

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**



**TEZİN ADI**  
**ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONUNDA KULLANILAN**  
**ENDOBUTTON'IN BOYU İLE FEMORAL KANAL GENİŞLEMESİ**  
**ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**  
Dr. Ramazan TISKAOĞLU

**TEZ DANIŞMANI**  
Ünvanı Adı-Soyadı  
Doç. Dr. Burak KAYMAZ

Çanakkale/2018

T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

TEZİN ADI

ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONUNDA KULLANILAN  
ENDOBUTTONIN BOYU İLE FEMORAL KANAL GENİŞLEMESİ ARASINDAKİ  
İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. RAMAZAN TISKAOĞLU

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Burak KAYMAZ

Çanakkale-2018

T.C.  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ uzmanlık  
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından  
Dr. RAMAZAN TISKAOĞLU'nun **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 08/05/2018

**TEZ KONU BAŞLIĞI**

ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONUNDA KULLANILAN ENDOBUTTON'IN BOYU  
İLE FEMORAL KANAL GENİŞLEMESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tez Danışmanı: DOÇ. DR. BURAK KAYMAZ

**Tez Jürisi Üyeleri:**  
**Adı Soyadı**

DOÇ. DR. Burak KAYMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Gürdal NUSRAN

Doç. Dr. Mert ÇİFTDEMİR

**İmzası**

.....

.....

.....

ONAY:

Bu tez Anabilim/Bilim Dalı Akademik Kurulunca belirlenen yukarıdaki  
jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Fakülte Yönetim  
Kurulunun 10/05/2018 tarih ve 1.19.13... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Tamer DEMİR  
Dekan V.

.....  
Dekan

## TEŞEKKÜRLER

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda ihtisas eğitimim süresince bilgi ve deneyimi ile teorik ve pratik olarak bana kazandırdığı mesleki becerilerin yanı sıra hastalarımıza olan yaklaşımı ile bana daima örnek olan ve bana hekimlik mesleğini sevdiren saygıdeğer hocalarım sayın Doç. Dr. Burak KAYMAZ'a, Yrd. Doç. Dr. Gürdal NUSRAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Ali BİLGE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Asistanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum Op. Dr. Cihan SEVİNÇHAN, Op. Dr. Serdar ERGİNOĞLU, Op. Dr. Umman MENENDİ, Arş. Gör. Dr. Onur YILMAZ, Arş. Gör. Dr. Murat TÜYSÜZ ve Arş. Gör. Dr. Ali Osman TAŐOVA'ya, servis, ve ameliyathane hemşire ve personelimize teşekkürlerimi sunarım.

Beni her zaman destekleyip mesleğimde kendime olan güvenimi arttırmamda yardımcı olan sevgili eşim Nesime Setge TISKAOĞLU'na, bu zamana kadar maddi ve manevi bana her zaman destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Ramazan TISKAOĞLU

ÇANAKKALE- 2018

## ÖZET

**AMAC:** Çalışmamızda, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Hastanesi'nde otolog hamstring tendon otogrefti kullanarak artroskopik ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu uygulanan hastalarda cerrahi sonrası en az 2 en çok 3 yılı doldurmuş olan hastaların kontrol AP ve lateral grafilinde kanal çapı ölçümlerini yapıp, kullanılan endobutton boyunun kanal genişlemesi ile ilişkisini değerlendirdik.

**GEREÇ VE YÖNTEM:** 2014 ile 2018 ocak tarihleri arasında, otolog hamstring grefti ile kortikal askılama sistemi Endobutton® kullanılarak ÖÇB onarımı yapılmış 33 hasta çalışmaya dahil edildi. Geriye dönük olarak postoperatif 2. ve 3. yıllardaki kontrol grafilindeki femoral kemik tünel genişlemesi değerlendirildi.

**BULGULAR:** Çalışmamıza dahil edilen 33 hastanın 5'i (%15.2) kadın, 28'i (%84,8) erkektir. En kısa takip süremiz 25 ay ve en uzun takip süremiz 43 ay olmakla birlikte ortalama takip süremiz 29.5 aydır. Hastaların, AP ve lateral planda çekilen kontrol grafileri üzerinden proksimal, orta ve distal bölümlerinin yapılan ölçümlerinde Endobutton boyları ile femoral tünel genişlikleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Greft çapının genişleme üzerine etkisi ile ilgili yapılan istatistiksel çalışmada, femoral AP orta kısım ölçümlerinde ( $p:0.009$ ) ve lateral distal oranda ( $p:0.008$ ) greft çapının artmasının kanal çapını arttırmaktadır.

**SONUÇ:** Endobutton boyları ile femoral tünel genişlikleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bunun nedeninin endobutton askısının, femoral kanal ilk endobutton drili ile yapılan 4 mm'lik dar kanalda kalması nedeniyle major harekete izin vermemesi olduğunu düşündük. Uygun endobutton boyu seçildiği takdirde, askının dar kanalın dışında salınma izin verecek düzeyde kalmaması Windshield wiper efektini önlemiş olmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Artroskopik ÖÇB rekonstrüksiyonu, Endobutton boyu, Femoral tünel genişlemesi, Hamstring tendon otogrefti, Kemik tünel genişlemesi.

## SUMMARY

**OBJECTIVE:** In our study, patients who underwent arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using autologous hamstring tendon autograft in Çanakkale Onsekiz Mart University Hospital, performed channel diameter measurements on the control AP and lateral radiographs of patients who had at least 2 to 3 years after surgery.

**MATERIALS AND METHODS:** Between 2014 and 2018, 33 patients who underwent ACL reconstruction using the autologous hamstring graft and Endobutton® cortical suspension system were included in the study. Retrograde femoral bone tunnel enlargement was evaluated in postoperative 2nd and 3rd year control graphs.

**RESULTS:** Of the 33 patients included in the study, 5 (15.2%) were female and 28 (84.8%) were male. The shortest follow-up period is 25 months and the longest follow-up period is 43 months, with an average follow-up of 29.5 months. There was no significant difference between the endobutton length and the femoral tunnel widths in the proximal, middle, and distal sections of the patients on the control graphs taken from the AP and lateral graphs. In the statistical study on the effect of graft diameter on enlargement, the femoral AP increases the canal diameter of the increase of the graft diameter in the middle part measurements ( $p: 0.009$ ) and lateral distal position ( $p: 0.008$ ).

**CONCLUSION:** There was no significant difference between endobutton length and femoral tunnel widths. We believe the reason for this is that the endobutton hanger remains in the 4 mm narrow channel made with the first endobutton drill which in turn restricts movement. If the appropriate endobutton size is chosen, the windshield wiper effect is prevented so that the suspension can not be allowed to swing out of the narrow channel. As the graft diameter increases, the channel expansion rate also increases. We attribute this to the formation of greater osteonecrosis risk with larger drills.

**Key words:** Arthroscopic ACL reconstruction, Bone tunnel enlargement, Endobutton size, Femoral tunnel enlargement, Hamstring tendon autograft.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER.....	iv
ÖZET .....	v
SUMMARY .....	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER .....	ix
ŞEKİLLER .....	x
TABLolar.....	xi
GRAFİKLER.....	xii
RESİMLER.....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	2
2.1 Tarihçe .....	2
2.2 Embriyoloji .....	3
2.3 Histoloji .....	3
2.4 Anatomi .....	4
2.5 Ön çapraz Bağ innervasyonu .....	6
2.6 Biyomekanik .....	6
2.7 Yaralanma Mekanizması .....	9
2.8 Risk Faktörleri .....	11
2.9 Öykü ve Fizik Muayene .....	12
2.9.1 Ön çekmece Testi .....	12
2.9.2 Lachman Testi .....	13
2.9.3 Pivot-Shift Testi .....	14
2.9.4 Artrometre: .....	14
2.10 Ön Çapraz Bağda Görüntüleme Yöntemleri.....	15
2.10.1 Konvansiyonel Radyografiler .....	15
2.10.2 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) .....	16
2.10.3 Ultrasonografi .....	18
2.11 Tedavi .....	18

2.11.1 Konservatif Tedavi .....	19
2.11.2 Cerrahi Tedavi .....	21
2.12 Greft Seçimi .....	22
2.12.1 Ototogreftler .....	22
2.12.1.1 Kemik-Patellar Tendon-Kemik Greftleri .....	22
2.12.1.2 Hamstring Greftleri .....	22
2.12.1.3 Kuadriceps Greftleri .....	23
2.12.2 Allogreftler .....	23
2.12.3 Sentetik Greftler .....	24
2.13 Greft Tespit Materyalleri .....	24
2.13.1 Femoral Tespit Materyalleri .....	24
2.13.2 Tibial Tespit Materyalleri .....	25
2.14 Greftin Ligamentizasyonu .....	26
2.15 Komplikasyonlar .....	27
2.16 Rehabilitasyon .....	32
2.17 Kemik tünel genişlemesi etiyolojisi .....	33
2.17.1 Biyolojik faktörler .....	33
2.17.2 Mekanik etkenler .....	37
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	40
4. BULGULAR .....	42
5. TARTIŞMA .....	53
6. SONUÇ .....	60
KAYNAKLAR .....	62



## KISALTMALAR VE SİMGELER

AÇB : Arka Çapraz Bağ

AT : Anatomik

AM : Anteromedial

AMB : Anteromedial Bant

EHA : Eklem Hareket Açıklığı

LKL : Lateral kollateral ligaman

MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme

MKL : Medial kollateral ligaman

ÖÇB : Ön Çapraz Bağ

PL : Posterolateral

PLB : Posterolateral Bant

SD : Standart Deviasyon

TT : Transtibial

## ŞEKİLLER

Şekil 1: Dizdeki yapılar .....	4
Şekil 2: Ön çapraz bağ femoral ve tibial taraf yapışma anatomisi .....	5
Şekil 3: Femoral kondil anatomisi .....	7
Şekil 4:Diz eklemi ekstansiyon ve fleksiyon durumlarında ÖÇB bantlarının durumları	8
Şekil 5: Ön çekmece Testi .....	13
Şekil 6: Lachman Testi .....	14
Şekil 7: Pivot Shift Test .....	14
Şekil 8: Radyografik tünel genişlemesi aşamaları .....	36

## TABLULAR

Tablo 1: Travma oluş şekline göre yaralanan yapılar .....	10
Tablo 2: Risk Faktörleri ve Risk Artış Oranları .....	11
Tablo 3: Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonunda Sık Karşılaşılan Komplikasyonlar .....	31
Tablo 4: Greft-Tünel hareketleri .....	38
Tablo 5: Cinsiyet dağılımı .....	42
Tablo 6: Opere olan diz yönleri ve yüzdesi .....	42
Tablo 7: Anatomik ve transtibial ÖÇB onarımı yapılan hasta sayı ve yüzdesi .....	43
Tablo 8: Kullanılan endobutton boyları .....	43
Tablo 9: Femoral kanal AP ve lateral grafideki genişlikleri .....	44
Tablo 10: greft çaplarına göre tünel genişlikleri ortalaması ve <i>p</i> değerleri .....	47
Tablo 11: Greft çapına göre yapılan ölçümlerin istatistiksel sonuç tablosu.....	45
Tablo 11: Greft çapı-tünel genişliği oranı ortalamaları ve <i>p</i> değeri .....	48
Tablo 12: Endobutton boyuna göre tünel genişliği ortalamaları ve <i>p</i> değerleri .....	49
Tablo 13: Endobutton boyuna göre greft çapı-tünel genişliği oranlarının karşılaştırılması ve <i>p</i> değerleri.....	50
Tablo 14: Cerrahi yöneme göre tünel genişlik ortalamaları .....	51

## GRAFİKLER

Grafik 1: femur AP grafide orta kısım tünel genişliği ve değişikliği.....	44
Grafik 2: femur AP grafide distal kısım tünel genişliği ve değişikliği .....	45
Grafik 3: femur lateral grafide orta kısım tünel genişliği ve değişikliği .....	45
Grafik 4: femur lateral grafide distal kısım tünel genişliği ve değişikliği .....	46



## RESİM LİSTESİ

Resim 1: Ekstansiyon ve fleksiyonda ön çapraz bağ pozisyonu .....	5
Resim 2: KT-1000 Artrometre .....	15
Resim 3: Segond kırığı radyolojik görünümü .....	16
Resim 4: MR görüntülemeye normal ve yırtık ÖÇB .....	17
Resim 5: ÖÇB yaralanmasında T2 sekans MRG 'da koronal ve sagittal planda karakteristik kemik zedelenmesi görünümü .....	17
Resim 6: Femoral ve tibial kanal sklerotik marja göre radyografik ölçümleri.....	41

## 1. GİRİŞ

Ön çapraz bağ (ÖÇB) hasarı sıklıkla sporla ilişkili aktiviteler ve daha az oranda yüksek enerjili travmalar ve günlük aktiviteler sonrası oluşmaktadır. (1) ÖÇB kopmaları için yapılan ÖÇB onarımı cerrahisi sonrası femoral tünelde genişleme olduğu bilinmektedir. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası femoral tünelinin genişlemesinin klinik sonuçlara etkisi daha önceleri araştırılmış ve genişlemenin greftin efektif işlevselliğinde bozulma oluşturduğu görülmüştür. (2) Tünel genişlemesinin nedeni net değildir. Ancak mekanik ve biyolojik faktörlerin rol oynadığı multifaktöriyel nedenlerden dolayı olduğu düşünülmektedir. (3)

Yaptığımız çalışmada, artroskopik ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış cerrahi sonrası en az 2 en çok 3 yılı doldurmuş olan hastaların kontrol AP ve lateral grafilerinde kanal çapı ölçümlerini yapıp, kullanılan endobutton boyunun kanal genişlemesi ile ilişkisini değerlendirdik.

Endobutton boyu arttıkça tünel içinde salınımı daha fazla oluşturarak femoral tünel genişlemesi üzerinde etkisi olabileceğini düşündük. Bunun da uzun dönemde, yapılan ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda koyulan ön çapraz bağın kopma ve işlevini tam olarak yerine getirememe riskini artırabileceği düşünülmüştür. Bu amaçla “endobutton”ın boy seçiminin femoral tünel genişlemesine etkisinin incelenmesinin literatüre katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Bu çalışmadaki amaç, kliniğimizde daha önce ön çapraz bağ rüptürü nedeniyle endobutton kullanılarak artroskopik ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanan hastalarda endobutton boyu ile femoral tünel genişlemesi arasındaki ilişkinin karşılaştırılmasıdır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Tarihçe

Çapraz bağlar eski Mısır zamanlarından beri bilinmektedir. Anatomisi Smith Papyrus'da (M.Ö. 3000) tanımlanmıştır. Hipokrat da (M.Ö. 460-370) diz bağlarının ligament patolojisiyle subluksasyonundan bahsetti ancak, Roma İmparatorluğu doktorlarından Claudius Galen, ÖÇB'nin gerçek doğasını tanımlayan ilk kişi oldu (4). Akut ön çapraz bağ yaralanmasını ilk kez 1845'de, cerrah Amedee Bonnet "Traite de Therapeutiques" adlı kitabında açıklanmıştır. Kitabında, dizde ön çapraz bağ yırtığı olan hastanın kopma hissini tariflediği, fizik muayenede hemartroz ve tibianın öne subluksasyonu eşlik ettiğini belirtmiştir (5). Lachman testi, ilk kez 1875'de Georgeos C. Noulis tarafından tarif edilmiştir (6).

1879 yılında ise Paul Segond ön çapraz bağ yırtığını ve kendi adıyla anılan kırığı tariflemiştir. 1900'da Battle, ön çapraz bağ yaralanmasında dünyadaki ilk primer tamir sonuçlarını yayımladı. 1918'de Alwyn Smith ilk kez pivot şift testini tarif etmiş, o zaman ki bilgilerin ışığında ön çapraz bağ anatomisi, biyomekaniği, yaralanma mekanizması, tanı ve tedavi yöntemlerini özetlemiştir. Hey Groves 1920'da ÖÇB yetersizliği olan semptomatik dizlerde boşalma fenomenini tanımlamıştır. Artrografi ve artroskopinin bulunup gelişmesi 1919-1930 yılları arasında olmuştur. 1918'de Kenji Takagi ilk olarak diz eklemine bir sistoskop ile inceledi. Bugünkü anlamında artroskopi ilk kez 1931'de Takagi, Watanabe, Takeda ve Ikeuchi tarafından uygulanmaya başlandı. 1950 yılında Lindemann hamstring tendonlarını ilk defa kullanarak eklem içi rekonstrüksiyon yapmıştır (7). 1963'de Kenneth Jones santral 1/3 patellar tendonu kemik bloğuyla beraber kullanarak ÖÇB rekonstrüksiyonu yaptı. Sonuçları kötü olmasına rağmen birçok cerraha ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu konusunda yol gösterdi (8). 1981'de Dandy ilk kez karbon fiber kullanarak artroskopik

rekonstrüksiyonu tarifledi (9). 1982'de Kenneth Jones'un aksine Clancy patellar tendon kullanarak yaptığı rekonstrüksiyonlarda başarılı sonuçlar elde etti (10).

1989 yılında ilk kez Rosenberg artroskopik ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunu tek insizyon ile uygulamış ve başarılı olmuştur (11). Artroskopik yöntemlerin gelişmesiyle cerrahlar 90'lı yıllarda sadece intraartiküler teknikler kullanmaya yöneldi. Modern ÖÇB cerrahisinin temelleri böylece atılmış oldu.

## **2.2 Embriyoloji**

İntrauterin hayatın 6.haftasında diz eklemi oluşmaya başlar. Bunu takiben 7. ve 8. haftada menüsküs ve çapraz bağlar görülmeye başlar. 10. Haftada fibroblastların oluşturduğu fibriller ile kısmen ön çapraz bağın yapısı belirir. İntrauterin 20.haftada ön çapraz bağın morfolojisi yetişkin insanınki ile çok benzerdir (12,13). Ön çapraz bağın agenezisi nadir olmakla birlikte görülebilir. Ön çapraz bağ agenezisi genellikle başka eklem içi anomalilerle birlikte (14).

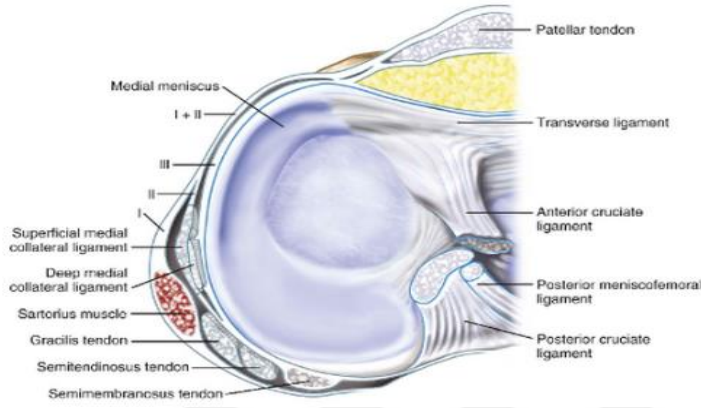
## **2.3 Histoloji**

Ön çapraz bağ birbirine paralel uzanan düzenli olarak yerleşmiş kollajenden oluşmaktadır. Temel yapısal birimi tip I kollajendir (%90), kalan kısmı da (%10) tip III kollajenden oluşur (15). ÖÇB'nin kuru ağırlığının %75'ini kollajenler oluşturur. Kalan %25'lik kısmını ise proteoglikanlar, elastin ve nonkollajen proteinler oluşturur. Ön çapraz bağ kemiğe yapışma yerinde 4 farklı katmandan ihtiva eder. Bunlar sırasıyla: bağın lifleri, fibrokartilaj, mineralize kartilaj, subkondral kemik plağı. Kemiğe yapışma yerindeki bu geçiş zonu, sertlikte dereceli olarak azalmayı sağlar. Böylece stresin bağın kemiğe yapışma bölgesinde birikmesini engeller (16).

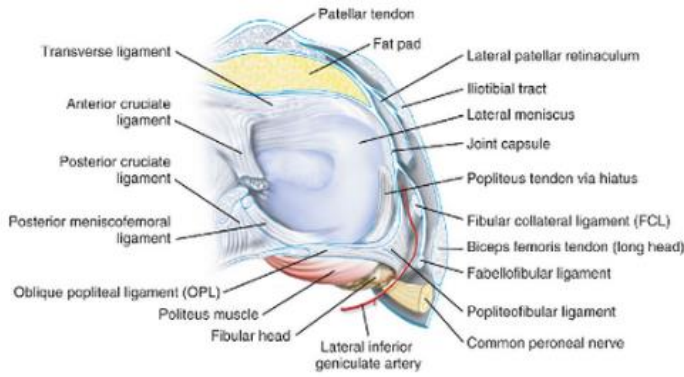


## 2.4 Anatomi

Ön çapraz bağ, dizin statik yapısını sağlayan dört ana bağdan (ön çapraz, arka çapraz, iç yan, dış yan bağlar) birisidir. Tüm bağı sinovyal bir kılıf sardığı için intraartikülerdir fakat ekstrasinovyaldir (Şekil 1).



