

2018



T.C. ERZİNCAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

Uzmanlık Tezi
Dr. Hakan YURTEN

**ALLOGREFT VEYA OTOGREFT KULLANILARAK
YAPILMIŞ ARTROSKOPİK ÖNÇAPRAZ BAĞ
REKONSTRÜKSİYONU VAKALARINDA KLİNİK
SONUÇLARIN MUKAYESELİ ANALİZİ**

**T.C. ERZİNCAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ
Ana Bilim Dalı Başkanı Yrd. Doç. Dr. Nizamettin KOÇKARA**

**ALLOGREFT VEYA OTOGREFT KULLANILARAK
YAPILMIŞ ARTROSKOPİK ÖNÇAPRAZ BAĞ
REKONSTRÜKSİYONU VAKALARINDA KLİNİK
SONUÇLARIN MUKAYESELİ ANALİZİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Hakan YURTEN

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Hakan SOFU

Erzincan, 2018



ÖNSÖZ

Ön çapraz bağ yırtıkları hakkında yapılan çalışmalar bu ameliyatı yapan cerrahlara her geçen gün yeni yollar açmaktadır. Daha önceki dönemlere nispeten ön çapraz bağın anatomisi ve biyomekaniği daha iyi anlaşılmış olsada tüm bu gelişmeler yeni tartışmalarıda beraberinde getirmiştir. Halihazırda ön çapraz bağ rekonstruksiyonu planlanan bir hasta için kullanılabilir greft türü seçenekleri mevcuttur. Her greft türünün kendine özgü avantaj ve dezavantajı vardır. Bu çalışmanın amacı ise yumuşak dokudan elde edilmiş otogreft ile allogreftin klinik sonuçlarını değerlendirerek süregelen tartışmalara bir parça katkıda bulunmaktır.

Ortopedi eğitimine başladığım ilk günden itibaren her türlü desteğini esirgemeyen ve her zaman daha kararlı olmamızı teşvik eden değerli hocamız Prof. Dr. Vedat Şahin'e ;

Bıkmadan, usanmadan bizleri dinleyebilen, cerrahi tecrübesinden bolca istifade ettiğimiz Ana Bilim Dalı Başkanı değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Nizamattin Koçkara'ya;

Bu tezi hazırlanışının her safhasında büyük pay sahibi, bilgi ve tecrübelerinden sıkça yararlandığım tez danışmanım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hakan Sofu'ya;

Yoğun ve stresli geçen süreç diliminde kendilerine has yöntemleri ile farklı pencereden bakmamı sağlayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet İssın ve Dr. Ali Öner'e;

Eğitim sürecimize sonradan dahil olup çokça katkıda bulunan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. İsmet Yalkın Çamurcu'ya;

Yine bu süreçte emeğini ödeyemeyeceğim klinik uzmanlarımız Dr. Mehmet Çetinkaya, Dr. Erdinç Genç ve Dr. Hanifi Üçpınar'a;

İyi yada kötü günleri birlikte geçirdiğim ömür boyu kıdemli abimiz Dr. Fatih Farız başta olmak üzere Dr. Seçkin Özcan, Dr. Hamza Arı, Dr. Fatih Subaşı ve Dr. Rıdvan Altay'a

Ortopedi eğitimi alma fırsatı bulduğum Erzincan Üniversitesi Hastanesinde çalışan tüm hekim, hemşire ve diğer sağlık personellerine;

Bu yolda belkide en fazla emek sahibi annem, babam ve kardeşlerime
teşekkürlerimi sunarım

Dr. Hakan YURTEN
2018, Erzincan



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar	
DİZİNİ.....	viii
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 GİRİŞ.....	1
1.2 TARİHÇE.....	1
1.3 EMBRİYOLOJİ & HİSTOLOJİ.....	2
1.4 ANATOMİ.....	3
1.5 NÖROVASKÜLER ÖZELLİKLER.....	4
1.6 KİNEMATİK.....	4
1.7 EPİDEMİYOLOJİ.....	7
1.8 KLİNİK DEĞERLENDİRME.....	8
1.8.1 HİKAYE&FİZİK MUAYENE.....	8
1.8.2 GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....	10
1.9 ÖN ÇAPRAZ BAĞ YIRTIĞININ TEDAVİSİ.....	12
1.9.1 KONSERVATİF TEDAVİ.....	12
1.9.2 CERRAHİ TEDAVİ.....	13
1.10 REHABİLİTASYON.....	20
1.11 KOMPLİKASYONLAR.....	20
2. GEREÇ VE YÖNTEM.....	21
3. BULGULAR.....	25
4. TARTIŞMA.....	33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	37
EK-1.....	38
EK-2.....	39

KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ.....	57



ÖZET

Ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması Ortopedi Polikliniğinde sıkça rastlanmaktadır.Ön çapraz bağın diz eklemindeki ana görevi anterior tibial translayon ve internal tibial rotasyonu kısıtlıdır.Sıklıkla temas olmaksızın valgus ve eksternal rotasyona maruz bırakan kuvvetler ile ön çapraz bağ kopması gerçekleşir.Bu travma esnasında diz eklemindeki diğer yapıların da hasar görmesi muhtemeldir.Bu çalışmanın amacı yumuşak dokudan elde edilen allogreft (AG) ve otogreft (OG) kullanılarak yapılan ön çapraz bağ rekonstruksiyon ameliyatı sonrası hastaların klinik sonuçlarını değerlendirmek ve olası diğer etkenleri saptamaktır.

Ocak 2013 – Ocak 2017 tarihleri arasında kliniğimizde ön çapraz bağ yırtığı tanısı ile opere olmuş 119 hasta değerlendirilmiştir.Bu hastaların 4'ü kadın, 115'i erkektir.53 hastanın sağdizi (%44.5), 66 hastanın ise sol dizi (%55,5) opere edilmiştir.Cerrahi sonrası hastalar en az 14, en fazla 34 ay, ortalama 22.1 ay takip edildiler.Kullanılan greftlerin ortalama çapı 8.24 mm olup her iki grubun ayrı değerlendirildiğinde ortalamaları birbirine yakındır (AG : 8.26; OG : 8.22).63 hastada menisküs yırtığı saptanmazken (%52.9), 46 hastada menisküs yırtığı sebebi ile parsiyel menisektomi yapılmış (%38.7), 10 hastada ise (%8.4) menisküs yırtığı tamir edilmiştir.Bu hastaların 26 tanesinde (%21.8) kondropati tespit edilmiş ama müdahale planlanmamıştır, 4 hastada ise (%3.4) tespit edilen kondropati alanına mikrokirik yöntemi ile müdahale edilmiştir.Cerrahi öncesi doldurulan Lysholm ve Tegner skorları son poliklinik muayenesinde tekrar doldurulmuş ve yine son kontrol muayenesinde KT-2000 cihazı ile yapılan ölçümler mukayese edilmiştir.Bu muayeseler sonucunda her iki grubun birbirine üstünlüğü bulunmamıştır ($p>0.005$).Greft çapı artıkça KT-2000 ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı ilişki tespit edilmiştir($p<0.005$).

Bu çalışmanın sonucu itibari ile yumuşak dokudan elde edilen otogreft yada allogreft arasında klinik sonuçlar bakımından fark yoktur.Her iki greft türü kullanılırken dikkat edilecek husus greftin çapıdır.

Anahtar Kelimeler: Ön Çapraz Bağ, Allogreft, Otogreft, KT-2000

ABSTRACT

Anterior Cruciate Ligament (ACL) injury is one of the most encountering problem in orthopedic daily practice. The main functions of ACL are constraining anterior tibial translation and internal rotation of tibia. It is often injured by noncontact trauma, forcing knee valgus and external rotation. Other ligaments may have injured too. The purpose of this study to compare clinical results of allograft and autograft used in ACL reconstructive surgery. We evaluated 119 patients operated with diagnosis ACL rupture between the dates January 2013 and January 2017. Four of them were women, of 115 are men. 53 (44.5%) patient's right knees and 66 (55.5%) patient's left knees operated. Mean follow up 22.1 months (min 14 m, max 34 m). Mean diameter of all grafts used was 8.24 mm, both groups diameters were close to each other (ALG : 8.26 ; AUG : 8.22). 63 (52.9 %) patients in all had no meniscus injury, of 46 (38.7 %) had partial meniscectomy, of 10 (8.4 %) had meniscus injury repaired. Although 26 (21.8%) patients had chondropaty, it was unnecessary to intervene. Microfracture chondroplasty technique was used to treat chondropaty area in four patients (3.4 %). Lysholm and Tegner scores recorded before surgery and at the last visit in clinic KT-2000 measurements of both knee also performed alongside scores. With all these we have compared two groups but we couldn't find any significant difference ($p > 0.005$). We found a relevance between graft diameters and KT-2000 measurements ($p < 0.005$).

As a result of this study there is no difference in clinical results between allograft and autograft harvested from soft tissue. While using these grafts it is important to consider grafts diameter.

Key Words : Anterior Cruciate Ligament, Allograft, Autograft, KT-2000

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ÖÇB	Ön çapraz bağ
AÇB	Arka Çapraz Bağ
OG	Otogreft
AG	Allogreft
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
ATT	Anterior Tibial Translasyon
AM	Anteromedial
PL	Posterolateral
İTR	İnternal Tibial Rotasyon
EHA	Eklem Hareket Açıklığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1:Diz Eklemının Ön-Arka Görüntüsü.....	3
Şekil 2 : Diz eklemının internal-nötral-eksternal rotasyonu.....	5
Şekil 3: AM ve AL demetlerinin Diz Hareketlerine Göre Pozisyonu.....	6
Şekil 3 : Lachman Testi	9
Şekil 4 : Diz eklemının MRG T1-T2 Görüntü Kesitleri.....	11
Şekil 5: ÖÇB yırtığının MRG görüntülenmesi.....	12
Şekil 6 : Hamstring Tendon Greftinin Tibial Yapışma Yerinden Kesilmesi.....	17
Şekil 7 : Hamstring Tendon Otogreftinin Endobutton ile Hazırlanması.....	18
Şekil 8 : Femoral Tunelin Açılması	19
Şekil 10 : Kullanılan Greft Türleri.....	22
Şekil 11 : Kondropati Dağılımı.....	23
Şekil 12 : Femoral tarafta greft tespit yöntemi.....	24
Şekil 13 : Yaş Dağılımı.....	26
Şekil 14 : Menisküs Yırtığı Dağılımı.....	26
Şekil 15 : Greft Çapının Dağılımı.....	27
Şekil 16 : Türlerle Göre Greft Çapı Ortalaması.....	28
Şekil 17 : Femoral Fiksasyon Tipine Göre KT-2000 Cihazı Ölçüm Ortalaması.....	29
Şekil 18 : Kondropati - KT-2000 Ölçümü.....	30
Şekil 19 : Menisküs Yırtığı - KT-2000 Ölçümü.....	31
Şekil 20 : Gruplar arası Tegner Aktivite Skalası.....	32
Şekil 21 : Gruplar Arası Lysholm Skorlaması.....	32
Şekil 22 : Menisküs Yırtığı - Spora Dönüş.....	32

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1 : TürLere Göre Ortalama Greft Çapının Analizi.....28

Tablo 2 : Greft Çapı, KT-2000 Ölçüm Analizi.....30





1. GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Günlük ortopedi pratiğinde diz eklemi ile ilgili patolojilere sıkça rastlanmaktadır. Diz eklemi ile ilgili sorunlarla uğraşırken diz eklemine anatomisinin yanısıra kompleks biyomekaniğinin bilinmesi gerekmektedir. Diz eklemine hareketi esnasında statik ve dinamik faktörler rol almaktadır. Menüsküsler, ön-arka çapraz bağlar, medial-lateral kollateral bağlar, eklem kapsülü, kıkırdak yüzey, diz eklemine çaprazlayan tendonlar bu faktörler arasındadır (1).

Bu faktörler içerisinde en önemlilerinden biri de ön çapraz bağıdır. Anterior-posterior düzlemde translasyonu engellemesinin yanısıra rotasyonel stabiliteye katkı sunar (2). Ön çapraz bağ yırtıkları iyi bir fizik muayene ile yüksek oranda doğru tespit edilebilmektedir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) teknolojisindeki ilerlemelerle birlikte doğru tanı oranı %100'e yaklaşmaktadır.

Ön çapraz bağ yırtığı olan hastaların tedavisi planlanırken çeşitli etkenler göz önünde bulundurulmalıdır. Hastanın yaşı, günlük aktivite gereksinimi, hastanın beklentisi, eşlik eden diğer bağ yaralanmaları, alt ekstremité anatomik ve mekanik aksı başlıca etkenler arasında sayılabilir (3).

Cerrahi tedavi seçeneğinde farklı greft türleri kullanılabilir. Hamstring tendon otoplasti kullanımı dünya genelinde ve ülkemizde yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada kliniğimizde ÖÇB yırtığı tanısı alıp artroskopik ÖÇB tamiri ameliyatı olan hastalarda kullanılan greft türüne göre klinik sonuçlar incelenmiştir.

1.2 TARİHÇE

Ön çapraz bağ yırtığı ile ilgili tanımlamalar çok eskilere dayanmakla birlikte bildirilen ilk cerrahi tedavi 1895 yılında Mayo Robson tarafından yapılmıştır (4). Daha öncesinde, 1850 yılında Stark iki hastasını alçılama yöntemiyle tedavi ettiğini bildirmiştir (5). 1917-1918 yıllarında Hey Groves-Alwyn Smith iliotibial bandı kullanarak intraartiküler ÖÇB tamiri yapmışlardır (6). 1920 yılında ise Hey Groves ÖÇB kopmasına bağlı dizde oluşan boşalma fenomenini tanımlamıştır (7). 1918 yılında ise ilk kez pivot shift testi tanımlanmıştır. Aynı yıllar içerisinde farklı yapay

maddelerinde kullanımı bildirilmiştir fakat başarı sağlanamamıştır. 1920-1930 yıllarında Cotton, Bosworth ve Morrison fasya kullanarak ekstraartikuler tamir yapmışlar (8). Takagi, Watanabe ve Takeda 1931 yılında ilk atroskopiye uygulamışlardır (9). 1936 yılında Campbell patellar tendonun intraartikuler kullanımını tariflemiştir (10). 1960-1970 yıllarında farklı cerrahlar tarafından ÖÇB erken tamirinin faydaları üzerine yoğunlaşmış ve yine bu yıllar içerisinde lachman ve pivot şift testleri tanımlanmıştır.

1980'li yıllarda allogreftlere ilgi doğmuş, 1983 yılında Webster ve Werner köpeklerde dondurulmuş allogreft ile ilgili çalışmalarını yayınlamıştır (11). İlerleyen yıllar içerisinde alınan greftin saklanması ile ilgili farklı çalışmalar yayınlanmıştır (11).

1934 yılında Riccardo Galeazzi semitendinosus tendonu ile öçb tamirini ilk tarifleyen cerrahdır (12). 1939 yılında Macey'in çalışmaları yayınlanmıştır. 1974 yılında McMaster ve arkadaşları sadece gracilis tendonunun kullanarak yaptıkları çalışmaları yayınlamıştır (13).

2003 yılında Marcacci ve arkadaşları double-bundle gracilis ve semitendinosus greftleri ile yaptıkları tamirlerin daha anatomik olduğunu yayınlamışlardır (14).

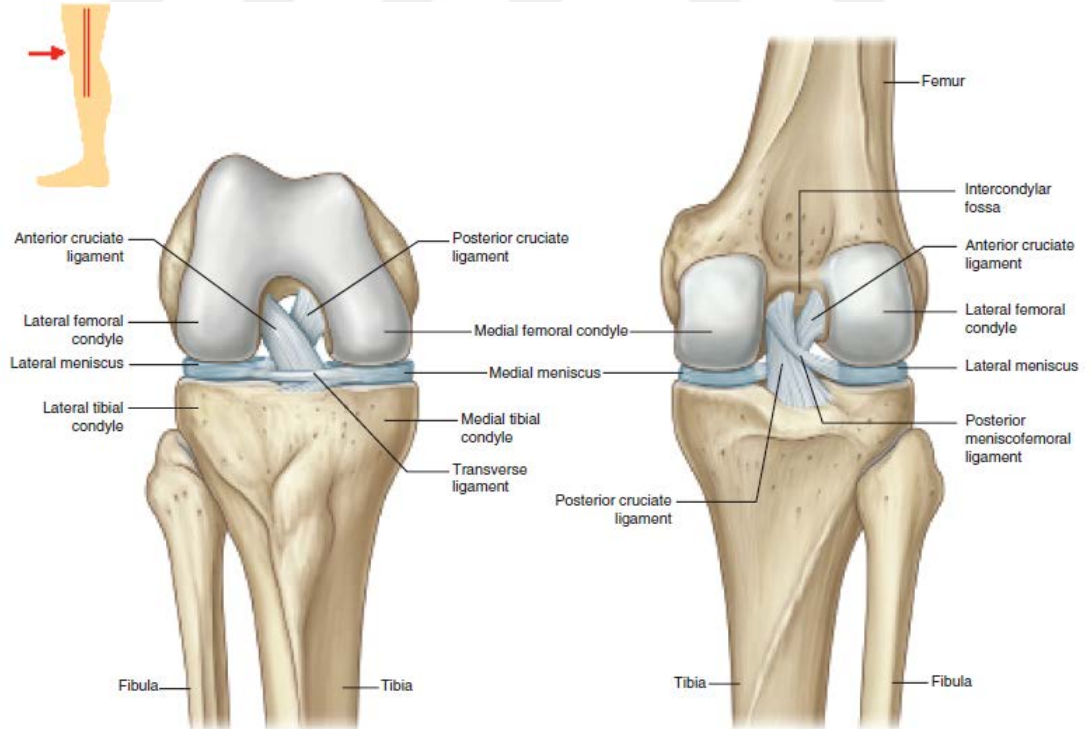
1.3 EMBRİYOLOJİ & HİSTOLOJİ

Gestasyonun 4. Haftasında diz eklemi mezenşimin yoğunlaşması ile başlar. 6. Haftada ayırt edilebilir diz eklemi oluşmuştur. 6-7 haftalar arasında ÖÇB blastomada yoğunlaşma yoluyla belirir. Ventral ligaman olarak belirir, ilerleyen süreçte posterior migrasyon görülür. 20. haftada ise ÖÇB erişkin formunu kazanır (15).

Ön çapraz bağ farklı yönlerde dizlim gösteren kollajen fibril demetlerinden oluşur. Bu demetler arasında çok sayıda fibroblast bulunmaktadır. Elastin ve oksitalan fibriller elastikiyet kazandırır. Farklı oryantasyondaki bu demetler, kompleks ultrastrüktürel yapı ve bol miktarda elastik elemanlar ile ÖÇB diğer ligamanlardan farklılık gösterir ve çok yönlü kompresif veya gerici streslere dayanıklılık kazandırır (16).

