

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI



**ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU YAPILAN HASTALARDA FEMORAL
TARAFTA KULLANILAN AYARLANABİLİR LOOP'UN ÜÇ FARKLI TEKNİK İLE
TESPİTİNİN KLİNİK SONUÇLARA ETKİSİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

(Uzmanlık Tezi)
Dr. Emre Kocazeybek

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Gökhan Polat

İSTANBUL-2021

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI



**ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU YAPILAN HASTALARDA FEMORAL
TARAFTA KULLANILAN AYARLANABİLİR LOOP'UN ÜÇ FARKLI TEKNİK İLE
TESPİTİNİN KLİNİK SONUÇLARA ETKİSİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

(Uzmanlık Tezi)
Dr. Emre Kocazeybek

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Gökhan Polat

İSTANBUL-2021

BEYAN

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

Dr. Emre Kocazeybek-2021



ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonları Ortopedi ve travmatoloji alanında sıkça yapılan operasyonlardan biri olup artroskopi alanında yaşanan gelişmeler sonucu birçok farklı teknik geliştirilmiştir. Başarılı yapılmış bir cerrahi sonrası klinik sonuçlar oldukça yüz güldürücüdür. Bu çalışmada ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılan hastalarda femoral taraf tespitinde kullanılan ayarlanabilir loop'un üç farklı teknik ile tespitinin klinik sonuçlara etkilerini görmeyi amaçladık.

Uzmanlık eğitimim sürecinde mesleki tecrübelerini, bilgilerini, cerrahi terbiyelerini; davranışlarıyla, ilgileriyle saygı ve sevgi çerçevesinde öğreten hocalarıma ve eğitimimde emeği geçen bütün ağabeylerime minnet borçlu olduğumu belirtmek isterim.

Uzmanlık eğitimimin ilk gününden itibaren her daim eğitimimize ilgisini hissettiğim, sorunlarımızı dert edinen bilgisi, kibarlığı ve güler yüzüyle verdiği eğitimlerden ve tecrübelerinden çokça faydalandığım, anabilim dalı eski başkanımız sayın Prof. Dr. Önder Yazıcıoğlu'na, engin tecrübeleri özellikle de ameliyat sırasında bizlere anlattığı eğlenceli ve öğretici hayat hikâyeleri, cerrahi tecrübeleri ve derin bilgileri, hoşgörüsü, sabrı ve kendisinden hayata dair çok şey öğrendiğimiz, mevcut ana bilim dalı başkanımız sayın Prof. Dr. Hayati Durmaz hocama ve onun şahsında; kliniğimiz sekreter, hemşire ve personeline de ayrıca teşekkür ederim.

Asistanlık eğitim hayatım boyunca özellikle spor cerrahisi alanında bizden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, sorunlarımız ile ayrı ayrı ilgilenen, beraber çalıştığımız süre boyunca kendisinden hem mesleki eğitime olan eşsiz katkıları hem de hayata dair engin deneyimlerinden çokça faydalandığım sayın Prof. Dr. Mehmet Aşık hocama sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım esnasında benden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, uzmanlık eğitimimin başından sonuna kadar, ekibinde çalışma fırsatı bulduğum zamanların dışında da, kapısını çalabildiğim, yardımını ve hoşgörüsünü hiçbir zaman esirgemeyen bana hem hocalık hem de ağabeylik yapan Doç. Dr. Gökhan Polat'a minnettar olduğumu özellikle belirtmek isterim.

Tıpta uzmanlık eğitime başladığım ilk günden bugüne bilgileri ve akademik tecrübeleri ile şahsıma çok büyük katkıları olan sayın Prof. Dr. Cüneyt Şar, Prof. Dr. İrfan Öztürk, Prof. Dr. Cengiz Şen , Prof. Dr. Levent Eralp ve Prof Dr. Atacan Atalar hocalarıma saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ekibinde çalışma fırsatı bulduğumuz zamanların dışında da bilgi ve deneyimlerini bizlerle paylaşan, özellikle eğitim toplantılarımızda bize sürekli analitik düşünmeyi, araştırmayı, sorgulayarak öğrenmeyi, bilgiyi doğru yerde kullanmayı öğreten değerli hocam Prof.Dr. Önder Kılıçoğlu'na teşekkürlerimi sunarım.