Şekil 1a: Diz medial yapılarının üstten görünümü

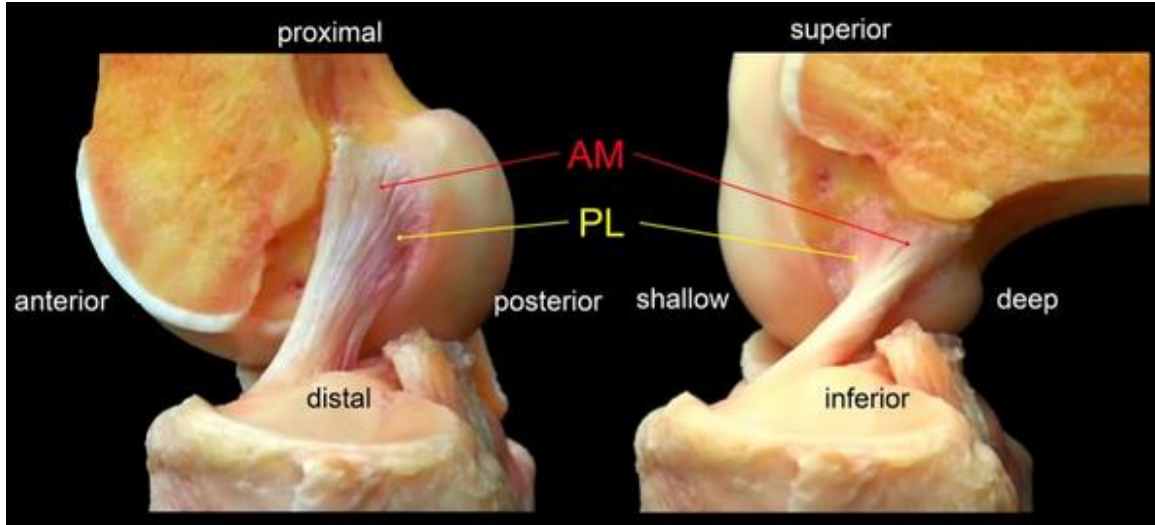


Şekil 1b: diz lateral yapılarının üstten görünümü

Şekil 1: dizdeki yapılar (*Noyes FR: Noyes' knee disorders, Philadelphia, 2009, Elsevier.'dan alınmıştır.*)

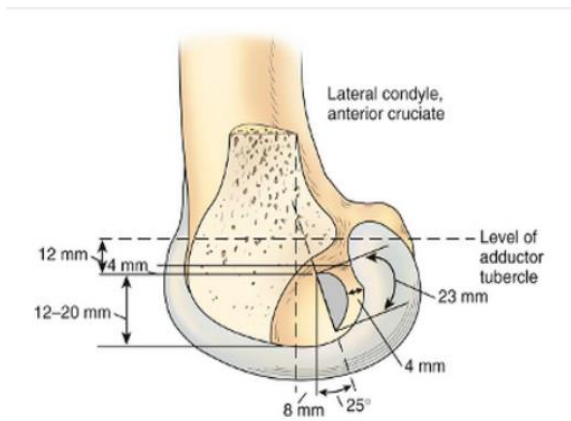
Yaş, cinsiyet, boy, kilo, genetik ve diğer etmenlere bağlı olmak üzere uzunluğu 25-41 mm arasında değişmektedir. Ortalama 35 mm olarak kabul edilir. Kalınlığı ise 7-12 mm arasında değişir. Ortalama 10 mm olarak kabul edilir. Ön çapraz bağ proksimalde lateral

femur kondilin medial yüzünde ve posteriorunda yer alan bir fossaya yarım daire şeklinde yapışır. Femoral yapışma yerinin ön kenarı femur aksı ile 25°'lik açı yapar (Resim 1).



Resim 1: Ekstansiyon ve fleksiyonda ön çapraz bağ pozisyonu ([www.orthobullets.com/knee-and-sports/3008/acl-tear](http://www.orthobullets.com/knee-and-sports/3008/acl-tear))

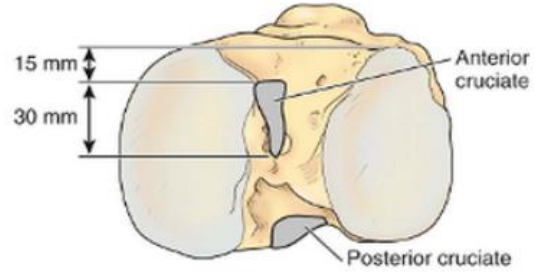
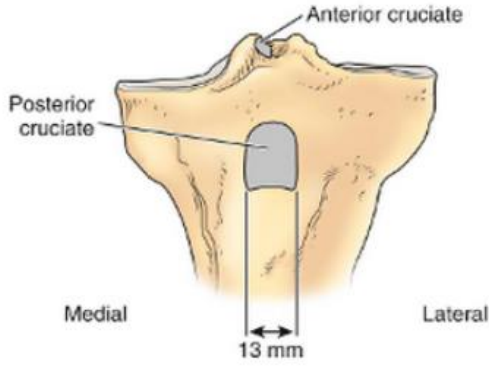
Bu yarım dairenin çapı 20 mm'dir. Tibiada ise eminensiyanın ön ve lateralinde yer alan fossaya yapışır. Bu alan tibia ön kenarının 15 mm arkasında, 30 mm uzunluğunda çukur bir alandır (Şekil 2). Diz 90° fleksiyonda iken, ön çapraz bağın tibiadaki yapışma alanının orta noktası, arka çapraz bağın yapışma alanının ön kenarından 7 mm öndedir. Birkaç lifle lateral menisküsün ön boynuzu ile bağlantı içerisindedir (17,18).



Şekil 2a: lateral kondil iç görünümü



Şekil 2b: medial kondil iç görünümü



Şekil 2c: lateral kondil iç görünümü

Şekil 2d: lateral kondil iç görünümü

Şekil 2: Ön çapraz bağ femoral ve tibial taraf yapışma anatomisi (Scott WN: *Insall & Scott surgery of the knee*, Philadelphia, 2006, Elsevier. ‘dan alınmıştır.)

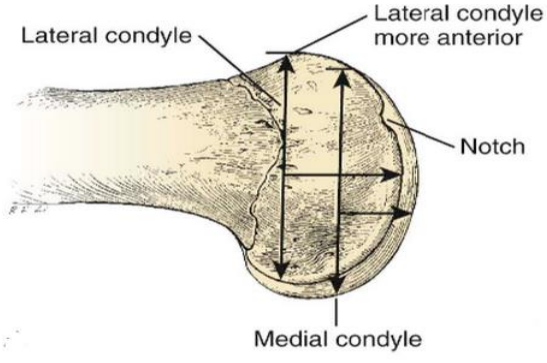
## 2.5 Ön çapraz Bağ innervasyonu

Ön çapraz bağın innervasyonu tibial sinirin arka eklem dallarından olmaktadır. Bu dallar arkadan eklem kapsülünü deldikten sonra sinovyal damarlarla beraber seyrederek. Ardından ön tarafta infrapatellar yağ yastıklarına kadar uzanırlar (34).

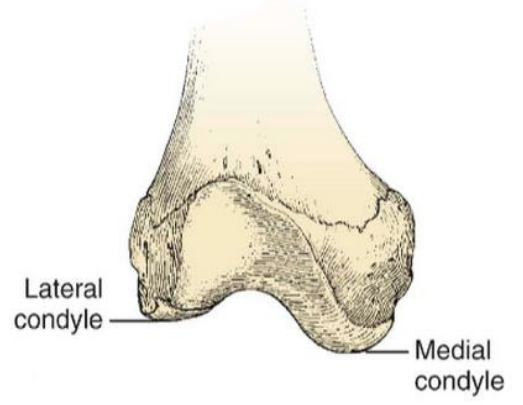
## 2.6 Biyomekanik

Diz eklemi “bikondiler tip”tedir. Hareketleri esnasında, femur kondilleri tibia platosu üzerinde yuvarlanma, rotasyon ve kayma hareketlerini yapar. Ekstansiyondan fleksiyona gelirken ilk 20°’de femoral kondiller sadece yuvarlanma hareketi yapar. Fleksiyon arttıkça yuvarlanma hareketine kayma hareketi de eklenir. Fleksiyonun sonlarına doğru ise yuvarlanma biter, sadece kayma hareketi görülür (19,20,21). Femurun arkaya doğru kayma yuvarlanma hareketine “femoral roll-back” denir.

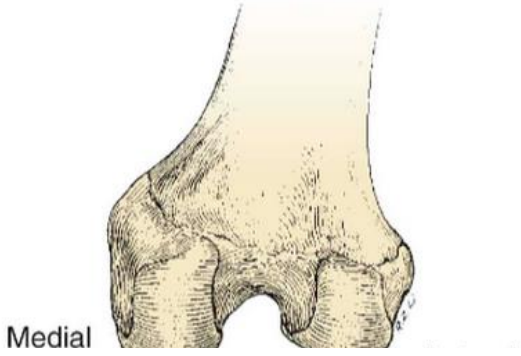
Diz ekleminin medial ve lateral yüzeyler asimetriktir. Femur lateral kondilin yarıçapı, medial kondilden büyüktür (Şekil 3). Bundan dolayı, dizde artan fleksiyon derecelerinde tibiada iç rotasyon olurken, ekstansiyona geldikçe dış rotasyon meydana gelir. Bu harekete “screw-home mekanizması” denir (21).



Şekil 3a: lateral projeksiyon



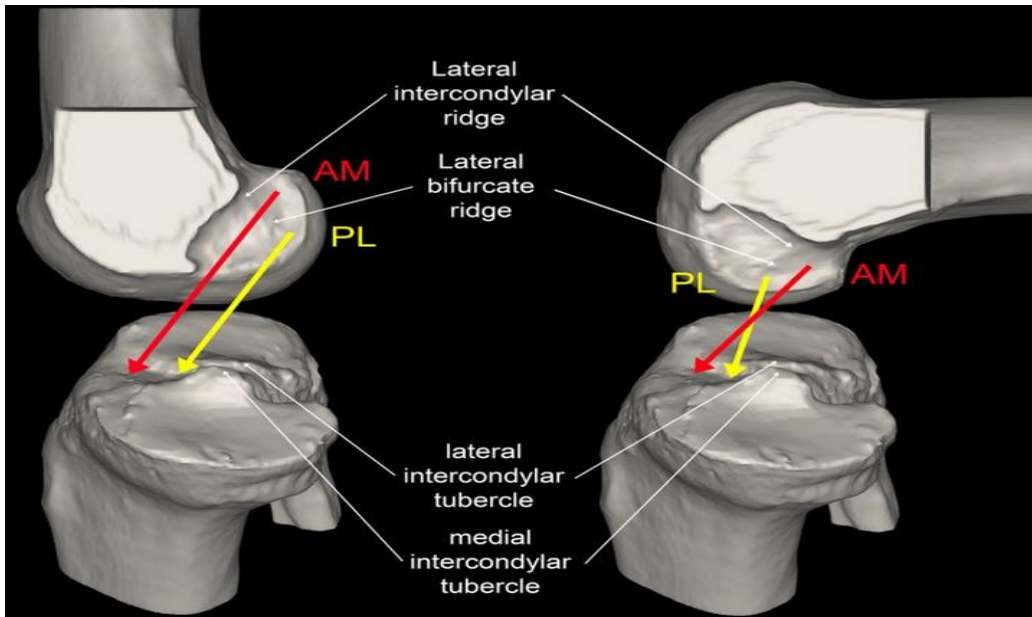
Şekil 3b: anterior görünüm



Şekil 3c: posterior görünüm

Şekil 3: Femoral kondil anatomisi (*Tria AJ, Klein KS: An illustrated guide to the knee, New York, 1992, Churchill Livingstone, p 5.*)

Diz ekleminde iki tip stabilizatörü vardır. Aktif stabilizatörler diz çevresindeki kaslar ve tendonlardır. Pasif stabilizatör yapılar ise; ÖÇB ve arka çapraz bağ (AÇB), iç ve dış yan bağlar, menisküsler ve kapsüldür. Diz ekleminde, kemiksel stabilizasyon yoktur. Diz eklemi stabilizasyonunda en büyük rolü ligamentler ve kaslar üstlenir (22,23). Tibianın femura göre anterior translasyonunu sınırlayan en kuvvetli yapı ön çapraz bağıdır. Translasyonu önlemeye ek olarak başlangıçtaki 20-30° fleksiyonda tibial iç rotasyonunun sınırlandırma görevini de ÖÇB üstlenir. 35-40° den sonra bu işlevi posterior kapsül devralır. Tek başına ÖÇB hasarlarında, dizde varus-valgus instabilitesi görülmez. Patolojik varus-valgus açılanmalarında öncelikli olarak ÖÇB hasarı nedeniyle olduğu düşünülmez (24,25). Hareketleri sırasında diz içi bağların uzunluklarının değişmemesi “izometrisite” olarak adlandırılır. Ancak ÖÇB tamamıyla izometrik değildir. Belirli fleksiyon ve ekstansiyon derecelerinde ÖÇB'nin her iki bandının davranışı farklıdır. Diz ekstansiyonda iken bağın anatomik yapısı nedeniyle posterolateral (PL) bandı, fleksiyonda iken anteromedial (AM) bant gergin olarak izlenir. Diz eklem fleksiyona gelmeye başlamasıyla birlikte AM bant gerilmeye ve PL bant gevşemeye başlar (Şekil 4) (21,26,27).



Şekil 4: diz eklemi ekstansiyon ve fleksiyon durumlarında ÖÇB bantlarının durumları

AM bant gerilimini maksimum ilk 60°'lik fleksiyonun sonuna kadar sürdürebilir. PL bant daha değişken gerim özellikleri gösterir; diz tam ekstansiyodayken en gergin pozisyonda ve fleksiyonun son 30°'sinde gevşektir (28,29). Böylece her fleksiyon derecesinde bağın belli bir bölümü gergin kalır. AM ve PL bant stabiliteye farklı diz fleksiyon derecelerinde farklı şekilde katkıda bulunurlar. AM bant ön-arka translasyonun sınırlanmasına katkıda bulunurken, PL bant öne tibial translasyonu ve rotasyonunu sınırlar. Bantların, ayrı işlevlerinin olduğunu göstermek için yapılan çalışmalarda; tek başına AM bant kesisinde 60° ve 90° öne tibial translasyon artarken, izole PL bant kesisinde 30° fleksiyonda öne tibial translasyon artar. Rotasyonel stabilite açısından ise izole PL bant kesisinde 0° ve 30°'de tibial rotasyon miktarında artış gösterilmiştir (29-31).

Bağda yetmezliğe gitme durumu olduğunda diz ekleminde femoral roll&back bozular. ÖÇB yönlendirmesi olmadan tibianın üzerinde kayan femur patolojik olarak, kayma olmadan aşırı miktarda yuvarlanma hareketi yapacaktır. Tam ekstansiyondan fleksiyona gelirken rotasyonel stabiliteyi koruyamayacaktır. ÖÇB yetmezliğinde gelişen menisküs yırtıklarının nedeni, eklem kinematikiindeki patolojik değişikliklerdir (21,32,33).

## **2.7 Yaralanma Mekanizması**

Ön çapraz bağ yırtıkları genellikle ani durma, dönme ve yön değiştirme hareketleri gerektiren spor aktiviteleri esnasında olur. İskelet gelişimini tamamlanmış kişilerde ÖÇB, daha çok femoral yapışma bölgesinden ayrılırken, adölesan yaş gruplarında ise tibial yapışma yerinden ayrılır. Bağda fonksiyonel açıdan yetmezlik bulguları yaratan yırtıklar, çoğu zaman tam kat olan yırtıklardır. Sırası ile futbol, basketbol, voleybol, amerikan futbolu ve kayak ön çapraz bağ yırtığının en sık görüldüğü spor dallardır. En sık travma mekanizması ise diz dış rotasyonda iken valgusa zorlayan bir kuvvetin oluşturduğu travma tipidir. ÖÇB yırtıklarının %90'ı spor travması sonrasında meydana gelirken, geri kalan %10'luk kısmı trafik kazaları

sonrası meydana gelmektedir (35). Farklı travma mekanizmaları dizde farklı yapıların hasarına sebep olmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1: Travma oluş şekline göre yaralanan yapılar

Hikâye	Anlamı
Oturma veya merdiven çıkma sonrası ağrı	Patellofemoral nedenler
Skuat esnasında ağrı ya da kilitleme	Meniskal yırtık
Temassız yaralanmada “patlama sesi (pop sesi) ya da hissi”	ÖÇB yırtığı, patellar çıkık
Temaslı yaralanmada “pop” sesi	Kollateral ligament yırtığı, meniskal yırtık, kırık
Akut şişlik	ÖÇB yırtığı, periferal meniskal yırtık, osteokondral kırık, kapsül yırtığı
Dizde boşalma	Ligament gevşekliği, patellar instabilite
Anterior güç: dorsifleksiyona gelmiş ayak	Patellar yaralanma
Anterior güç: plantar fleksiyona gelmiş ayak	AÇB yaralanması
Ön panel yaralanması	AÇB ya da patellar yaralanma
Hiperektansiyon, varus açılanması ve tibial eksternal rotasyon	Posterolateral köşe yaralanması

Çeşitli spor aktivitelerinde tanımlanmış o aktivitede daha sık görülen travma paternleri mevcuttur. Örneğin; kayakçılarda öne düşerken kayağın kara saplanması ile ekstremitelere için sabit bir pivot noktası oluşmaktadır. Ayak bu pozisyonda sabitlendikten sonra diz valgus ve dış rotasyona zorlanması ile “acemi kayakçı” yaralanması oluşmaktadır. Kayak sporunun diğer

bir travma paterni; sporcunun sırt üstü, arkaya dengesini kaybetmek üzere iken, refleks olarak kuadrisepsini kasma ve tibia translasyonunu önleme çabası ile oluşan “usta kayakçı” yaralanmasıdır. Futbol ve basketbol gibi atiklik gerektiren spor dallarında ÖÇB yaralanması; ani yavaşlama, durma sonrası yön değiştirmek istendiğiyle, dizin rotasyona zorlanmasından kaynaklanmaktadır. Kişinin ayak sabit bir pozisyonda düşmesi hiperekstansiyon travmasına örnektir. Bu travma sırasında posterolateral kompleks ve arka çapraz bağ da yaralanabilir. Basketbolcularda ÖÇB yaralanması, sıklıkla zıpladıktan sonra ayak iç rotasyonda ve diz ekstansiyonda yere düştüklerinde meydana gelir (36).

## 2.8 Risk Faktörleri

Risk Faktörleri ÖÇB rüptürlerinin nedenlerine ve risk faktörlerine ilişkin literatür tarandığında, 500’den daha fazla makale karışımıza çıkmaktadır. Bilinen risk faktörleri kadın cinsiyet, zemin, interkondiler çentik ölçümü ve anatomisi, uğraşılan spor ve zemin sürtünmesidir. Bahsi geçen risk faktörleri özet olarak Tablo 2’de verilmiştir (37-39)

Tablo 2: Risk Faktörleri ve Risk Artış Oranları

Risk Faktörü	Risk Artışı
Kadın Sporcu	Kadın/Erkek oranı 9:1
İnterkondiler Çentik Genişliği	15 mm’nin altında 5 kat risk artışı
Menstürel döngünün ovulatuvar fazı	%86 oranında artmış risk
Yüksek temas gerektiren sporlar	Diğer sporlara göre 3,5 kat artmış risk
Futbol ve Basketbolda hücum oyuncusu olmak	Savunma oyuncusuna göre 1,5 kat daha fazla



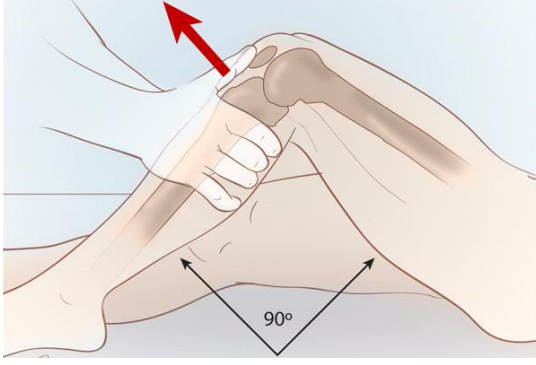
## 2.9 Öykü ve Fizik Muayene

Yaralanma sırasında dizin hangi pozisyonda olduğunu ve darbenin hangi yönden geldiğini sorgulamak gerekir. Bu şekilde ÖÇB ile birlikte hasarlanabilecek diğer yapılar tahmin edilebilir (40). ÖÇB yaralanmalarında dizin ani dönmesine bağlı olarak hastalar ağrıdan çok kopma hissi ve bir patlama sesi (pop sesi) duyduklarını ifade ederler. Yaralanma sonrası kişi yaptığı işe devam edemez (41). Daha ağır vakalarda ise çoklu bağ yaralanmasına bağlı olarak eklemde çoklu instabilite olur. Cilt altında hematoma görülmesi eklem kapsülü yırtığı ile beraber olan ağır bir yaralanmaya işaretler. Geç olgularda ise şikâyetler daha çok ÖÇB yaralanmasına sekonder gelişen patolojiler ve instabiliteden kaynaklanır. En sık şikâyetler koşamama, spor yapamama, ani durma ve sıçramalarda dizin boşa çıkması ve ağrıdır (42).