1.4 ANATOMİ

ÖÇB lateral femoral kondilin medial yüzünden çıkarak tibia platosunda lateral meniskus anterior boynuzu hizasından eminensianın merkezine yapışır (Şekil 1.1). Fonksiyonel olarak anteromedial ve posterolateral demetlerden oluştuğu gösterilmiştir (17). Dizin anteroposterior ve rotasyonel hareketlerinde bu iki demetin uyum içerisinde farklı rolleri olduğu gösterilmiştir (18, 19). Femura yapışma yerinin izdüşümü oval şekilli olup uzunlamasına çapı ortalama 18 mm, genişliği yaklaşık 11 mm dir (20, 21). Anteromedial (AM) demet 'interkondiler notch'un derinine, interkondiler çizginin direkt anterioruna yapışır. Posterolateral (PL) demet ise femurda AM demetinin anterioruna yapışır. Anteromedial demet tibiada lateral menisküs ön boynuzuna yakın sanal sagittal çizginin yaklaşık %30'una denk gelecek şekilde tibial platoya yapışır. Posterolateral demet ise AM demetinin hafif posterolateraline yine sanal sagittal çizginin yaklaşık %44'üne denk gelecek şekilde tibial platoya yapışır (22).



Şekil 1 : Diz Eklemi'nin Ön-Arka Görüntüsü (Gray's atlas of anatomy, ed 2, Philadelphia, 2015, Churchill Livingstone)

ÖÇB'nin oval/düz yapısı farklı fleksiyon derecelerinde stabilizan rol üstlenir (23, 24). 30 derece ve altı fleksiyon derecelerinde özellikle PL demetinin AP ve rotasyonel kuvvetlere karşı stabilizan etkisi mevcuttur. Fleksiyon derecesi artırıldıkça AM demeti devreye girer (18, 19). Smigielsky ve ark. yaptığı 111 kadavra çalışmasında ÖÇB ın ortalama çapını 11-17 mm arası olduğu ve ÖÇB nin femoral insersiyosu ve orta gövdesinin kalan kısmına nispeten daha ince olduğu tespit edilmiştir (25).

ÖÇB içerisindeki kollojen lifleri, sinir ve mekanoreseptörler diz ekleminin proprioepsiyonunda görev alırlar (26,27). Bunlar dışında kapsul, diğer ligamanlar ve kaslarda proprioepsiyonda rol alır.

1.5 NÖROVASKÜLER ÖZELLİKLER

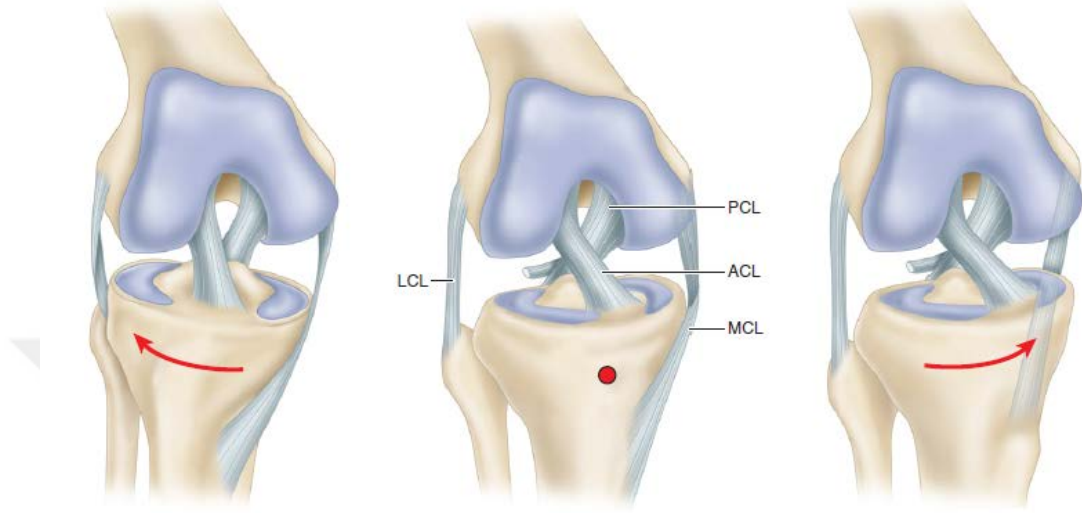
Her iki çapraz bağın ana besleyici damarı orta genikulat arterden kaynaklanır. Her iki ligamanın distal kısımları ise lateral ve medial inferior genikulat arterlerden dal alır. Her iki ligaman orta ve inferior genikulat arterlerin terminal dallarının ağ şeklinde form aldığı sinovyal katlantılar ile sarıdır. Bu damarsal ağ yapısından ligamanı horizontal penetre eden dallar intraligamantöz longitudinal dallar ile anastomoz yapar. Ligaman içerisinde damar dağılımı homojen değildir. Ön çapraz bağ interkondiler fossanın anterior köşesine bakan kısmındaki fibrokartilaj alanda avasküler zon bulunur (26,28).

Diz ekleminin fonksiyonu ligamanlar dışında merkezi sinir sistemi ve periartiküler kaslar arasındaki dinamik ilişkiyede bağlıdır. Bu dinamik ilişki artiküler yada periartiküler çeşitli mekanoreseptörler ve serbest sinir uçları sayesinde başarılıdır (29). Bu reseptörler ÖÇB insersiyosuna yakın yerlerde bol miktarda bulunmaktadır. Ön çapraz bağın kopması sonucu proprioepsiyonun bozulduğunu destekleyen çalışmalar ile birlikte değiştirmedini gösteren çalışmalarda mevcuttur . Başarılı bir ÖÇB tamiri için proprioepsiyonun yeniden oluşması önemlidir. Mekanik olarak stabil olmasına karşın kötü fonksiyonel sonuç olması bu sebeptendir (30).

1.6 KİNEMATİK

Sağlam bir diz ele alındığında ÖÇB hem anterior tibial translasyonu hemde internal rotasyonu sınırlandırır (Şekil 1.2). Bu fonksiyonel rolü kazandırmak için tarif edilen anatomik lokalizasyonda ve uygun ligaman gerginliğinde rekonstruksiyon

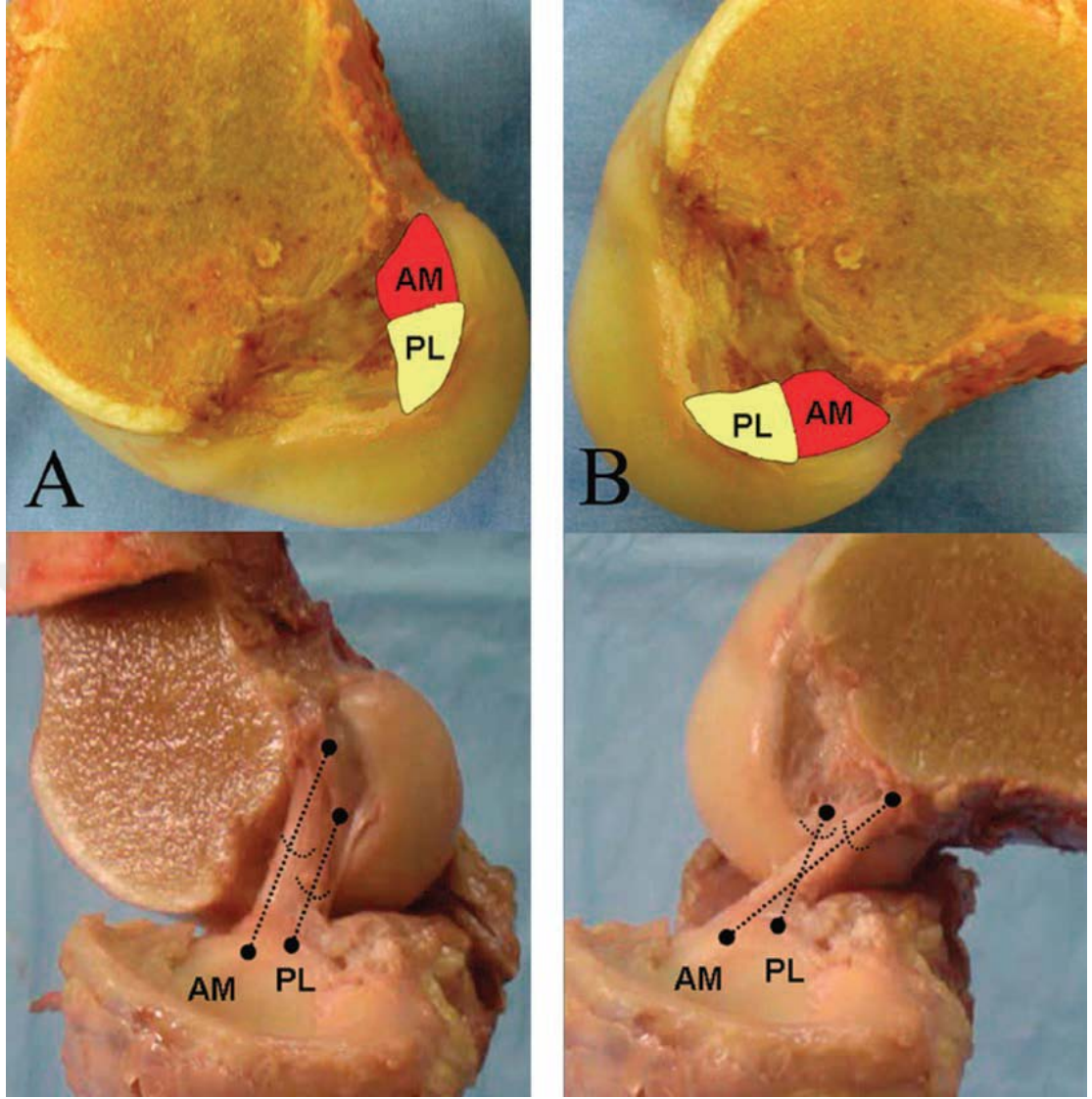
yapılmalıdır (31). Ayakta durma esnasında anterior tibial translasyon (ATT) maksimum 2 mm iken fleksiyon derecesi artıkça 3 mm'ye yükselir, yürüme esnasında ise 5,5 mm'e kadar yükselebilir (32).



Şekil 9 : Diz eklemin internal-nötral-eksternal rotasyonu (Campbell's Operative Orthopaedics, 11 ed., 2013)

Ön çapraz bağ kopuk olduğu takdirde yaklaşık 30 derecelik diz fleksiyonunda 134 N kuvvet altında ATT 10-15 mm kadar yükselir (33,34,35). Yapılan kadavra çalışmalarında kas kuvveti olmaksızın maksimum ATT 15-45 derece fleksiyonda elde edilir (Şekil 1.3). Klinikte ATT farklı fleksiyon derecelerinde kontrol edilir. Ölçeklendirme için KT-2000 (MEDmetric Corporation, San Diego/CA, USA) cihazı kullanılabilir. Fleksiyon derecesi doksan dereceye yaklaştıkça semitendinosus ve grasilis kasları devreye girer. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda ATT klinik olarak ekstansiyona yakın 15-30 derece arasında değerlendirilmelidir (34).

Farklı fleksiyon derecelerinde ÖÇB iki demetinin de önemli rolü olduğu görülmüştür. Kadavra çalışmalarında ekstansiyona yakın derecelerde ATT açısından PL demetinin stabilizan olduğu, daha yüksek fleksiyon derecelerinde ise AM demetinin devreye girdiği gösterilmiştir (24,36). Buna karşın bazı çalışmalarda artan fleksiyon dereceleri ile AM demetindeki gerginliğin sabit kaldığı gösterilmiş özet olarak klinik olarak stabil olmayan ATT varlığında tek demet hasarından daha fazlasının düşünülmesi gerektiği belirtilmiştir (34).



Şekil 10 : AM ve AL demetlerinin Diz Hareketlerine Göre Pozisyonu (Chhabra A, Starman JS, Ferretti M, et al. Anatomic, radiographic, biomechanical, and kinematic evaluation of the anterior cruciate ligament and its two functional bundles. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88

Ön çapraz bağ içerisinde horizontal (medial-lateral) ve antero-posterior uzanan lifler bulunmaktadır. Medial-lateral uzanan liflerin çok yönlü fonksiyonları söz konusudur. Bu lifler sağlam bir dizde internal tibial rotasyonel kuvvetlere direnç gösterir. ÖÇB koptuğu zaman 4 dereceden az olan internal tibial rotasyon (İTR) 30 derecenin üzerine çıkar (31,37). Kollateral ligamanlar da İTR'ye karşı direnç gösterir (38).

Ön çapraz bağ koptuğu zaman ÖÇB'nin rotasyonel instabiliteye etkisini değerlendirmek için pivot-shift testi kullanılır (39). Pivot shift testinin özgüllüğü yüksek olmasına karşın aktif kas kuvvetinden ve gözlemcinin tecrübesinden etkilenmektedir (40). Ekstansiyona yakın derecelerde kombine internal rotatuar ve valgus yükü, ÖÇB

kopuk olduğu takdirde tibia anterolateralinde subluksasyona sebebiyet verir. Fleksiyon derecesi artarak yaklaşık 30 derece civarına geldiğinde kollateral ligamanlar ve iliotibial band gerginleşir ve sublukse olan tibiayı redukte eder (39). Akut ÖÇB kopmasında ağrı ve kas kasılmasından dolayı pivot-shift testi optimum değerlendirilemeyebilir. Klinik olarak pivot shift testi ATT'yi değerlendirmeye nispeten daha kompleks görünsede prognoz açısından daha belirleyicidir (41).

ÖÇB kopması ile rotasyonel aks değiştüğünden ve istabilite arttığından eklem basıncı değişir. İn vivo ve in vitro yapılan biomekanik çalışmalarda ÖÇB kopması sonrası total eklem basıncının düştüğü bulunmuştur (42,43). ÖÇB kopuk bir dizde rotasyonel aksın mediale kaydığı ve daha fazla eklem hareket serbestisitesi kazandırdığı gösterilmiştir (37,40).

1.7 EPİDEMİOLOJİ

Ön çapraz bağ diz ekleminde en sık hasarlanan ligamanlardan biridir. Sıklıkla gençleri, aktif bireyleri, kadınları (aynı sporu yapan erkeklere göre) daha sık etkiler (44,45). Son yıllarda kadınların sportif faaliyetlere daha aktif katılımı ile kadınlarda ÖÇB hasarlanma sıklığı artmıştır. Ön çapraz bağ hasarı ile birlikte eşlik eden meniskus yırtığı gibi diğer diz patolojileri varlığında 10-15 yıllık süre içerisinde osteoartrit gelişme riski artar (46,47).

Temas olmadan ÖÇB yaralanması daha çok diz ekleminin dinamik stabilitesinin olmayışından kaynaklanır (48,49). Bunun yanı sıra beklenmedik hareket yapmak zorunda olan yada beklenmedik yüke maruz kalan bireylerde biomekanizma değişir ve ÖÇB hasarlanma riski yükselir (50). Yapılan çalışmalarda bayan atletlerde ÖÇB yaralanmasına sebebiyet verecek biomekanik bir fark bulunamamıştır (51). Sıçrama sonrası yere temas anında kadınlarda diz abduksiyon hareketi ve abduksiyon açısı daha yüksektir (52).

İntrinsik risk faktörleri göz önünde bulundurulduğunda, ÖÇB kopması olan hastalarda tibial slopun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (53, 54). Bunun yanı sıra 'interkondiler notch'un dar olması da diğer bir risk faktördür (55, 56). Kadınlarda ÖÇB geometrisi, ayak pronasyonu, pelvik tilt, generalize eklem laksitesi, menstruel sikluslar, dinamik valgus diz, ainsel yatkınlık, Tip 1 Alfa 1 kollajen (COL1A1) varlığı, boy, vücut kitle indeksi diğer potansiyel risk faktörleridir (57). Nöromusküler kontrol defisiti olan

bireylerde risk daha yüksektir. Ekleme binen aşırı yük ÖÇB üzerinde hasar bırakan streslere sebebiyet verir (58). Dış etkenler değerlendirildiğinde sürtünmeyi artıran ayakkabı tabanı, beklenmeyen yan basma, sentetik oyun sahası örnek verilebilir (60, 61).

1.8 KLİNİK DEĞERLENDİRME

1.8.1 HİKAYE & FİZİK MUAYENE

Ön çapraz bağ yaralanmasının birçok mekanizması olmasına karşın birkaç mekanizması özellikle öne çıkmaktadır. Hastaların bir kısmı belirgin bir öykü tarif edemez. Belirgin çoğunlukta olan bir grup hasta ise olay esnasında temas olmaksızın yavaşlama ve rotasyonel hareketlerden oluşan yaralanma anı tarif ederler (65, 66). Yine hastaların sıklıkla bir kopma sesi tariflemeleri tipiktir. Olay anından sonra genellikle hasta aktivitesine devam edemez ve yere düşer. Bir kaç saat içerisinde sıklıkla effüzyon ve hamatom gelişir (62, 63). Kontakt temas olan hastalarda ise olaya direkt darbe ile hiperekstansiyon ve/veya valgus kuvveti de dahil olmaktadır.

Fizik muayene başarılı bir ameliyat için oldukça önemlidir. İyi anamnez ve fizik muayene ile ek çalışma gerektirmeden ÖÇB hasarı tespit edilebilir. Fizik muayene için en uygun zaman şişlik, ağrı ve kas spazmı gelişmeden önceki evredir. Kollateral ligaman ya da menüsküs hasarı eşlik edebileceğinden tam hikaye ve iyi fizik muayene ile görüntüleme seçenekleri belirlenir, böylelikle cerrahi için uygun malzeme temini sağlanır ve hastanın uygun beklentilerde olması sağlanır. Kötü sonuçlar genellikle eklem hareket kısıtlılığı, zayıf kuadriseps kas aktivitesi ve aşırı şişme ile birlikte dir. Bu yüzden tam ekstansiyon elde edilice, minimal şişlik varken ve kuadriseps fonksiyonu normal iken cerrahi planlanmalıdır (67).

Fizik muayene sağlam diz ile başlamalıdır. Böylelikle hasta diz muayenesine aşına olmuş olur ve klinisyenin hastanın normal parametrelerini anlamasını sağlar. Hasarlı diz muayenesi şişme veya cilt lezyonlarını gözleme ile başlar. Palpasyonla varsa effüzyon ve derecesi değerlendirilir. Daha sonra hastanın aktif ve pasif diz hareket açıklığı değerlendirilir ve kayıt altına alınır. Hareket açıklığı değerlendirmesinden sonra diz 90 derece fleksiyona getirilerek medial ve lateral meniskusler palpasyonla değerlendirilir. Diz 90 derecede iken ön-çekmece testi ile anterior tibial translasyon değerlendirilir. Diz 20-30 derece fleksiyona getirilerek Lachman testi uygulanır (Şekil

4). Bir el ile femur tespit edilirken diğ er el ile tibiayı anteriora zorlayan kuvvet uygulanarak Lachman testi yapılır (68).



Şekil 11 : Lachman Testi (Dutton's Orthaepedic Examination, Evaluation and Intervention, 4 Ed. 2016)

Anterior translasyonun derecesi ve sınırlanma Şekli kayıt altına alınmalıdır. Buradaki laksite diğ er dize g ore değerlendirilmelidir. 1-5 mm arası grade 1 ; 5-10 mm arası grade 2 ; 10 mmm  zeri ise grade 3 olarak belirlenir. Diz 20-30 derece fleksiyon halinde iken varus -valgus stres testi ile kollateral ligamanlar değerlendirilir. Diz tam ekstansiyona getirilerek varus-valgus stres testleri ile diğ er patolojiler değerlendirilebilir

(62). Pivot shift testi ise ekstansiyonda başlar. Sağlam bir MCL gerektirir. Ön çapraz bağın rotasyonel yeterliliğini test eder (63). Hastanın dizine aksiyel yük ile birlikte internal rotasyon ve valgusa zorlayan kuvvet uygulanarak diz yavaşça fleksiyona getirilir. Lateral tibial platonun ekstansiyonda iken anteriora sublukse olması ve fleksiyon derecesi yaklaşık 30 derece getirildiğinde redukte olması ile test ÖÇB yetmezliği açısından patognomoniktir (64). Dezavantajı ise bilinci açık hastaya bu testi uygulamak güçtür. En iyi anestezi altında değerlendirilir.