Ortopedik Deformiteler konusunda bilgi ve tecrübesini bizimle her daim paylaşan, kendisiyle çalışmaktan çok keyif aldığım, asistan eğitimine son derece duyarlı ve titizliğiyle bildiğim sayın Doç. Dr. Halil İbrahim Balcı ağabeyime sonsuz teşekkür ederim.

Kendilerinden asistanlık eğitimim boyunca çok değerli bilgiler edindiğim ağabeylerim Doç. Dr. Fuat Bilgili, Doç. Dr. Ahmet Salduz ve Doç.Dr. Ömer Naci Ergin'e sonsuz teşekkür ederim.

Kıdemliliğimde çalışma fırsatı bulduğum özellikle omuz dirsek cerrahisi üzerine bilgi ve birikimini istekle anlatan, bizlere olan hoşgörüsü ve arkadaşça yaklaşımını sürekli hissettiren sayın Doç. Dr. Ali Erşen ağabeyime sonsuz teşekkürler. Asistanlık eğitimime başladığımda ilk olarak kendisiyle çalışma fırsatı bulduğum, üzerimde çok fazla emeği olan bilgi ve becerilerinden fazlaca faydalandığım, sabah toplantılarında her zaman büyük bir dikkatle fikirlerini beklediğim sayın Doç. Dr. Turgut Akgül ağabeyime sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca asistanlığımın son döneminde çalışma fırsatı bulduğum bilgilerinden, tecrübelerinden yararlandığım insani ilişkilerini her zaman örnek aldığım bana her konuda ne zaman olursa olsun yardımlarını esirgemeyen sayın Op. Dr. Yavuz Sağlam ağabeyime, Op. Dr. Murat Korkmaz ağabeyime, beraber asistanlık yapma fırsatı bulduğum Op. Dr. Taha Kızılkurt ve Op. Dr. Serkan Bayram ağabeylerime, tıpta uzmanlık eğitimim boyunca birçok konuda destek gördüğüm sayın Doç Dr. Mehmet İlke Bütet ağabeyime teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlanma sürecinde bana her konuda destek sağlayan, Spor Hekimliği Anabilimdalı'nın her türlü imkânından faydalandığım sevgili hocam Dr. Öğretim görevlisi Türker Şahinkaya'ya teşekkür ederim.

Ayrıca asistanlığım boyunca dostluklarını her daim hissettiğim başta, Dr. Lezgin Mert, Dr. Alper Şükrü Kendirci, Dr Emre Meriç, Dr. Dr. Fatih Şentürk, Dr. Şahin Karalar ve diğer asistan arkadaşlarıma da sonsuz teşekkürler.

Eğitim hayatım boyunca yoğun çalışma temposuna rağmen bana her konuda destek olan hem babam hem de hocam Prof. Dr. Bekir Kocazeybek'e, beni büyüten her ihtiyacım olduğunda yanımda olan kıymetli annem Melek Kocazeybek'e ve sevgili kız kardeşim Dr. Pelin Kocazeybek'e, asistanlık hayatımdaki zor süreçlerle başa çıkmamda bana her anlamda desteğini hissettiğim sevgili eşim Ezgi Kocazeybek'e teşekkürlerimle...