Muayene, hastada ağrı uyandırmadan, kibar bir şekilde yapılmalıdır. Mutlaka karşı ekstremitelerde karşılaştırılmalı olarak muayene edilmelidir. Eğer hasta ağrı nedeniyle muayeneye ettirmiyorsa, muayene sedasyon verilerek yapılabilir (43). ÖÇB yırtığı tanısında genel olarak kullanılan testler ön çekmece, Lachman ve pivot shift testleridir.

### 2.9.1 Ön çekmece Testi:

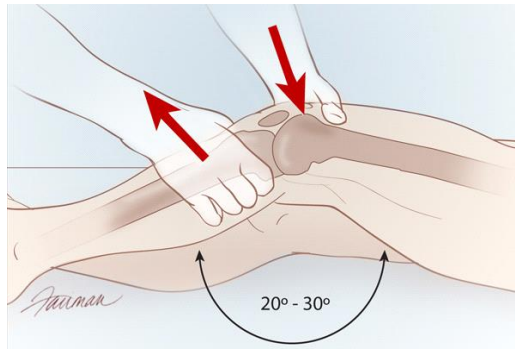
Hasta sırtüstü pozisyonunda yatar. Diz 90°, kalça 45° fleksiyonda iken, ayak tabanı tümüyle masaya değecek şekilde ve nötral rotasyona alınır. Muayene eden kişi hastanın ayağı üzerine oturur. Her iki eliyle bacağı arkadan kavrar ve hamstringlerin gevşek olduğunu hissedip tibia'yı öne doğru çeker (Şekil 5). Tibianın öne doğru yer değiştirmesi normal bir dizde 6 mm'dir, eğer anterior yer değiştirme 6 mm'den fazla ise ön çekmece testi pozitif sonuç olarak kabul edilir. Tüm testlerde olduğu gibi her iki taraf karşılaştırılmalıdır (44).



Şekil 5: Ön çekmece Testi (<https://www.clinicaladvisor.com/tests-to-assess-acl-rupture/slideshow/394/> )

### 2.9.2 Lachman Testi:

Akut ÖÇB yaralanmasında ilk yarım saatteki en değerli testtir (43). Diz eklemi 20°-30° fleksiyonda iken bir elle uyluk kavranır ve diğer elle bacak tibia proksimaline yakın kısımdan kavranarak tibia öne doğru çekilir (Şekil 6). Tibianın öne yer değiştirme derecesine ve son noktada duyulan takılma hissine göre karar verilir. Normal dizle karşılaştırıldığında artmış translasyon ve çarpmasız bir son nokta hissi, pozitif sonuçtur. ÖÇB sağlam ise öne translasyon olmaz ve son nokta hissi belirgin serttir (44).



Şekil 6: Lachman Testi (<https://www.clinicaladvisor.com/tests-to-assess-acl-rupture/slideshow/394/>)

### 2.9.3 Pivot-Shift Testi:

Hasta sırtüstü pozisyonda yatarken, kalçadan 30° abduksiyon ve fleksiyona, dizden ise tam ekstansiyona getirilip bir el fibula başına konur. Diğer elle bacağa iç rotasyon ve abduksiyon yaptırılmaya çalışılır. Bu pozisyonda tibia anteriora doğru subluksedir. Diz yavaşça fleksiyona getirilirken 20°- 40° arasında iliotibial bandın etkisiyle bir atlama hissi ile tibia redükte olur (Şekil 7). İliotibial bandın sağlam olmadığı durumlarda, ÖÇB kopuk ta olsa pivot-shift testi negatif bulunacaktır (44).



Şekil 7: Pivot Shift Test (<https://www.clinicaladvisor.com/tests-to-assess-acl-rupture/slideshow/394/>)

### 2.9.4 Artrometre:

İnstabiliteyi değerlendirmenin diğer bir yolu alet ile laksite ölçümüdür. Bu ölçüm için artrometre kullanılır. Hasta tamamen gevşemiş olmalıdır. Hastanın dizi, 30° fleksiyonda ve 15° dış rotasyonda olacak şekilde artrometre yerleştirilir (Resim 2). Artrometrenin biri patella, diğeri tibial tüberkül üzerinde olan iki adet mekanik algılayıcısı vardır. Öne veya arkaya doğru bir kuvvet uygulandığında, bu iki algılayıcı arasındaki rölatif hareket cihaz tarafından kaydedilir. Kişiden kişiye farklılık göstermez (45).



Resim 2: KT-1000 Artrometre

Fizik muayene tamamlandıktan sonra uygun görüntüleme tetkikleri ile şüphelenilen tanı desteklenir. Ancak tüm bunlara rağmen özellikle izole ÖÇB yaralanmalarında tanı halen kesinleştirilemiyorsa, genel anestezi altında muayene veya tanısal artroskopi yapmak gerekebilir.

## 2.10 Ön Çapraz Bağda Görüntüleme Yöntemleri

### 2.10.1 Konvansiyonel Radyografiler

ÖÇB lezyonlarının çok büyük bir kısmında direkt radyografiler normaldir. Kemik ve kırıkta lezyonları, çapraz ve kollateral bağların avülsiyon kırıkları ve çocuklarda femur distal epifiz patolojileri açısından değerlendirilmelidir. Çocuklarda olduğu gibi erişkinlerde de görülebilen tibial eminensiya kırıkları direkt grafiler ile saptanabilir. Lateral kapsülün 1/3 orta kısmının, tibia platosundan avülsiyonu (küçük kopma kırığı) Segond kırığı olarak adlandırılır (Resim 3). ÖÇB lezyonu için bu kırık tanı koydurucudur. ÖÇB lezyonlarının %6'sında görülmektedir. Direkt grafilerde Segond kırığı saptanan olgularda ÖÇB mutlaka fizik inceleme ve MRG ile değerlendirilmelidir. Segond kırığının tedavisi gerekmez (46).



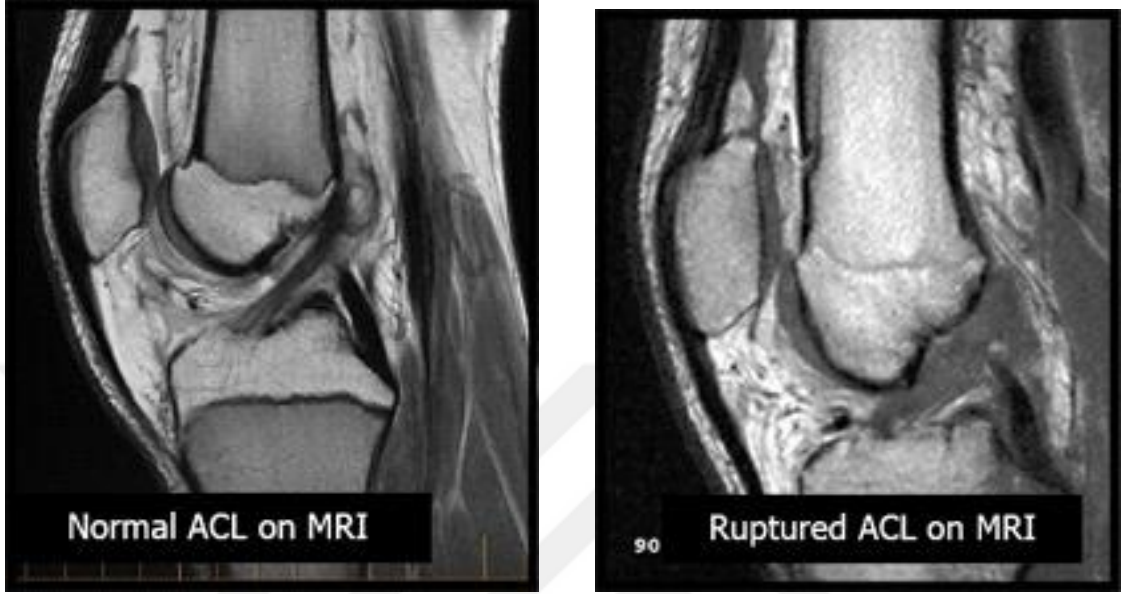
Resim 3: Segond kırığı radyolojik görünümü

Kronik ÖÇB lezyonuna bağlı instabilitesi olan hastalarda, Franklin tarafından tarif edilen ve lezyon olan taraf dizin üzerinde, diz tam ekstansiyonda olacak şekilde ve diğer bacak kaldırarak çekilen tam yan grafide femur kondilleri süperpoze olur. Tibianın anteriora translasyonu değerlendirilebilir (47). Normalde her iki tibia platosundan paralel çizilen çizgilerle tibianın en arka noktasından çıkılan dikme femur kondillerini kesmez veya tanjansiyel geçer. Ancak kronik ÖÇB yetmezliği olan hastalarda bu çizgi femur kondillerini keser. Anterior translasyonun derecesine bağlı olarak daha öne kayabilir (47).

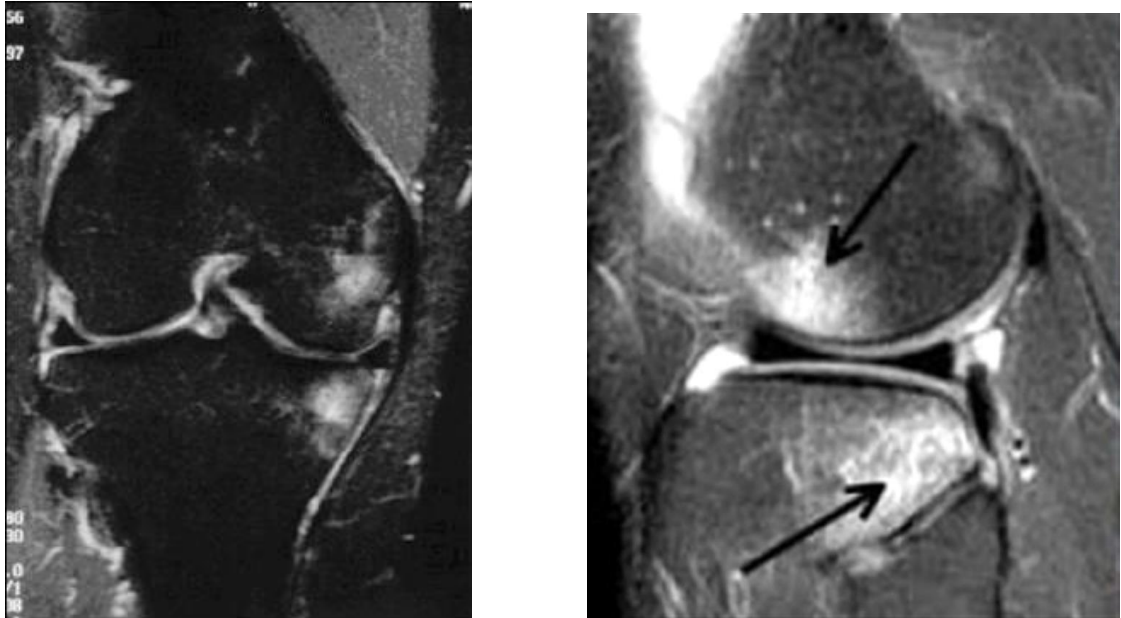
### **2.10.2 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)**

MRG 1980'li yılların ikinci yarısından sonra diz patolojilerinin tanısında kullanılmaya başlanmış ve %1-2'lik klostrorobi dışında önemli bir komplikasyon bildirilmemiştir (48). Klinik muayene ve MRG ile birlikte değerlendirildiğinde ÖÇB yaralanmalarında tanı doğruluğu %95'in üzerindedir (17) (Resim 4). Bunun yanı sıra MRG'de ÖÇB lezyonlarında, özellikle yaralanma esnasında femoral kondilin tibial platosuna çarpması sonucunda lateral

tibial platoda ve lateral femoral kondilde osteokondral, subkondral ve intraosseöz lezyonlar görülebilir (Resim 5). MRG ile ÖÇB ile birlikte ek menisküs yaralanmaları da değerlendirilir. ÖÇB, sagittal planda, diz tam ekstansiyonda ve 10°-15° dış rotasyonda en iyi görülür.



Resim 4: MR görüntülemeye normal ve yırtık ÖÇB (<http://www.myorthopod.com.au/anterior-cruciate-ligament.html>)



Resim 5: ÖÇB yaralanmasında T2 sekans MRG 'da koronal ve sagittal planda karakteristik kemik zedelenmesi görünümü

### 2.10.3 Ultrasonografi

İnvaziv bir yöntem olmayan ve deneyim gerektiren ultrasonografi ile ÖÇB yapışma yerinde hematoma varlığının tespit edilmesiyle ÖÇB lezyonları tanınabilmektedir (49).

### 2.11 Tedavi

ÖÇB kanlanması iyi olmayan bir bağdır. Eğer ÖÇB yaralanmaları kendi haline bırakılırsa 8 farklı seyir gösterebilmektedir. Bu seyir Gather tarafından sekiz farklı sınıfa ayrılmıştır (50).

Sınıf A: ÖÇB güdükları düzensiz uçlu saçaklanmalar şeklinde kalır.

Sınıf B: ÖÇB intrasinoviyal yırtık olarak kalır.

Sınıf C: Kemik avülsiyonuyla birlikte dir.

Sınıf D: Kopan ÖÇB güdükları retrakte olur.

Sınıf E: ÖÇB güdüklarındn birisi AÇB 'a yapışır.

Sınıf F: ÖÇB atrofiye olarak tamamen rezorbe olur.

Sınıf G: Yırtık olan ÖÇB güdükları birbirine bağlanarak iyileşir. Ancak iyileşme zayıf bir skar dokusuyla gerçekleşir.

Sınıf H: Bu tiplerden ikisi bir arada bulunur.

Bunlardan en sık olanı sınıf E iken, en az olanı sınıf G dir.

ÖÇB yırtıkları tedavi edilmedikleri takdirde ilerleyen zaman içerisinde diz ekleminde kronik bağ yetersizliğine bağlı osteokondral lezyonlar gelişir. Buna sonucunda da osteoartrozlar meydana gelecektir. ÖÇB yaralanması ne kadar erken tedavi edilirse bu osteoartroz gelişme riski o kadar düşük olacaktır (51). Bunun yanında ÖÇB yaralanmalarına

sıklıkla menisküs yaralanmaları da eşlik ettiğinden eğer ÖÇB rekonstrüksiyonu esnasında menisküs yırtığından dolayı menisektomi yapılırsa yine ilerde osteoartroz gelişme riski söz konusudur. Bu risk menisküsün ne kadarının alınmasıyla da doğru orantılıdır (51)

### **2.11.1 Konservatif Tedavi**

Konservatif tedavinin amacı, cerrahi tedavide olduğu gibi kişinin dizindeki boşalma ve güvensizlik hissinin ortadan kaldırılmasıdır. Konservatif tedavi günlük yaşamda menisküslere zarar vermeden ön çapraz bağdan yoksun yaşamayı öğretmeyi amaçlar (52).

Konservatif tedavideki aşamalar;

*Ağrı ve efüzyonu azaltmak:* Ağrı ve efüzyon travma sonrası ortaya çıkan ilk bulgulardır. Yaklaşık 4-6 saat sonra ortaya çıkar. Aşırı ağrı nedeniyle kişinin diz eklemine hareketsiz tutma isteğinin uzun sürmesi halinde, diz çevresi kaslarda atrofi ve kontraktür gelişme riski vardır. Antienflamatuvar tedavi ve soğuk uygulama bu aşamada esas tedavi yöntemidir. Olabildiğince çabuk şekilde tam eklem hareket açıklığına ulaşmak amaçlanmalıdır (52,53).

*Tam eklem hareket açıklığına ulaşmak:* Travmanın akut dönem etkilerinin ve yangısal bulguları kontrol altına alındıktan sonra pasif veya aktif egzersizlerle tam diz hareket açıklığı sağlanmaya çalışılmalıdır. Eğer bu evrede sorun ile karşılaşırsa ilerde oluşabilecek meniskopati ve kondropatiler akılda tutulmalıdır (52,53).

*Kas gücünü geri kazanmak:* Ağrı ve efüzyonun olduğu dönemde hasta hareketlerinin kısıtlanmasına bağlı kas atrofisi gelişme riski mevcuttur. Kas gücünün yeniden kazanılmasına izometrik kuadriseps, hamstring ve düz bacak kaldırma egzersizleri ile başlanır (54,55). Ağrı, efüzyon ve enflamasyon geçince daha zorlayıcı egzersizlere geçilmelidir. Tibianın patolojik anterior translasyonu önlemek için hamstring ve gastrokinemius adaleleri mutlaka



kuvvetlendirilmelidir. Sağlıklı bir alt ekstremitede hamstring-kuadriceps güç oranı 2/3'tür. Fakat ÖÇB rüptürü sebebiyle instabilitesi olan hastada amaç bu oranı 1/1 'e getirmektir. Bu aşamanın erken döneminde daha çok kapalı zincir egzersizleri ön plandadır. Bu egzersizleri tolere eden hastada, egzersizlere yüksek rezistanslı ve düşük tekrarlı, açık zincir egzersizler eklenir.

*Kapalı kinetik zincir:* Birbirine bağlı ve her iki ucu fikse rijid segment hareketlerinden oluşur. Bir segmentteki hareket diğer bir segmentte başka bir hareketi tetikler. Dizde kapalı kinetik zincir egzersizi yapılırken hamstring ve kuadriseps kası koordineli olarak birlikte kasılır. Kuadriseps ve hamstringlerin koordineli kasılması ÖÇB' ye binen yükü en aza indirir (56).

*Açık kinetik zincir:* Hareketi yapan eklemin distalinde kalan segment serbest hareket eder. Örneğin dizden distalde kalan eklem (ayak bileği) serbest hareket eder ve diz ekstansiyonda iken sadece kuadriseps, fleksiyonda iken ise sadece hamstringler kasılır. ÖÇB' ye daha az yük bindiren kapalı kinetik zincir egzersizlerine ÖÇB yetersizliği tedavisinde öncelik verilir. Açık kinetik zincir egzersizleri ise eğer kas aşırı derecede atrofik ve zayıf ise kullanılır (56).

*Dizin motor kontrolünü ve fonksiyonunu kazandırılmak:* Konservatif tedavinin en önemli noktası, fonksiyonel rehabilitasyonun sağlanmasıdır. Fonksiyonel rehabilitasyonun amacı kişiye hamstringlerini kullanarak dizinin dinamik stabilitesini korumayı öğretmektir. Kişi kapalı kinetik zincir hareketlerini yapabiliyorsa artık fonksiyonel rehabilitasyona başlayabilir. Bu tedavide önce hastaya pivot shifti fark etmesi öğretilir. Hastanın subluksasyonu pasif ve aktif olarak kontrol etmesi sağlanır. Böylece kişi, hamstringlerini bilinçli kullanarak, pivot shifti önlemeyi öğrenmiş olur. Bundan sonraki aşamada musküler kontrol mekanizmasının refleks haline gelmesi sağlanır. Son olarak hasta, yapmak istediği

sporda gerekli olan ve ani dönmeler, yavaşlamalar içeren hareketleri instabilite atağı oluşmadan yapmayı öğrenir. Eğer hasta bilinçli olarak istemesine rağmen hamstringlerin stabilizan etkilerini ortadan kaldıramıyorsa (spinal kord refleks aşaması) programdan maksimum fayda görmüş demektir (52).

### **2.11.2 Cerrahi Tedavi**

ÖÇB cerrahisinde asıl amaç normal diz eklem hareket açıklığında, stabiliteyi ve diz kinematiklerini kazanmaktır. Günümüzdeki cerrahi endikasyonlar geçmişe nazaran daha da genişletilmiştir. Genç aktif hastalar, sporcular, diz içi diğer bileşenlerin de yaralanmaları da mevcutsa, bu hastalarda cerrahi tedavi her daim konservatif tedaviden önce düşünülmelidir. Yaralanma sonrası akut dönem ilk 3 hafta, subakut dönem 4-12 hafta arası, 12. haftadan sonraki dönem ise kronik dönem olarak isimlendirilmektedir. Akut dönemde yapılan rekonstrüksiyonlarda “Artrofibrozis” olarak isimlendirilen, ilerleyen dönemde diz eklem hareketlerinde kısıtlılık ile kendini gösteren komplikasyonun görülme oranı sıklıdır. Shelbourne ve arkadaşları 3 haftadan önce, erken dönemde yapılan rekonstrüksiyonlardaki sonuçların, subakut ve kronik dönemde yapılan rekonstrüksiyonlardan daha kötü olduğunu göstermiştir (57). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun da en başarılı sonuçlar 6-12 hafta arasında iyi bir ekstremitte kontrolü ve hareket açıklığı sağlanmış dizlerde alınmaktadır (58,59).

ÖÇB’ye eşlik eden ek yaralanmalar cerrahi stratejiyi de değiştirmeyi gerektirebilir. Eşlik eden menisküs patolojilerini tedavi etmek yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonunun başarısını arttırmaktadır. Ek kollateral ligaman yaralanmalarında varus-valgus instabilitesi varlığı ÖÇB greftinin ömrünü ileri derece de kısaltacağı için ÖÇB rekonstrüksiyonundan önce MKL tamiri yapmak ya da iyileşmesini beklemek gerekir.

