KATILMAM NEDENİYLE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILACAK MIDIR?**

Bu çalışmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır.

## **ARAŞTIRMAYA KATILMAYI KABUL ETMEMEM VEYA ARAŞTIRMADAN AYRILMAM DURUMUNDA NE YAPMAM GEREKİR?**

Bu çalışmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz.

Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, size ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

## **KATILMAMA İLİŞKİN BİLGİLER KONUSUNDA GİZLİLİK SAĞLANABİLECEK MİDİR?**

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlanırsa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

### Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 3 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜNÜN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL. & FAKS		
TARİH		

ARAŞTIRMA EKİBİNDE YER ALAN VE YETKİN BİR ARAŞTIRMACININ		İMZASI
ADI & SOYADI		
TARİH		

RIZA ALMA İŞLEMİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR GEREKTİĞİ DURUMLARDA TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİNİN		İMZASI
ADI & SOYADI		
GÖREVİ		
TARİH		

## EK 2

### ÖN ÇAPRAZ BAĞ YARALANMASI OLAN HASTALARDA SOSYODEMOGRAFİK DEĞERLENDİRME

Adı Soyadı:

Cinsiyet:

Mesleği:

Telefon numarası:

Boy:

Kilo:

Doğum Yeri ve Doğum Tarihi:

Adres:

Dominant Taraf :

Sağlık Güvencesi:

Yok

Yeşil Kart

Emekli Sandığı

SSK

Bağkur

Özel Sağlık Sigortası

diğer

Eğitim Durumu:

Okul Bitirmemiş

İlkokul Mezunu

Lise Mezunu

Üniversite Mezunu

Yüksek lisans

Doktora

Medeni Durum:

Hiç evlenmemiş

Evli

Boşanmış

Eşi vefat etmiş

Ayrı yaşıyor

Spor yapıyor musunuz?  Hayır

Evet ise sıklığı:

Devamli ilaç kullanmayı gerektiren kronik bir rahatsızlık var mı?

(şeker, kalp, tansiyon vs.gibi)

Hayır

Evet ise hastalığı :

Sigara içiyor musunuz?  Hayır

Evet ise sıklığı:

Ön Çapraz Bağ ameliyatı haricinde başka bir operasyon geçirdiniz mi?  Hayır

Evet ise neden ve ne zaman olduğu:

Ön Çapraz Bağ yaralanma tarihi ve nasıl olduğu ile ilgili kısa özgeçmiş:

Operasyon Tarihi:

Operasyon Sonrası Dizlik Kullanılmış mı?  Hayır  Evet ise kaç gün:

Operasyon Sonrası Kaçınıcı Gün Ayağa Kalkmış?

Operasyon Sonrası Fizik Tedavi Görmüş mü?  Hayır  Evet ise kaç seans?

Fizik Tedavi Sonrası Ev Egzersizi Verilmiş mi?  Hayır  Evet

Fizik Tedavi Sonrası Ev Egzersizi Yaptınız mı?  Hayır  Evet ise sıklığı:

Tekrar Aynı Dizden Operasyon Geçirdiniz mi?  Hayır

Evet ise Yaralanma Özgeçmiş:

Mesleğiniz sıklıkla  Oturarak  Ayakta  Her ikisi

İki diziniz arasındaki fark sizce % de kaç civarındadır?

Dizinizin eski hale dönmesi sizce ne kadar sürdü?



**EK 3**  
**TEGNER AKTİVİTE SKORU**

<b>SEVİYE</b>	
<b>AÇIKLAMA</b>	
<b>10</b>	Rekabet gerektiren sporlar: Ulusal ve elit boyutta futbol, Amerikan futbolcusu olmak
<b>9</b>	Rekabet gerektiren sporlar: Alt liglerde futbol oyuncusu olmak, buz hokeyi, güreş, jimnastik, basketbol
<b>8</b>	Rekabet gerektiren sporlar: Raketle oynanan oyunlar, hokey, badminton, koşu-zıplama yarışları, yokuş aşağı kayak sporları
<b>7</b>	Rekabet gerektiren sporlar: Tenis, koşu, motorlu araç hız yolu, hentbol Eğlence amaçlı sporlar: buz hokeyi, ragbi, buz hokeyi, skuaş, treking, atlama
<b>6</b>	Eğlence amaçlı sporlar: Tenis ve badminton, hentbol, raketle oynanan oyunlar, yokuş aşağı kayak sporları, haftada 5 kez jogging yapmak
<b>5</b>	Ağır işte çalışmak (orman, inşaat..) Rekabet gerektiren sporlar: Bisiklet yarışları, dağdan aşağı kayak yarışları Eğlence amaçlı sporlar: Haftada en az 2 defa engebeli arazide jogging
<b>4</b>	Orta dereceli zor işlerde çalışmak (tır şoförlüğü..)
<b>3</b>	Hafif işlerde çalışmak (Bakıcılık..)
<b>2</b>	Hafif işlerde çalışmak (Bakıcılık..) Engeli arazide yürüyebilse de sırt çantasıyla yürüyemez
<b>1</b>	Masa başı işlerde çalışmak Engeli arazide yürüyebilir
<b>0</b>	Diz problemleri nedeniyle aktivitelerde zorlanma