İÇİNDEKİLER

BEYAN	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLOLAR LİSTESİ	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
I. ÖZET.....	1
II. GİRİŞ.....	3
III. GENEL BİLGİLER	7
III. A. TARİHÇE.....	7
III B. ÖN ÇAPRAZ BAĞ ANATOMİSİ	9
III C. DİZ EKLEMİ KİNEMATİĞİ VE ÖN ÇAPRAZ BAĞ BİYOMEKANİĞİ	11
III. D. ÖÇB YARALANMALARINDA ETİOLOJİ VE MEKANİZMA.....	13
III E. ÖÇB YARALANMALARINDA RİSK FAKTÖRLERİ.....	14
III. E. 1. Hormonal faktörler.....	14
III. E. 2. Anatomik Faktörler	14
III. E. 2. a. Vücut Kitle İndeksi (VKİ)	14
III. E. 2. b. Eklem Laksitesi.....	14
III. E. 2. c. Pelvis ve Gövde	14
III. E. 2. d. Q Açısı	14
III. E. 2. e. Femoral Çentik ve ÖÇB boyutu.....	15
III. E. 2. f. Posterior Tibial Eğim (Slope).....	15
III. E. 2. g. Subtalar eklem Pronasyonu ve Naviküler Düşme	15
III. E. 3. Çevresel Faktörler.....	15
III. E. 3. a. İklim koşulları ve Ekipman.....	15
III. E. 4. Nöromuskuler Faktörler.....	16
III. E. 4. a. Hareket Paternleri	16
III. E. 4. b. Kas Aktivasyon paternleri	16
III. E. 4. c. Yetersiz Kas Gücü	16
III. E. 4. d. Kas Yorgunluğu.....	16
III. E. 4. e. Biyomekanik Faktörler	16

<i>III. F. ÖÇB YARALANMALARINDA TANI</i>	17
<i>III. F. 1. FİZİK MUAYENE BULGULARI</i>	17
III. F. 1. a. Lachman Testi	17
III. F. 1. b. Ön çekmece Testi	18
III. F. 1. c. Pivot-shift Testi	18
III. F. 1. d. Lelli Testi & Lever Bulgusu	19
III. F. 1. e. Artrometreler (KT-1000, KT-2000, GNRB):	20
<i>III. F. 2. ÖÇB YARALANMALARINDA RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME</i>	20
III. F. 2. a. Direkt Grafi	20
III. F. 2. b. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	21
III. F. 2. c. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	21
<i>III. G. ÖÇB YARALANMALARINDA TEDAVİ</i>	23
<i>III. G. 1. Konservatif Tedavi</i>	23
<i>III. G. 2. Cerrahi Tedavi</i>	24
III. G. 2. a. Greft Seçimi	24
III. G. 2. a. 1. Allogreftler:	24
III. G. 2. a. 2. Ototgreftler	24
III. G. 2 b. Tünel Yerleşimi	25
III. G. 2. c. Greft Gerginliği	25
III. G. 2. d. ÖÇB Cerrahisinde Kullanılan Tespit Materyalleri	26
III. G. 2. d. 1. Kortikal Askı Sistemleri	26
III. G. 2. d. 1. (a). Sabit Loop'lu Kortikal Askı Sistemleri	27
III. G. 2. d. 1. (b). Ayarlanabilir Loop'lu Kortikal Askı Sistemleri	28
III. G. 2. d.2. Kansellöz Tipte Tespit Materyalleri	29
III. G. 2. d. 2. (a). İnterferans Vidaları	29
III. G. 2. d. 2. İkincil Tespit Yöntemleri	30
III. G. 2. d. 2. (a). U Çivisi (Staple):	30
III. G. 2. d. 2. (b). Suture Post Vidası	30
III. G. 2. d. 2. (c). Spiked washer- Dişli Pullu Vida	30