## **2.12 Greft Seçimi**

ÖÇB cerrahisinde kullanılan greftler; otogreft, allogreft ve sentetik greftler olarak ayrılır. Tüm hastalar ve her cerrahi teknik için bir tek doğru greft tipi bulunmamaktadır. Cerrah hastanın günlük ve sportif ihtiyaçları, yaşı, daha önce operasyon öyküsünün varlığı gibi temel değişkenleri değerlendirerek doğru greft tipini belirler.

### **2.12.1 Otogreftler**

#### **2.12.1.1 Kemik-Patellar Tendon-Kemik Greftleri**

Güçlü, kolay alınabilen, otojenik greft olması nedeniyle uyumlu, adaptasyonu hızlı olan iyi bir otogreft olması nedeniyle kemik-patellar tendon-kemik grefti (KTK) uzun yıllar popülerliğini korumuştur. Greft uçlarında kemik-kemik iyileşmesi olması bir avantajdır. Dezavantajları ise sert bir greft olması, ilerde diz önü ağrısı oluşturması, ekstensör mekanizmada zayıflık yaratabilmesi, greft alımı sonrası patella kırığı, patellar tendinit ve kondropati yapabilesidir. Patellar tendon otogreftiyle yapılan rekonstruksiyonlardan sonra yapılan ikincil bakı artroskopilerde hastaların yaklaşık %57'sinde önceden olmayan patellofemoral kondropatinin varlığı belirlenmiştir (46).

#### **2.12.1.2 Hamstring Greftleri**

Grasilis ve semitendinosus kaslarının tendonları kullanılmaktadır. Dört katlı semitendinosus, Grasilis tendonlarından oluşan hamstring dayanıklılığının 4108 N- 4213 N arasında olduğu saptanmıştır (60). Bu değer normal ön çapraz bağdan 2,4 kat, 10 mm genişliğindeki KTK otogreftinden ise 1,4 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (58,61,62). Dört katlı semitendinosus-Grasilis otogreftinin sertliği 807-954 N/ mm arasındadır. Bu değer normal ön çapraz bağdan 3 kat, patellar tendon otogreftinden ise 2 kat fazladır (17,63,64). Kesit alanı normal ön çapraz bağa yakın bulunmuştur. Yaklaşık 44,4-56,5 mm<sup>2</sup> olarak

ölçülmüştür (64,65). 8mm çaplı bir hamstring otogreftinin yaklaşık kesit alanı 50 mm<sup>2</sup> saptanmıştır ve bu patellar tendon otogreftinden 1,5 kat fazladır. Kesit alanının geniş olması greftin vaskülarizasyonunu ve ligamentizasyonunu kolaylaştırır (46,66). Diğer bir avantajı ise ekstensör mekanizmaya zarar verilmemesidir. Ameliyat sonrası patellofemoral şikayetler ve kuadriseps kas gücü kaybı da minimal düzeyde olmaktadır (67,68). Tüm bunlara bağlı olarak donör saha morbiditesi ve postoperatif dönemde hareket kısıtlılığı daha az görülmektedir. Ayrıca büyüme fizisleri tam kapanmamış genç hastalarda da güvenle kullanılabilir (69).

Hamstring greftinde kemik blok olmadığı için fiksasyon genellikle kemik tünelin dışından yapılmakta ve bu tür bir fiksasyon rekonstrüksiyonun primer stabilitesinin patellar tendona göre daha düşük olmasına ve greftin siklik yüklenmelerle elongasyonuna yol açabilmektedir (70,71). Hamstring greftinin tünel içindeki adaptasyonu, patellar tendon otogreftlerine nazaran daha uzun sürmektedir (8,72). Greft alınırken tendonların fasyal yapışıklıklarının tam olarak temizlenememesi sonrası prematür amputasyonuna bağlı olarak kısa alınması ya da yeterli genişlikte olmaması gibi problemlerle ortaya çıkabilmektedir. Bağ laksitesi için hamstring tendonları kullanıldığında, greftin tünel içinde uzayabileceği akılda bulundurulmalıdır (46). Eğer fiksasyon uygun materyaller ile ve uygun izometride yapılırsa bu dezavantajlar ortadan kalkmaktadır (71).

### **2.12.1.3 Kuadriceps Greftleri**

Kuadriceps Greftleri genelde revizyon ön çapraz bağ rekonstrüksiyon cerrahilerinde ve ön çapraz bağ ile birlikte arka çapraz bağ yırtıklarının tedavisinde kullanılır. Yine hamstring greftinde olduğu gibi kemik yumuşak doku integrasyonu yavaştır (73,74,75).

### **2.12.2 Allogreftler**

Allogreftlerin genelde primer tercih değildirler. Ancak donör saha morbiditesinin olmaması, greft genişliği ile ilgili problemlerin olmaması ve greft alınması için ek insizyon

yapılmasında olmaması, bunun yanı sıra kozmetik açıdan ve operasyon süresi kısılması nedeniyle avantajlıdır. Greftte karşı yaklaşık %35 immün yanıt gelişme ihtimali, donördeki mevcut enfeksiyonun taşınması, greftin rezorbe olması ve maliyetin yüksek olması ise dezavantajlarıdır. Genelde revizyon ve çoklu bağ onarımlarında tercih edilirler (66).

### **2.12.3 Sentetik Greftler**

Yüksek başarısızlık oranları nedeni ile kullanımları hemen hemen terk edilmiştir. Mevcut sentetik greftler üç grupta toplanmıştır. Kalıcı protezler (Gore-Tex), çatı protezleri (Karbon fiber), destek protezleri (LAD, PDS) (73,74).

## **2.13 Greft Tespit Materyalleri**

### **2.13.1 Femoral Tespit Materyalleri**

#### *Endobutton*

Son yıllarda en sık kullanılan femoral tespit materyali konumundadır. Eliptik şekillidir. Orta delikten greft asılır, diğer iki delikten düğme asansör benzeri yukarı çıkarılarak femur dış korteksinde takla atılarak yatay pozisyona getirilir.

#### *Kancalar*

Omuz kapsül tamirinde kullanılan kancalar modifiye edilerek gerek hamstring gerek kemik-tendon- kemik (KTK) greftlerini taşıyıp femoral tespit amaçlı kullanılabilirler.

#### *İnterferans Vidaları*

Kurosaga tarafından ilk kez 1980' li yıllarda tasarlanan bu vidalar çıktığı dönemde oldukça popüler olmuş, hamstring ve KTK greftlerinin tespitinde de kullanılabilirler.

cerrahlara kolaylık sağlamıştır. Günümüzde bu vidaların genellikle poli-L Laktik asit ve Poliglikolik asitten yapılan biyobozunur nitelikte olanları kullanılmaktadır.

### *Crosspin Sistemi*

Greft femoral kanala bir tel yardımıyla çekilip, telin rehberliğinde üzerinden vida gönderilmektedir. Sadece hamstring tendon greftleri ile kullanılması uygundur.

Günümüzde popüler femoral tespit yöntemleri bunlardır. Postoperatif rehabilitasyon ve günlük aktivitelerde tespit materyallerinin yaklaşık 500 Nm 'lik yüklenmeye maruz kaldığı görülmüş ve femoral tespitteki dayanıklılık ve sertlik açısından en güçlü tespit metodunun Endobutton ve Crosspin sistemi olduğu görülmüştür (76).

### **2.13.2 Tibial Tespit Materyalleri**

Tibial tespit için kullanılan materyaller interferans vidaları, pul-vida sistemleri, U çivileri ve suture post olabilir. Staple ve vida-staple kombinasyonu en sık kullanılan yöntemlerdendir.

### *U Çivileri*

ÖÇB rekonstrüksiyonunda en sık kullanılan materyallerden biridir. Ucuz ve kolay uygulanabilir. U çivisinin kullanılabilmesi için greft uzunluğunun yeterli olması gereklidir. Tendonda nekroz yapabilmesi ve ciltte iritasyon oluşturabilmesi dezavantajlarıdır.

### *İnterferans Vidası*

Femoral tespitte olduğu gibi tibial tespit için de en fazla kullanılan materyallerdendir. Hamstring tendonları ve KTK greftleriyle yapılan rekonstrüksiyonlarda kullanılabilir. Kolay elde edilebilir ve ucuzdur.

### *Vida ve U Çivisi Kombinasyonu*

Normal U çivisine nazaran gerilime karşı 2 kat fazla dayanıklı olması ve kompresyonun ayarlanabilmesi nedeniyle greft nekrozunun önlenmesi en büyük avantajlarıdır.

### *Sütür Post*

Eğer alınan greftin boyunun kısa kaldıysa iyi bir gerilim direncine sahip tespit materyaldir.

### *Dübel-Vida Sistemi*

İki parçadan oluşan bir sistemdir. Teknikte tibial tünelin içine önce dübel kısmı yerleştirilir, daha sonra vida dübelin içine oturtulur ve tornavida ile dübelin içine doğru yollanır.

### *Vida-Pul Sistemleri*

Hamstring tendonlarıyla yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonlarında tibial tespit için sık kullanılan materyallerden biridir. Özellikle pulda sivri çıkıntı mevcutsa stabilite artmaktadır. Ancak fazla sıkıldığında greft nekrozu ve yumuşak doku iritasyonu gibi sakıncaları vardır.

## **2.14 Greftin Ligamentizasyonu**

Greftin intraartiküler tespit edildikten sonra fizyolojik ve biyomekanik değişiklikler geçirir ve orijinal ön çapraz bağına benzemeye çalışır. Kemik tünel içine yerleştirilen otojen hamstring tendonları sinoviyalizasyon, neovaskülarizasyon ve ligamentizasyon aşamalarından geçtikten sonra kemiğe entegre olurlar. Ancak bu integrasyonun gerçekleşmesi ve ligamentizasyon için tendonun kemik tünel içinde rijid ve izometrik olarak fiksasyonu temel

şarttır. Eğer rijid ve izometrik fiksasyon yapılmazsa ligamentizasyonun başlangıcının ilk aşaması olan inflamatuvar yanıt gecikir ya da hiç olmaz (77,78). Otojen hamstring tendonları kemik içine uygun şekilde yerleştirildikten sonra önce tendona karşı inflamatuvar bir reaksiyon oluşur (79). Buna "inflamatuvar faz" denir. Bu faz ilk 6 haftayı kapsar. Bu dönem içinde infrapatellar yağ yastıkçığından ve varsa ön çapraz bağ güdüğünden gelen sinovyal doku grefti çevreler. Bu dönem tamamlandığında greft damarlı sinovya dokusuyla çevrelenmiş ve sinoviyalizasyon tamamlanmıştır.

Greftin entegrasyonunda 2. aşama revaskülarizasyon dönemidir. İlk 6 haftanın sonunda greft damarlı sinovyal dokuyla çevrelenmiş olmasına rağmen halen avaskülerdir. 6-12 haftalık revaskülarizasyon fazında greftte fokal iskemik nekroz alanları oluşmaya başlar. Bu fokal nekroz alanları trombüslerle doldurulur. Trombüslerle kapatılan nekrotik kaviteyonlardan tendonun içine doğru vasküler kanallar oluşur. Vasküler kanallar aracılığıyla greftin revaskülarizasyonu tamamlanır. Greft revaskülarize olduktan sonra yeni kan damarları aracılığıyla tendona makrofajlar ve multinükleer dev hücreler gelir ve yerleşir. Bu hücreler nekrotik tendon artıklarını fagositozla temizler. 12. haftanın sonunda Tendonda inflamatuvar reaksiyona dair bulgu kalmaz. Bundan sonra greftin hem tünel içindeki hem eklem içindeki bölümü normal ön çapraz bağa benzemeye başlar. Bu sürece ligamentizasyon denir ve 12-30 haftalık dönemi kapsar (3). 6 aylık süre tamamlandığında, greftin histolojik görünümü normal ön çapraz bağ ile hemen hemen aynıdır. Hücre sayısı eşit, intrasellüler matriks homojendir. Greft içindeki kollajen lifleri normal ön çapraz bağ gibi lineer olarak dizilmişlerdir (66,80).

## **2.15 Komplikasyonlar**

Ön çapraz bağ cerrahisinde karşımıza çıkan komplikasyonlar artroskopik tekniklerin kullanımının artması ile azalma eğilimine girmiştir. Fakat diğer tüm cerrahi işlemlerde olduğu gibi çapraz bağ tamirlerinde de komplikasyonlar zaman zaman karşımıza çıkmaktadır. ÖÇB



cerrahisi sonrası en sık karşılaşılan komplikasyonlar; bağ rekonstrüksiyonu sonrası kuadriceps atrofisi, hareket kısıtlılığı, patella-femoral ağrı ve greftin rüptürüdür. Bu komplikasyonlardan patella femoral ağrı sıklığı %25'tir. (17) Patella-femoral ağrı hastada rehabilitasyon sürecinde uyumsuzluğa neden olmakta ve efektif olmayan rehabilitasyon sonrası kuadriceps atrofisi gelişmektedir.

Kuadriceps atrofisi sağlam olan dizle karşılaştırıldığında %20'den daha fazla güç kaybı olmasıdır. Greft olarak KTK tercih edilen hastalarda, hamstring kullanılanlara oranla daha sık karşımıza çıkar. Bağ rekonstrüksiyonu sonrası dizin tam ekstansiyon yerine 30°de immobilize edildiği hastalarda insidansı daha fazladır (80).

ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra uygulanan rehabilitasyon programına rağmen, süregelen şekilde, 10°den fazla ekstansiyon kısıtlılığı ve 120°den az fleksiyonunun olması artrofibroz olarak tanımlanmıştır (80) ve %5,6-14 sıklıkta bildirilmiştir (17). Artrofibrozisin konservatif tedavisinde yoğun fizik tedavi programları, antienflamatuvar ilaç tedavisi, patella mobilizasyonu, anestezi altında manipülasyon, kiryoterapi uygulanır. Cerrahi tedavide ise artroskopik olarak notchplastisi, yapışıklıkların giderilmesi, transplantın ve Hoffa'nın debridmanı, siklops ve bazı durumlarda greftin rezeksiyonu, lateral gevşetme, posterior kapsülotomi ile quadrisepsplastisi uygulanır. Gerilemediği takdirde, ciddi invaziv işlemler gerektirebilen bu komplikasyonun önlenmesine özen gösterilmelidir. Artrofibrozisi önlemek için yaralanmanın ilk 3-6 haftasında cerrahi girişimden kaçınmak ve bu süre içinde dizde tam eklem hareket açıklığına ulaşmak gerekir. Cerrahi sonrası diz, istirahat halinde iken 0°de tutulmalı, rehabilitasyon programı dahilinde erken harekete izin verilmeli, herhangi engel bir patoloji yoksa yük verme ve mobilizasyona erken başlanmalıdır (8.17).

Hareket kısıtlılığı, kuadriceps atrofisi, patellofemoral ağrı, komplikasyonları birbirine bağlı oluşan komplikasyonlardır. Hareket kısıtlılığı gelişen dizde patellofemoral eklem

üzerindeki stres artmakta ve sonuçta bu eklem kinematığının bozulmasına yol açmaktadır. Hareket kısıtlılığı ve patellofemoral ağrı, ayrı ayrı veya birlikte kuadriseps güçsüzlüğüne sebep olmaktadır.

Bağ cerrahisinde sıklıkla KTK, hamstring ve patellar tendon greftleri kullanılmaktadır. KTK' ya ait sık görülen komplikasyonlar, patellar tendinit, patellar tendon rüptürü, patella kırığı, kuadriseps tendon rüptürü, patellanın medial sublüksasyonu, patella-femoral ağrı, patella baja ve heterotopik ossifikasyondur. Rekonstrüksiyonda hamstring tendonlarının kullanılması dizin fleksiyon gücünü minimal azaltarak uyluk adaleleri arasındaki dinamik dengeyi nadir de olsa bozabilmektedir. Kuadriceps tendonu alımı ise dizin ekstansör mekanizmasını mutlak surette zayıflatacaktır (81,82).

ÖÇB cerrahi tedavisindeki sık karşımıza çıkan komplikasyonlardan biri de tünelin malpozisyonuna bağlı, bağ yetmezliğinin cerrahi sonrası da devam etmesidir. Tibial tünelin sagittal planda olması gerekenden daha anterior pozisyonda konumlanması fleksiyonda sıkılık, ekstansiyonda ise AÇB ile sıkışma sendromlarına sebep olur. Femoral tünel malpozisyonları daha sık karşımıza çıkar. Femoral tünelin daha vertikal yerleşimli olması rotasyonel instabilitenin devam etmesine neden olur ve fizik muayenede pivot shift testi pozitifliğinin devam ettiği görülür. Daha anterior veya posterior yerleşimli femoral tünel fleksiyon ve ekstansiyonda sıkılık meydana getirir. Bağın cerrahi sonrası yetmezliğine sebep olabilecek diğer faktörler tespitteki eksiklikler, gözden kaçan arka çapraz bağ yaralanmaları ve olması gerekenden daha agresif rehabilitasyon uygulamalarıdır.

Rekonstrüksiyon esnasında iyatrojenik vasküler yaralanmalar oluşabilir. Femoral tünel açılması sırasında posteriodaki kemik stoğunun kırılmasıyla drill ucu ile arteriyel yaralanma olabilir. Literatürde bildirilen vaka sayısı az da olsa sonuçların dramatik olması sebebiyle dikkatli olunmalıdır (83,84). Travma sonrası eğer posterior kapsülün bütünlüğü bozulmuş ise,

artroskopi esnasında kullanılan sıvının ekstretravazyonuna bağlı kopartman sendromu gelişebilir. Cerrahi sonrası hastaların bacak çapları ve distal dolaşımları mutlaka kontrol edilmelidir. Diğer iyatrojenik oluşan yaralanma safen sinirin infrapatellar dalının hasarlanmasıdır. Greft alırken, diz medialinde yapılacak insizyonda diseksiyon dikkatli yapılmaz ise, infrapatellar dal kesilebilir. Buna bağlı diz ön ve medialinde hipoestezi ve pareteziler görülebilir.

Derin ven trombozu (DVT) ile ilgili literatürde yeterli sayıda ve detaylı çalışma yoktur. Aynı zamanda hastaların ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası, rutin DVT profilaksisi açısından ilaç almalarını öneren çalışma da bulunmamaktadır. Ancak tromboembolik risk grubunda olan hastalara cerrahi sonrası DVT profilaksisi yapılması önerilmektedir (85). Perioperatif ve postoperatif komplikasyonlar Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3: Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonun'da Sık Karşılaşılan Komplikasyonlar

PERİOPERATİF KOMPLİKASYONLAR	POSTOPERATİF KOMPLİKASYONLAR
Hatalı açılan femoral ve tibial tüneller nedeni ile greftin interkondiler bölgede sıkışması.	Patellanın postoperatif dönemde herhangi bir darbe veya diz üzerine düşme sonrası kırılması
Patella kırıkları ve patellar tendon kopması veya sıyrılması.	Patellofemoral ağrı
Femoral tünelin posterior duvarının kırılması	Hatalı pozisyonda yerleştirilmiş ÖÇB
Kemik bloklarının kırılması veya vida yerleştirirken greftin kesilmesi	Eklem içerisine, tespit implantlarının düşmesi.
Tibial tespit sırasında vidanın grefti iterek kemik bloğun eklem içerisine penetrasyonu	Artrofibrozis, diz eklemine fleksiyon ve ekstansiyon kayıpları
Hamstring tendonlarının kısa alınması	Enfeksiyon
Semitendinöz yerine Semimembranöz tendonun alınmaya çalışılması	Derin ven trombozu
İyatrojenik olarak eklem içi diğer yapılara (kıkırdak, menisküsler, arka çapraz bağ) verilen hasar	Refleks sempatik distrofi
KTK greftinin uzun gelmesi	Donör sahada hipoestezi
Greft ile vida arasında açılma sebebiyle tespit ile ilgili sorunlar	Tünel genişlemesi.
	Ekstansör ve fleksör kaslarda kuvvet kaybı
	Çocukluk çağında epifiz lezyonları.
	İnfrapatellar kontraktür sendromu

## 2.16 Rehabilitasyon

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon en az cerrahinin kendisi kadar önem arz etmektedir. Yıllar içerisinde, normal gündelik hayata adaptasyon ve spora dönüş için hızlandırılmış rehabilitasyon modaliteleri geliştirilmiştir.

Cerrahi sonrası rehabilitasyon 4 faz şeklinde ilerler. Her bir fazı bitiren hasta süre ve fonksiyon açısından yeterli seviyeye geldiğinde bir üst faza geçer.