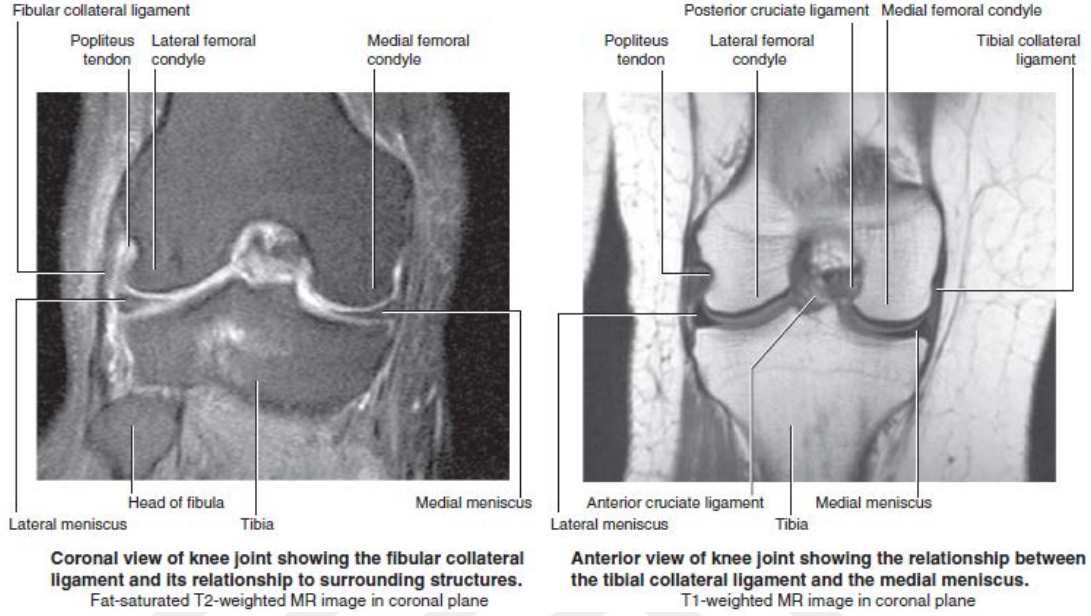
1.8.2 GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Radyografi diz muayenesi ile ilgili istenecek ilk görüntüleme yöntemi olmasına rağmen ÖÇB hasarı ile ilgili verebileceği bilgiler kısıtlıdır. Bazı indirekt bulgular ÖÇB hasarından şüplendirir. Tibial yada femoral insersiyosundaki avulsiyon kırıkları tespit edilebilir. Lateral tibial köşede avulsiyon kırığının varlığı sıklıkla ÖÇB rüptürü ile birliktelik gösterir (69,70). Lateral femoral kondilde 1,5 mm'den daha derin sulkus bırakan osteokondral İmpaksiyon kırıklarında ÖÇB hasarı ile birlikte görülme olasılığı yüksektir (71). Suprapatellar bölgede tespit edilen opasite artışına sebep olan hemartrozisde ÖÇB rüptürü ile birlikte görülebilir.

Ön çapraz bağ hemartroz yokluğunda BT'de tespit edilebilir. Sıklıkla radyografide tespit edilen avulsiyon kırıklarının büyüklüğünü ve parça sayısını tespit amaçlı kullanılır.

Ön çapraz bağ yağ baskılı yada baskısız MRG kesitleri ile optimal değerlendirilebilir (Şekil 5). Farklı planlarda anatomik korelasyon sağlanır. Ön çapraz bağ değerlendirmesi için en sık sagittal kesitler kullanılır. Fleksiyon da çekilen MRG kesitleri ÖÇB etrafında daha fazla oluşturduğu boşluktan dolayı artefakt miktarını azaltır ve femoral insersiyonu daha iyi gösterir (72). Normal ÖÇB tüm kesitlerde düşük-orta sinyal yoğunluğunda kesintisiz lifleri vardır. Posterolateral demetinin genellikle daha yoğun sinyali vardır. Ön çapraz bağ yırtığında MRG ile yüksek oranda doğru teşhis etmek mümkündür (%90 dan fazla) (73). Ön çapraz bağ rüptürünün ilk işareti liflerindeki devamsızlıktır. Oblik sagittal kesitler ÖÇB rüptürü ile ilgili en yararlı bilgileri sağlar. Komplet ÖÇB rüptüründe boş duvar işareti ile sıklıkla karşılaşılır (74). Akut yada subakut yaralanmada ÖÇB kalınlaşması ve ödem T2 kesitlerde artmış sinyal

artışı ile kendini gösterir. Kronik vakalarda lifler tamamen absorbe olabilir yada ÖÇB bakiyesi AÇB ve sinovyal katlantıya karışmış olabilir (75).

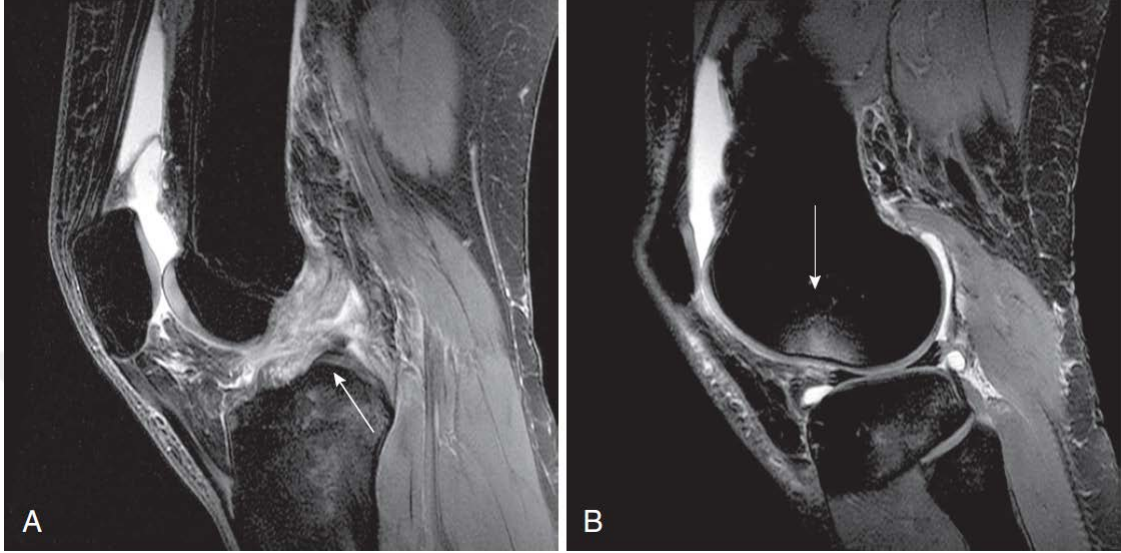


Şekil 12 : Diz eklemının MRG T1-T2 Görüntü Kesitleri (Campbell's Operative Orthopaedics, 11 ed., 2013)

Kısmi ÖÇB yırtıklarının teşhisi komplet yırtıklara göre daha zordur. Kısmi yırtıklarda sinyal yoğunluğu artmış ve laksite sebebi ile ÖÇB konkav hale gelmiştir. Devam eden liflerin varlığı komplet yırtık olmadığını gösterir. Manyetik rezonans görüntüleme parsiyel yırtıkların tespitinde sensitivitesi %40-70, spesifitesi %50-90 arasındadır (76). Üç Tesla MRG görüntülerinin ise sensitivite ve spesifitesi ise daha yüksektir (77). Ön çapraz bağın %10 dan daha azı yırtık ise düşük, %10-50 arası ise orta, %50 den fazlası yırtık ise yüksek derece parsiyel yırtık kabul edilir. Tekrarlayan hasarlara bağlı fibroz artefakt oluşabilir. Tibia üzerine valgus stres altında internal rotasyona sebep olan kuvvet bindiğinde özellikle mid-lateral femoral kondilde ve posterolateral tibial köşede kemik ezilmeleri görülebilir. Bu kemik ezilmeleri ÖÇB rüptürü ile birlikteliği sıktır (Şekil 6) (78). Derin femoral notch işareti ÖÇB yırtığı için spesifiktir fakat sık karşılaşılmaz. Segond kırıkları, 'patellar buckling' işareti de ÖÇB rüptürü ile sık birliktelik gösterir (79).

Sagittal kesitlerde femura göre ATT 5 mm veya daha fazla ise ÖÇB rüptürünü düşündürmelidir (Sensivite %86, Spesifite % 99). Örtülü olmayan medial veya lateral

meniskus arka boynuzu, arka çapraz bağ (AÇB) katlantısı ÖÇB rüptürünü düşündürmelidir. Hoffadaki kırık yağ yastıklar da ÖÇB rüptürünü düşündürür (80,81).



Şekil 13: ÖÇB yırtığının MRG görüntülenmesi (Campbell's Operative Orthopaedics, 11 ed., 2013)

1.9 ÖN ÇAPRAZ BAĞ YIRTIĞININ TEDAVİSİ

1.9.1 KONSERVATİF TEDAVİ

Genç yetişkinlerde ÖÇB hasarı sonrası hasar öncesi aktivite seviyesine dönmek isteyenlerde cerrahi tedavi altın standarttır. Geçmiş dönemde konservatif yaklaşım alternatif tedavi seçeneği olmasına karşın son zamanlarda yapılan çalışmalara göre konservatif tedavinin klinik sonuçları iyi değil (82,84). Konservatif tedavi edilen hastalarda kötü klinik sonuçlardan dolayı sekonder ÖÇB tamiri ve meniskus tamiri insidansı artmaktadır (85,86).

Yakın zamanda yapılan randomize kontrollü çalışmada belirli karakterdeki hastaların konservatif olarak etkili tedavi edilebileceği bildirilmiştir (86,87). Yazarlar, yapılandırılmış rehabilitasyon programı ile gerekirse geç evrede ÖÇB tamiri yapılabileceğini ve sonuçlarının erken ÖÇB tamiri ile aynı olduğunu belirtmektedir

(86). Daha önce yapılmış çalışmalara göre ise konservatif tedavinin instabilite ve geç meniskus yırtığı riskini artırdığı belirtilmiştir. Bu yüzden özellikle hasar öncesi aktivite seviyesine dönmek isteyen bireylerde konservatif tedavinin potansiyel faydaları geç dönem diz hasarının gerisinde kalmaktadır (88).

Ön çapraz bağ yırtığı olan, iskeleti immatür bireylerde ikincil meniskal ve kondral yaralanma sıklığı artmaktadır. Bu bireylerde gecikmiş ÖÇB tamiri ile medial meniskus yırtığı arasında ilişki vardır (89). Prospektif yapılan bir çalışmada, MRG görüntüleri toplanarak ulaşılan sonuçta bu bireylerde ilk 4 yıl içerisinde medial meniskus yırtığı gelişme olasılığı %20 dir (90).

1.9.2 CERRAHİ TEDAVİ

Cerrahi tedavi ve rehabilitasyon zamanı halen tartışılmaktadır. Bunun dışında allogreft - otogreft kullanımı da ayrı bir tartışma konusudur. Gecikmiş ÖÇB rekonstruksiyonunda meniskus yada kondral hasar insidansı, kas gücü kaybı gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Ön çapraz bağı yırtık olan hastalarda meniskus yırtığı oranı %10-50 arasındadır (91,92). Kondral hasar riski ise belirgin artmaktadır. ÖÇB yırtılması esnasında hastaların %20'sinde ilerleyen dönemde ise %20-30 oranında ikincil hasar gelişme riski vardır (93,94).

Erken evrede ÖÇB tamiri yapılan hastalarda gelişebilecek olan artrofibroz özellikle eklem hareket açıklığında (EHA) kısıtlılığa sebep olur . Retrospektif geniş katımlı bir çalışmada ilk hafta içerisinde ameliyat edilen hastalarda artrofibroz oranı %52; 2-3 hafta içerisinde opere edilen hastalarda %17 olarak bulunmuştur (95). Üç hafta sonrası opere edilen hastaların hiçbirinde artrofibroz gelişmemiştir. Post-op erken hareket, pasif ekstansiyona getirme bu hastalarda eklem sertliği oranını düşürmektedir. Artrofibroz riski sebebi ile ilk hafta içerisinde cerrahiden kaçınmalı ve hastalara uygun düzenlenmiş rehabilitasyon sağlanmalıdır (96,97).

Pre-op rehabilitasyon kas kuvvetini muhafaza etme açısından önemlidir. Pre-op kuadriseps kasındaki %20 kayıp kötü klinik sonuç için en belirleyici faktörlerden biridir. Bu hastalarda takip eden 2 yıl içerisinde %15 kas kuvveti kaybı görülür (98). Erken evrede ameliyat edilen hastalarda post op kuadriseps kuvvet oranı daha düşük

bulunmuştur. Kas zayıflığı aynı zamanda otogreft alınmasından dolayı da kaynaklanabilir. Bu sebeplerden ötürü kuadriseps kas kuvvetini muhafaza etmek için rehabilitasyon programı bütün bu faktörler göz önünde bulundurularak ayarlanmalıdır (99).

1.9.3 GREFT SEÇİMİ

En sık kullanılan otogreft türleri bone-patellar-tendon-bone (BPTB) ve hamstring tendon (HT) greftleridir. Birçok çalışma göstermiştir ki her ikisinin de sonuçları mükemmeldir (100). Her ikisinin de güçlü savunucuları ayrıca kendilerine özgü avantaj ve dezavantajları vardır. Bone-patellar-tendon-bone ve HT greftlerini doğal ÖÇB ile kıyaslayan biomekanik çalışmalar göstermiştir ki BPTB grefti 2730 N - 2900 N yüke dayanabilmektedir. Bone-patellar-tendon-bone greftinin %160 daha güçlü olduğu gösterilmiştir. Tek sarmal HT greftinin ise 1220-840 N (semitendinoz - grasilis) dayanma gücü olduğu gösterilmiştir. Özet olarak her iki greft türü doğal ÖÇB gücünü aşmaktadır. Bone-patellar-tendon-bone greftinin bir avantajı yeniden kopma riskinin düşük olmasıdır (%1,9 - % 4,9). Bu konuda farklı oranlar belirten çalışmalarla birlikte arada önemli fark olmadığını belirten çalışmalar da vardır (101, 102).

Greft fiksasyonu ÖÇB tamiri başarısı için önemlidir. Yapılan çalışmalarda gösterilmiştir ki interferans vidaları maksimum yüke dayanıklılık sağlamaktadır (103). Yapılan hayvan çalışmalarında BPTB greftinin 3. haftada maksimum başarısızlık oranı belirtilmiştir. Greftin erken tutunması, revaskülarize olması ile erken aktiviteye dönüş sağlanabilir (104,105). Bone-patellar-tendon-bone grefti kullanılan hastalarda ön diz ağrısı daha sık karşılaşılan bir komplikasyondur. Meta-analiz bir çalışmada BPTB grubunda HT grubuna göre ön diz ağrısı insidansı daha yüksek bulunmuştur (%17,4 - %11,5). BPTB greft seçiminde ön diz ağrısı insidansının artışı bir çok çalışmada gösterilmiştir (106). Diğer çalışmalarda yine gösterilmiştir ki BPTB grefti ile tamir yapılan hastalarda osteoartrit gelişim oranı daha yüksektir (%45 - % 14) (107). Bu konuda yapılan çalışmalar yetersizdir ve uzun dönem randomize çalışmalar gerekmektedir. Bone-patellar-tendon-bone grefti kullanılan hastalarda, anestezi altında manipulasyon gerektiren yapışıklık daha fazla oranda tespit edilmiştir (108). Bunda ekstansör mekanizmanın zayıflaması sebep olarak gösterilebilir (108).

Hamstring tendonlarının ana avantajı donör sahada daha az morbidite

oluşturmasıdır. Teknik olarak daha zor olmasına karşın cerrahi sahada kozmetik problemlere daha az rastlanır (108,109). Diz ekleminde fleksor mekanizmada aksamalara sebep olabilir fakat bu henüz ispatlanmamıştır. Bazı çalışmalarda hamstring tendonlarının rejenere olduğu gösterilmiştir (110,111). Tünelin genişlemesi HT grefti kullanılan hastalarda daha sık tespit edildiği bildirilmiştir (%20 - %10). Yapılan kontrollü çalışmada HT grubunda yüksek oranda tunel genişlemesi tespit edilmesine rağmen sadece 1 hastada laksite gelişmiştir (82,100).

Allogreft için patellar, aşıl ve tibialis anterior tendonları kullanılır. En önemli avantajları donör saha morbiditesi yoktur, cerrahi zaman kısalmır ve yeterli miktarda greft varlığı söz konusudur. Buna karşın hastalık geçişi söz konusu olabilir ve maliyeti artırabilir. Ön diz ağrısı allogreft kullanılan hastalarda görülme olasılığı düşüktür (100). Allogreftlerde yüksek başarısızlık oranı günümüzde hala önemli bir problemdir. Bunda allogreftin işlenmesi esnasında radyasyona ve kimyasallara maruz kalmasının etkisi büyüktür (112,113).

Diz stabilitesi açısından allogreft - otogreft arasında farklı durumlar bildiren çalışmalar mevcuttur. Bir çalışmada otogreft ile kıyaslandığında allogreft grubunda daha yüksek oranda instabilite tespit edilmiştir (%14 - %5,3) (114). Buna rağmen fark olmadığını belirten başka çalışmalar da mevcuttur (115).

Allogreft daha yüksek maliyetlidir. Ayrıca daha yüksek oranda enfeksiyon gelişme oranı bildirilmiştir (116). Başka çalışmalarda donör saha morbiditesinden dolayı cerrahi süre ve hastanede kalış zamanının uzadığı ve bunun da maliyeti artırdığı bildirilmiştir (117).

1.10.4 CERRAHİ TEKNİK

Ön çapraz bağ rekonstruksiyon cerrahisinin amacı ÖÇB yırtığı sebebi ile kaybedilen diz stabilitesini sağlamak ve sonraki süreçte meniskus hasarını önlemektir. Günümüzde bu alanda kaydedilen ilerlemeler ile birlikte günlük aktivite seviyesini muhafaza etmek isteyen neredeyse her yaş grubuna bu ameliyat yapılabilir. Otogreft yada allogreft kullanımı açısından bolca seçenek mevcuttur. Hastanın yaşı, özellikle ekstensor mekanizma ile ilgili geçirilmiş travma öyküsü, sportif faaliyetlere katılım, patellofemoral ağrının varlığı ve hastanın tercihi dikkate alınarak kullanılacak greft türü belirlenebilir.