IV. GEREÇ VE YÖNTEM.....	31
<i>IV. A. OLGU SEÇİMİ VE PLANLAMA</i>	<i>31</i>
<i>IV. B. OLGULARIN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ</i>	<i>35</i>
<i>IV. B. 1. Fonksiyonel Skarlama Yöntemleri.....</i>	<i>35</i>
IV. B. 1. a. Lysholm Diz Skarlama Ölçeği	35
IV. B. 1. b. İKDC (The International Knee Documentation Committee) Anketi	36
<i>IV. B. 2. FİZİK MUAYENE YÖNTEMLERİ.....</i>	<i>37</i>
IV. B. 2. a. Lachman Testi	37
IV. B. 2. b. Ön Çekmece Testi	38
IV. B. 2. c. Pivot-Shift Testi.....	39
IV. B. 2. d. KT-1000 Artrometre Ölçümü.....	40
IV. B. 2. e. İzometrik Diz Testler(Cybex-5 Lumex Inc., Ronkonkoma, NY, USA).....	42
<i>IV. C. CERRAHİ TEKNİK</i>	<i>43</i>
<i>IV. C. 1. Ameliyat öncesi hazırlık</i>	<i>43</i>
<i>IV. C. 2. Hamstring Otogreftinin Alınması.....</i>	<i>44</i>
<i>IV. C. 3. Anteromedial (AM) Portal Tekniği.....</i>	<i>45</i>
<i>IV. C. 4. ÖÇB Rekonstrüksiyonu Sonrası Rehabilitasyon</i>	<i>47</i>
<i>IV. C. 5. İstatistiksel Analiz.....</i>	<i>49</i>
V. BULGULAR.....	50
VI. TARTIŞMA	71
VII. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	81
VIII. EKLER.....	82
<i>VIII. A. LYSHOLM DİZ SKORLAMA ÖLÇEĞİ.....</i>	<i>82</i>
<i>VIII. B. 2000 İKDC SUBJEKTİF DİZ DEĞERLENDİRME FORMU</i>	<i>83</i>
IX. KAYNAKLAR.....	86

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1:Hey-Groves'un Orjinal tekniği	7
Şekil 2:Tibia ve femurdan kemik tüneller açılarak greft kullanımı	8
Şekil 3:Eksize edilen AM ve PL demetler	10
Şekil 4:Demetlerin tibial yapışma yerleri.....	10
Şekil 5:Diz ekstansiyonda iken demetler paralel	11
Şekil 6:Diz fleksiyonda iken demetler birbirini çaprazlar	12
Şekil 7: Lelli Testi a) Negatif b) Pozitif (Lever Bulgusu).....	19
Şekil 8:Segond Kırığı	21
Şekil 9:Orta Bölge (Mid-substance) Rüptürü	22
Şekil 10: İntakt ÖÇB.....	22
Şekil 11:Sabit looplu kortikal askı sistemleri.....	27
Şekil 12:Ultrabutton –Smith-Nephew- USA.....	28
Şekil 13:Tightrope- Arthrex- USA.....	28
Şekil 14:İnterferans Vidaları	29
Şekil 15:U Çivisi (Staple)	30
Şekil 16:Suture Post Vidası.....	30
Şekil 17:Dişli Pullu Vida.....	30
Şekil 18: Akış Diyagramı.....	33
Şekil 19:Lachman testi uygulanması	37
Şekil 20: Ön Çekmece Testi.....	38
Şekil 21:Pivot-shift testinin uygulanması	39
Şekil 22: KT-1000 ölçümü.....	41
Şekil 23:İzokinetik Diz testleri (Cybex-5 Lumex Inc., Ronkonkoma, USA)	42
Şekil 24:Portallerin belirlenmesi.....	43
Şekil 25:Gracilis ve ST tendon greftleri.....	44
Şekil 26:Graft çapı ölçümü ve Krakow ile sütüre edilen dörde katlanmış ST& Gracilis Graftı	45
Şekil 27:Çalışma gruplarının preop ve postop Lysholm Diz Skorlama Ölçeği	53
Şekil 28:Çalışma gruplarının preop ve postop IKDC skorlarının sonuçları	53
Şekil 29:Sağlam diz KT 1000 67N, 89N, 134N değerleri	57
Şekil 30:Opere diz KT-1000 67N, 89N, 134N değerleri	57
Şekil 31:Sağlam- Opere diz (Δ) KT 1000 değerleri farkları	58