### *Faz 1*

Bu faz cerrahi sonrası ilk 2 haftayı kapsar. Amaç enflamasyonun azaltılması, immobilizasyonun etkilerini azaltmak, tam ekstansiyon ve 90 derece fleksiyona ulaşmaktır. Hastanın 0 derece yani tam ekstansiyonda kilitli breys ve çift koltuk değneği ile tolere edebildiği kadar yük vermesine müsaade edilir. Greft fiksasyonun korunması açısından ilk 2 hafta önemlidir. Düz bacak kaldırma, topuk kaydırma ve ayak bileği pompa egzersizleri verilir. Hamstringler için izometrik egzersizler önemlidir. CPM cihazı ile fleksiyon ekstansiyon ardışık bir şekilde uygulanmasında sakınca yoktur. Menisküs tamiri veya kondral yüzeylere yönelik işlem yapıldıysa yük vermeye müsaade edilmez. Enflamasyon azalmış diz tam ekstansiyon ve 90 derece fleksiyona gelebiliyorsa faz 2 ye geçilir.

### *Faz 2*

Ameliyat sonrası 2-4 haftayı içermektedir. Kontrollü ve hafif squat egzersizleri kondisyon bisikleti, düz bacak kaldırma, gastrokinemius kuvvet egzersizleri ile proprioepsiyona yönelik hareketler verilir. Hastanın kuadriceps kuvvetini geri kazanması amaçtır. 0-30 derece kapalı kinetik zincir egzersizleri verilir.

### *Faz 3*

Operasyon sonrası 4 hafta- 4 ay arasındır. Tam eklem hareket açıklığı sağlanıp, fonksiyonel aktivite için güç ve propriosepsiyon kazanıldıktan sonra greft stabil ise göre faz 4 egzersizlerine geçilir. Eliptik bisiklet, düz koşular yapılabilir. Atıklık egzersizlerine başlanabilir. 0-60 derece arası kapalı kinetik ve izokinetik egzersizler verilebilir.

### *Faz 4*

Bu fazda kısıtlama yoktur. Çeviklik, propriosepsiyon ve koşular ile yapılan spor tipine özgü egzersizler verilir. Faz 4 sonrası spora/sahaya dönüş kriterleri belirlenmiştir.

D'Amato ya göre; Efüzyonun olmaması, ağrı ve semptomların olmaması, Tam ROM un sağlanmış olması, Kuadriseps gücünün kontrlaterale göre  $\geq$  % 85 olması, Hamstring/kuadriseps oranının % 70 veya üstü olması, Hamstring gücünün kontralateralin  $\geq$  % 100'ü olması, KT-1000 ölçümlerinde karşı tarafa göre anterior tibia translasyonun  $<3$  mm olmasıdır. Mevcut kriterleri sağlayan sporculara sahaya dönüş için izin verilir (105).

## **2.17 Kemik tünel genişlemesi etiyolojisi**

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası kemik tünel genişlemesi kemik tünelde rezorbsiyon ya da osteolizin bir sonucu olarak oluşur. Bununla birlikte etiyolojisi net değildir.

### **2.17.1 Biyolojik faktörler**

#### *Allogreftler*

Allogreft dokusu, yabancı dokuya karşı bir immünojenik reaksiyonu uyurabileceğinden, osteolizin bir nedeni olabilir.

ÖÇB rekonstrüksiyonunda allogreft kullanılan vakalarda ciddi kronik sinovitleri gösteren ilk yayınlarda etilen oksit ile sterilize edilen greftlerde meydana geldiği görülmüştür.

(86, 87). Bu hastaların bazılarında, sinovyal sıvıda makrofajlar ve lenfositler de dahil olmak üzere ciddi bir hücrel inflamatuvar yanıt görülmüştür. Ayrıca, bazı hastalarda, yabancı antijene olası bir biyolojik cevabı gösteren lenfosit antijen reaktivitesi (HLA dönüşümü) gözlenmiştir (86). İnflamatuvar sinovyal reaksiyon, sinovyal yanıtın nedeni olduğuna inanılan greft dokusunun kısmi rüptürü ve fragmentasyonu ile ilişkiliydi.

Dyer ve Elrod (88), taze dondurulmuş BPTB allogreftlerin kullanımı ile kemik tünel büyümesini bulmuşlardı, fakat en belirgin tibial tarafta belirgindi.

Diğer çalışmalar, otolog ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında sinovyal reaksiyon olmaksızın kemik tünel büyümesini bildirmiştir (89, 90).

Sonuç olarak, bildirilen sinovyal inflamatuvar yanıt ve etilen oksitlenmiş ile indirgenmiş allogreftler ile greft başarısızlığı vakaları, etilen oksitin toksik bir reaksiyonunun bir sonucu olabilir.

#### *Toksik ürünler*

Etilen oksitle sterilize edilmiş BPTB allogreftlerinin implantasyonundan sonra artan efüzyon ve sinovyal reaksiyon insidansı bildirilmiştir. Revizyon cerrahisinden alınan allogreft dokularında etilen-oksit yıkım ürünleri ile ilişkili inflamatuvar sinovyal reaksiyonlar tespit edildi (86, 87). Greft implantasyonundan 14 ay sonra bir biyopsi, sinovyada etilen oksitin toksik yan ürünlerinin varlığını belirleyebilir. Roberts ve ark (87) 35 hastanın 10'unda femoral tünelde osteoliz olduğunu bildirmişlerdir. Etilen oksitle sterilizasyon sürecinin bu hastalarda inflamasyon ve osteolizin başlıca nedeni olabileceğini öne sürmüşlerdir. Sonuç olarak, etilen oksit sterilize edilmiş allogreftler terk edildi.

Kemik tünelinde bulunan interferans vidalarının metal ve titanyum kaynağı da kemik hücreleri üzerinde toksik etkilere neden olabilir ve osteolize yol açar. Düşük

konsantrasyonlarda titanyum, titanyum-alüminyum alaşımı ve krom parçacıklarının bile hücre proliferasyonunu uyardığı in-vitro olarak gösterilmiştir (91). Klinik olarak, ÖÇB rekonstrüksiyonunda metal veya titanyum interferans vidaları etrafındaki osteoliz bildirilmemiştir, bu da bu kavramın kemik tünel genişlemesinin açıklamasında sınırlı bir değere sahip olduğunu göstermektedir (92, 93).

#### *Sitokin aracılı nonspesifik inflamatuvar yanıt*

Lokalize kemik rezorpsiyonuna bağlı radyografik kemik kaybı, toplam eklem implantları çevresinde uzun yıllardır gözlemlenmiştir ve bu implantların aseptik gevşemesinin ana nedeni olduğuna inanılmaktadır (94). Bu kemik rezorpsiyon sürecini anlamak için kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Gevşemiş toplam eklem implantları çevresinde tespit edilen sinovyal-benzeri zarların, interlökin 1 (IL-1), tümör nekroz faktörü alfa (TNF $\alpha$ ) ve prostaglandin E2 (PGE2) gibi çeşitli sitokinleri serbest bırakabilen çok sayıda makrofaj ve diğer inflamatuvar hücreleri içerdiği gösterilmiştir (95, 96). Sitokinler, hücreler arası haberciler gibi davranan ve proteinlerin yok edilmesine, tamirine ve yeniden biçimlenmesine aracılık etmenin yanı sıra hücre çoğalmasını ve protein sentezini indükleyen çözünebilir proteinlerdir (97). Bu sitokinlerin yüksek düzeylerinin osteoklastik aktiviteyi uyardığı ve daha sonraki kemik erimesine yol açtığı bilinmektedir.

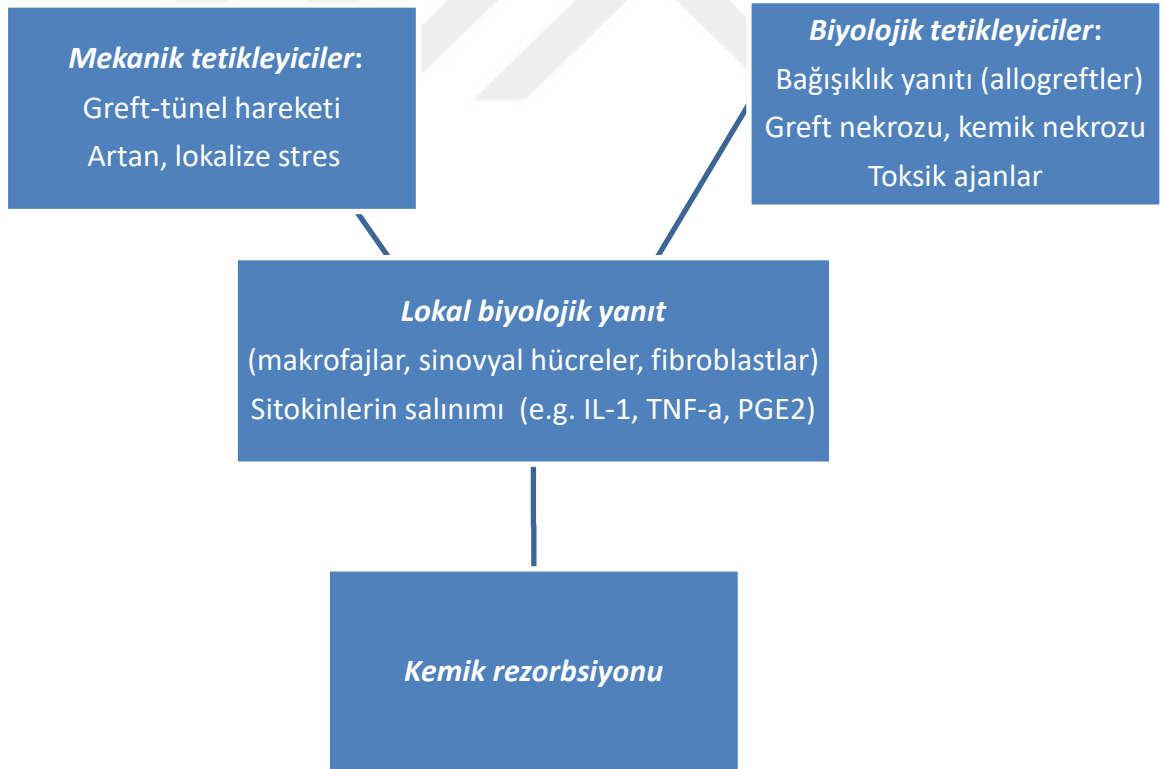
Total eklem implantları çevresinde görülen lokal inflamatuvar yanıt ve sitokin aracılı osteoklastik aktivite, ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra kemik rezorpsiyonunda da rol oynayabilir. Cameron ve ark. akut ÖÇB rüptürlerinin hemen ardından birkaç hafta kadar IL-1 $\alpha$  ve TNF- $\alpha$  düzeylerinin artmış olduğunu bildirmişlerdir (98).

Bazı yazarlar tarafından sinovyal sıvının kemik tüneli büyümesinde rol oynayabileceği de öne sürülmüştür (99). ÖÇB rekonstrüksiyonundan hemen sonra, sinovyal sıvı kemik tüneline sızabilir ve böylece kemiği yukarıda belirtilen inflamatuvar sitokinlere maruz



bırakabilir. Patellar tendon greftlerinde olduğu gibi nispeten düz bir greft ve yuvarlak bir kemik tüneli arasındaki daha geniş bir “ölü alan” yani boş alan, bitişik kemiğin sinovyal sıvıya maruz kalmasını artırabilir veya uzatabilir (“sinovyal banyo etkisi”). BPTB otogreftleri ile proksimal tibial kemik tünelindeki yüksek kemik tüneli büyümesinin insidansının bu etkinin bir sonucu olduğu hipotezi öne sürülmüştür (89, 99). Bununla birlikte, bir köpek modelinde patellar tendon otogreftinin implantasyonundan sonra yapılan histolojik çalışmalar, tibial tüneldeki ölü boşluğun, ÖÇB rekonstrüksiyonundan 6 ve 12 hafta sonra sinovializasyon olmaksızın yoğun fibröz doku ile doldurulduğunu ortaya çıkarmıştır (100). Bu, sinovyal sıvının, kemik tüneli genişlemesinde sadece küçük bir rol oynadığını düşündürür.

Radyografik tünel genişlemesi ile ilgili aşağıda (Şekil 8) teorik kavramlar, sitokin ilişkili kemik tünel genişlemesi ile ilgili durum özetlenmektedir.



Şekil 8: Radyografik tünel genişlemesi aşamaları

### *Kemik rezorpsiyonunun doğal seyri*

Delme işlemi mekanik ve / veya termojenik etkiye bağlı olarak lokalize, çevresel bir kemik nekrozuna neden olabilir. (89, 93). Lokalize inflamasyonun bir sonucu olarak, nekrotik dokunun çevresindeki biyolojik ortam değişebilir ve sitokinler bitişik kemik üzerinde resorptif bir etki ile serbest bırakılabilir.

### **2.17.2 Mekanik etkenler**

#### *Stres yoksunluğu*

Proksimal tibial tünel greftin düz tendinli bölümünü içerdiğinden "ölü alan" oluşturur, bitişik kemik kısmı diğer tünel duvarından daha az strese maruz kalacaktır. Bunun bir osteoliz nedeni olabileceği varsayılmıştır (89).

#### *Greftin tünel içindeki hareketi*

Kemik tüneline greft veya greft yapısının herhangi bir hareketinin tünel genişlemesinin bir nedeni olabileceği varsayılmıştır. (89,90,99,101). Genellikle, her greft ve teknik, belirli bölgelerde greft tünel hareketine yol açabilen karakteristik özelliklere sahiptir. Örneğin, bir endoskopik tek kesi tekniği ile bir BPTB otogrefti kullanılırken, femoral kemik tıkaçı genellikle eklem hattı ile aynı hizada yerleştirilir ve bir girişim vidası ile sabit şekilde sabitlenir. Bu fiksasyon, fiksasyon başarısız olmazsa femur tarafındaki herhangi bir greft hareketine izin vermez. Patellar tendon grefti ile tibial kemik bloğu genellikle tibial tünelin distal kısmında yer alır veya vakaların% 10'una kadar, intratendinöz bölümün uzunluğu nedeniyle tünelden distale bile ekstrüde olabilir (102). Bunun nedeni, greft uzunluğunun, Miller ve Olszewski tarafından bildirildiği üzere, bir ÖÇB grefti için eklem içi mesafeyi yaklaşık 20 mm aşmasıdır (103). Ayrıca, 10 mm patellar tendon greftinin düz şekli nedeniyle (tendonun kalınlığı yaklaşık 4 mm), tendon greft kısmının kesit alanı kemik bloklarından daha

küçüktür. Sonuç olarak, greftin tendon kısmının yanındaki tibial tünelin proksimal kısmında belirgin bir ölü boşluk mevcut olacaktır. Bu, eklem hareket aralığı boyunca hareket ettirildiğinde greftin tibial tünel seviyesinde enine hareketine izin verecektir. Bu olay, ön cam sileceği etkisi olarak adlandırılmıştır. (99) Sabitleme bölgesi, eklemdeki tünel girişinden uzakta olduğunda, tünel içindeki tendon kemiği ara yüzünde daha fazla hareket olabilir. Greft fiksasyonu için bir polyester bant kullanıldığında, orta dereceli greft yüklerine yanıt olarak, tendon dokusunun, kemik tünelinin uzunlamasına eksenini boyunca önemli hareketlerinin meydana gelebileceğini göstermiştir. (104). Sentetik alan dışı bir fiksasyon tekniği ile boyuna greft hareketi “bungee effect” olarak adlandırılır. “Bungee Etkisi”, hamstring greftlerine özgü değildir, ancak fiksasyon alanları ile elastik materyaller arasındaki uzun mesafelerin bir sonucudur. Karakteristik greft-tünel hareketi tipi ilişkili olduğu cerrahi teknik, greft tipi tablo 4’te sunulmuştur (105).

Tablo 4: Greft-Tünel hareketleri

	Windshield wiper efekti	Bungee efekti
Baskın olduğu greft tipi	BPTB	Hamstringler
Baskın olduğu cerrahi teknik	Artroskopik teknik, uzun tendon, tibial pin ile fiksasyon	Uzun fiksasyon mesafesi, düşük mukavemetteki fiksasyon materyali (bant, sütürler)
Baskın olduğu bölge	Tibial tünel	Her iki tünel
Hareketin yönü	Transvers	Uzunlamasına

### *Hızlandırılmış rehabilitasyon*

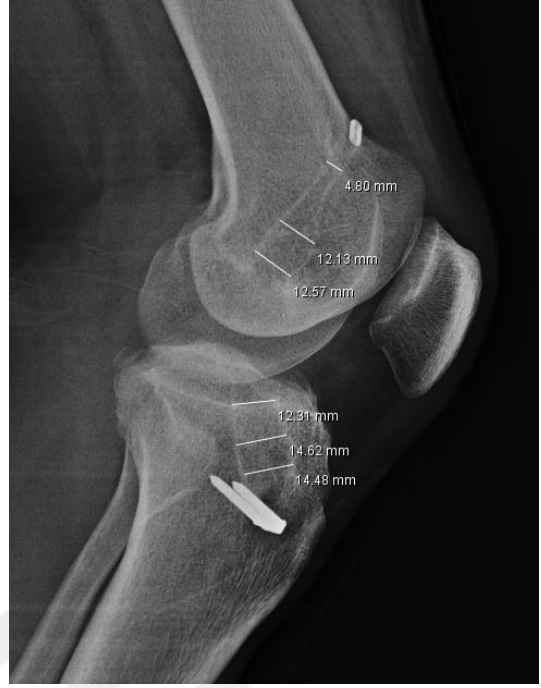
Geçtiğimiz 10 yıl boyunca başlatılan agresif rehabilitasyon protokollerinin, artrofibrozis sıklığını ve ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası hareket kaybını azalttığı gösterilmiştir (106, 107). Bu protokoller, diz ekleminin ilk tam uzatma ve / veya dizi hareket hareketlerini, hemen kısmi veya tam ağırlık taşıyan ve atletik faaliyetlere erken dönüşü içerir ve “hızlandırılmış rehabilitasyon” olarak adlandırılır (107). Ancak bu protokoller, biyolojik greft tutulum tamamlanmadan önce greft dokusu üzerinde erken strese neden olabilir. Greftin daha yüksek yüklere maruz kalması durumunda, polyester bant fiksasyonu kullanıldığında hamstring greftlerinde gözlemlenen greft-tünel hareketi daha belirgin olacaktır (104). Hamstring greftlerinin yumuşak doku iyileşmesi en az 8-12 hafta gerektirdiğinden, agresif rehabilitasyon egzersizleri bu süre zarfında greft tünel hareket miktarını arttırabilir (108). Bu nedenle, erken agresif rehabilitasyon BPTB greftlerinde ön cam sileceği etkisi üzerinde etkili olabilir. Genel olarak, daha agresif rehabilitasyon protokollerinin uygulanması, kemik tüneli genişlemesine katkıda bulunan bir faktör olabilir.

### *Uygun olmayan greft yerleşimi*

Bu, kemik tünellerinin non-anatomik konumlandırılması anlamına gelir ve normal aktiviteler sırasında greft kuvvetlerinin artmasına neden olabilir. Kadavra çalışmaları ÖÇB greft kuvvetlerinin normal ÖÇB'ye kıyasla 3-4 kat daha yüksek olabileceğini düşündürmektedir (109). Yüksek greft kuvvetleri, özellikle kemik üzerindeki en yüksek lokal stresin beklenebileceği tünel girişinde mekanik olarak kemik emiliminin görünümünü arttırabilir (105).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda Ocak 2014 ile 2018 tarihleri arasında izole ön çapraz bağ rüptürü nedeniyle otojen hamstring grefti kullanılarak transtibial teknik (TT) veya anatomik teknik (AT) ile kortikal askılama sistemi Endobutton® (Smith and Nephew USA) kullanılarak artroskopik primer ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanan 33 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastalar geriye dönük olarak radyografik olarak postoperatif 2 ile 3. yıllar arasında değerlendirildi. Yeterli radyolojik dokümantasyona sahip, kontrollerine gelmiş hastalar yaş sınırı gözetilmeden çalışmamıza dahil edildiler. Görüntülemeleri sistemimizde bulunmayan, hamstring tendonları dışında greft kullanılan ve geçmişinde aynı dizinden, herhangi bir sebeple operasyon geçiren hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Tam ekstansiyonda dizde AP ve lateral, 1'e 1 standardize büyütme ile alınmış olan radyografiler incelendi Tüm görünüm için radyografik teknik, sabit bir tüp mesafesine sahipti. Proksimal tünel genişliği tüm olgularda endobutton drili 4 mm olması nedeniyle greft çapından bağımsız olarak 4 mm olarak alınmıştır. Bunun dışında ameliyatta alınan hamstring greftleri dökümente edilmiş olup kanalı açmakta greft ile aynı çapta drill ucu kullanılmıştır. Bu şekilde ameliyattan hemen sonra elde edilen grafileri dijital olarak ölçülen kanal çapları ile kalibre edildi. Her bir tünelin sklerotik marjları femurda anterior-posterior grafileride ve lateral grafilerde üçer adet yerde işaretlendi ve ölçüldü: proksimal 1/3'lük kısmın en geniş yeri, orta 1/3'lük kısmın en geniş yeri ve tünelin açıldığı kısım. Tibiada ise distal 1/3'lük kısmın en geniş yeri, orta 1/3'lük kısmın en geniş yeri ve tünelin açıldığı kısım olarak dökümente edildi (Resim 6). Ölçümler tek gözlemci tarafından gerçekleştirilmiştir.