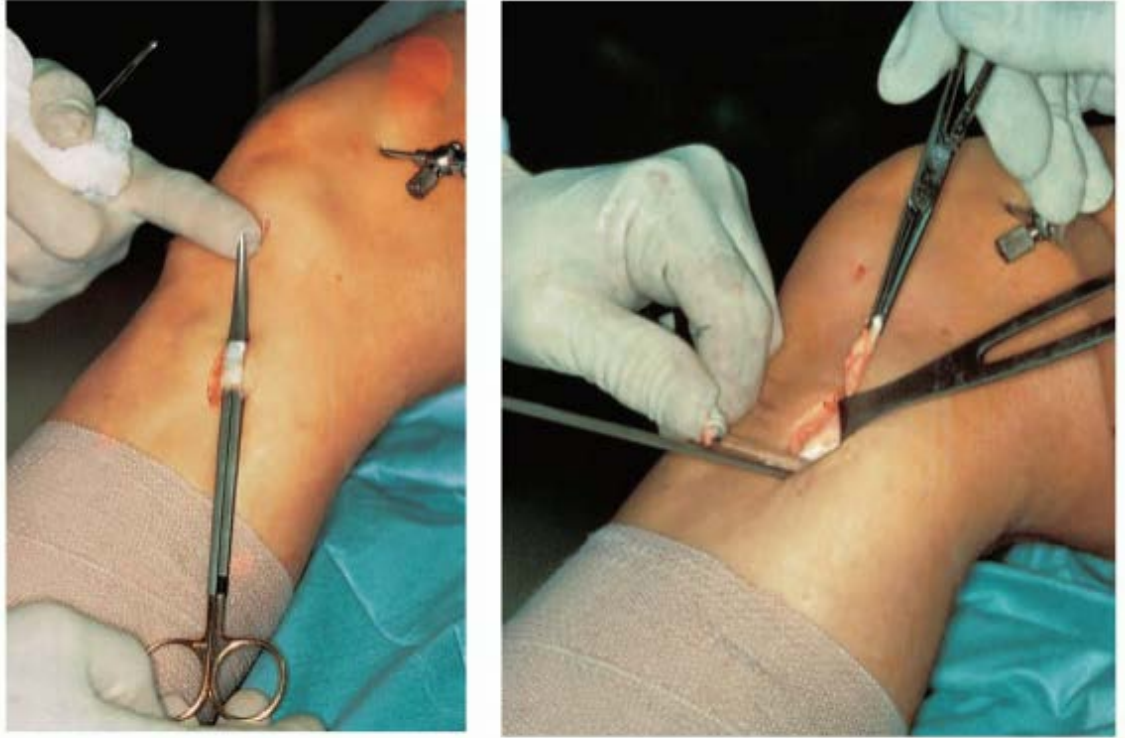
Cerrahi öncesi hikaye ve kapsamlı bir fizik muayene oldukça önemlidir. Lachman testi ile anormal laksite kayıt altına alınır. Pivot shift testi ile instabilite değerlendirilir. Eşlik eden diğer patolojiler kayıt edilmeli, cerrahi öncesi hazırlık uygun planlanmalıdır. Kemik maturitesini değerlendirmek ve kemik anatomisini belirlemek için radyografi çekilmelidir. Tanıyı sağlamlaştırma ve ek patoloji açısından değerlendirmek amacı ile MRG istenebilir. Cerrahi sonrası proksimal medial yüzde günlük aktiviteyi engellemeyen uyuşukluk olabileceği ve bunun bazen kalıcı olabileceği hastaya mutlaka anlatılmalıdır. Mutlaka cerrahi öncesi ameliyathane şartları gözden geçirilmeli ilgili ekipmanda eksiklik varsa şayet giderilmelidir.

Genel anestezi yada rejyonel anestezi ile işlem gerçekleştirilebilir. Ortalama 1 saat önce profilaktik olarak 1 gr Cefamezin IV yolla verilir. Alerjik durum söz konusu ise 600 mg Klindamisin tercih edilebilir. Cerrahi öncesi taraf işareti kontrol edilir. Anestezi verilmesinden sonra cerrahi öncesi her iki diz değerlendirilmeli ve kayıt altına alınmalıdır. İlgili uyluk proksimaline turnike sarıldıktan sonra cerrahın tercihinine bağlı destekler yerleştirilebilir. Uygun boyama ve steril örtüm sonrası ekstremitte elevasyonda bekletilir. Esmarch bandajı sarıldıktan sonra turnike şişirilir. Anterolateral ve anteromedial portaller açıldıktan sonra diz eklemine atroskopik değerlendirilmesine geçilir. Düzenli sıra ile suprapatellar bölge, patellofemoral eklem, her iki gutter, menüsküs ve çapraz bağlar değerlendirilir. ÖÇB yırtığı teyit edildikten sonra zaman kazanma açısından, otogreft kullanılacaksa şayet, ek patolojilere müdahaleden önce greft alımı yapılabilir.

Tendon grefti için tibial tüberkülün üst ucunun yaklaşık 1 parmak altında, tibial tüberkül ile medial tibial sınırın 1/3 mesafesinde yaklaşık 2 cm'lik vertikal bir insizyon yapılır. Parmak hareketi ile tendonlar hissedilebilir. Cilt ve subkutanöz yağ dokusu kesildikten sonra bir spanç yardımıyla subkutanöz yağ dokusu mediale doğru temizlenebilir. Sartoryus fasyası altında semitendinosus ve grasilis tendonları parmak ile hissedilir veya açıkça görünür hale gelebilir. İnsizyon yara yerine işaret parmağını sokabilecek kadar büyük olmalıdır (118).

Grasilis tendonunun hemen superiorunda sartoryus fasyası belirlenerek ters L şeklinde insizyonla tendonlara ulaşılır. Bu bölgede fasyaya giren venöz damarlanmalar koagüle edilmelidir. L şeklindeki kesinin horizontal hattı tibial tüberkülün yaklaşık 2-3 cm medialinde başlar ve tibial tüberkül medial sınırından vertikal 3 cm kadar distale

uzatılır. Bir klemp yardımıyla süperolateral köşe tutularak pes kompleksi gerilir ve tendonlar kemiğe yapışma yerinden sıyrılır (Şekil 7). Pes kompleksi 1-2 cm sıyrıldıktan sonra periosteum ve pes kompleksi ayrılır. Bu ayırma devam ederken süperfisial medial kollateral ligamanın anterior liflerine zarar verilmemelidir.



Şekil 14 : Hamstring Tendon Greftinin Tibial Yapışma Yerinden Kesilmesi (Master Techniques in Orthopaedic Surgery: Reconstructive Knee Surgery, 3rd Edition , 2008)

Pes kompleksinin alt yüzünde grasilis ve semitendinosus kaslarının ayrıldığı yerden iki tendon birbirinden ve sartoryal fasyadan kurtarılır. 2 no etibond dikiş ile tendon uçlarına dikiş yerleştirilir ve dikiş uçları klemp ile tutturulur. Parmak kullanılarak her iki tendon çevre yumuşak dokulardan künt disseksiyon ile serbestleştirilir. Yapışıklık yada bağlantılardan kurtarmak için makas kullanılması gerekebilir. Grasilis tendonunda bazen semitendinosus tendonunun alt yüzünde ise sıklıkla gastroknemiusa uzanan bağlantılar vardır. Yeterli tendon grefti alabilmek için bu bağlantıların kesilmesi gerekir. Parmak ile muskulotendinosus bileşkeye kadar bağlantı olmadığı belirlenince tendon sıyrıcı yardımıyla otogreftler alınır. Sıklıkla ilk grasilis alınır. Tendonun kesilmemesi için tendon sıyrıcı dikkatlice ilerletilirken tendon gergin

tutulmalıdır. Tendon sıyrıcının ilerlemesinde bir güçlük ile karşılaşıldığı takdirde durdurup kalan tendon bağlantıları varlığı açısından yeniden değerlendirme yapılır. Yaklaşık 13 cm ilerletildiğinde muskulotendinöz bileşkeye denk gelen bu noktada tendon sıyrıcı daha kuvvetli ilerletilebilir. Başarılı alınmış bir greft ortalama 21-28 cm uzunluğundadır.

Alınan tendonların üzerindeki kas dokusu sıyrılır. İstenilen uzunluk seviyesinde tendon uçları kesilir. İkiye katlanmış bir tendonun uzunluğu en az 7 cm olmalıdır. Böylelikle 2 cm femurda, 2 cm tibiada ve 2-3 cm ise eklem içinde kalmış olur. Greft hazırlama masası kullanılarak her iki tendon ucunu birlikte geçecek şekilde dikiş yerleştirilir. Endobutton halkasına geçirilerek greft ikiye katlanır (Şekil 8). Çap belirleyici tunellerden geçirilerek greftin çapı belirlenir. Femoral tunelde kalması istenen kısım marker ile işaretlenir. Bu işaretleme endobuttonun atlayabilmesi için greftin yeterince çekildiğini gösterir.

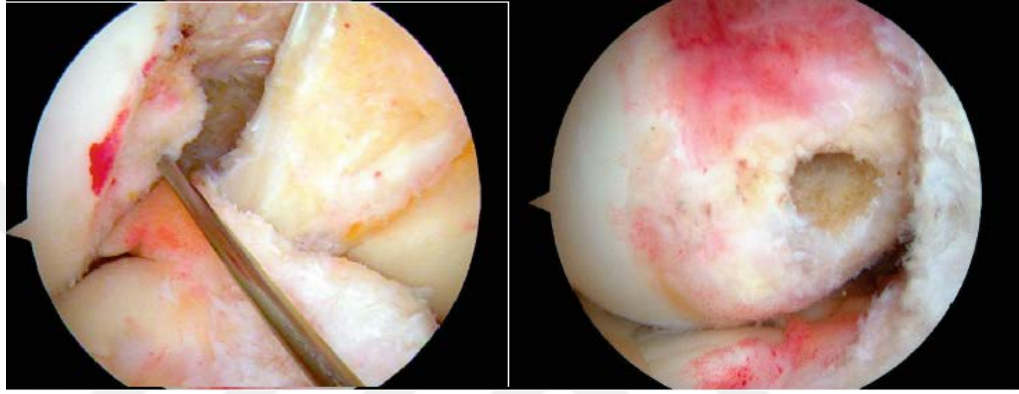


Şekil 15 : Hamstring Tendon Otogreftinin Endobutton ile Hazırlanması (Master Techniques in Orthopaedic Surgery: Sports Medicine, 1. ed., 2010)

Diagnostik atroskopi ve ek patolojilere gerekli müdahale sonrası sırada interkondiler notchun hazırlanması vardır. Uygun görüntüleme için yağ dokusu shaver yardımıyla eksizye edilir. Cerrahın tercihinine göre ek anteromedial portal açılabilir. Biz

sıklıkla 2 portal ile çalışıyoruz. ÖÇB tibial ve femoral insersiyosu ayak izini görebilmek amacı ile temizlenir.

Femoral tunel için giriş noktası belirlemede saat yüzü yada belirli noktalar referans olarak kullanılabilir. Bu belirleme esnasında diz 90 derece fleksiyondadır. Sağ diz için saat 9 yönü sol diz için ise saat 3 yönü kullanılır. Ayrıca tunel giriş noktasını için 'interkondiler ridge' ve 'bifurcate ridge' referans olarak kullanılır. Kirschner teli gönderildikten sonra uygun kalınlıkta kanüle drill ile femoral tunel açılır (Şekil 9).



Şekil 16 : Femoral Tünelin Açılması (Master_Techniques_in_Orthopaedic_Surgery_2017)

Tibial tünel için Kirschner teli göndermeyi kolaylaştıracak rehber aparat yerleştirilir. Referans noktası olarak lateral menisküs ön boynuz posterior yüzünün mediali kullanılabilir. Rehber aparatın pini bu noktaya yerleştirildikten sonra tibia medial 1/3 ünden Kirschner teli gönderilir. Tel eklem içine girdikten sonra diz ekstansiyona alınarak sıkışma olasılığı değerlendirilir. Tibial tunel sagittal planda 55 derecelik açıda uzunluğu optimum 30 mm olmalıdır . İstenilen çapta kanüle drill ile tibial tunel genişletilir. Hook yardımıyla femoral tünelden geçirilen ipin ucu tibial tünel çıkışına alınır (119).

Artroskop ile izlenirken endobuttonun her iki ayağını tutan güçlendirilmiş ipler tibial tünelin çıkışına getilen ip sayesinde tünellerden geçirilir. Bu güçlendirilmiş iplerden biri yönlendirici olarak kullanılır. Lateral femoral korteksi atladıktan sonra diğer ip sayesinde endobutton atlatılarak femoral kortekse oturması sağlanır.

Greftin tibial fiksasyonu için farklı yöntem ve araçlar mevcuttur. Sıklıkla tibial tünel çapından 1 mm daha kalın bioemilebilir vida ile tespit edilir. Greftin tünel dışında kalan kısmı 1 adet U çivisi ile tespit edilerek tibial fiksasyon güçlendirilir.

1.10 REHABİLİTASYON

Hastaların yeniden aktif hayatlarına dönebilmeleri için rehabilitasyon bu sürecin önemli parçalarından biridir. Temel amaç eklem hareket açıklığının kazanılması ve kas gücünün elde dilmesidir.

Diz egzersizleri cerrahi sonrası ilk gün başlanır. İlk 1 ay tam ekstansiyon teşvik edilerek 90 derece fleksiyona kadar izin verilir. İzometrik kuadriseps ve hamstring egzersizleri, düz bacak kaldırma ve CPM ile pasif hareket başlanır. Opere olan tarafa koltuk değnekleri yardımıyla kısmi yük vermeye izin verilir.

1 aydan sonra tam fleksiyona geçiş yapılır ve koltuk değnekleri terkedilir. İlgili bacağına tam yük verme, parmak ucunda yükselme, ağırlık ile düz bacak kaldırma ve kısıtlı derecede kapalı kinetik zincir egzersizleri başlanır. Yine proprioseptif egzersizler bu dönemde başlar.

Bir sonraki aşamada 0-60 derece ileri kapalı kinetik zincir egzersizleri, açık kinetik zincir egzersizleri başlanır. Düz koşu ve dairesel koşu yaptırılır. Son aşamaya gelindiğinde ise kısıtlama olmaksızın günlük aktiviteye veya spora dönüş istenir.

1.11 KOMPLİKASYONLAR

Hamstring tendon greftinin alımı ile ilgili ciddi komplikasyonlar nadirdir. Oluşan komplikasyonlar cerrahi teknik ve donör saha ile ilişkilidir. Tunel yerleşimi veya greft tespiti yeterli değilse özellikle de zorlayıcı rehabilitasyon sonrası greftin erken dönemde kopması meydana gelebilir.

Tendon grefti alım aşamasında medial gastroknemiusa uzanan bağlantıların kesilmesi oldukça önem arz eder. Buna dikkat edilmediği takdirde istenilenden çok daha kısa yetersiz bir greft elde edilebilir. Safen sinir ve dallarının hasar görme ihtimali nadir değildir ve beslediği bölgelerde duyu kaybına yol açabilir. Sıklıkla geçici nöropraksi şeklindedir. Hasta cerrahi öncesi bu konu ile ilgili mutlaka bilgilendirilmelidir.

Diz ekleminde hareket kısıtlılığı cerrahi teknik, yapışıklıklar yada post op yetersiz egzersiz sebebi ile olabilir. En sık dizin tam ekstansiyonunda kısıtlılık

karşımıza çıkar. Ekstansiyon kaybı greftin sıkışmasına bağlı olabilir. Rehabilitasyon ile çözülemeyen ileri derecedeki yapışıklıklar atroskopik debridman gerektirebilir. Tibial tünel aşırı anteriora yerleştirilmesi en sık greft sıkışma sebebidir.

Cerrahiden hemen sonra hemartroz gelişebilir. Sıklıkla spontan çözünür. Buna rağmen post-op ağrı şiddetini artırabilir, mobilizasyonu kısıtlayabilir ve enfeksiyon riskini artırır.

Cerrahi sonrası bir kaç hafta içerisinde diz ekleminde efüzyon görülebilir. Aspirasyon, antiinflamatuvar ilaçlar ile kontrol altına alınmaya çalışılır. 2 aydan daha uzun süreli efüzyonlar intra-artikuler probleme yada cerrahi teknik ile ilgili probleme işaret eder.

ÖÇB rekonstruksiyonu sonrası intra-artiküler enfeksiyon görülme olasılığı oldukça düşüktür. Tespit edildiği takdirde erken müdahale gerektirir. Atroskopik debridman yanısıra muhakkak kültür gönderilmelidir. Uygun antibiyotiklere rağmen enfeksiyon gerilemediği takdirde greftin ve fiksasyon gereçlerinin çıkarılması gerekebilir.

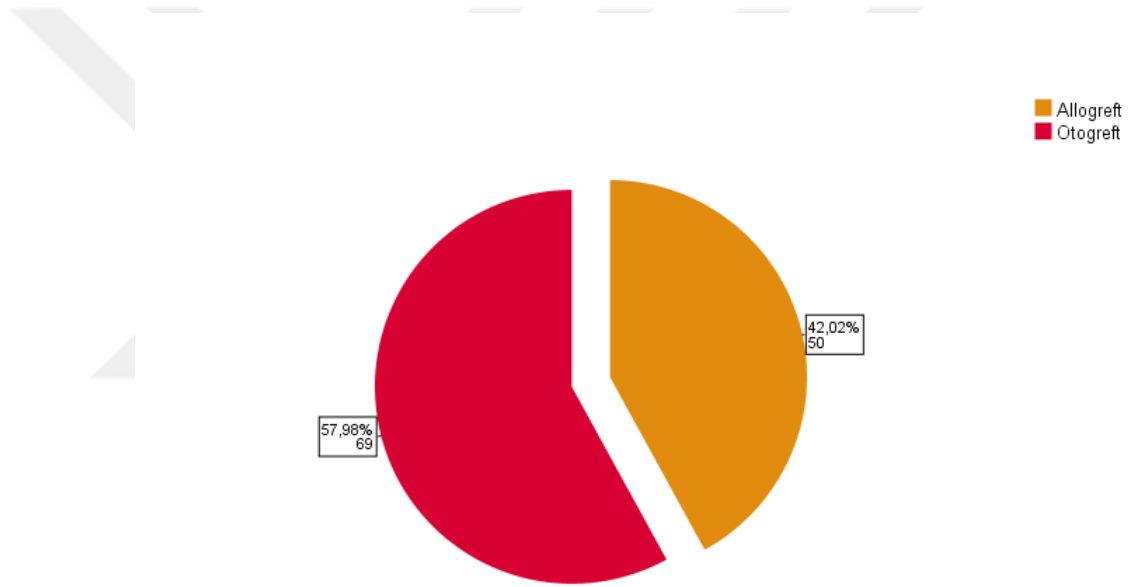
Allogreft kullanımı sonrası enfeksiyon nadir ama yıkıcıdır. Allogreft human insan immünyetmezlik virüsü (HIV) ve hepatit C virüsü (HCV) açısından nükleik asit testlerine tabi tutulmalıdır. Otogreftler ile karşılaştırıldıklarında allogreftlerin kopma riski daha yüksektir.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmaya T.C Sağlık Bakanlığı Erzincan Üniversitesi Mengücekgazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde Temmuz 2013 - Ocak 2017 tarihleri arasında ÖÇB yırtığı tanısı ile ameliyat edilen 146 hastadan 119 hasta dahil edilmiştir. Kontrolleri yapılamayan ve iletişim sağlanamayan 27 hasta çalışma dışında bırakılmıştır. Yüzondokuz hastanın 4' ü kadın (%3,3), 115'i ise erkekti (%96,7). Bu hastaların 53 tanesinde (%44,5) sağ diz, 66 tanesinde (%55,5) sol diz opere edildi. Kullanılan greft türü incelendiğinde 50 hastada allogreft (%42), 69 hastada (%58) aynı taraf dizden elde edilen 4 katlı hamstring tendon otogrefti kullanıldı (Şekil 10).