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Gruplara göre tanımlayıcı özelliklerin dağılımı.....	51
Tablo 2: Olguların, Lysholm Diz Skoru Ölçeği ve IKDC skorlarının preop ve postop sonuçlarının, her bir grup içerisindeki karşılaştırılması.	52
Tablo 3: Çalışma gruplarının izometrik kas güçleri değerlerinin karşılaştırılması.	54
Tablo 4: Olgu gruplarında opere ve sağlam dizde ölçülen KT-1000 değerleri ve farklarının karşılaştırılması.	56
Tablo 5: S grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin Pearson korelasyon testi ile karşılaştırılması.	60
Tablo 6: SG grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin Pearson korelasyon testi ile karşılaştırılması.	62
Tablo 7: SG-D grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin Pearson korelasyon testi ile karşılaştırılması.	64
Tablo 8: S grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin, Spearman korelasyon testi ile karşılaştırılması.	66
Tablo 9: SG grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin, Spearman korelasyon testi ile karşılaştırılması.	68
Tablo 10: SG-D grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin, Spearman korelasyon testi ile karşılaştırılması.	70

KISALTMALAR LİSTESİ

ÖÇB	: Ön Çapraz bağ
AM	: Anteromedial
PL	: Posterolateral
AÇB	: Arka Çapraz bağ
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
IKDC	: International Knee Documentation Committee
ST	: Semitendinosus
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
PT	: Peak Tork
TWD	: Total Work Done
K-PT-K	: Kemik Patellar Tendon Kemik
AP	: Anterioposterior
ST-G	: Semitendinosus-Gracilis
S	: Standart Grup
SG	: Sonradan Germe
SG-D	: Sonradan Germe+ Düğüm
SD	: Standart Sapma

I. ÖZET

Amaç: Çalışmamızda ön çapraz bağ rekonstrüksiyonlarında kullanılan ayarlanabilir loop'un üç farklı tespiti ile elde edilen greft gerginliklerinin klinik ve fonksiyonel sonuçlara etkilerinin karşılaştırılması amaçlandı.

Olgular ve Yöntem: Çalışmamız randomize, tek kör, klinik temelli ve prospektif kohort olarak planmış ve yürütülmüştür. İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde 2018-2020 yılları arasında ÖÇB rüptürü tanısıyla tek demet anatomik Anteromedial Portal Tekniği ile femoral taraf tespitinde ayarlanabilir kortikal askı sistemi kullanılarak ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan olgular prospektif olarak araştırmaya alınmıştır. Araştırmamıza alınan 36 olgu dahil edilme kriterlerine ve uygulanacak tespit yöntemine göre 3 gruba bölünerek randomize edildi. Olguların preoperatif ve postoperatif dönemde fizik muayene ve klinik değerlendirmeleri (IKDC, Lysholm, KT-1000 ölçümleri gibi) yapıldı. Verilerin istatistiksel değerlendirmesinde $p < 0.05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular: Standart (S) gruptaki 10 olgunun 9'u erkek (%90), 1'i kadın, sonradan germe grubundaki (SG) 10 olgunun 8'i erkek (%80) 2'si kadın (%20), sonradan germe+ düğüm (SG-D) grubundaki 10 olgunun 9'u erkek (%90), 1'i kadın olmak üzere çalışmadaki 30 olgunun 26'sı erkek 4'ü kadındı. Olguların yaş ortalamaları $27,4 \pm 8,08$ (dağılım aralığı:18-50) olarak görüldü. Grupların birbirleri arasında demografik verileri arasında belirgin farklılıklar görülmedi. Çalışmamızda S, SG, SG-D grupların preop ve postop olarak fonksiyonel skora sonuçlarının anlamlı olarak postop lehine yükseldiği tespit edilse de ($p = 0,0001$) IKDC skorlarında, SG ve SG-D gruplarının S grubuna göre postop skor ortalamaları daha yüksek olduğu belirlenmiştir (sırasıyla 88,8, 94,9, 94,6). Ayrıca 89N (1.6mm,1,2 mm) ve 134N(1.8mm,1.3mm) kuvvet uygulandığında greft gerginliğinin daha fazla olduğu SG ve SG-D gruplarında karşı dize göre translasyon ölçülerinin azaldığı görülse de, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$)