# Lysholm ve Cincinnati Skorlama

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_

Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## Lysholm Skoru

		T.Ö	T.S	3.Ay	6.Ay
<b>Aksama</b>	Yok (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Hafif veya aralıklı (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Şiddetli ve sürekli (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Destek</b>	Yok (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Baston - Koltuk Değneği (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Üzerine basmak imkânsız (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Kilitlenme</b>	Yok (15)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Takılma var Kilitlenme Yok (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Nadir Kilitlenme (6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sık kilitlenme (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Muayene Sırasında (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Boşalma (öne kayma)</b>	Yok (25)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Nadir (zorlayınca) (20)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sık (zorlayınca) (15)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Nadir (normalde) (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sık (normalde) (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Her Adımda (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Ağrı</b>	Yok (25)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Zorlanınca hafif ve geçici (20)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Belirgin >2km yürüyünce (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Belirgin <2km yürüyünce (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sürekli (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Şişlik</b>	Yok (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Zorlanma ile (6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Günlük aktivite ile (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sürekli (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Merdiven</b>	Sorun Yok (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Hafif sorunlu (6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tek tek (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Çıkamıyor (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Çömelme</b>	Sorun Yok (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Hafif sorunlu (4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Diz 90°'yi geçmiyor (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Mümkün değil (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Cincinnati Diz Skoru

	T.Ö	T.S	3.Ay	6.Ay
<b>Yürüyüş</b>				
	Normal (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sınırlı (1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	250m.'den fazla yürüyemez (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Merdiven Çıkmak</b>				
	Normal (4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sınırlı (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sadece 10-30 basamak (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sadece 1-10 basamak (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Diz Çökmek</b>				
	Normal (4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sınırlı (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sadece 6-10 kez (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sadece 0-5 kez (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Tek Bacak Üzerinde Zıplamak</b>				
	Korkusuz tam zıplayabilir (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sakınarak ve güvensiz (8)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sınırlı ve kısıtlı (6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Zıplamıyor (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Dizini Zorlu Kıvrabilme</b>				
	Tam ve korkusuz kıvrılabiliyor (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sakınarak ve güvensiz (8)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Daha yavaş ve sınırlı (6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kıvrıramıyor (0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kısaltmalar:				
T.Ö: Tedavi Öncesi		3.Ay: Tedavi Sonrası 3. Ay		
T.S: Tedavi Sonrası		6.Ay: Tedavi Sonrası 6. Ay		