Polikliniğe başvurma sebepleri arasında dizde boşalma hissi ve ağrı ilk sıralarda yer almaktadır. Etiolojisi sorgulandığında ise amatör düzeyde yapılan sporlar ilk sırada yer almakta olup kliniğimizin hizmet verdiği bölge nedeniyle kayak yaralanması da

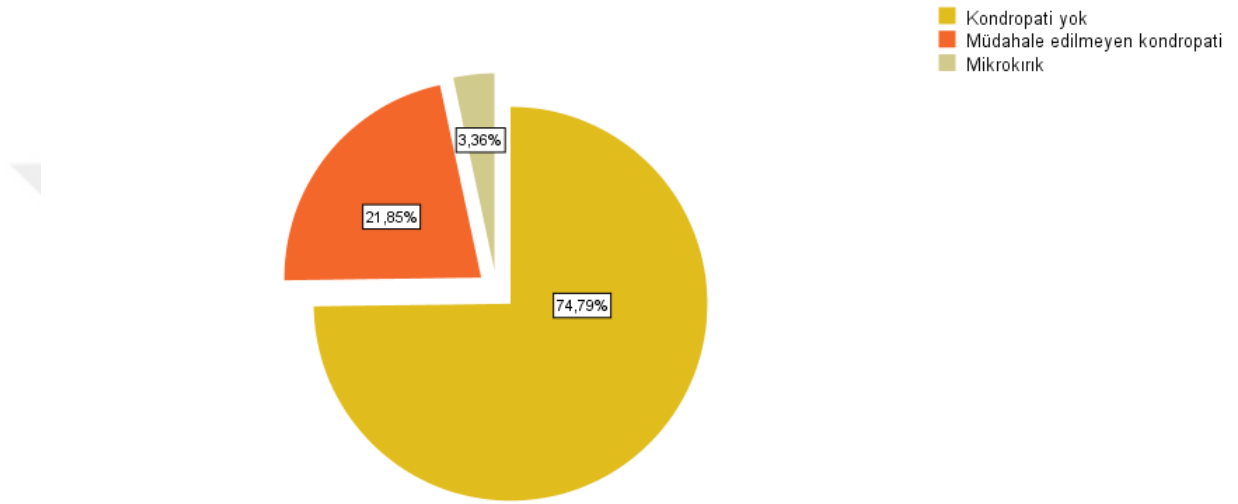
etiolojik faktörler arasında dikkati çekmektedir. Polikliniğe başvuran bu hastaların anamnezleri alındıktan sonra ilgili diz muayenesi yapıldı. Kemik patolojilerinin araştırılması ve ekartasyonu açısından her hastaya iki yönlü diz grafileri çekildi ve röntgenografik değerlendirme yapıldı. Tanı MRG ile kesinleştirildi. Operasyon ile ilgili bilgilendirmeden sonra cerrahi işlemi kabul eden hastaların pre-op aktivite düzeyi ve fonksiyonel durumları Tegner aktivite sklası ve Lysholm değerlendirme formu ile kayıt altına alındı. Bütün hastalardan operasyona dair aydınlatılmış onam formu alındı. Lysholm skorlamasında 0-64 arası değerler kötü (=1), 65-83 arası değerler orta (=2), 84-94 arası değerler iyi (=3), 95 ve üzeri değerler ise mükemmel (=4) olarak değerlendirilmiş ve kayıt altına alınmıştır.



Şekil 10 : Kullanılan Greft Türleri

Ameliyattan 1 saat önce tüm hastalara profilaktik antibiyotik verildi (Sefazolin 1 gr IV yada Klindamisin 600 mg IV). Spinal anestezi sonrası supin pozisyonda ameliyat masasına alındıktan sonra diz hareketlerine izin verecek şekilde cerrahi masa ayarlandı. Diz eklemi altına ve lateraline dayanak olacak şekilde destekler yerleştirildi. Uyluk proksimaline turnike sarıldıktan sonra turnike distalinden ayağda dahil edecek şekilde ekstremitte povidone iodine ile boyanarak steril örtüm sağlandı.

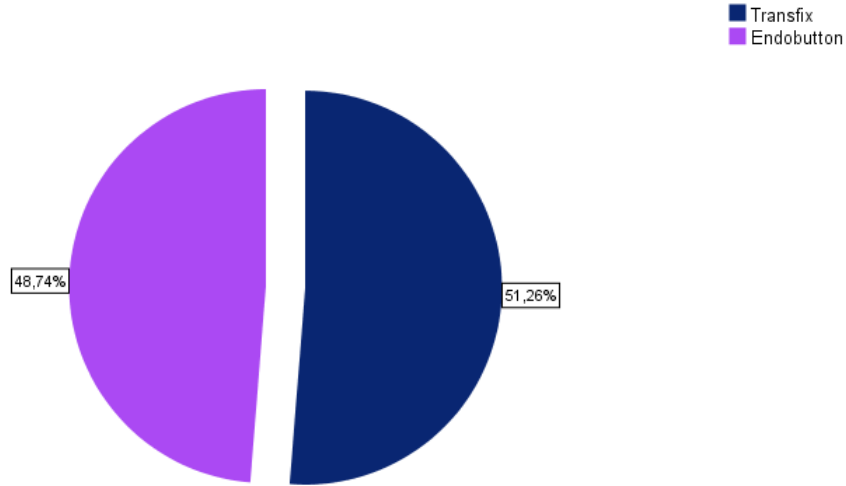
Standart anterolateral ve anteromedial tuneller açılarak diz ekleminin atroskopik incelemesi başlatıldı. Menisküs yırtığı olan 46 (%38,7) hastaya parsiyel menisektomi, 10 (%8,4) hastaya menisküs dikişi ile tamir yapıldı. Yirmialtı hastada (%21,8) kondropati tespit edilmesine rağmen müdahale planlanmadı, 4 hastada (%3,4) ise tespit edilen kondropati alanına mikrokırık yöntemi ile müdahale edildi (Şekil 11). Hiçbir hastaya “notchplasty” yapılmadı.



Şekil 11 : Kondropati Dağılımı

Otogreft kullanılan hastalarda 'Cerrahi Teknik' bölümünde anlatıldığı şekli ile hamstring tendon grefti alınarak hazırlandı. Elli hastada (%42) allogreft, 69 hastada (%58) aynı taraf dizden elde edilen 4 katlı hamstring tendon otogrefti kullanıldı. Femoral ve tibial tuneller hazırlandıktan sonra hazırlanan greft tünellerden geçirildi. Tibial tarafta tespit için tüm hastalarda bioemilebilir interferans vidası ve U çivisi kullanılırken, femoral tarafta tespit için 61 hastada (%51,3) transfiks vidası, 58 hastada (%48,7) endobutton kullanıldı (Şekil 12). Greft her iki tarafta tespit edildikten sonra diz hareketleri esnasında atroskop ile izlenerek sıkışma olmadığı kontrol edildi. Lachman ve ön çekmece testleri ile rekonstruksiyon işleminin stabilitesi değerlendirildi. Sonrasında eklem içi yıkama ve turnike açılarak kanama kontrolü sağlandı. Aspiratif

dren yerleştiridikten sonra yara yerleri sutüre edildi. Pansuman yapılarak elastik bandaj sarıldı.



Şekil 12 : Femoral tarafta greft tespit yöntemi

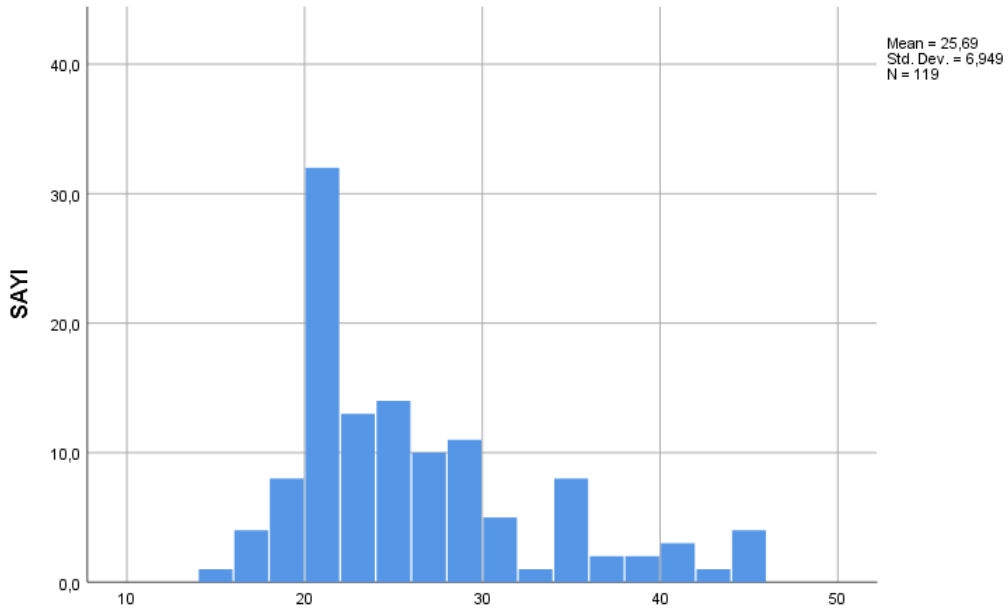
Hastalar servise alındıktan sonra 2 yönlü diz grafisi çekilerek tunel pozisyonları ve fiksasyon materyalleri kontrol edildi. Ameliyat sonrası soğuk uygulama hemen başlanırken kuadriseps egzersizleri postop 1. gün başladı. Yirmidört saat sonunda drenen gelen olmadığı takdirde dren çekilerek bir çift koltuk değneği yada yürüteç yardımıyla mobilizasyon başlandı. İlk 1 ay için opere bacağa kısmi yük vermeye izin verilirken, diz eklemine 90° fazla fleksiyonuna izin verilmedi. Diz hareketlerinde yetersizlik tespit edilen hastalara CPM cihazı bağlanarak pasif hareket verildi. Yeterli diz hareketleri sağlanan hastalar yara yeri problemi olmaması koşulu ile taburcu edildi. Birinci ay sonunda kontrol grafiler çekildikten sonra tam fleksiyon ve tam yük vermeye başlandı. Dördüncü ay itibari ile düz koşular, 6 ay sonrasında ise spora dönüş için izin verildi. Temas gerektiren sporlar ise 9. aydan önce başlanılmadı.

Hastaların ameliyat sonrası 2. haftada, 4. haftada, 3. ayda ve 1 yıl sonunda kontrolleri yapıldı. Her kontrol esnasında hastanın yaptığı egzersizler değerlendirildi. Son kontrol esnasında ise Tegner aktivite düzeyi skalası ve Lysholm formu ile klinik değerlendirme yapıldı. Her iki diz KT-2000 artrometre (MEDmetric, San Diego,

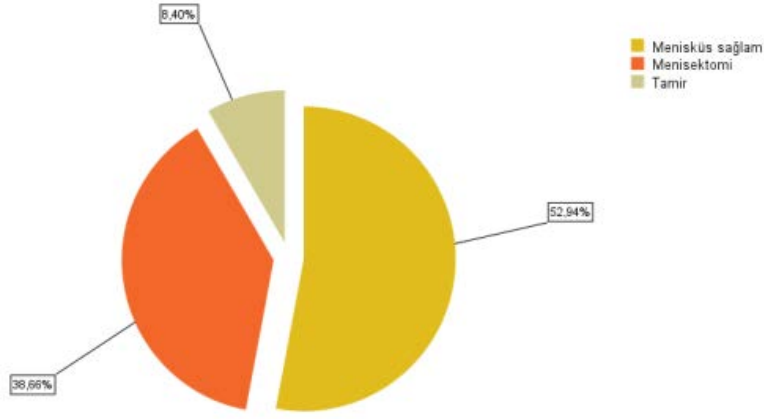
California) cihazı ile değerlendirilerek kayıt altına alındı. Tüm bu verilere SPSS istatistiksel analiz programı ile değerlendirildi.

3. BULGULAR

Bu çalışmaya dahil edilen 16 ile 45 yaş arasında ki 119 hastanın yaş ortalaması 25,6 yıldır (Şekil 13). Post-op takip süreleri 14 ile 35 ay arasında değişmekte olup ortalama 22,1 aydır. Ameliyat sonrası ortalama takip süresi 22,18 ay, minimum 14 ay, maksimum 35 aydır. Kliniğe başvuru sebepleri arasında dizde boşalma hissi, kilitlenme, ağrı, şişlik olduğu görüldü. Cerrahi işlem esnasında 46 (%38,7) hastaya parsiyel menisektomi, 10 (%8,4) hastaya menisküs tamiri yapıldı (Şekil 14). Yine bu hastalar içinde 26 (%21,8) hastada müdahale planlanmayan kondropati tespit edilirken, 4 (%3,4) hastada ise tespit edilen kondropati alanına mikrokirik yöntemi ile müdahale edildi.

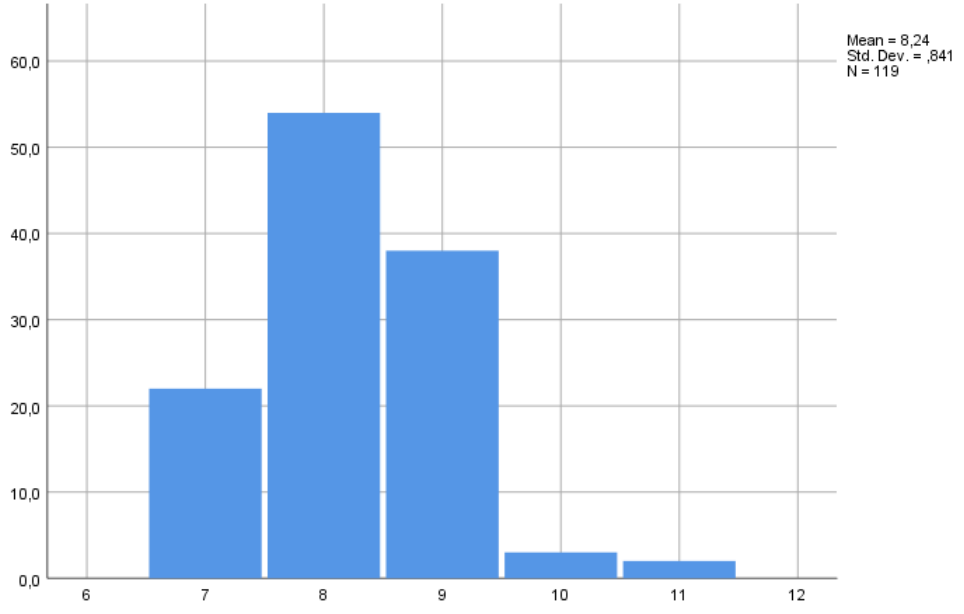


Şekil 13 : Yaş Dağılımı

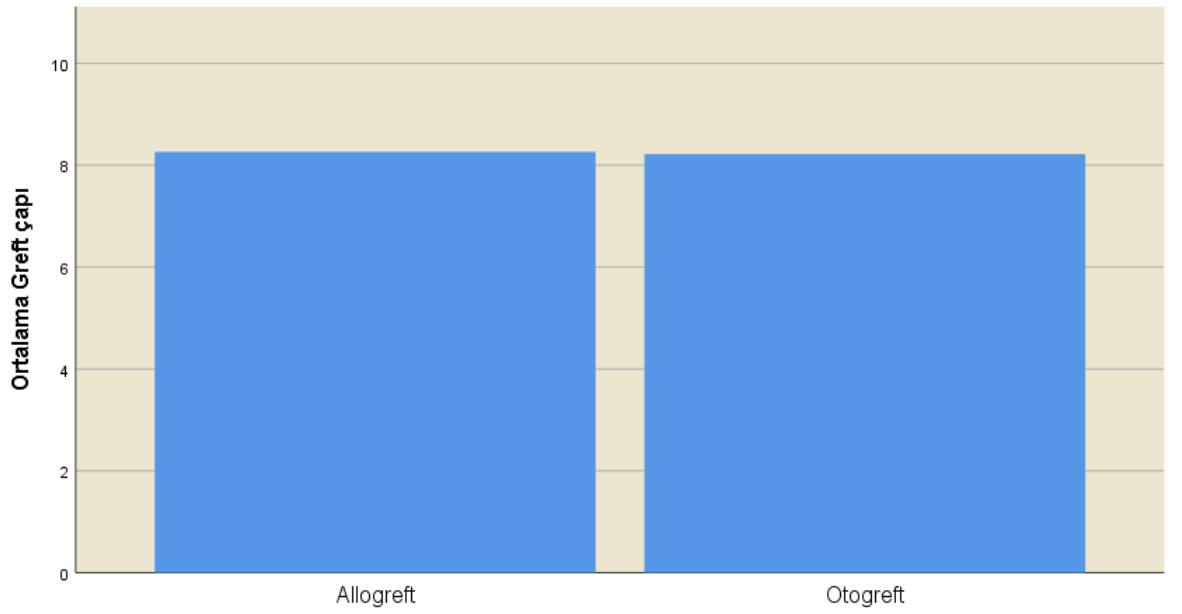


Şekil 14 : Menisküs Yırıtđı Dağılımı

Kullanılan greft çapları incelendiğinde allogreft grubunda en küçük 7 mm, en byk 11 mm olmak üzere ortalama 8.26 mm; otogreft grubunda ise en küçük 7 mm, en byk 9 mm olmak zre ortalama 8.22 mm' lik greft kullanılmıştır (Tablo 1). Genel olarak kullanılan greftlerin ortalama çapı 8.24 mm dir (Şekil 15-16).



Şekil 15 : Greft Çapının Dağılımı



Şekil 16 : Türlerine Göre Greft Çapı Ortalaması

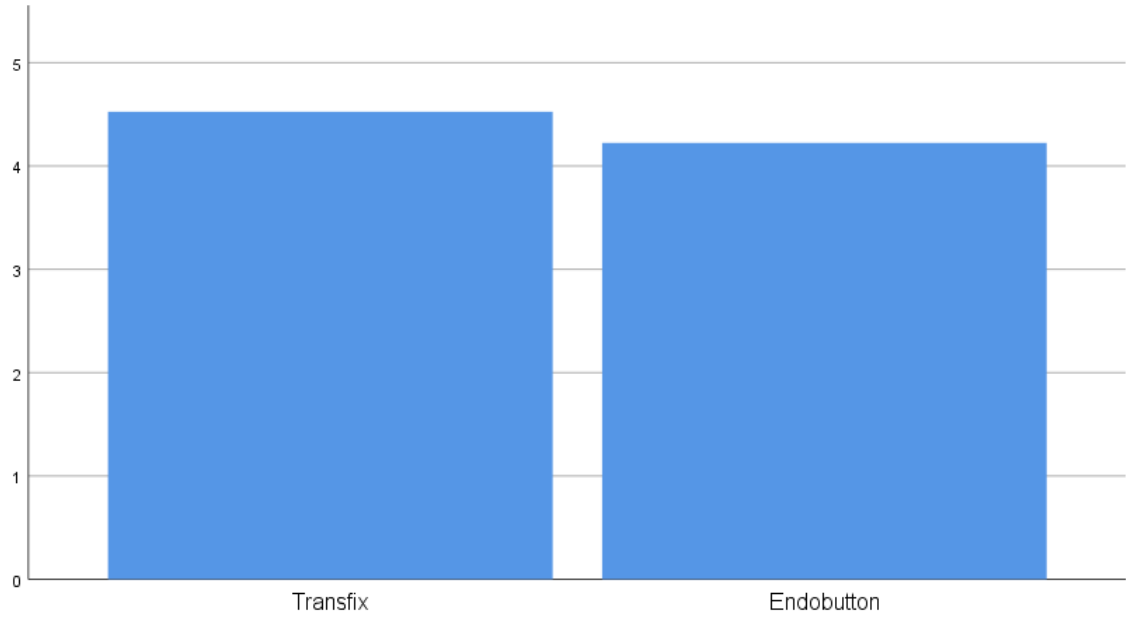
Ortalama Greft aplarının Türlere Göre Dağılımı

Kullanılan Greft Türü	S	Ortalama	Minimum	Maksimum	Std. Sapma
Allogreft	50	8,26	7	11	1,065
Otogreft	69	8,22	7	9	0,639
Toplam	119	8,24	7	11	0,841

Tablo 1 : Türlere Göre Ortalama Greft apının Analizi

Son kontrol muayenesinde AG kullanılan 50 hastadan 9'unda (%18), OG kullanılan 69 hastanın 11'inde (%15) dizde ağrı, boşalma hissi devam etmekteydi. Manyetik rezonans görüntüleme ile değerlendirilen AG grubundaki 9 hastanın üçünde, OG grubundaki 11 hastanın ikisinde ön çapraz bağın yeniden koptuğu tespit edildi. Yapılan analizlerde her iki grup arasında anlamlı fark bulunamadı ($p<0.005$).