(SG: $\Delta 89$: 1.6mm, $\Delta 134$:1,2 mm)(SG-D: $\Delta 89$:1.8mm, $\Delta 134$:1,3mm)

Sonuç: Araştırmamızdan elde edilen verilerle sonradan germe yönteminin greftte gerginlik kaybını en aza indirmek ve greftin ligamentizasyonuna kadar geçen evrede optimal ortamı sağlayacağı yönünden hem basit hem de etkili bir yaklaşım olduğu ifade edilebilir. Ayrıca ayarlanabilir kortikal askı sistemlerinin olası yaratabileceği greftin gerilim kaybını sınırlamak ve de greftin geri kaçmasını engellemek amacıyla sonradan germe ile birlikte düğüm atma tekniğinin potansiyel olarak umut verici olduğu söylenebilir.

ABSTRACT

Objective: In our study, it was aimed to compare the effects of different graft tensions provided by three different fixation methods of the adjustable loop used in anterior cruciate ligament reconstructions on clinical and functional results.

Materials and Methods: This study was planned and conducted as a randomized, single-blind, clinical-based and prospective cohort. Cases with the diagnosis of ACL rupture who underwent ACL reconstruction using an adjustable-loop cortical suspansory devices for femoral side fixation with the anteromedial portal technique in the Orthopedics and Traumatology Clinic of Faculty of Medicine, Istanbul University, between 2018 and 2020 were prospectively included in the study. The 36 cases included in our study were randomized into 3 groups according to the inclusion criteria and the chosen method to be applied. Preoperative and postoperative physical examination and clinical evaluations of the cases (such as IKDC, Lysholm , KT-1000 measurements) were performed. The $p < 0.05$ value was accepted as significant in the statistical evaluation of the data.

Results: As of total, 26 of the 30 subjects in the study were male and 4 were female. 9 out of 10 cases in the standart (S) group were male (90%), 1 was female, 8 out of 10 cases in the retensioning group (SG) were male (80%) and 2 were female (20%), and 9 out of 10 cases in the retensioning + knot-tying (SG-D) group, were male (90%), 1 was female. The mean age of the cases was 27.4 ± 8.08 (range: 18-50). In IKDC scores of this study, although it was determined that the functional scoring results of the S, SG, SG-D groups, both preoperatively and postoperatively increased significantly in favor of postoperative ($p = 0.0001$), it was determined that the postoperative score means of the SG and SG-D groups were slightly higher than the S group (88.8, 94.9, 94.6, respectively). Although it was observed that the translational measures of the opposite knee were decreased in the SG and SG-D groups, where the graft tension was greater, especially in the (89 N) and (134 N) forces , there was no statistically significant difference between the groups ($p > 0.05$)

(SG: $\Delta 89$: 1.6mm, $\Delta 134$:1,2mm) (SG-D: $\Delta 89$:1.8mm, $\Delta 134$:1,3mm)

Conclusion: It can be suggested that the retensioning method is both a simple and effective approach in terms of minimizing the graft laxity and providing the optimal environment in the for to the ligamentization of the graft. In addition, it can also be suggested that the knot-tying technique with the retensioning are potentially promising in order to limit the slippage of the graft, which can be caused by adjustable cortical suspensory devices.

II. GİRİŞ

Ortopedi biliminin ilk yıllarından itibaren insan anatomisi ve onun oluşturduğu fonksiyonel durumun birbiri ile bağlantılı olduğu bilinen bir gerçektir. Vücudumuzdaki en büyük eklemlerden biri olan diz eklemi insan evrimi boyunca hareket esnasında kendisine etkiyen yüklere ve vektörlere uyum sağlamıştır. Fakat diz anatomisi insandan insana birçok değişkenlik göstermesine rağmen değişmeyen tek olgu dizin kendine özgü fonksiyonel durumudur. Genel olarak dizin her bir fonksiyonu, diz anatomisini oluşturan yapıların takım çalışmasıyla gerçekleşir [1]. Ayrıca diz eklemi vücut ağırlığının çoğunluğunu taşıması ve ağırlık merkezini dengeleyen en önemli yapılardan biri olması sebebiyle, diz eklemi stabilitesini oluşturan yapıları tanımak önemlidir.