Resim 6: Femoral ve tibial kanal sklerotik marja göre radyografik ölçümleri

#### 4. BULGULAR

Çalışmamıza dahil edilen 33 hastanın 5'i (%15.2) kadın, 28'i (%84,8) erkektir (Tablo

Tablo 5: Cinsiyet dağılımı

Cinsiyet	Hasta sayısı	%
Kadın	5	15.2
Erkek	28	84.8
Toplam	33	100

Hastaların yaşlarına bakıldığında en düşük 19 ve en yüksek 48 yaş olmak üzere ortalamaları 30.8 (*SD*:7.27) olarak bulunmuştur.

Olgularımızın 13 tanesi (%39.4) sağ dizinden, 20 tanesi (%60.6) sol dizinden opere olmuştur. (Tablo 6)

Tablo 6: Opere olan diz yönleri ve yüzdesi

Tarafı	Hasta sayısı	%
Sağ diz	13	39.4
Sol diz	20	60.6

En kısa takip süremiz 25 ay ve en uzun takip süremiz 43 ay olmakla birlikte ortalama takip süremiz 29.45 (*SD*:5.08) aydır.

Olguların 12'sine (%36.4) transtibial teknik ile ÖÇB tamiri, 21'ine (%63.6) ise anatomik ÖÇB tamiri yapılmıştır. (Tablo 7)

Tablo 7: Anatomik ve transtibial ÖÇB onarımı yapılan hasta sayısı ve yüzdesi

Cerrahi teknik	Hasta sayısı	Yüzde (%)
Transtibial	12	36.4
Anatomik	21	63.6

33 olgunun 2 tanesinde 15 mm'lik (%6.1), 3 tanesinde 20 mm 'lik (%9.1), 14 tanesinde 25 mm 'lik (%42.4),14 tanesinde 30 mm'lik (%42.4) Endobutton kullanılmıştır (Tablo 8).

Tablo 8: Kullanılan endobutton boyları

Endobutton boyu	Hasta sayısı	Yüzde (%)
15	2	6.1
20	3	9.1
25	14	42.4
30	14	42.4

Femur AP grafide kanal proksimal kısım genişlikleri minimum 3.5, maksimum 7, ortalama 4.8 (SD: 0,87); femur AP grafide kanal orta kısım genişlikleri minimum 9.3, maksimum 16.7, ortalama13.5 (SD:2.07); femur AP grafide kanal distal kısım genişlikleri minimum 8.4, maksimum 18.7, ortalama 13.3 (SD: 2.49), femur lateral grafide proksimal kısım kanal genişlikleri minimum 3.1, maksimum 7.1, ortalama 4.8 (SD: 0.97), femur lateral

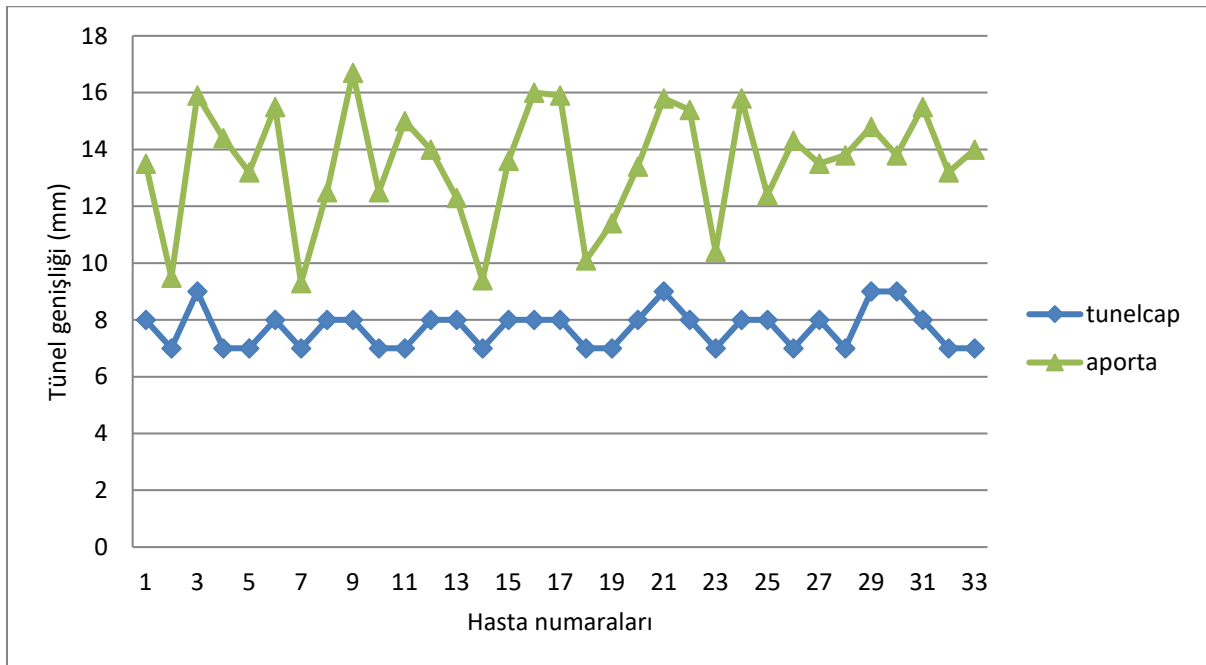


grafide orta kısım genişlikleri minimum 10, maksimum 18.1, ortalama 13.5 (SD: 2.08), femur lateral grafide distal kısım genişlikleri minimum 9.5, maksimum 21.2, ortalama 13.8 (SD: 2.2) olarak bulunmuştur.(Tablo 9)

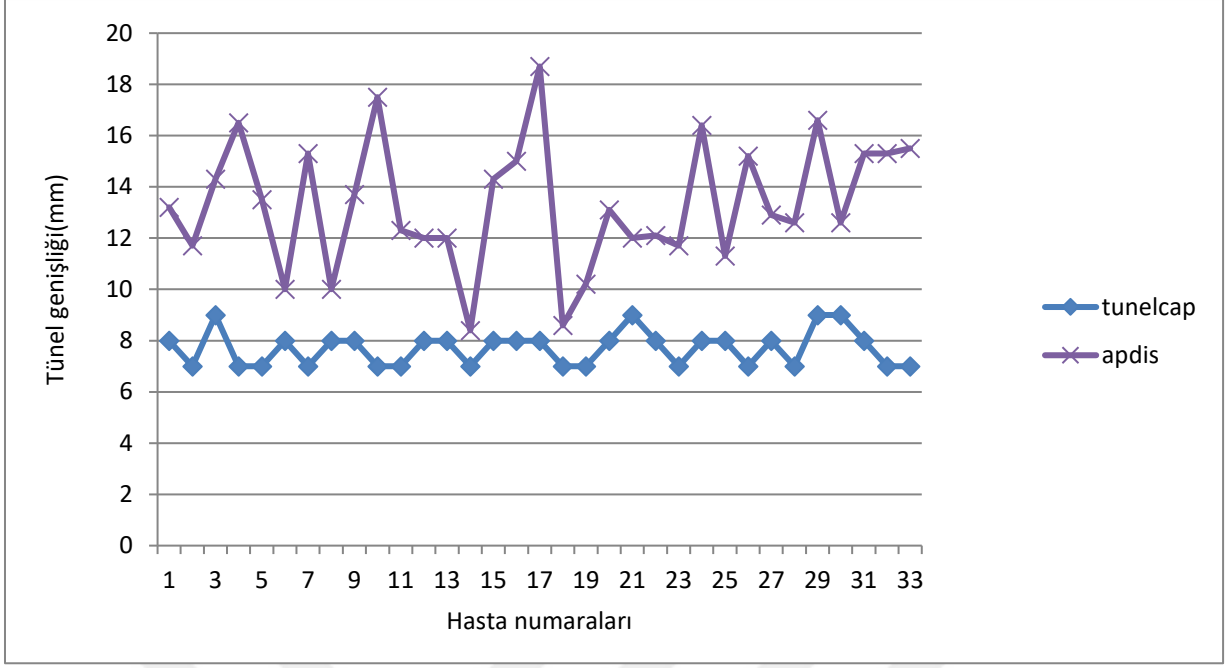
Tablo 9: Femoral kanal kontrol AP ve lateral grafideki genişlikleri

Seviye	Değerler	AP	Lateral
Proksimal	Minimum	3.5	3.1
	Maksimum	7	7.1
	Ortalama	4.8	4.8
	SD	0.87	0.97
Orta	Minimum	9.3	10
	Maksimum	16.7	18.1
	Ortalama	13.5	13.5
	SD	2.07	2.08
Distal	Minimum	8.4	9.5
	Maksimum	18.7	21.2
	Ortalama	13.3	13.8
	SD	2.49	2.2

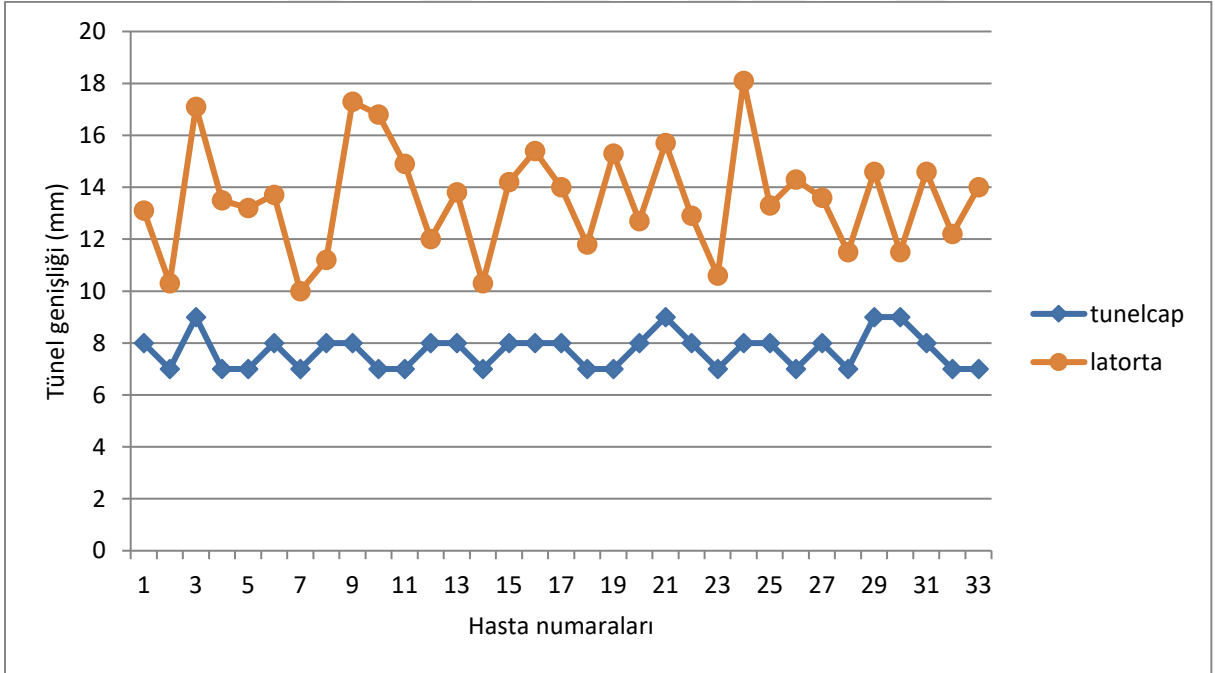
Greft çapı ile femur AP ve lateral kontrol grafilerinde ölçülen orta ve distal femoral tünel çapının karşılaştırıldığı grafikler (Grafik 1-4) aşağıda verilmiştir.



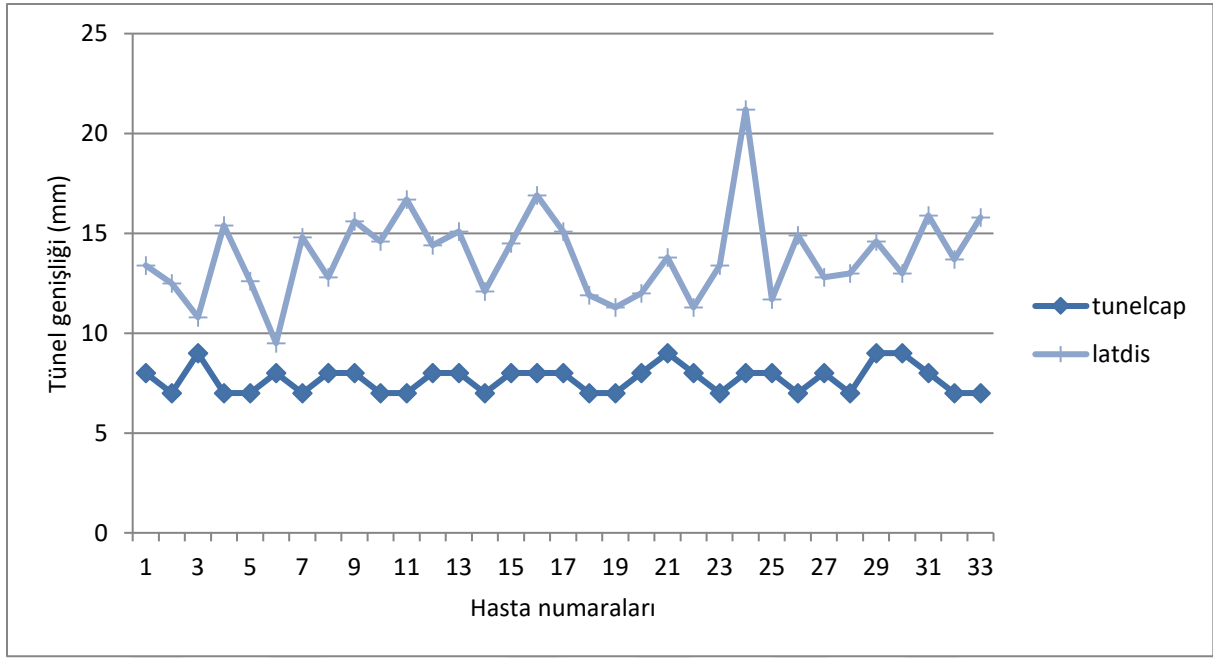
Grafik 1: femur AP grafide orta kısım tünel genişliği ve değişikliği (tunelcap: ilk tünel genişliği, aporta: kontrol femur AP grafide orta kısım tünel genişliği)



Grafik 2: femur AP grafide distal kısım tünel genişliği ve değişikliği (tunelcap: ilk tünel genişliği, apdis: kontrol femur AP grafide distal kısım tünel genişliği)



Grafik 3: femur lateral grafide orta kısım tünel genişliği ve değişikliği (tunelcap: ilk tünel genişliği, latorta: kontrol femur lateral grafide orta kısım tünel genişliği)



Grafik 4: femur lateral grafide distal kısım tünel genişliği ve değişikliği (tunelcap: ilk tünel genişliği, latdis: kontrol femur lateral grafide distal kısım tünel genişliği)

Tünel genişlemesini değerlendirmek için erken postoperatif kontrol grafilerindeki kemik tünel çapıyla kontrol grafilerindeki tünel çapları istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Sonuç olarak kontrol grafilerindeki kemik tünel çapındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ( $p < 0.0005$ ). Tünel çaplarının tüm olgularda başlangıca göre genişlediği bulunmuştur.

Açılan tünel genişlikleri (greft çapı) 7mm, 8mm, 9mm olan olgular 3 gruba ayrıldı. Her grubun postop 24-43 ay arasında olmak üzere x-ray grafideki tünel genişlikleri AP ve lateral plandaki proksimal 1/3'lük kısmın en geniş yeri, orta 1/3'lük kısmın en geniş yeri, distal 1/3'kısımın en geniş yeri ölçülerek birbirleri ile istatistiksel olarak analiz edildi. Yapılan istatistiksel analizde femoral kanalın ölçülen son genişliklerinin ortalaması, greft çapı **7 mm olan olgularda** AP planda proksimalde 4.8 mm, orta kısımda 12.1 mm, distalde 13.1 mm; lateral planda proksimalde 5 mm, orta kısımda 12.4 mm, distalde 13.5; **8 mm olan olgularda** AP planda proksimalde 4.6 mm, orta kısımda 14.4 mm, distalde 13.3 mm; lateral planda

proksimalde 4.5 mm, orta kısımda 14 mm, distalde 14.1 mm; **9 mm olan olgularda** AP planda proksimalde 5.2 mm, orta kısımda 15.1 mm, distalde 13.9 mm; lateral planda proksimalde 5.4 mm, orta kısımda 14.7 mm, distalde 13.1 mm olduğu görülmüştür (Tablo 10).

Greft çapına göre ayrılan grupların istatistiksel analizinde femoral AP orta kısım ölçümlerinde anlamlı farklılık bulunmuş olup ( $p:0.009$ ) anlamlı farklılığı yaratan grupların bulunması için yapılan değerlendirmede greft çapı 7 mm olan grup ile 8 mm olan grup arasında ( $p:0.011$ ) ve greft çapı 7 mm olan grup ile 9 mm olan grup arasında ( $p:0.017$ ) anlamlı fark var mevcut iken, greft çapı 8 mm grup olan ile 9 mm olan grup arasında ( $p:0.367$ ) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı. (Tablo 10).

Tablo 10: greft çaplarına göre tünel genişlikleri ortalaması ve  $p$  değerleri

Ölçüm	Femoral AP proksimal	Femoral AP orta	Femoral AP distal	Femoral lateral proksimal	Femoral lateral orta	Femoral lateral distal
<i>Ortalama</i> <i>7mm</i>	4.8	12.1	13.1	5	12.4	13.5
<i>Ortalama</i> <i>8mm</i>	4.6	14.4	13.3	4.5	14	14.1
<i>Ortalama</i> <i>9mm</i>	5.2	15.1	13.9	5.4	14.7	13.1
<i>p değeri</i>	0.197	0.009	0.882	0.122	0.173	0.737

Greft çapı ile tünel genişliğindeki değişim oranlarının karşılaştırılması amacıyla kontrol grafilerindeki femur AP proksimal, orta, distal kısım genişlikleri ve femur lateral proksimal, orta, distal kısım genişlikleri, gruplanarak tünelin ilk genişliğine oranlandı. Bu

oranlar tablo 11’de verilmiştir. Bulunan sonuçlar her üç grup için istatistiksel olarak analiz edilerek gruplar arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirildi. Yapılan analiz sonucunda lateral distal oranda anlamlı bir farklılık olduğu görülmüş olup (p:0.008) anlamlı farklılığı yaratan grupların bulunması için yapılan değerlendirmede, greft çapı 7 mm olan grup ile 9 mm olan grup arasında (p:0.004) anlamlı fark var mevcut iken, greft çapı 8 mm grup olan ile 9 mm olan grup arasında (p:0.089) ve greft çapı 7 mm olan grup ile 8 mm olan grup arasında (p:0.052) ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Tablo 11: Greft çapı-tünel genişliği oranı ortalamaları ve *p* değeri

Greft çapı	AP proksimal oran	AP orta oran	AP distal oran	Lateral proksimal oran	Lateral orta oran	Lateral distal oran
7mm (Ortalaması)	1.21	1.7	1.8	1.24	1.8	2
8 mm (Ortalaması)	1.15	1.8	1.6	1.13	1.7	1.8
9 mm (Ortalaması)	1.31	1.6	1.5	1.36	1.6	1.5
<i>p</i> değeri	0.197	0.595	0.146	0.122	0.625	0.008

Endobutton boyları 15, 20, 25 ve 30 mm olan hastaların, anterior-posterior ve lateral planda çekilen grafileri üzerinden proksimal, orta ve distal bölümlerinde yapılan ölçümlerin istatistiksel analizinde endobutton boyları ile femoral tünel genişlikleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 12).

Tablo 12: Endobutton boyuna göre tünel genişliği ortalamaları ve *p* değerleri

Endobutton boyu	Femoral AP proksimal	Femoral AP orta	Femoral AP distal	Femoral lateral proksimal	Femoral lateral orta	Femoral Lateral distal
15mm	4.8	13.3	13.6	4.2	14.1	15
20 mm	4.2	12.2	11.3	4.3	12.3	13.5
25 mm	4.7	14	13.8	4.7	13.5	14.2
30 mm	4.5	13.4	13.2	5.1	13.5	13.1
P değeri	0.577	0.280	0.677	0.536	0.624	0.369

Endobutton boyuna göre ayrılan grupların (15mm, 20mm, 25mm, 30mm) greft çapı - tünel genişliği oranlarının karşılaştırılması amacıyla kontrol grafileindeki femur AP proksimal, orta, distal kısım genişlikleri ve femur lateral proksimal, orta, distal kısım genişlikleri, gruplanarak tünelin ilk genişliğine oranlandı. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda endobutton boyuna göre greft çapı- tünel genişliği oranlarında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunamadı (Tablo 13).