Son kontrol esnasında opere taraf KT-2000 ile ölçümler değerlendirildiğinde AG grubunun ortalaması 4.62 mm, OG grubunun ise 4.20 mm olduğu bulunmuştur. Yapılan analizlerde iki grup açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p=0,488$). Femoral tarafta fiksasyon tipi ile KT-2000 ölçümleri arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır ($p=0.517$) (Şekil 17). Farklı olarak greft çapı ile opere taraf KT-2000 ölçümü kıyaslandığında greft çapı ile KT-2000 ölçümleri arasında anlamlı fark tespit edilmesine rağmen ($p=0,008$) her iki grupta kullanılan ortalama çaplar birbirine yakın olduğundan (AG: 8.26; OG : 8.21) gruplar arası istatistiksel anlamlı fark tespit edilmemiştir (Tablo 2). Ameliyat esnasında kondropati varlığı ile opere taraf KT-2000 ölçümleri arasında ilişki bulunmamıştır ($p=0,986$) (Şekil 18). Menüsküs patolojileri göz önünde bulundurulduğunda yine yapılan KT-2000 ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,192$) (Şekil 19).

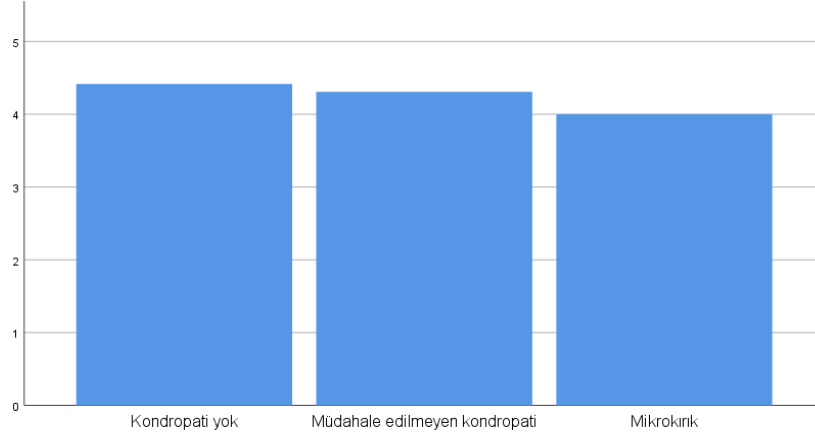


Şekil 17 : Femoral Fiksasyon Tipine Göre KT-2000 Cihazı Ölçüm Ortalaması

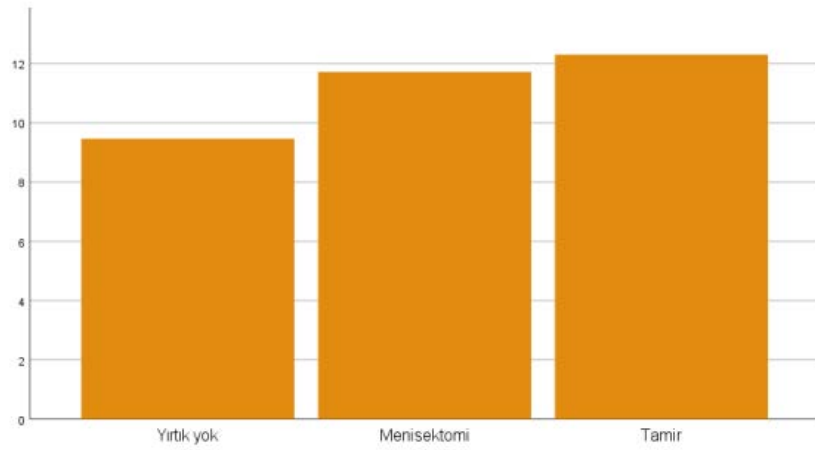
Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	38,278 ^a	20	0,008
Likelihood Ratio	26,813	20	0,141
Linear-by-Linear Association	0,107	1	0,744
N of Valid Cases	119		

Tablo 2 : Greft Çapı, KT-2000 Ölçüm Analizi



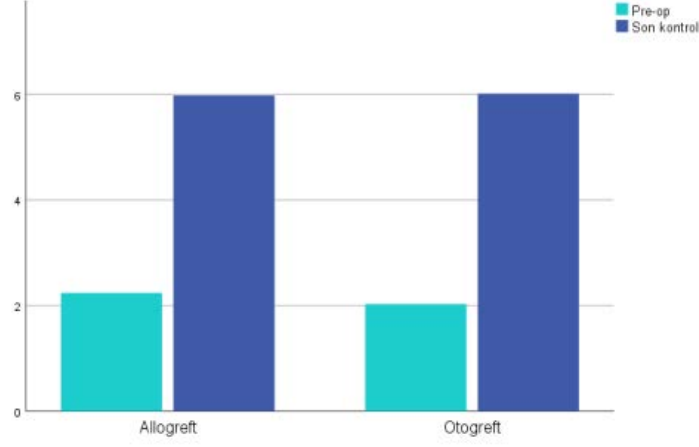
Şekil 18 : Kondropati - KT-2000 Ölçümü



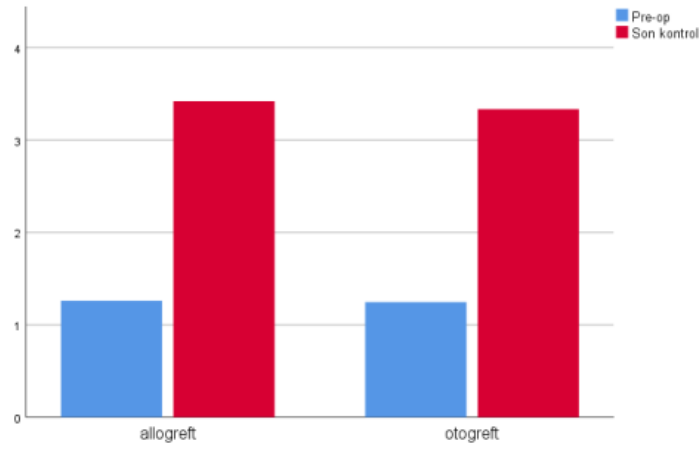
Şekil 19 : Menisküs Yırtığı - KT-2000 Ölçümü

Ameliyat öncesi ve sonrası her iki grupta da Lysholm ve Tegner skorlarında artış göze çarpmaktadır. Tegner aktivite skalası ameliyat öncesi AG grubunda ortalama 2.24, OG grubunda ortalama 2.02; ameliyat sonrası AG grubunda 5.98, OG grubunda 6.01 bulunmuştur (Şekil 20). Gruplar açısından bakıldığında son kontrol esnasında Lysholm skorunun ortalaması AG grubunda 1.26 dan 3.42'ye yükselirken OG grubunda 1.24'ten 3.33'e yükselmiştir () (Şekil 21). Her iki grup Lysholm skoru açısından kıyaslandığında anlamlı fark bulunamamıştır (p:0.499). Tegner aktivite skalası ile gruplar arasında yine anlamlı fark bulunmamıştır (p:0.676). Her iki skora greftin çapı, menisküs

patolojileri, kondropati varlığı ile kıyaslanmış fakat anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.005$).



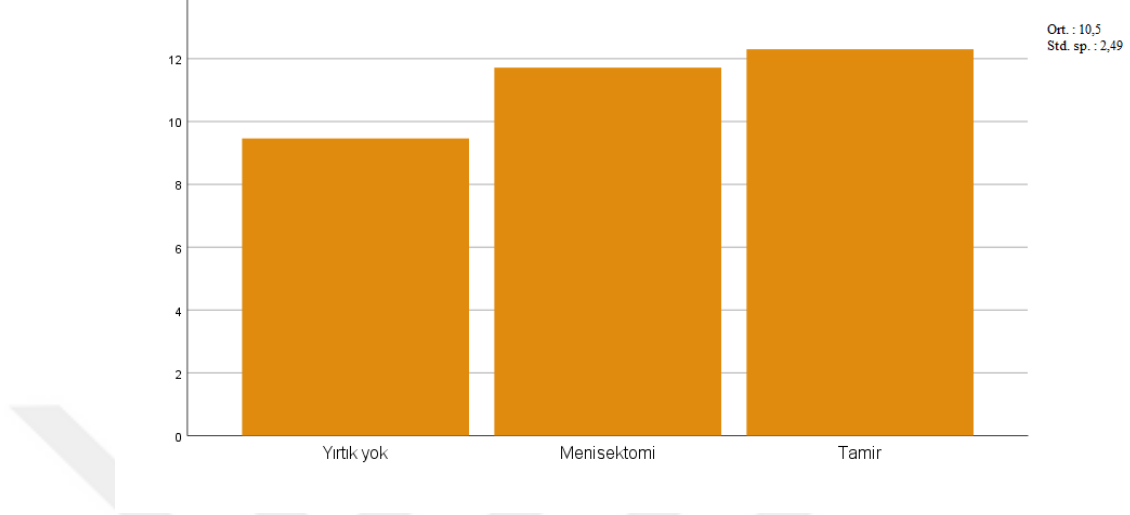
Şekil 20 : Gruplar arası Tegner Aktivite Skalası



Şekil 21 : Gruplar Arası Lysholm Skorlaması

Kondropati varlığı ile spora dönüş zamanı arasında anlamlı fark bulunmazken menüsküs yırtığı ile spora dönüş arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Menüsküs yırtığı olmayan hastalar parsiyel menisektomi yada primer tamir olan hastalara göre daha erken spora dönebildikleri tespit edilmiştir (Şekil 22).



Şekil 22 : Menüsküs Yırtığı - Spora Dönüş (ay)

4.TARTIŞMA

Belirli fonksiyonları görebilmek adına vücudun farklı eklemleri farklı anatomik yapılara ve eklem yüzeylerine sahiptir. Herhangi bir eklemi sadece kemik yapısı ile değerlendirmek, o eklemi ilgilendiren patolojilerin tanı ve tedavisi için oldukça yetersiz kalacaktır. Vücudun büyük eklemlerinden biri olan diz eklemine kompleks bir anatomisi ve biyomekaniği vardır. Diz eklemi çepeçevre çeşitli bağ ve tendonlarla sarılıdır. Hareket kabiliyeti ve stabilitesi bu bağ ve tendonların birlikte uyum içerisinde çalışması ile mümkündür. Ön çapraz bağ bu yapı içerisinde en önemli bağlardan bir tanesidir. Kendine has histolojik yapısı ile ÖÇB, ATT ve İTR'yi engellemede önemli görev payına sahiptir.

İlerleyen zaman ile birlikte insanoğlunun yaşam biçimi de değişmektedir. Dünya genelinde ve ülkemizde insanların sportif aktivitelere katılımında artış görülmektedir. Bu katılımın artması beraberinde ÖÇB hasarlanma riskinde artırmaktadır. Ön çapraz bağın yaralanma mekanizmasına bakıldığında temas olmaksızın valgus ve internal rotasyonun kombine olduğu travma mekanizması karşımıza çıkar. Travma esnasında

menisküs yada diğer bağların da hasar görme ihtimali yüksektir. Sonuç itibari ile oluşan instabilite uzun dönemde dejeneratif değişikliklere sebebiyet verir. Geçmiş dönemlerde bahsi geçen yapıların hasarı daha çok konservatif tedavi edilmekteydi. Diz anatomisinde yer alan menisküs ve bağların fonksiyonları günümüzde daha iyi anlaşılmış olup, klinik sonuçlar açısından cerrahinin önemi her geçen gün daha da artmaktadır (120).

Ortopedi polikliniğinde ÖÇB'nin stabilitesini değerlendirmek için farklı testlere ihtiyaç olabilir. Bu testlerin sağlayacağı bilgi ile bir sonraki adım planlanır. Sık kullanılan Lachman testi, ÖÇB yırtığının tanısında %87-98 duyarlılığı ile en önemli testlerden biridir (121). Anterolateral rotatuar stabiliteyi değerlendirmek için Pivot-Shift testi kullanılır. Yapılan bu testleri standardize edebilmek için KT-2000 cihazı kullanılır. KT-2000 cihazı uygun kullanım koşullarında %90'a yakın doğru tanı imkanı sağlar (122,123,124). Bütün bu testler neticesinde tanıyı kesinleştirmek için görüntüleme yöntemlerine başvurulur. Manyetik rezonans görüntüleme noninvazif altın standart tanı yöntemidir. %92-100 aralığında doğruluk oranı mevcuttur (125). Kliniğimizde ÖÇB tanısı ile opere edilen tüm hastalar pre-op MRG ile değerlendirilmiştir.

Ön çapraz bağ yırtığının tedavi aşaması konservatif yada cerrahi olarak planlanabilir. Bu planlama yapılırken hastanın yaşı, aktivite düzeyi, ek patolojileri ve hastanın beklentisi göz önünde bulundurulmalıdır. Tüm bu süreçte gerçekçi davranarak hastanın beklentilerine uygun tedavi seçenekleri sunulmalıdır. Hukuksal sorunlar ile daha az mücadele etmek için her koşulda olası riskler hastaya anlatılmalı ve aydınlatılmış onam formu alınmalıdır. Böylelikle hasta ve hekim ilişkisi de güvence altına alınmış olur.

Ön çapraz bağ yırtılması ile diz eklemine biyomekaniği bozulur ve diz ekleminde instabilite gelişir. Tedavi edilmeyen instabilite sonrası menisküs yada kıkırdak hasarı gelişir ve erken osteoartroza yatkınlık oluşturur (126). Ön çapraz bağ tamiri ile daha sonra oluşabilecek bu patolojilerin oranı azaltılabilmekte veya engellenebilmektedir. Geç dönem gelişen osteoartrik değişiklikler ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (127). Ön çapraz rekonstruksiyon ameliyatı sonrası uzun dönem takip sonuçları yayınlanan bir çalışmada, hiçbir hastada osteoartroz nedeni ile ek müdahale gerekmediği bildirilmiştir (128). Farklı bir çalışmada ise konservatif takip edilen hastaların uzun dönemde üçte ikisinin ek müdahaleye ihtiyaç duyduğu raporlanmıştır (129). Bu ve benzer çalışmalar ışığında ÖÇB yırtığı tedavisinde cerrahiye eğilim

artmaktadır. Bizim çalışmamızda kontrol muayeneleri esnasında çekilen grafilerde hiçbir hastada osteoartrik değişiklikler görülmemiştir.

Tartışmalı diğer bir konu ise artrofibrozisdir. Atrofibrozis ile birlikte ilgili diz ekleminde sıklıkla ekstansiyon kısıtlılığı gelişmektedir. Shelbourne ve arkadaşlarının yayınladığı çalışmada ilk hafta içerisinde ameliyat edilen hastalarda artrofibrozis gelişim oranı, üçüncü haftadan sonra ameliyat olanlara göre daha yüksek bulunmuştur (130). Aksi yönde travma ile cerrahi zaman arasındaki süre uzadıkça tedavi başarısının azaldığını bildiren çalışmalarda mevcut iken (131), cerrahi zamanlamanın herhangi bir fark yaratmadığını bildiren yayınlar da mevcuttur (132,133). Bu konu daha fazla çalışmaya ihtiyaç duymaktadır. Eklem hareket açıklığını korumak adına ameliyata karar verme aşamasından son kontrole kadar hastalar dikkatlice muayene edildi. Sürecin her aşamasında hastalar bilgilendirildi ve uygun egzersizler için teşvik edildi. Son kontrollerde herhangi bir hastada eklem hareket kısıtlılığı tespit edilmedi. Bu sebepten ötürü bu çalışmada artrofibrozis gelişimi açısından fikir belirtmek mümkün değil.

Yirmibirinci yüzyılın başlarında tek demetin torsiyonel kuvvetlere karşı koymada yetersiz kalacağı fikri ile anatomik çift tünel tekniği ile ÖÇB tamiri geliştirilmiştir (134). Hem yapısal olarak hem de fonksiyonel olarak bu yöntemin anatomik ÖÇB ile daha fazla benzerlik gösterdiği savunulmuştur (134). Yapılan biyomekanik çalışmalarda tek demetin yeterli kinematiği sağladığı gösterilerek çift tünel tekniğini sorgulamaya açık hale getirmiştir (135,136). Son zamanlarda ise klinik başarı için tünel sayısından ziyade anatomik tünel pozisyonunun önemi vurgulanmıştır (137). Tünel pozisyonunu belirlemek için saat kadran önerileri mevcut iken yapılan robotik kadavra çalışmalarında tünel pozisyonu için sabit referans noktaları önerilmiştir (138). Bizim çalışmamızda aynı referans noktaları kullanılarak tek tünel ile greft yerleştirildi. Cerrahi sonrası hastalara iki yönlü diz grafisi çekilerek tünel pozisyonları değerlendirildi. Hiçbir hastada çift tünel tekniği kullanılmadı. Bu konuda 2013 yılında yayınlanan biyomekanik bir çalışmanın raporuna göre ATT açısından tünel sayısı istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmamıştır (139).

Ülkemizde erkeklere nispeten daha az oranda olmakla birlikte kadınların da spora katılım oranı artmaktadır. Artan bu katılım ile birlikte kadınlarda ÖÇB yırtığı insidansı artmaktadır. Yapılan çalışmalar cinsiyetler arası farklılık olduğunu göstermiştir. Rekonstruksiyon işlemi sonrası aynı işlemi gören erkeklerle

kıyaslandığında, kadınlarda laksitenin daha fazla olduğu bildirilmiştir (140). Bunun sebebi multifaktöryel açıklanabilir. Bizim çalışmamıza dahil olan hastalar içinde, kadınların oranı oldukça düşük olduğundan cinsiyetler arası bir veri değerlendirilmemiştir.

Spora katılımın arttığı diğer bir grup ise pediatrik yaş grubudur. Bu grup için ÖÇB rekonstrüksiyon ameliyatları halen tartışmalı bir konudur. Özellikle epifiz hatlarının kapanmamış olması, cerrahi işlemi daha komplike hale getirmektedir. Son zamanlarda yapılan bir çalışmada %48 gibi yüksek komplikasyon oranına rağmen klinik sonuçların oldukça iyi olduğu bildirilmiştir (141). Bu konu ile ilgili yayınlanacak çalışmalar pediatrik yaş grubunda ÖÇB yırtığına yaklaşım yolunu aydınlatacaktır.