T.Ö T.S 3.Ay 6.Ay

Lysholm Skoru \_\_\_\_\_

Cincinnati Skoru \_\_\_\_\_



Tasarımı: Dr. Ender Salbaş 2013

## EK 5

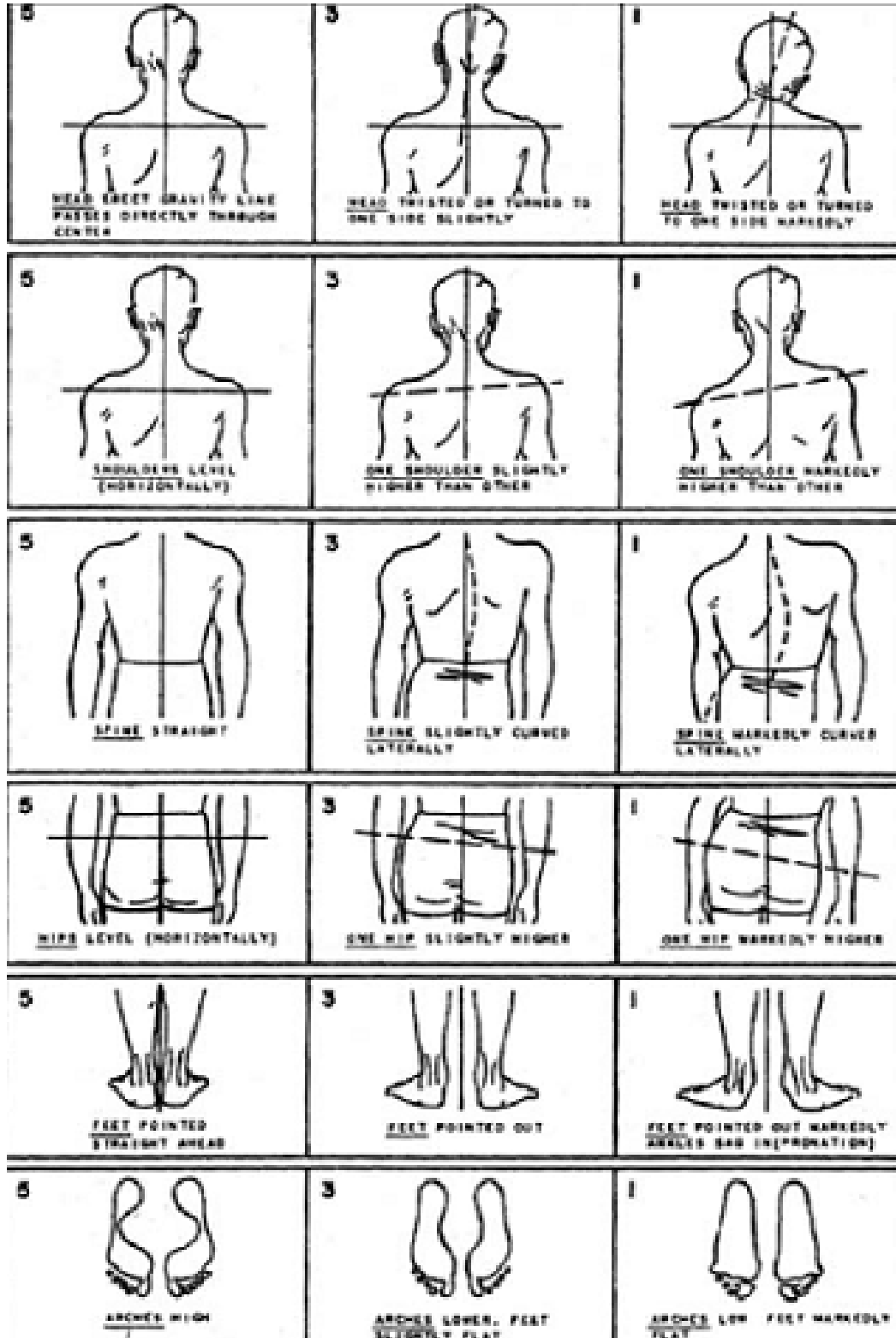
### VİSÜEL ANOLOG SKALA (VAS)

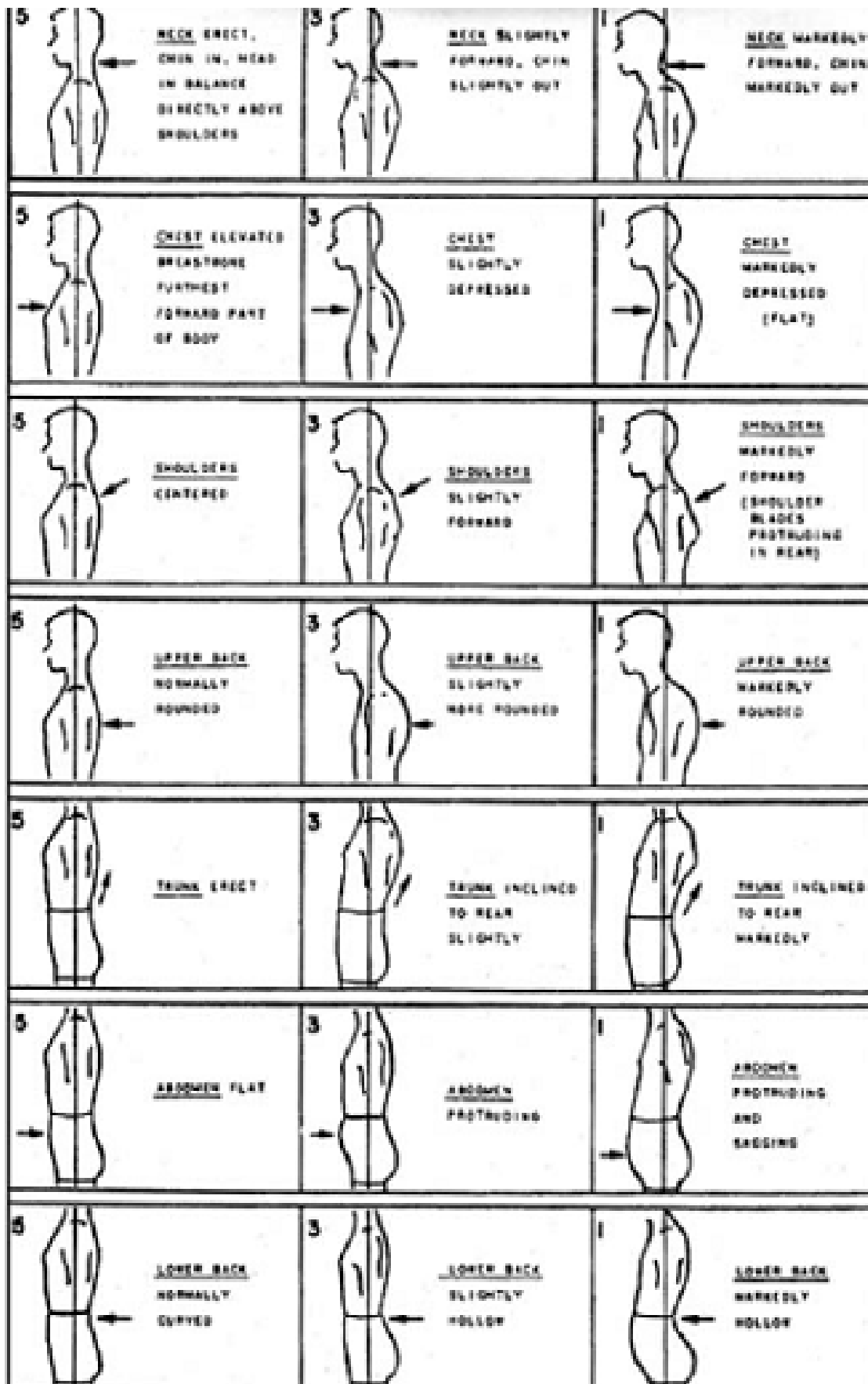
Ağrınıza 0 ile 10 arasında değer verecek olursanız;