Tablo 13: Endobutton boyuna göre greft çapı -tünel genişliği oranlarının karşılaştırılması ve  $p$  değerleri

Endobutton boyu	AP proksimal oran	AP orta oran	AP distal oran	Lateral proksimal oran	Lateral orta oran	Lateral distal oran
15mm	1.2	1.8	1.8	1.1	1.9	2
20 mm	1.1	1.7	1.6	1.1	1.7	1.8
25 mm	1.2	1.8	1.7	1.2	1.7	1.8
30 mm	1.2	1.8	1.7	1.3	1.8	1.7
P değeri	0.577	0.943	0.812	0.536	0.718	0.611

Ön çapraz bağ onarımı yapılan olgular cerrahi yönetime göre transtibial ve anatomik olarak iki gruba ayrıldı. Transtibial ÖÇB onarımı olgular ile anatomik ÖÇB onarımı yapılan olguların kontrol grafilerindeki tünel genişlikleri AP ve lateral plandaki proksimal 1/3'lük kısmın en geniş yeri, orta 1/3'lük kısmın en geniş yeri, distal 1/3kısımın en geniş yeri ölçülerek istatistiksel olarak yapılan karşılaştırılmasında anatomik ve transtibial grupları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. (Femur posterior-anterior grafi proksimal  $p$  değeri:0.83, orta  $p$  değeri: 0.57, distal  $p$  değeri:0.88 ve Femur lateral grafi proksimal  $p$  değeri:0.63, orta  $p$  değeri:0.20, distal  $p$  değeri:0.91) (Tablo 14).

Tablo 14: Cerrahi yöntemlere göre tünel genişlik ortalamaları

Cerrahi yöntem	AP proksimal	AP orta	AP distal	Lateral proksimal	Lateral orta	Lateral distal
Anatomik	4.7	13.4	13.4	4.9	13.7	14
Transtibial	4.8	13.1	13.2	4.8	13.2	13.6
P değeri	0.83	0.57	0.88	0.63	0.2	0.91

Anatomik ÖÇB onarımı yapılan olgular endobutton boyuna göre (15mm, 20mm, 25mm, 30mm) gruplanarak kontrol grafilerindeki tünel genişlikleri AP ve lateral plandaki proksimal 1/3'lük kısmın en geniş yeri, orta 1/3'lük kısmın en geniş yeri, distal 1/3'kısımın en geniş yeri ölçülerek istatistiksel olarak yapılan karşılaştırılmasında endobutton boyuna göre tünel genişlemesinde gruplar arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır.(Femur posterior-anterior grafi proksimal p değeri:0.24, orta p değeri: 0.61 distal p değeri:0.35 ve Femur lateral grafi proksimal p değeri:0.37, orta p değeri:0.70, distal p değeri:0.62).

Transtibial ÖÇB onarımı yapılan olgular endobutton boyuna göre (15mm, 20mm, 25mm, 30mm) gruplanarak kontrol grafilerindeki tünel genişlikleri AP ve lateral plandaki proksimal 1/3'lük kısmın en geniş yeri, orta 1/3'lük kısmın en geniş yeri, distal 1/3'kısımın en geniş yeri ölçülerek istatistiksel olarak yapılan karşılaştırılmasında endobutton boyuna göre tünel genişlemesinde gruplar arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (Femur posterior-anterior grafi proksimal p değeri:0.30, orta p değeri: 0.37 distal p değeri:0.85 ve Femur lateral grafi proksimal p değeri:0.58, orta p değeri:0.90, distal p değeri:0.50).



Tünel genişliği değişimine kontrol sürelerinin etkisi üzerine yapılan istatistiksel değerlendirmede tünel genişliği artışının kontrol süresi ile korele olmadığı görüldü.

### *İstatiksel Analiz*

Verilerimiz, IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Statistics 22 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) aracılığıyla analiz edildi. Değişkenler için dağılımın normalliği Kolmogorov Smirnov testi ile test edildi. Normal dağılımı olmayan değişkenler için parametrik olmayan testler kullanıldı. Birden çok grubun ortalamalar arasında anlamlı fark olup olmadığını değerlendirmek için nonparametrik Kruskal-Wallis Testi ile yapıldı. İki bağımsız grup arasındaki veriler arasında anlamlı farklılık olup olmadığı nonparametrik Mann-Whitney U testi ile yapıldı. Aynı veri kaynağından (aynı birimler) elde edilmiş iki ölçüm sonuçları arasındaki farklılık olup olmadığını değerlendirmek için Wilcoxon-T testi kullanıldı. Kantitatif veriler ortalama, standart sapma, medyan, çeyrek skala, minimum ve maksimum değerler olarak ifade edildi. Güven aralığı% 95, p değeri <0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## 5. TARTIŞMA

Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) yaralanmaları sıklıkla sporla ilişkili aktiviteler ve daha seyrek görülmek üzere yüksek enerjili travmalar sonucunda görülmektedir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda farklı otogreft veya allogreft şeklinde malzemeler kemiğe farklı materyaller kullanılarak fikse edilmiştir. Tarihsel süreçte sentetik veya organik maddelerden rekonstrükte edilen ön çapraz bağ sonrasında greftin kemik tünellerde sıkışması, kemik tünellerde kırılmaların meydana gelmesi, içine tespit materyallerinin düşmesi, materyalle ilgili mekanik sorunlar, kemik tünellerde genişleme başta olmak üzere birçok komplikasyon görülmeye devam etmektedir (43,85)

Kemik tünel çapındaki artış birçok araştırmacı tarafından farklı yönleriyle araştırılmış olup sebepleri ve önlenmesi hakkında farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Silva ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastalardaki tünel çapındaki artış nedenlerini biyolojik ve mekanik olarak iki başlığa toplamış olup biyolojik faktörlerin kanal genişlemesinde daha ciddi bir rolünün olduğunu ileri sürmüştür (3).

Höher ve ark. vaka bildirimini şeklinde yaptıkları çalışmada ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında oluşan kemik tünel çapının artışındaki faktörleri derlemişlerdir. Tünel genişlemesindeki biyolojik faktörleri yabancı cisim bağışıklığı tepkisi (allogreft tepkisi), spesifik olmayan inflamatuvar yanıt (eklem implantlarının gevşemesinde oluşan non spesifik osteonekroza benzer), tüneldeki toksik etkiye ve cerrahi işlem sonrasında oluşan ısıya bağlı hücre nekrozu olarak sıralamışlardır. Ayrıca tünel çapındaki artıştan greft-tünel hareketi, yanlış tünel yerleşimi ve agresif rehabilitasyon gibi mekanik faktörleri de bildirmişlerdir (105).

İorio ve ark. ÖÇB onarımı yapılan 45 hastayı incelemişler. Yaptıkları çalışmada hastaları in-out (kortikal fiksasyon ve interferans vidası) ve out-in (femoral ve tibia tünele metal kortikal fiksasyon) olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. 10 ay boyunca takip ettikleri hastalarda kemik tünel çaplarını BT ile ölçmüşlerdir. İn-Out teknikle ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan grupta diğer gruba göre tünel çap artışının fazla olduğunun sonucuna varmışlardır (110). Yine başka bir çalışmada İorio ve arkadaşları 4'lü hamstring otogrefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasındaki kemik tünel genişlemesini incelemiş olup 24 ÖÇB onarımı yapılan hastanın postoperatif 10. aydaki kemik tünel çaplarını ölçmüş ve Lysholm diz skoru, Tegner aktivite seviyesi, Uluslararası Diz Dokümantasyon Komitesi formları (IKDC) ve KT 1000 artrometre kullanılarak ikili hamstring otolog greft ile yapılan önceki çalışmalar ile aktivite ve tünel çapının karşılaştırmışlardır. İstatistiksel olarak cerrahi teknik ile daha az agresif bir rehabilitasyon sürecinin ve çift hamstring ile ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra tünel genişlemesi miktarının azaltılabileceği sonucuna ulaşmışlardır (111). Bizim yaptığımız çalışmada tüm hastalarda ikili hamstring tendon grefti kullanılmış olup hastalar cerrahi tekniğe göre (anatomik-transtibial) iki gruba ayrıldığında ölçülen kemik kanal tünel çaplarındaki artışta anlamlı istatistiksel fark görülmemiştir.

Sauer ve ark. ÖÇB rekonstrüksiyonu süresinde orijinal kemik tünel çapına bağlı olarak kemik tünel genişlemesi arasındaki korelasyonu incelemişlerdir. Bunun için 56 ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaya preoperatif ve postoperatif BT çekmiş ve orijinal (primer) tünel çapına bağlı olarak kemik tünel genişleme oranının istatistiksel olarak karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak orijinal (primer) kemik tünel çapındaki her ek artışın (mm) kemik tüneli 0.55 mm genişlemeyi azalttığı sonucuna varmışlardır (112). Bizim çalışmamızda drillenen kanal çapları dökümente edilmiş alınan greft çapları ile aynı olmasından dolayı, ameliyattan hemen sonra elde edilen grafileleri dijital olarak ölçülen kanal çapları ile kalibre edilmiştir. Tünel genişleme oranını bulmak için erken postoperatif kontrol grafilelerindeki

kemik tünel çapıyla kontrol grafileindeki tünel çaplarını karşılaştırdık. Sonuç olarak kontrol grafileindeki kemik tünel çapındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

B rekonstrüksiyonu sonrasında kemik tünelde genişleme olduğu, yapılan birçok yayında kanıtlanmıştır. Bu genişlemenin postoperatif hastanın kliniğine olan etkisi de birçok çalışmada incelenmiştir. Literatüre bakıldığında yapılan çalışmalarda farklı derecede kemik tünel çapında artış olmasına karşın klinik muayenede ve performans değerlendirmesinde kemik tünel genişlemesine ilişkili olarak klinik tabloda bir farklılık görülmemiştir. Barros ve ark. yaptıkları çalışmada 25 B rekonstrüksiyonu yapılan hastanın postop dönemde yaptıkları görüntülemede tüm hastalarda kemik tünel çapında artış olduğunu göstermiş ancak klinik olarak olumsuz sonuç görmemişlerdir (113). Fahey ve arkadaşları 56 otogreft ve 57 allogreft kemik- patellar tendon- kemik grefti kullanılarak yapılan B rekonstrüksiyonu vakasını retrospektif olarak incelemiş olup allogreft tünel genişliğindeki artışı otogreft tünel genişliğindeki artışa göre istatistiksel açıdan anlamlı bulmuşlardır. Ancak aynı çalışmada gruplar arasında KT-1000 artrometre olmlerinde anlamlı fark görülmemiştir (89). Bizim alışmamızda da tüm olgularda greft apı Endobutton'dan bağımsız da olsa artış göstermiştir.

B rekonstrüksiyonu yapılırken önemli parametrelerden biri olan başlangıç gerginliğinin tünel çapına ve postop hastanın performansına olan etkisi incelenmiştir. Taketomi ve ark. 43 hastada kemik-patellar tendon-kemik grefti ile B rekonstrüksiyonu yapmış olup hastaları 2 gruba ayırmışlardır. Tendon greftlerinde başlangıç gerginliklerine göre ayrılan gruplarda işlem sonrasında femoral tüneldeki çap farklılıklarını karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak yüksek düzeydeki başlangıç tendon greft gerginliğinde femoral tünel çapının düşük başlangıç gerginliğine göre istatistiksel olarak daha yüksek görmüşlerdir. Ancak gruplar arasındaki klinik sonuçlarda farklılık görülmemiştir (114).

Nebelung ve ark. semitendinöz tendon ve endobutton fiksasyon yöntemiyle ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan 29 hastayı 2 yıl sonra değerlendirmiş olup genişleyen tünelin IKDC skoru ve rezidüel eklem gevşemesi ve tünel çapındaki artış oranının değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak tünel genişlemesi ile IKDC (Uluslararası Diz Dokümantasyon Komitesi) skoru ve rezidüel eklem gevşemesi arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulamamalarına karşın rekonstrüksiyonda kullanılan Endobutton-Mersilen materyalinin 2 yıl takipte femoral ve tibial kemik tünel çapında artışa yol açtığı istatistiksel olarak görülmüştür (115).

Jason ve ark. hamstring otogrefti ve Endobutton yöntemiyle ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan 14 hastayı postoperatif 3. ay, 1. yıl ve 2. yıl baz alınarak benzer yaş ve cinsiyetteki kemik-patellar tendon-kemik otogrefti ile rekonstrüksiyon yapılan diğer grupla kemik tünel genişlemesi ve klinik olarak karşılaştırmışlardır. Postoperatif MRG ile incelenen hastalarda tünelde genişleme olmasına rağmen greft etrafındaki periligamentöz alanda biriken dokular nedeniyle greftin stabil olduğu görülmüştür (116).

Bu çalışmadan yola çıkarak ÖÇB rekonstrüksiyonunda kemik tünele greftin uzun dönemde daha uzun süre sıkı tutunmasına yardımcı olmak üzere tendon grefti ile kemik arasına fibrin konularak yapılan çalışma literatürde mevcuttur. Süner ve Ekibi 50 ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastayı 2 gruba ayırmış olup gruplardan birine tek başına allogreft, diğer gruba allogreft ile beraber fibrin pıhtı eklemiş olup 1. yıl sonunda tünel genişleme oranlarını karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak fibrin pıhtı eklenen grupta kanal genişlemesinin diğer gruba göre daha düşük olarak görmüşlerdir. (117)

ÖÇB rekonstrüksiyonunda tünel genişlemesinden sorumlu tutulan mekanik faktörler göz önünde bulundurularak yapılan çalışmada tünellerin açıldığı metafizer kemikteki osteonekrozu ve gevşemeyi azaltmaya yönelik yapılan çalışmalar da literatüre girmiştir. Huan ve arkadaşları hamstring tendonları ile otolog ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastalarda

kemik tünele greft yerleştirmeden önce dilatatörler ile iç yüzeyi impakte etmişlerdir.31 hastada yaptıkları çalışmada dilatatörlerle iç yüzeyin impaksiyonu sonrasında tibial kemik tünelin impaksiyon yapılmayan gruba göre büyümesinin azaldığını istatistiksel olarak ortaya koymuşlardır (118).

Cheung ve ark. 4'lü hamstring tendonu kullanılarak ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaları 2 gruba ayırmış olup gruplardan birine Endopearl ile güçlendirilmiş biyo emilir vida, diğer gruba femoral çapraz pim uygulaması yapmışlardır. Sonuç olarak femoral tünel genişlemesini ön cam sileceği etkisi ve bungee-kord etkisiyle ilişkili olduğu düşünülerek femoral çapraz pin grubunda kanal çapını daha geniş olarak bulmuşlardır (119).

ÖÇB rekonstrüksiyonunda tünel genişlemesinden sorumlu tutulan faktörlerden primer tünel çapı ve kemik fiksasyonunda kullanılan materyal hacimlerinin kemik tünel genişlemesine olan etkisini inceleyen çalışmalar literatürde mevcuttur. Choi ve arkadaşları hamstring tendonları ve endobutton kullanılarak yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonunda endobutton kıvrım uzunluğunun kemik tünel genişlemesine olan etkisini incelemişlerdir.171 hastada yaptıkları çalışmada hastalarda postoperatif 2. yılda kemik tünel çapını ölçmüşlerdir. Endobutton ile yapılan kemik fiksasyon mesafesinin tünel genişlemesine olan ilişkisini bulamamışlardır (120).

Giorgio ve ark. da hamstring tendonları kullanılarak ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan 40 hastada yaptıkları çalışmada fiksasyon olarak kullanılan Endobutton' un uzunluğun tünel çapındaki artışa bir etkisinin olmadığı ancak uzun fiksasyon mesafesinin kemik tünel genişlemesine yol açtığını görmüşlerdi (121). Bizim yaptığımız çalışmada hastaların postoperatif dönemde hastalarda bakılan grafilerdeki AP ve lateral planda yapılan distal, orta ve proksimal tünel çaplarında endobutton boyuna göre yapılan karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

Gökçe ve ark. da yaptıkları çalışmada ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hataları 2 gruba ayırmış olup ilk gruba 6 mm sondaj sonrasında 9 mm'ye kadar genişletme, ikinci gruba greft büyüklüğünde doğrudan delme yapmış olup hastaları postoperatif dönemde takip etmişlerdir. Kemik tünel çaplarını karşılaştırılan gruplarda sıkıştırılmış gruptaki tünel çapının genişlemeye diğer gruba göre daha fazla direnebildiği ve bu tekniğin daha iyi tünel çapı değerlerine yol açtığını ileri sürmüşlerdir (122).

Sirinivasi ve ark. 63 ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaları 3 gruba ayırmış olup gruplarda farklı cerrahi teknik ve materyal kullanmışlardır. Greft interferans vidası (IFS), Sütür diski, Cross-Pin endobutton sistemini karşılaştırdıkları çalışmada Sütür Diski fiksasyon yönteminde kemik tünel genişlemesini diğer çalışma gruplarına göre yüksek olarak bulmuşlardır (123). Bizim yaptığımız çalışmada anatomik ve transtibial teknik kullanılarak yapılan iki farklı hasta grubunda gruplar arasında kemik tünel çapındaki artışta istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir.

Lopes ve arkadaşları ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan 43 hastayı 2 gruba ayırmış olup gruplarda biyo emilir femoral trans-tünel pinleri ile spongiyoz fiksasyon yapılan ve ekstrakortikal fiksasyon yapılan hastaları karşılaştırdıkları grupta ekstrakortikal fiksasyon yapılan gruptaki tünel genişlemesinin spongiyoz endobutton fiksasyon yapılan gruba göre daha geniş olduğu görülmüştür. Lysholm skoru ve ön diz laksitesi ölçümü ile yapılan klinik değerlendirmede gruplar arası fark görülmemiştir (124).

Choi ve arkadaşları yaptıkları farklı çalışmada ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastalardaki biyo emilir vida kırıldığı vakaları ayırmış olup kırılan materyaldeki olguların kemik tünel çapını sağlam olan gruba göre daha geniş olarak bulmuşlardır ve mekanik etkilerin kanal çapına olan etkisinin daha fazla olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ancak gruplar

arasında yapılan Lachman, Pivot-Shift testi ve artrometre K-1000 ile yapılan klinik değerlendirmede anlamlı fark görülmemiştir (125).

Ortopedik rekonstrüksiyonda kullanılan materyallerin dokulara uyumu ve stabilitesi geniş yelpazede problem olmaya devam etmektedir. Kemik dokularda yapılan fiksasyonlar ve tenodezler geçmiş dönemlere göre daha gelişmiş teknoloji ile desteklenmekle beraber çalışmalar devam etmektedir.





## 6. SONUÇ

Greft fiksasyon yöntemlerine göre oluşabilecek “Windshield wiper efekti” ve “Bungee efekti” gibi kanal çapını genişletebilecek etkileri temel alarak yaptığımız çalışmada, Endobutton boyu ile femoral tünel genişliğini araştırdık.

Endobutton boyları 15, 20, 25 ve 30 mm olan hastaların, anterior-posterior ve lateral planda çekilen grafileri üzerinden proksimal, orta ve distal bölümlerinin yapılan ölçümlerinde endobutton boyuna göre istatistiksel olarak yapılan karşılaştırılmasında, Endobutton boyları ile femoral tünel genişlikleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bunun nedeninin endobutton askısının, femoral kanal ilk endobutton drili ile yapılan 4 mm'lik dar kanalda kalması nedeniyle major harekete izin vermemesi olduğu düşünüldü. Uygun endobutton boyu seçildiği takdirde, askının dar kanalın dışında salınımına izin verecek düzeyde kalmaması Windshield wiper efektini önlemiş olmaktadır.

Kontrol Süreleri ile tünel genişliği değişiminin arasında korelasyon olmadığı görüldü. Kemik tünel genişlemesinin, iç duvarda sklerozundan önce spongioz kemiğin biyolojik ve mekanik faktörlerin etkisine yüksek oranda maruz kaldığı dönemde büyük oranda geliştiği görülmektedir.

Greft çapı (tünelin ilk genişliği) ile kontrol grafilerinde ölçülen genişliği oranlanarak greft çapı ile genişlemenin ilişkisinin değerlendirilmesinde femoral AP orta kısım ve lateral distal oranda anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Greft çapı arttıkça kanal genişleme oranı da artmaktadır. Bunu, daha büyük drille daha fazla osteonekroz riski oluşmasına bağlıyoruz.

Çalışmamızda kanal çapında anlamlı bir artış olmasına rağmen transtibial veyahut anatomik cerrahi tekniğin kullanılmış olmasının bu genişleme ile anlamlı bir ilişkisinin olmadığı görüldü.

Katkıda bulunan faktörler hakkında fikir yürütebilmemize rağmen multifaktöriyel olması, kanal çapı artışının nedenini belirsiz kılmaktadır ve daha fazla araştırılması gerekmektedir.