Ön çapraz bağ kopuğu tamiri için geçen zaman içerisinde farklı greft türleri kullanılmış ve bu konuda çokça çalışma yayınlanmıştır. Literatür incelendiğinde kullanılan greft türüne göre farklı sonuçlar bildiren yayınlar mevcuttur. Bu çalışmada yumuşak dokudan elde edilen OG ve AG kıyaslandı. KT-2000 cihazı ile son kontrol de yapılan ölçümler her iki grup arasında istatistiksel anlamlı fark tespit edilmedi ($p>0,05$). Bu sonucu destekleyen çalışmaların birinde farklı olarak yumuşak doku greftlerinin yanısıra BPTB grefti de kullanılmıştır (142). Benzer yapılan çalışmalarda gruplar arasında anlamlı fark olmadığı gösterilmiştir (143,144). Uygun teknik ile yapıldığı takdirde farklı greft türleri ile iyi sonuçlar alınacağı aşikardır.

2008 yılında yalnızca yumuşak doku greftleri ile yapılan bir çalışmada ortalama 56 ay takip sonrası Tegner ve Lysholm skorları değerlendirilmiş, her iki grup arasında anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir (145). Bizim çalışmamızın takip süresi ortalama 22,1 aydır. Buna rağmen elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir ($p>0.005$). Otogreft ve AG gruplarının post-op skorlamasında belirgin iyileşme göze çarpmaktadır.

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyon ameliyatlarında tartışılan diğer bir konu fiksasyon gereçleridir. Laboratuvar ortamında yapılan biomekanik çalışmalarda fiksasyon yöntemine göre greft dayanıklılığının değiştiği gösterilmiştir (146). Bu çalışmaya dahil olan hastaların tamamında tibial tarafta fiksasyon için U çivisi ve interferans vidası kullanılmış, femoral tarafta ise tespit için 61 hastada transfiks vidası, 58 hastada ise endobutton kullanılmıştır. Femoral taraftaki fiksasyon türü; artropometrik ölçüm, Lysholm ve Tegner skorunun herbiri ile kıyaslandığında aralarında anlamlı fark görülmemiştir ($p > 0.005$). Fiksasyon türüne göre tünel genişlemesinin de incelendiği

bir çalışmada benzer klinik sonuçlar verilmiştir (147). Bizim çalışmamızda ise tünel genişlemesi değerlendirilmemiştir.

Bu çalışmada her iki grupta kullanılan greft çapının ortalamaları birbirine yakındır. Gruplar arasında klinik sonuçlar açısından fark olmamasına rağmen greft çapı ile KT-2000 ölçümleri arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0.005$). Bu yönde yapılan diğer çalışmalarda greft çapının 8 mm ve üzerinde olması kullanılan greftin başarısı açısından önemli olduğu vurgulanmış, otogreft kullanılacak hastalarda ameliyat öncesi MRG ile greft çapının ölçülerek riskin azaltılabileceği bildirilmiştir (148).

Primer ÖÇB rekonstruksiyonu esnasında gerçekleştirilen menisektomi ile ilerleyen dönemlerde ilgili kompartmanda artroz gelişme riskinin arttığı bildirilmiştir. Yapılan kadavra çalışmalarında menüsküsün diz eklemi stabilitesine etkisi vurgulanmıştır (149,150,151). Bu çalışmada 56 hastada menüsküs yırtığı tespit edilmiş olup sadece 10 hastaya tamir yapılmış, 40 hastaya ise parsiyel menisektomi uygulanmıştır. Tamir uygulanan hastaların sayısı yetersizdir. Sadece menüsküs yırtığı ile spora dönüş arasında anlamlı fark ortaya çıktı ($p<0.05$). Klinik sonuçlar açısından değerlendirildiğinde menüsküs yırtığı anlamlı fark oluşturmadı ($p>0.005$). Menüsküs yetersizliği halinde tek başına ÖÇB tamirinin diz eklemi stabilitesini her zaman sağlayamayacağı bildirilmiştir (152).

4.SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde sportif faaliyetlerin daha da yaygınlaşması ile birlikte ÖÇB yırtık insidansı da artmıştır. Daha erken yaşlarda sportif aktivitelere başlanmasının doğal sonucu olarak pediatrik yaş grubunda görülen çeşitli ÖÇB hasarları beraberinde farklı zorluklar getirmiştir. Bu konuda spor antrenörleri ve ailelerinde katılacağı bilgilendirme toplantıları ile birlikte koruyucu önlemler artırılabilir.

Diz eklemi ile ilgili patolojilerin bizim toplumumuzdaki gerçek insidansı bilinmemektedir. Özellikle kadınlarda tanı ve tedavi süreci daha geç evrelerde başlamaktadır. Bu konuda yapılacak çalışmaların sonucu ile toplum genelini bilgilendirecek programlar düzenlenebilir.

Ön çapraz bağ hasarı ile birlikte görülen menüsküs yırtığına yaklaşım değişmektedir. Uzun dönem takiplerde menisektomili kompartmanda gelişen artroz sebebi ile menüsküsü tamir etmeye yönelik eğilim artmaktadır. Bizim çalışmamızda

menüsküs tamiri yapılan hastaların sayısının azlığı göze çarpmaktadır. Menisküs yırtığının konumu ve şeklini de göz önünde bulundurarak tamir yapılan hastaların uzun dönem takip sonuçlarının açıklandığı çalışmalarla birlikte bu durum netlik kazanacaktır.

Kondropati ile ilgili henüz etkin bir tedavi yöntemi bulunamamıştır. Obezitenin kondropati tedavisindeki rolü bilinmektedir. Ön çapraz bağ hasarı veya diğer diz patolojileri varlığında polikliniğe başvuran hastalara bu konu ile ilgili bilgilendirme yapılmalı ve cerrahi sonrası takip sürecinde de konu üzerinde durulmalıdır.

Bu çalışmada greft çapları ile KT-2000 cihazı ölçümleri arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda da belirtildiği üzere ince çaplı greftler kullanmaktan sakınılmalı, ameliyat öncesi bu risk değerlendirilmelidir. Özellikle otogreft konusunda ülkemizdeki uygulama şartları, greft çapı da göz önünde bulundurarak yeniden değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak allogreft yada otogreft dünya çapında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bizim çalışmamızda bu iki greft türü arasında üstünlük belirtecek bir bulgu bulunamamıştır. Bu sonuç hipotezimizi doğrulamaktadır.

EK-1**Tegner Skalası**

10 PROFESYONEL DÜZEYDE YAPILAN Futbol (milli düzeyde)	5 ÇOK AĞIR GÜNLÜK İŞ PROFESYONEL DÜZEYDE YAPILAN Bisiklet Kayak AMATÖR DÜZEYDE YAPILAN Düzgün olmayan düzeyde kros
9 PROFESYONEL DÜZEYDE YAPILAN Jimnas Buz Hokeyi Güreş Futbol (Amatör küme)	4 AĞIR İŞ (Yer silme, diz üzerinde çalışma) AMATÖR DÜZEYDE YAPILANLAR Bisiklet Kayak Düzgün yüzeyde koşu (haftada 2 kez)
8 PROFESYONEL DÜZEYDE YAPILAN Atletizm Kayak	3 NORMAL İŞ AMATÖR VEYA PROFESYONEL DÜZEYDE Yüzme Dağlık arazide yürüme, tekrarlayıcı çömelme
7 PROFESYONEL DÜZEYDE YAPILAN Tenis Atletizm (Koşu) Motokros Hentbol veya basketbol AMATÖR DÜZEYDE YAPILAN Futbol Buz Hokeyi Atletizm	2 HAFİF İŞLER (Oturarak) Tarım arazisinde yürüme Çömelme hareketinin yapılamaması
6 AMATÖR SPORLAR Tenis Hentbol veya basketbol Kayak Koşma (Haftada en az 5 kez)	1 ÇOK HAFİF İŞLER Düz ve düzgün yolda yürüme
	0 Diz problemi nedeniyle istirahat almış

EK-2**Lysholm – II Formu**

	Puan
Aksama	
Yok	5
Hafif veya aralıklı	3
Şiddetli ve sürekli	0
Destek	
Yok	5
Baston veya koltuk değneği	2
Ağırlık veremiyor	0
Kilitlenme	
Yok	15
Takılma hissi / kilitlenme yok	10
Nadiren kilitlenme	6
Sık kilitlenme	2
Muavenede kilitlenme	0
İnstabilite	
Yok	25
Nadir (zorlanma ile)	20
Sık (zorlanma ile)	15
Nadir (günlük aktivite)	10
Sık (günlük aktivite)	5
Her adımda	0
Ağrı	
Yok	25
Zorlanma ile hafif geçici	20
Belirgin >2 km yürüyüş ile	10
Belirgin <2 km yürüyüş ile	5
Sürekli	0
Şişlik	
Yok	10
Zorlanma ile	6
Günlük aktivite ile	3
Sürekli	0
Basamak	
Sorun yok	10
Hafif sorunlu	6
Tek tek	3
Çıkamıyor	0
Çömelme	
Sorun yok	5
Hafif sorunlu	4
Diz 90 dereceyi geçemiyor	2
Mümkün değil	0

KAYNAKLAR

1. **Knee Stabilizers**, *Miller's Review of Orthopaedics*, 7th Ed., s .136
2. **Kiapour AM, Murray MM**. *Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair*. Bone Joint Res. 2014;3:20–31.
3. **Cugat BR, Samitier SG, Alvarez DP, Steinbacher G**. *Fracaso de la cirugia del LCA*. Trauma. 2008;19(Suppl 1):55–75
4. **Mayo Robson AW**. *Ruptured crucial ligaments and their repair by operation* . Ann Surg. 1903;37:716-718
5. **Ege R**. *Diz Sorunları*. Bizim Büro Basım Evi, Ankara, 234-90, 1988.
6. **Hey Groves EW**. *Operation for the repair of the crucial ligaments*. Lancet. 1917; 2 : 674-675
7. **Colombet P, Allard M, Bousquet V, De Lavigne C, Flurin PH**. *The History of ACL Surgery, Bordeaux-Mérignac Centre of Orthopaedic and Sports Surgery*, 1999.
8. **Tandoğan NR**. *Ön Çapraz Bağ Cerrahisi*, Ankara, 53-9, 2002.
9. **Arnold J, Coker T, Heaton L, et al**. *Natural History of Anterior Cruciate Tears*, *Am J Sports Med*. 7: 305-13, 1979.
10. **W. Campbell**, *Repair of the ligaments of the knee: report of a new operation for the repair of the anterior cruciate ligament*, *Surgery, Gynecology & Obstetrics*, vol. 62, pp. 964–968, 1936.
11. **D. A. Webster and F. W. Werner**, *Freeze-dried flexor tendons in anterior cruciate ligament reconstruction*, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, vol. 181, pp. 238–243, 1983.
12. **R. Galleazzi**, *La ricostituzione dei ligamenti cociati del ginocchio*, *Atti e Memorie della Società Lombarda di Chirurgia*, vol. 13, pp. 302–317, 1924.
13. **J. H. McMaster, C. R. Weinert Jr., and P. Scranton Jr.**, *Diagnosis and management of isolated anterior cruciate ligament tears: a preliminary report on reconstruction with the gracilis tendon*, *Journal of Trauma*, vol. 14, no. 3, pp. 230–235, 1974
14. **M. Marcacci, A. P. Molgora, S. Zaffagnini, A. Vascellari, F. Iacono, and M. Lo Presti**, *Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings*, *Arthroscopy*, vol. 19, no. 5, pp. 540–546, 2003

15. **Ellison AE, Berg EE.** Embryology, Anatomy and Function of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthop Clin North Am* 16: 3-13, 1985.
16. **Rita Strocchiv, Viviana De Pasquale,** *The human anterior cruciate ligament: histological and ultrastructural observations*, *J. Anat.* (1992) 180, pp. 515-519
17. **Weber W, Weber E.** *Mechanics of the Human Walking Apparatus.* Springer Verlag: 1992. pp. 75–92.
18. **Herbort M, Lenschow S, Fu FH, Petersen W, Zantop T.** *ACL mismatch reconstructions: influence of different tunnel placement strategies in single-bundle ACL reconstructions on the knee kinematics.* *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:1551–1558
19. **Zantop T, Herbort M, Raschke MJ, Fu FH, Petersen W.** *The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation.* *Am J Sports Med.* 2007;35:223–227
20. **Sasaki N, Ishibashi Y, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Mizukami H, Toh S, Yagihashi S, Tonosaki Y.** *The femoral insertion of the anterior cruciate ligament: discrepancy between macroscopic and histological observations.* *Arthroscopy.* 2012;28:1135–1146.
21. **Odensten M, Gillquist J.** *Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction.* *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:257–262
22. **Petersen W, Zantop T.** *Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles.* *Clin Orthop Relat Res.* 2007;454:35–4
23. **Kondo E, Merican AM, Yasuda K, Amis AA.** *Biomechanical analysis of knee laxity with isolated anteromedial or posterolateral bundle-deficient anterior cruciate ligament.* *Arthroscopy.* 2014;30:335–343.
24. **Kato Y, Maeyama A, Lertwanich P, Wang JH, Ingham SJ, Kramer S, Martins CQ, Smolinski P, Fu FH.** *Biomechanical comparison of different graft positions for*

single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013;21:816–823.

25. **Smigielski R, Zdanowicz U, Drwiğga M, Ciszek B, Ciszowska-Lyson B, Siebold R.** *Ribbon like appearance of the midsubstance fibres of the anterior cruciate ligament close to its femoral insertion site: a cadaveric study including 111 knees.* *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:3143–3150.
26. **Bali K, Dhillon MS, Vasistha RK, Kakkar N, Chana R, Prabhakar S.** *Efficacy of immunohistological methods in detecting functionally viable mechanoreceptors in the remnant stumps of injured anterior cruciate ligaments and its clinical importance.* *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:75–80.
27. **Iwasa J, Ochi M, Uchio Y, Adachi N, Kawasaki K.** *Decrease in anterior knee laxity by electrical stimulation of normal and reconstructed anterior cruciate ligaments.* *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:477–483.
28. **Petersen W, Tillmann B.** *Anatomy and function of the anterior cruciate ligament.* *Orthopade.* 2002;31:710–718.
29. **Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimny ML, Happel LT.** *Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament.* *Bone Joint Surg* 69:243-247
30. **J.O. Anders, R. A. Venbrocks, M. Weinberg.** *Proprioceptive skills and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with a BTB graft,* Springer. 32:627–633
31. **Freeman MA, Pinskerova V.** *The movement of the normal tibio-femoral joint.* *J Biomech.* 2005;38:197–208.
32. **Markolf KL, Mensch JS, Amstutz HC.** *Stiffness and laxity of the knee--the contributions of the supporting structures. A quantitative in vitro study.* *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:583–594.
33. **Zantop T, Herbort M, Raschke MJ, Fu FH, Petersen W.** *The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation.* *Am J Sports Med.* 2007;35:223–227

34. **Kondo E, Merican AM, Yasuda K, Amis AA.** *Biomechanical analysis of knee laxity with isolated anteromedial or posterolateral bundle-deficient anterior cruciate ligament.* Arthroscopy. 2014;30:335–343
35. **Kondo E, Merican AM, Yasuda K, Amis AA.** *Biomechanical comparison of anatomic double-bundle, anatomic single-bundle, and nonanatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstructions.* Am J Sports Med. 2011;39:279–288.
36. **Herbort M, Lenschow S, Fu FH, Petersen W, Zantop T.** *ACL mismatch reconstructions: influence of different tunnel placement strategies in single-bundle ACL reconstructions on the knee kinematics.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18:1551–1558.
37. **Diermann N, Schumacher T, Schanz S, Raschke MJ, Petersen W, Zantop T.** *Rotational instability of the knee: internal tibial rotation under a simulated pivot shift test.* Arch Orthop Trauma Surg. 2009;129:353–358.
38. **Kim YH, Purevsuren T, Kim K, Oh KJ.** *Contribution of posterolateral corner structures to knee joint translational and rotational stabilities: a computational study.* Proc Inst Mech Eng H. 2013;227:968–975.
39. **Galway HR, MacIntosh DL.** *The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency.* Clin Orthop Relat Res. 1980;(147):45–50.
40. **Bull A, Amis AA.** *The pivot-shift phenomenon: a clinical and biomechanical perspective.* The Knee. 1998;5:141–158.
41. **Christoph Domnick, Michael J Raschke, and Mirco Herbort.** *Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques.* World J Orthop. 2016 Feb 18; 7(2): 82–93.
42. **Tajima G, Iriuchishima T, Ingham SJ, Shen W, van Houten AH, Aerts MM, Shimamura T, Smolinski P, Fu FH.** *Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction restores patellofemoral contact areas and pressures more closely than nonanatomic single-bundle reconstruction.* Arthroscopy. 2010;26:1302–1310.

43. **Khandha A, Gardinier E, Capin J, Manal K, Snyder-Mackler L, Buchanan T.** *Do decreased medial compartment contact forces and loading asymmetries exist after anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation? - a 5 year follow-up study.* *Osteoarthritis Cartilage.* 2014;22:S103.
44. **Arendt E, Dick R.** *Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature.* *Am J Sports Med* 1995;23:694–701
45. **Stevenson H, Webster J, Johnson R, Beynnon B.** *Gender Differences in knee injury epidemiology among competitive alpine ski racers.* *Iowa Orthop J* 1998;18:64–66
46. **Chu CR, Beynnon BD, Buckwalter JA, et al.** *Closing the gap between bench and bedside research for early arthritis therapies (EARTH): report from the AOSSM/NIH U-13 Post-Joint Injury Osteoarthritis Conference II.* *Am J Sports Med* 2011;39:1569–1578
47. **Lohmander LS, Ostenberg A, Englund M, Roos H.** *High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury.* *Arthritis Rheum* 2004;50:3145–3152
48. **Quatman CE, Quatman-Yates CC, Hewett TE.** *A ‘plane’ explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms: a systematic review.* *Sports Med.* 2010;40:729–746.
49. **Serpell BG, Scarvell JM, Ball NB, Smith PN.** *Mechanisms and risk factors for noncontact ACL injury in age mature athletes who engage in field or court sports: a summary of the literature since 1980.* *J Strength Cond Res.* 2012;26:3160–3176.
50. **Brown CA, McAdams TR, Harris AH, Maffulli N, Safran MR.** *ACL reconstruction in patients aged 40 years and older: a systematic review and introduction of a new methodology score for ACL studies.* *Am J Sports Med.* 2013;41:2181–2190.
51. **Benjaminse A, Gokeler A, Fleisig GS, Sell TC, Otten B.** *What is the true evidence for gender-related differences during plant and cut maneuvers? A systematic review.* *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:42–54.