- 0: Ađrım Yok
- 2: Çok Az Var
- 4: Biraz Var
- 6: Oldukça Fazla
- 8: Çok Fazla
- 10: Dayanılacak Gibi Değil

## EK 6 NEWYORK POSTÜR ANALİZİ

Hastanın Adı Soyadı:





Toplam:



T.C. YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ

Sayı : 37068608-6100-15-1243

30/06/2016

Konu: Klinik Araştırmalar  
Etik kurul Başvurusu hk.

İlgili Makama (Semra Tosun)

Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü Prof. Dr. Serap İnal'ın sorumlu olduğu "**Hamstring Tendon Grefti Kullanılarak Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Yapılmış Hastalar da Transtibial ve Transportal Cerrahi Tekniklerinin Post-Operatif Uzun Dönemde Ağrı, Proprioepsiyon, Fonksiyon ve Denge Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması**" isimli araştırma projesine ait Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (KAEK) Başvuru Dosyası ( 1229 kayıt Numaralı KAEK Başvuru Dosyası ), Yeditepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 29.06.2016 tarihli toplantıda incelenmiştir.

Kurul tarafından yapılan inceleme sonucu, yukarıdaki isimi belirtilen çalışmanın yapılmasının etik ve bilimsel açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir ( **KAEK Karar No: 640** ).

Prof. Dr. Turgay ÇELİK

Yeditepe Üniversitesi  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

## 8. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

<b>Adı</b>	Semra	<b>Soyadı</b>	Tosun
<b>Doğum Yeri</b>	Aksaray	<b>Doğum Tarihi</b>	18.10.1982
<b>Uyruğu</b>	T.C	<b>TC Kimlik No</b>	55219631248
<b>E-mail</b>	fzt.semra@hotmail.com	<b>Tel</b>	05386521299

### Öğrenim Durumu

Derece	Alan	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
<b>Lisans</b>	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	2004

Bildiği Yabancı Dilleri	Yabancı Dil Sınav Notu (#)
İngilizce	-

### İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
Öğr.Gör.	Nişantaşı Üniversitesi Sağlık MYO	2016-devam
Öğr.Gör.	Bilgi Üniversitesi Sağlık MYO	2015-2016
Fizyoterapist	Uluslararası Tenis Federasyonu	2015-2016
Fizyoterapist	Atafız Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Dal Merkezi	2012-2015
Fizyoterapist	Turan-Turan Ortopedi Cerrahi Dal Merkezi	2005-2012
Fizyoterapist	Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	2004-2005

### Diğer (Görev Aldığı Projeler/Sertifikaları/Ödülleri)

Academy of Osteopathy ALMANYA	( 2012 )
Pilates Modül A	( 2011 )
Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi	( 2007 )
Sporcularda Diz Problemleri ve Rehabilitasyonu Kongresi	( 2006 )
Ulusal Protez Ortez Kongresi	( 2005 )
Pasif Mobilizasyon ve Manipulasyon ( Fransız Handicap )	( 2003 )