## KAYNAKLAR

- 1- Boyer MI, edidor.. Sports Injuries of the Knee and Sports Medicine. Spindler KP, Wright RW, chapter editors. AAOS Comprehensive Orthopaedic Review 2, Press; 2014: page 1379-95
- 2- Basson B, Philippot R, Neri T, Meucci JF, Boyer B, Farizon F. The effect of femoral tunnel widening on one-year clinical outcome after anterior cruciate ligament reconstruction using ZipLoop® technology for fixation in the cortical bone of the femur. *The Knee* 2016;(23,2),233-6.
- 3- Silva A, Sampaio R, Pinto E. Femoral tunnel enlargement after anatomic ACL reconstruction: a biological problem? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010 Sep;18(9):1189-94.
- 4- Davarinos, N, O'Neill, B, Curtin, W: A brief history of anterior cruciate ligament reconstruction, Hindawi Publishing Corporation, Advances in Orthopedic Surgery, Article ID 706042, 6.
- 5- Bonnet A. Traité des moladies des articulations, vol 1-2 avec atlas, Baillieré, Paris; 1845.
- 6- Noulis G. Entorse du genou. Thesé N0 142. Fac Med Paris; 1875.p.1-53.
- 7- Sebik A. ÖÇB Yaralanmalarının Tedavisinde Tarihsel Gelişim. *Acta Orthop Tauma Turc.* 1999: 33-5; 363-368.
- 8-Tandoğan NR, Alpaslan AM, *editors.* Ön çapraz bağ cerrahisi. *Diz Cerrahisi*, Basımyılı;1996, sayfalar:157-177.
- 9-Dandy DJ, Flanagan JP, Steenmeyer V. Arthroscopy and the management of the ruptured anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1982(167):43-9.
- 10- Clancy WG Jr.: Intra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament, *Orthop Clin North Am*, 1985; 16: 181

- 11-Rosenberg TD, editors. Technique for endoscopic method of ACL reconstruction. Technical Buletin. Mansfield, MA: Acufex Microsurgical; press1993.
- 12- Ratajczak W. Early development of the cruciat ligaments in staged human embryos. Folia Morpho 2000; 59:285-290.
- 13- Velasco M, Montesinos S, Ferra E, Velasco M, Vasquez R, Collado J. Development of the human knee joint ligaments. Anat Rec 1997; 248:259-268.
- 14- Tandoğan N Reha. Ön Çapraz Bağ Cerrahisi. Türk Spor Yaralanmaları, Artroskopi ve Diz Cerrahisi Derneği. Türk Spor Yaralanmaları Artroskopi Diz, 2002; 57-59.
- 15- Amis AA, Dawkins GPC: Functional Anatomy of the Anterior Cruciat Ligament. J Bone Joint Surg 1991;73-B/2;260-267.
- 16- Bicer EK, Lustig S, Servien E, Selmi T.A.S, Neyret P. Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2010;18:1075-84.
- 17- Aydın AT. Diz Eklemi Anatomisi. Tandoğan N R, Alpaslan A M. Diz Cerrahisi. 1.Baskı, Ankara: Haberal Eğitim Vakfı, 1996: 5-18.
- 18- Girgis FG, Marshall JL, Monajem ARS. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. Clin Orthop Relat Res. 1975;(106):216-31.
- 19-Hürel C, Çelebi G. Ön Çapraz Bağın Anatomik ve Biyomekanik Özellikleri ve Diz Kinematikiindeki Rolü. Act. Ortop Traumatol Turc 1999; 33:369-373.
- 20-Takeda Y, Xej W, Livesay GA, Fu F, Woo S. Biomechanical Function of the Human Anterior Cruciate Ligament Artroskopi. J.Arthroscopy and Releated Surg 1994;10(2):140,147.
- 21- Tandoğan NR. Klinik Diz Biyomekaniği. Tandoğan N R, Alpaslan A M. Diz Cerrahisi.
- 22- Fu F, Harner C, Johnson D, Miller M, Woo S. Biomechanics of Knee Ligaments: Basic Concepts And Clinical Application. J Bone Joint Surg 1993; 75-A:5-27.

- 23- Miller RH. Knee Injuries. Canale, S.T. Campbell's Operative Orthopaedics. 10th Ed, United States Of America: Mosby 2003: 2165-2338.
- 24- Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee: A biomechanical study. *J Bone Joint Surg* 1980,62-:259.
- 25- Kanamori A, Sakane M, Zeminski J, Rudy TW, Woo SL: In-situ force in the medial and lateral structures of intact and ACL-deficient knees. *J Orthop Sci* 2000, 5:567-71.
- 26- Burstein A.H., Wright T.M.: Basic Biomechanics. In: *Surgery of the Knee* 2001;215-231
- 27- Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Kitamura N, Tanabe Y, Tohyama H, Minami A: Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy*. 2004;20(10):1015-25.
- 28- Amis AA, Dawkins GPC: Functional anatomy of the anterior cruciate ligament: fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg* 1991;73B(2):260–267.
- 29-Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res* 2004;22:85–9.
- 30- Buoncristiani AM, Tjoumakaris FP, Starman JS, Ferretti M, Fu FH. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2006;22:1000.
- 31- Zantop T, Herbolt 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;35:223–7.
- 32-Sapega A., Moyer R. A., Schneck C.: Testing for Isometry During Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. *J Bone Joint Surg*. 1990;72- A/2;259-267.
- 33- Cabaud HE. Biomechanics of the ACL, *ClinOrthop*.1983;172;26-31.
- 34- Esmer A F, Başarır K, Binnet M. Diz Ekleminin Cerrahi Anatomisi. *TOTBİD Dergisi*, basım 2011. 10(1): p. 38-44.

- 35- BP Boden, LY Griffin, WE Garrett Jr : Etiology and prevention of noncontact ACL injury  
Phys Sportsmed, 2000 .
- 36- Fu FH, Zelle BA, Beasley LS: The double-bundle technique: the restoration of normal kinematics. Proceedings of Arthroscopy Association of North America 2005 Specialty Day, Washington, DC, February 26, 2005, pp 284-289.
- 37- Powel JW. Incidence of injuries associated with playing surfaces in the national football league 1980-1985. Athletic Training 1987, 22:202-6
- 38- Nigg BM, Segesser B. The influence of playing surfaces on the load of the locomotor system and tennis injuries. Sports Med 1988, 5:375-85
- 39- Arendt EA, Agel J, Dick R. Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. J Athl Train 1999 34:86–92.
- 40- Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. Am J Sports Med. 2006;34:299–311.
- 41- Guillodo Y, Rannou N, Dubrana F, Lefevre C. Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Rupture in an Emergency Department. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care November 2008.
- 42- Miller RH. Knee İnjuries. Canale, S.T. Campbell’s Operative Orthopaedics. 10th Ed, United States Of America: Mosby 2003: 2253-2323
- 43- Tandoğan N R, Ön Çapraz Bağ Cerrahisi. 1.Baskı, Ankara: Sim Matbaacılık, 2002: 17-90.
- 44- Magee DJ. Orthopedic Physical Assessment. 4th Ed., Canada: Elsevier Sciences, 2006: Knee .
- 45- Alford J, Bach B. Arthrometric Aspects of Anterior Cruciate Ligament Surgery Before and After Reconstruction With Patellar Tendon Grafts. Techniques in Orthopaedics 2005; Vol. 20, No. 4

- 46- Miller & Cole, editors. Knee arthroscopy. Textbook of Arthroscopy press 2006: page 467-765.
- 47- Tandoğan NR, Alpaslan AM. editors Diz Cerrahisi, Ankara press; 1999, pages 112-140.
- 48- Silva I, Jr, Silver MD: Tears of the meniscus as revealed by magnetic resonance imaging. J Bone Joint Surg 70 (A): 199- 202, 1988
- 49- Larsen L, Rasmussen O. Case Report. Diagnosis of acute rupture of anterior cruciate ligament of the knee by sonography. European J Ultrtrasound 2000; 12:163-7.
- 50- Grodia V.K., Grona W.A.: A comparison of outcomes at 2 to 6 years after acute and chronic anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon grafts. Arthrosc. 2000, 53:12-34.
- 51- Burkhart MG. Operative Arthroscopy, Third edition: knee arthroscopy 456567.
- 52- Ciccotti M.G., Lombardo S.J, Nonweiller B., Pink M.: Non-Operative Treatment of Ruptures of the Anterior Cruciate Ligament in Middle-Aged Patients J Bone Joint Surg. 1994: 76-A/9; 1315-1321.
- 53- Yercan H., Aydoğdu S.: ÖÇB Yaralanmalarının Konservatif Tedavisi. Acta Orthop Trauma Turc. 1999: 33-5; 389-395.
- 54- Liu SH, Osti L, Henry M, Bocchi L. The diagnosis of acute complete tears of the anterior cruciate ligament. Comparison of MRI, arthrometry and clinical examination. J Bone Joint Surg Br. 1995 Jul; 77(4): 586-8.
- 55- Alturfan A, Atalar A. ÖÇB Yaralanmalarında Klinik Görüntüleme ve Kantitatif Enstrümanlı Ölçüm. Acta Orthop Trauma Turc. 1999: 33-5; 374-380.
- 56- Yack HJ, Collins CE, Whieldon TS. Comparison of Closed and Open Kinetic Chain exercise in Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee. Am J Sports Med. 1993: 21(1); 49.

- 57- 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, 19:560-68.
- 58- Scranton, Jr PE, Quadruple Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Multicenter Study *Arthroscopy.* 2002:715 -724
- 59- Fu FH, Schulte KR. Anterior Cruciate Ligament Surgery 1996: State of the Art. *Clinical Orthopaedics & Related Research.* (325):19-24.
- 60- Delay BS, McGrath BE, Mindell ER. Observations on a Retrieved Patellar Tendon Autograft Used to Reconstruct the Anterior Cruciate Ligament: A Case Report *J. Bone Joint Surg. Am.* 2002; 84:1433–38.
- 61- Greis PE, Richard SJ. Revision of Failed Prosthetic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clinical Orthopaedics & Related Research.* 1996;325:78-90.
- 62- Harner CD, Olson E, Irrgang JJ, Silverstein. Allograft Versus Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: 3- to 5Year Outcome. *Clinical Orthopaedics & Related Research.* 1996;324:134-144.
- 63- Patel JV, Church JS. Central Third Bone-Patellar Tendon- Bone Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A 5 Year Follow-up Arthroscopy: January - February 2000: 67 – 70
- 64- Bosworth DM. Use of Fasia Lata to Stabilize The Knee in Cases of Ruptured Crucial Ligaments. *JBJS* 1936 73B: 452-457.
- 65- Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB. Three Surgical Methods of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Were Equally Effective. *J. Bone Joint Surg. Am.,* 2002;84:320.
- 66- Mc. Ginty, Burkhart: *Operative Arthroscopy Third edition: Knee arthroscopy* 456-567.



- 67- Riley J. Williams, III, Jon Hyman, Frank Petrigliano, Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with a Four-Strand Hamstring Tendon Autograft. *J. Bone Joint Surg. Am.*, Feb 2004; 86: 225-232.
- 68- Petrigliano F, Rozental T, Riley J. Williams, Jon Hyman, ACL Reconstruction with a Four-Strand Hamstring Tendon Autograft. *J. Bone Joint Surg. Am.*, Mar 2005; 87: 51 - 66.
- 69- Gottlob CA, Baker CL, Pellissier, JM, Colvin L. Cost Effectiveness of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young Adults. *Clinical Orthopaedics & Related Research.* 1999;367:272-82.
- 70- 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; 86:2143– 55.
- 71- Kocher MS, Steadman JR, Briggs K, Zurakowski D. Determinants of Patient Satisfaction with Outcome After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Bone Joint Surg. Am* 2002; 84: 1560-72.
- 72- Kumar K. The Ligament Augmentation Device: An Historical Perspective. *Arthroscopy.* 1999;422 - 432.
- 73- Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Berjamine C. Current Concept Current Trends in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 1999;27-6; 821-130.
- 74- Gür S. Greft Seçimi. *Acto Orhop Trauma Turc.* 1999: 33-5; 401-4.
- 75- Brand J, Hamilton D, Selby J, Pienkowski D, Caborn D, Johnson DL. Biomechanical Comparison of Quadriceps Tendon Fixation with Patellar Tendon Bone Plug Interference Fixation in Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy.* 2000: 16-8; 805-812.
- 76- Flanigan DC, Kanneganti P, Quinn DP, Litsky AS. Comparison of ACL fixation devices using cadaveric grafts. *J Knee Surg.* 2011;24(3):175-80.

- 77- Inchan Y MS; Deryk J G,; Andrews, Pamela J: Periosteal Augmentation of a Tendon Graft Improves Tendon Healing in the Bone Tunnel: Clinical Orthopaedics & Related Research. 2004;419:223-31.
- 78- Jackson DW, Corsetti JS, Timothy M. Biologic Incorporation of Allograft Anterior Cruciate Ligament Replacements. Clinical Orthopaedics & Related Research. 1993;(324):126-133.
- 79- Scott WN, Scuderi G, *editors*. Insall & Scott Surgery of the Knee Expert Consult, Elsevier Health Sciences press:2011
- 80- Tom JA, Scott RA. Soft Tissue Allografts for Knee Reconstruction in Sports Medicine. Clinical Orthopaedics & Related Research. 2002; 402:135-156.
- 81- Indelli PF, Dillingham M, Fanton G, Schurman DJ. Septic arthritis in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction. Clin Orthop Relat Res.2004;(398):182-8.
- 82- Indelli PF, Dillingham MF; Fanton GS; Schurman DJ. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Cryopreserved Allografts Clinical Orthopaedics and Related Research®.2004;420:268-75.
- 83- Janssen RP, Sala HA. Embolism of the popliteal artery after anterior cruciate ligament reconstruction: a case report and literature review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2007; 15(12):1449-51.
- 84- Janssen RP, Sala HA. Fatal pulmonary embolism after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2007; 35(6):1000-2.
- 85- Adala R, Anand A, Gautam K. Deep vein thrombosis and thromboprophylaxis in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction Indian J Orthop. 2011;45(5):450-3.
- 86- Jackson DW, Windler GE, Simon TM. Intraarticular reaction associated with the use of freeze-dried, ethylene oxide-sterilized bone-patella tendon-bone allografts in the reconstruction of the anterior cruciate ligament. Am J Sports Med 1990;18:1–10.

- 87- Roberts TS, Drez D, McCarthy W, Paine R. Anterior cruciate ligament reconstruction using freeze-dried, ethylene oxide-sterilized, bone-patellar tendon-bone allografts. *Am J Sports Med* 1991;19:35–41.
- 88- Dyer CR, Elrod BF. Tibial and femoral bone tunnel enlargement following allograft replacement of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 1995;11:353–354
- 89- Fahey M, Indelicato PA (1994) Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament replacement. *Am J Sports Med* 22:410–414.
- 90- Peyrache MD, Dijan P, Christel P, Witvoet J. Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bonepatellar tendon-bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4:2–8
- 91- Maloney WJ, Jasty M, Harris WH, Galante JO, Callaghan JJ. Endosteal erosion in association with stable uncemented femoral components. *J Bone Joint Surg (Am)* 1990;72:1025–1034.
- 92- Jaureguito JW, Paulos LE. Why grafts fail. *Clin Orthop* 1996;325:25–41
- 93- Vergis A, Gilquist J. Graft failure in intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions: a review of the literature. *Arthroscopy* 1995;11:312–21
- 94- Friedman RJ, Black J, Galante JO, Jacobs JJ, Skinner HB. Current concepts in orthopaedic biomaterials and implant fixation. *J Bone Joint Surg (Am)* 1993;75:1086–96
- 95-Goldring SR, Schiller AL, Roelke M, Rourke CM, O'Neill DA, Harris WH. The synovial-like membrane at the bone-cement interface in loose total hip replacements and its proposed role in bone lysis. *J Bone Joint Surg (Am)* 1983;65:575–584.
- 96- Jasty M. Clinical reviews: particulate debris and failure of total hip replacements. *J Appl Biomater* 1993;4:273– 276

- 97- Jiranek WA, Machado M, Jasty M, Jeusevar D, Wolfe HH, Goldring SR, Goldberg MJ, Harris WH. Production of cytokines around loosened cemented acetabular components. *J Bone Joint Surg (Am)* 1993;75:863–879.
- 98- Cameron ML, Fu FH, Pässler HH, Schneider M, Evans CH. Synovial fluid cytokine concentrations as possible prognostic indicators in the ACL-deficient knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1994;2:38–44
- 99- L’Insalata JC, Klatt B, Fu FH, Harner CD. Tunnel expansion following ACL reconstruction: a comparison of hamstring and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5:234–8
- 100- Nagano M, Yoshiya S, Kuroda R, Kurosaka M, Mizuno K. Remodeling and healing process of bone-patellar tendon bone graft in a bone tunnel. *Trans Orthop Res Soc* 1997;22:78.
- 101- Schulte K, Majewski M, Irrgang JJ, Fu FH, Harner CD. Radiographic tunnel changes following arthroscopic ACL reconstruction: autograft versus allograft. *Arthroscopy* 1996;11:372–3
- 102- Miller MD, Hinkin DT. The ‘N + 7 rule’ for tibial tunnel placement in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1996;12: 124–126.
- 103- Miller MD, Olszewski AD. Cruciate ligament graft intra-articular distances. *Arthroscopy* 1997;13:291–295
- 104- Höher J, Withrow JD, Livesay GA, Ma CB, Fu FH, Woo SL-Y. Early stress causes graft-tunnel motion in hamstring grafts. *Trans Orthop Res Soc* 1998;23:44
- 105- Höher J, Möller HD, Fu FH. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6(4):231-40.
- 106- Harner CD, Irrgang JJ, Paul J, Dearwater S, Fu FH. Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1992;20:499– 506.

- 107- Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1990;18:292–299.
- 108- Rodeo SA, Arnoczky SP, Torzilli PA, Hidaka C, Warren RF. Tendonhealing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog. *J Bone Joint Surg (Am)* 1993;75:1795–1803.
- 109- Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, Cha CW, Finerman GA, Slauterbeck L. Biomechanical consequences of replacement of the anterior cruciate ligament with a patellar ligament allograft. Part II. Forces in the graft compared with forces in the intact ligament. *J Bone Joint Surg (Am)* 1996;78: 1728–1734
- 110- Iorio R, Di Sanzo V, Vadalà A, Conteduca J, Mazza D, Redler A, Bolle G, Conteduca F, Ferretti A. ACL reconstruction with hamstrings: how different technique and fixation devices influence bone tunnel enlargement. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013;17(21):2956-61.
- 111- Iorio R, Vadalà A, Argento G, Di Sanzo V, Ferretti A. Bone tunnel enlargement after ACL reconstruction using autologous hamstring tendons: a CT study. *Int Orthop*. 2007;31(1):49-55.
- 112- Sauer S, Lind M. Bone Tunnel Enlargement after ACL Reconstruction with Hamstring Autograft Is Dependent on Original Bone Tunnel Diameter. *The Surgery Journal*. 2017;3(2):e96-e100.
- 113- Leonardi AB de A, Duarte A, Severino NR. Bone tunnel enlargement on anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Ortopedica Brasileira*. 2014;22(5):240-244.
- 114- Taketomi S, Inui H, Tahara K, Shirakawa N, Tanaka S, Nakagawa T. Effects of initial graft tension on femoral tunnel widening after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using a bone-patellar tendon-bone graft. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137(9):1285-91.
- 115- Nebelung W, Becker R, Merkel M, Röpke M. Bone Tunnel Enlargement After Anterior

Cruciate Ligament Reconstruction With Semitendinosus Tendon Using Endobutton Fixation on the Femoral Side. *Arthroscopy*. 1998;14(8):810-5.

116- Jansson KA, Harilainen A, Sandelin J, Karjalainen PT, Aronen HJ, Tallroth K. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with the hamstring autograft and endobutton fixation technique. A clinical, radiographic and magnetic resonance imaging study with 2 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1999;7(5):290-5.

117- Surer L, Yapici C, Guglielmino C, van Eck CF, Irrgang JJ, Fu FH. Fibrin clot prevents bone tunnel enlargement after ACL reconstruction with allograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(5):1555-60.

118- Xu H, Zheng R, Ying J. Bone Tunnel Impaction Reduced the Tibial Tunnel Enlargement. *Open Med (Wars)*. 2017;12:99–106.

119- Cheung P, Chan WL, Yen CH, Cheng SC, Woo SB, Wong TK, Wong WC. Femoral tunnel widening after quadrupled hamstring anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2010;18(2):198-202.

120- Choi NH, Oh JS, Jung SH, Victoroff BN. Correlation between endobutton loop length and tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2013 Jan;41(1):101-6.

121- Giorgio N, Moretti L, Pignataro P, Carrozzo M, Vicenti G, Moretti B. Correlation between fixation systems elasticity and bone tunnel widening after ACL reconstruction. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2016;12;6(4):467-72.

122- Gokce A, Beyzadeoglu T, Ozyer F, Bekler H, Erdogan F. Does bone impaction technique reduce tunnel enlargement in ACL reconstruction? *International Orthopaedics*. 2009;33(2):407-12

123- Srinivas DK, Kanthila M, Saya RP, Vidyasagar J. Femoral and Tibial Tunnel Widening following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction using Various Modalities of Fixation: A

Prospective Observational Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* : JCDR. 2016;10(11):RC09-RC11.

124- Lopes Jr. OV, Spinelli LF, Leite LHC, Buzzeto BQ, Saggin PRF, Kuhn A. Femoral tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using RigidFix compared with extracortical fixation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2017, 25;5,1591–1597.

125- Choi NH, Son KM, Yoo SY, Victoroff BN. Femoral tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction with bioabsorbable transfix. *Am J Sports Med.* 2012;40(2):383-387.