52. **Carson DW, Ford KR.** *Sex differences in knee abduction during landing: a systematic review.* Sports Health. 2011;3:373–382.
53. **Wordeman SC, Quatman CE, Kaeding CC, Hewett TE.** *In vivo evidence for tibial plateau slope as a risk factor for anterior cruciate ligament injury: a systematic review and meta-analysis.* Am J Sports Med. 2012;40:1673–1681.
54. **Zeng C, Cheng L, Wei J, et al.** *The influence of the tibial plateau slopes on injury of the anterior cruciate ligament: a meta-analysis.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014;22:53–65.
55. **Zeng C, Gao SG, Wei J, et al.** *The influence of the intercondylar notch dimensions on injury of the anterior cruciate ligament: a meta-analysis.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013;21:804–815.
56. **Posthumus M, Collins M, September AV, Schwellnus MP.** *The intrinsic risk factors for ACL ruptures: an evidence-based review.* Phys Sportsmed. 2011;39:62–73.
57. **Poolman RW, Abouali JA, Conter HJ, Bhandari M.** *Overlapping systematic reviews of anterior cruciate ligament reconstruction comparing hamstring autograft with bone-patellar tendon-bone autograft: why are they different?* J Bone Joint Surg Am. 2007;89:1542–1552.
58. **Hewett TE, Di Stasi SL, Myer GD.** *Current concepts for injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction.* Am J Sports Med 2013;41:216–224
59. **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 Sports Med 2012;40:512–520
60. **Marshall JL, Warren RF, Wickiewicz TL, Reider B.** *The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction.* Clin Orthop Relat Res 1979;143:97–106

61. **Musahl V, Becker R, Fu FH, Karlsson J.** *New trends in ACL research.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2011;19(Suppl 1):S1–S3
62. **Skinner HB.** Knee injuries. In: *Current Diagnosis and Treatment in Orthopedics.* Edited, New York, NY: Lange Medical Books/McGraw-Hill; 2003.
63. **Miller RH, Azar FM.** Sports medicine: knee injuries. In: Canale ST, Beaty JH, eds. *Campbell's Operative Orthopaedics.* Philadelphia, PA: Mosby Elsevier; 2008
64. **Galway H, Beaupre A, MacIntosh D.** *Pivot shift: a clinical sign of symptomatic ACL insufficiency.* J Bone Joint Surg Br. 1972;54:763–776.
65. **Hardaker WT Jr, Garrett W E Jr, Bassett FH 3rd.** *Evaluation of acute traumatic hemarthrosis of the knee joint.* South Med J. 1990;83(6):640–644.
66. **Noyes FR, Bassett RW, Grood ES, et al.** *Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. Incidence of anterior cruciate tears and other injuries.* J Bone Joint Surg Am. 1980;62(5):687–695, 757.
67. **Schoderbek RJ Jr, Treme GP, Miller MD.** *Bone-patella tendon-bone autograft anterior cruciate ligament reconstruction.* Clin Sports Med. 2007;26(4):525–547.
68. **Torg JS, Conrad W, Kalen V.** *Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete.* Am J Sports Med. 1976;4(2):84–93.
69. **Goldman AB, Pavlov H, Rubenstein D.** *The Segond fracture of the proximal tibia: a small avulsion that reflects major ligamentous damage.* AJR Am J Roentgenol. 1988;151:1163–1167.
70. **Chan KK, Resnick D, Goodwin D, Seeger LL.** *Posteromedial tibial plateau injury including avulsion fracture of the semimembranous tendon insertion site: ancillary sign of anterior cruciate ligament tear at MR imaging.* Radiology. 1999;211:754–758.
71. **Pao DG.** *The lateral femoral notch sign.* Radiology. 2001;219:800–801

72. **Niitsu M, Ikeda K, Fukubayashi T, Anno I, Itai Y.** *Knee extension and flexion: MR delineation of normal and torn anterior cruciate ligaments.* J Comput Assist Tomogr. 1996;20:322–327.
73. **Lee JK, Yao L, Phelps CT, Wirth CR, Czajka J, Lozman J.** *Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests.* Radiology. 1988;166:861–864.
74. **Tung GA, Davis LM, Wiggins ME, Fadale PD.** *Tears of the anterior cruciate ligament: primary and secondary signs at MR imaging.* Radiology. 1993;188:661–667.
75. **Lo IK, de Maat GH, Valk JW, Frank CB.** *The gross morphology of torn human anterior cruciate ligaments in unstable knees.* Arthroscopy. 1999;15:301–306.
76. **Umans H, Wimpfheimer O, Haramati N, Applbaum YH, Adler M, Bosco J.** *Diagnosis of partial tears of the anterior cruciate ligament of the knee: value of MR imaging.* AJR Am J Roentgenol. 1995;165:893–897.
77. **Van Dyck P, Vanhoenacker FM, Gielen JL, Dossche L, Van Gestel J, Wouters K, Parizel PM.** *Three tesla magnetic resonance imaging of the anterior cruciate ligament of the knee: can we differentiate complete from partial tears?* Skeletal Radiol. 2011;40:701–707.
78. **McCauley TR, Moses M, Kier R, Lynch JK, Barton JW, Jokl P.** *MR diagnosis of tears of anterior cruciate ligament of the knee: importance of ancillary findings.* AJR Am J Roentgenol. 1994;162:115–119
79. **Schweitzer ME, Cervilla V, Kursunoglu-Brahme S, Resnick D.** *The PCL line: an indirect sign of anterior cruciate ligament injury.* ClinImaging. 1992;16:43–48.
80. **Tung GA, Davis LM, Wiggins ME, Fadale PD.** *Tears of the anterior cruciate ligament: primary and secondary signs at MR imaging.* Radiology. 1993;188:661–667.

81. **Boeree NR, Ackroyd CE.** *Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament rupture. A new diagnostic sign.* J Bone Joint Surg Br. 1992;74:614–616.
82. **Aglietti P, Giron F, Buzzi R, Biddau F, Sasso F.** *Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial.* J Bone Joint Surg [Am] 2004;86-A:2143-2155
83. **Mizuta H, Kubota K, Shiraishi M, et al.** *The conservative treatment of complete tears of the anterior cruciate ligament in skeletally immature patients.* J Bone Joint Surg [Br] 1995;77-B:890-894.
84. **Hawkins RJ, Misamore GW, Merritt TR.** *Follow up of the acute nonoperated isolated anterior cruciate ligament tear.* Am J Sports Med 1986;14:205-210.
85. **Frobell RB, Roos EM, Roos HP, Ranstam J, Lohmander LS.** *A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears.* N Engl J Med 2010;363:331-342.
86. **Linko E, Harilainen A, Malmivaara A, Seitsalo S.** *Surgical versus conservative interventions for anterior cruciate ligament ruptures in adults.* Cochrane Database Syst Rev 2005;:CD001356.
87. **Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, et al.** *Prospective trial of a treatment algorithm for the management of the anterior cruciate ligament-injured knee.* Am J Sports Med 2005;33:335-346.
88. **Millett PJ, Willis AA, Warren RF.** *Associated injuries in pediatric and adolescent anterior cruciate ligament tears: does a delay in treatment increase the risk of meniscal tear?* Arthroscopy 2002;18:955-959.
89. **Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA.** *Prevalence and incidence of new meniscus and cartilage injuries after a nonoperative treatment algorithm for ACL tears in skeletally immature children: a prospective MRI study.* Am J Sports Med 2013;41:1771-1779.

90. **Karlsson J, Kartus J, Magnusson L, et al.** *Subacute versus delayed reconstruction of the anterior cruciate ligament in the competitive athlete.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1999;7:146-151.
91. **de Roeck NJ, Lang-Stevenson A.** *Meniscal tears sustained awaiting anterior cruciate ligament reconstruction.* Injury 2003;34:343-345.
92. **Indelicato PA, Bittar ES.** *A perspective of lesions associated with ACL insufficiency of the knee. A review of 100 cases.* Clin Orthop Relat Res 1985;198:77-80.
93. **Fithian DC, Paxton LW, Goltz DH.** *Fate of the anterior cruciate ligament-injured knee.* Orthop Clin North Am 2002;33:621-636, vv.
94. **Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, DeCarlo M.** *Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation.* Am J Sports Med 1991;19:332-336.
95. **Dandy DJ, Edwards DJ.** *Problems in regaining full extension of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction: does arthrofibrosis exist?* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1994;2:76-79.
96. **Marcacci M, Zaffagnini S, Iacono F, Neri MP, Petitto A.** *Early versus late reconstruction for anterior cruciate ligament rupture. results after five years of followup.* Am J Sports Med 1995;23:690-693.
97. **Eitzen I, Holm I, Risberg MA.** *Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction.* Br J Sports Med 2009;43:371-376.
98. **Grindem H, Granan LP, Risberg MA, et al.** *How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry.* Br J Sports Med 2015;49:385-389.
99. **Feller JA, Webster KE.** *A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction.* Am J Sports Med 2003;31:564-573.

100. **Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF, Hefzy MS.** *Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions.* J Bone Joint Surg [Am] 1984;66:344-352.
101. **Hamner DL, Brown CH, Jr, Steiner ME, Hecker AT, Hayes WC.** *Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques.* J Bone Joint Surg [Am] 1999;81:549-557.
102. **Steiner ME, Hecker AT, Brown CH, Jr, Hayes WC.** *Anterior cruciate ligament graft fixation. Comparison of hamstring and patellar tendon grafts.* Am J Sports Med 1994;22:240-246.
103. **Tomita F, Yasuda K, Mikami S, et al.** *Comparisons of intraosseous graft healing between the doubled flexor tendon graft and the bone-patellar tendon-bone graft in anterior cruciate ligament reconstruction.* Arthroscopy 2001;17:461-476.
104. **Marumo K, Saito M, Yamagishi T, Fujii K.** *The “ligamentization” process in human anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar and hamstring tendons: a biochemical study.* Am J Sports Med 2005;33:1166-1173.
105. **Li S, Chen Y, Lin Z, Cui W, Zhao J, Su W.** *A systematic review of randomized controlled clinical trials comparing hamstring autografts versus bone-patellar tendon-bone autografts for the reconstruction of the anterior cruciate ligament.* Arch Orthop Trauma Surg 2012;132:1287-1297.
106. **Roe J, Pinczewski LA, Russell VJ, et al.** *A 7-year follow-up of patellar tendon and hamstring tendon grafts for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: differences and similarities.* Am J Sports Med. 2005;33:1337-1345.
107. **Freedman KB, D’Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR., Jr** *Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts.* Am J Sports Med 2003;31:2-11.
108. **Xie X, Liu X, Chen Z, Yu Y, Peng S, Li Q.** *A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction.* Knee 2015;22:100-110.

109. **Kartus J, Movin T, Karlsson J.** *Donor-site morbidity and anterior knee problems after anterior cruciate ligament reconstruction using autografts.* Arthroscopy. 2001;17:971-980.
110. **Ferretti A, Conteduca F, Morelli F, Masi V.** *Regeneration of the semitendinosus tendon after its use in anterior cruciate ligament reconstruction: a histologic study of three cases.* Am J Sports Med 2002;30:204-207.
111. **Krych AJ, Jackson JD, Hoskin TL, Dahm DL.** *A meta-analysis of patellar tendon autograft versus patellar tendon allograft in anterior cruciate ligament reconstruction.* Arthroscopy 2008;24:292-298.
112. **Mohammadi F, Salavati M, Akhbari B, et al.** *Comparison of functional outcome measures after ACL reconstruction in competitive soccer players: a randomized trial.* J Bone Joint Surg [Am] 2013;95:1271-1277.
113. **Prodromos C, Joyce B, Shi K.** *A meta-analysis of stability of autografts compared to allografts after anterior cruciate ligament reconstruction.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2007;15:851-856.
114. **Hu J, Qu J, Xu D, Zhou J, Lu H.** *Allograft versus autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: an up-to-date meta-analysis of prospective studies.* Int Orthop 2013;37:311-320.
115. **Crawford C, Kainer M, Jernigan D, et al.** *Investigation of postoperative allograft-associated infections in patients who underwent musculoskeletal allograft implantation.* Clin Infect Dis 2005;41:195-200.
117. **Cooper MT, Kaeding C.** *Comparison of the hospital cost of autograft versus allograft soft-tissue anterior cruciate ligament reconstructions.* Arthroscopy 2010;26:1478-1482.
118. **Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Techniques in Knee Surgery** 5(2):107–120, 2006

119. **Howell SM.** Principles for placing the tibial tunnel and avoiding roof impingement during reconstruction of a torn anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6 (Suppl 1):S49-S55
120. **Zysk SP, Refior HJ.** Operative or conservative treatment of the acutely torn anterior cruciate ligament in middle-aged patients. A follow-up study of 133 patients between the ages of 40 and 59 years. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120:59–64.
121. **Sisk TD.** Knee Injuries. In: *Campbell's Operative Orthopaedics*, 8th Ed, Mosby, USA, 1487–1732, 1996.
122. **Daniel DM, Stone ML, Sachs R, Malcolm LL, Losse G, Burks R, Barnett P.** *Instrumented measurement of acute ACL disruption. Annual meeting of the AAOS, Atlanta, Georgia, 1984.*
123. **Daniel DM, Malcolm LL, Losse G, Stone ML, Sachs R, Burks R.** *Instrumented measurement of anterior laxity of the knee.* *J Bone Joint Surg* 67(A):720–726, 1985.
124. **Daniel DM, Stone ML, Sachs R.** *The classification of anterior displacement measurements.* MEDmetric Corporation, San Diego, California, 1988.
125. **Erdem İ.** *Kas-İskelet Manyetik Rezonans Uygulamaları, Türk Manyetik Rezonans Derneği,* 55–59, 2007
126. **Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR.** *Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study.* *Am J Sports Med* 22: 632-644, 1994.
127. **Colwell CW Jr, Pulido PA, Hardwick ME, Sandwell JC, Rosen AS, Copp SN.** *Initiating a Multisubspecialty Orthopaedic Outcomes Program and Utilizing the Data to Guide Practice* *J Bone Joint Surg.* 91(A): 134-141, 2009.
128. **Yamaguchi S , Sasho T , Tsuchiya A, Wada Y, Moriya H.** *Long term results of anterior cruciate ligament reconstruction with iliotibial tract: 6-, 13-, and 24-year follow-up* *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14:1094–1100, 2006.
129. **Strehl A, Egli S.** *The Value of Conservative Treatment in Ruptures of the Anterior Cruciate Ligament (ACL)* *J Trauma* 62(5): 1159-62, 2007.

130. **Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, DeCarlo M.** *Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation.* Am J Sports Med. 19(4): 332-6, 1991.
131. **McGinty JB, Burkhart SS, Jackson RW, Johnson DH, Richmond JC.** *Operative Arthroscopy* Third Edition, Lippincott Company, USA, 456 – 567, 2003.
132. **Sterett WI, Hutton KS, Briggs KK, Steadman JR.** *Decreased range of motion following acute versus chronic anterior cruciate ligament reconstruction.* Orthopedics 26(2):151-4, 2003.
133. **Bottoni CR, Liddell TR, Trainor TJ, Freccero DM, Lindell KK.** *Postoperative range of motion following anterior cruciate ligament reconstruction using autograft hamstrings: a prospective, randomized clinical trial of early versus delayed reconstructions.* Am J Sports Med. 36(4):656-62, 2008.
134. **Cha PS, Brucker PU, West RV, Zelle BA, Yagi M, Kurosaka M, Fu FH.** *Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: An anatomic approach.* Arthroscopy 21: 1277, 2005.
135. **Markolf KL, Park S, Jackson SR, McAllister DR.** *Simulated pivot-shift testing with single and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions.* J Bone Joint Surg. 90(8): 1681-9, 2008.
136. **Tsarouhas A, Iosifidis M, Kotzamitelos D, Spyropoulos G, Tsatalas T, Giakas G.** *Three-Dimensional Kinematic and Kinetic Analysis of Knee Rotational Stability After Single- and Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction* Arthroscopy 26(7): 885-893, 2010.
137. **Van Eck C, Working Z, Fu F.** *Current concepts in anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction.* Phys Sportsmed. 39(2):140-8, 2011.
138. **Musahl V, Burkart A, Debski RE, Van Scyoc A, Fu FH, Woo SL.** *Accuracy of anterior cruciate ligament tunnel placement with an active robotic system: a cadaveric study.* Arthroscopy. 18(9): 968-73, 2002.
139. **Goldsmith MT, Jansson KS, Smith SD, Engebretsen L, LaPrade RF, Wijdicks CA.** *Biomechanical comparison of anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions: an in vitro study.* Am J Sports Med. 2013 Jul;41(7):1595-604.

140. **Mark V. Paterno, Ashley M. Weed, Timothy E. Hewet.** *A Between Sex Comparison of Anterior-Posterior Knee Laxity after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Patellar Tendon or Hamstrings Autograft.* Sports Med. 2012 Feb 1; 42(2): 135–152.
141. **Eric J. Wall, Paul J. Ghattas, Emily A. Eismann, Gregory D. Myer, Preston Carr.** *Outcomes and Complications After All-Epiphyseal Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Skeletally Immature Patients.* Orthop J Sports Med. 2017 Mar; 5(3): 2325967117693604.
142. **Leal-Blanquet J, Alentorn-Geli E, Tuneu J, Valenti JR, Maestro A.** *Anterior cruciate ligament reconstruction: a multicenter prospective cohort study evaluating 3 different grafts using same bone drilling method.* Clin J Sport Med. 2011;21:294–300.
143. **Sun K, Zhang J, Wang Y, Xia C, Zhang C, Yu T, Tian S.** *Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstring tendon autograft and fresh-frozen allograft: a prospective, randomized controlled study.* Am J Sports Med. 2011;39:1430–1438. doi: 10.1177/0363546511400384.
144. **Lawhorn KW, Howell SM, Traina SM, Gottlieb JE, Meade TD, Freedberg HI.** *The effect of graft tissue on anterior cruciate ligament outcomes: a multicenter, prospective, randomized controlled trial comparing autograft hamstrings with fresh-frozen anterior tibialis allograft.* Arthroscopy. 2012;28:1079–1086. doi: 10.1016/j.arthro.2012.05.010.
145. **Edgar CM, Zimmer S, Kakar S, Jones H, Schepesis AA.** *Prospective comparison of auto and allograft hamstring tendon constructs for ACL reconstruction.* Clin Orthop Relat Res. 2008;466:2238–2246. doi: 10.1007/s11999-008-0305-5.
146. **Kleweno CP, Jacir AM, Gardner TR, Ahmad CS, Levine WN.** *Biomechanical evaluation of anterior cruciate ligament femoral fixation techniques.* Am J Sports Med. 2009 Feb;37(2):339-45.
147. **Fauno P, Kaalund S.** *Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study.* Arthroscopy. 2005 Nov;21(11):1337-41.
148. **Conte EJ, Hyatt AE, Gatt CJ Jr, Dhawan A.** *Hamstring autograft size can be predicted and is a potential risk factor for anterior cruciate ligament reconstruction failure.* Arthroscopy. 2014 Jul;30(7):882-90.

149. **MARS Group, Magnussen RA, Borchers JR at all.** *Risk Factors and Predictors of Significant Chondral Surface Change From Primary to Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A MOON and MARS Cohort Study.* Am J Sports Med. 2017 Dec 1:363546517741484.

150. **Noyes FR, Barber-Westin SD.** *Treatment of meniscus tears during anterior cruciate ligament reconstruction.* Arthroscopy. 2012 Jan;28(1):123-30.

151. **Jong Keun Seon, Hemanth R. Gadikota, Michal Kozanek, Luke S. Oh, Thomas J. Gill, Guoan Li.** *The Effect of ACL Reconstruction on Kinematics of the Knee with Combined ACL Injury and Subtotal Medial Meniscectomy - an in-vitrorobotic investigation.* Arthroscopy. 2009 Feb; 25(2): 123–130.

152. **Ahn JH, Bae TS, Kang KS, Kang SY, Lee SH.** *Longitudinal tear of the medial meniscus posterior horn in the anterior cruciate ligament-deficient knee significantly influences anterior stability.* Am J Sports Med. 2011 Oct;39(10):2187-93.