Diz eklemi stabilitesi, statik ligamanlar ve dinamik musküler kuvvetlerin işlevi ile sağlanmaktadır. Dizi stabilize eden dört bağdan birisi olan ön çapraz bağ (ÖÇB), dizi hem rotasyonel hem de translasyonel olarak desteklemektedir [2]. Dizin en çok yaralanan yapılarından biri olan ÖÇB tarih boyunca tedavisi üzerine en çok düşünülen konulardan birisi olmuştur [3]. Tedavi seçenekleri ile hastaların yaralanma öncesi fonksiyonel kapasitelerine yakın duruma getirebilmek amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı tedavi modaliteleri ve rehabilitasyon teknikleri denenerek ideal tedaviye ulaşılmaya çalışılmıştır.

Eklem içi bağlardan biri olması sebebiyle birçok otör ÖÇB'nin total rüptüre olduğu durumda iyileşme kapasitesinin kötü olduğu konusunda hemfikirlerdir. Bu sebeple semptomatik hastalarda ÖÇB rekonstrüksiyon fikri daha ağır basmıştır [4].

Son yıllarda artroskopi alanında gelişen cerrahi teknikler ile birlikte ÖÇB rekonstrüksiyonları sayısında artış olduğu görülmektedir [3].Yapılan cerrahi işlemlerle ÖÇB'nin fonksiyonunu taklit edebilecek bir yapı sağlanmaya çalışılmıştır.

Artroskopi yardımlı ÖÇB rekonstrüksiyonlarında birçok teknik tanımlanmış olup bunlardan bazıları güncelliğini yitirse de bazı teknikler günümüzde daha yaygın hale gelmiştir. Uygulanan tekniklerinden elde edilen tecrübelerle göre anatomiye yakın yapılan rekonstrüksiyonların klinik ve fonksiyonel sonuçlarının daha iyi olduğu ortaya konmuştur [5].

Anatomik rekonstrüksiyon amacıyla gerçekleştirilen ve günümüzde ortopedik cerrahlar tarafından daha çok tercih edilen tekniklerden birisi olan AM portal yardımcı anatomik tek demet ÖÇB rekonstrüksiyon tekniğidir. Bu tekniğin avantajları arasında ÖÇB'nin femoral ayak izine daha kolay ulaşabilmesine olanak sağlaması, gerektiğinde açılan aksesuar AM portal ile anteromedial (AM) demet ve posterolateral (PL) demet yapışma yerlerinin orta noktalarına tünel açılabilmesi, tünel yerinin belirlenirken daha geniş bir alanda hareket imkânı sağlayabilmesi gösterilir [6].

Güncel ameliyat teknikleri ile birlikte ÖÇB rekonstrüksiyonlarında, tercih edilen greft seçenekleri, greftin anatomik pozisyonu, greft gerginliği, greft çapı, greftin tespit materyalleri ve postoperatif dönemdeki rehabilitasyon gibi faktörler klinik ve fonksiyonel sonuçları etkilemektedir

ÖÇB rekonstrüksiyonlarında greft tercihi, cerrahın seçimi, hastanın aktivite durumu, hastanın yaşı gibi birçok faktöre bağlı değişmekle birlikte son karar kişisel tercihe bağlı olarak belirlenmektedir [7].

Literatürde greft seçiminin yanı sıra çapının boyutu ile ilgili birçok çalışma görülmüştür. Özellikle büyük yarıçapa sahip otojen tendon greftlerinin biyomekanik açıdan daha üstün olduğu gösterilmiştir [8]. Ayrıca ÖÇB revizyon sebeplerini içeren çalışmalarda greft çapının önemli bir faktör olduğu gösterilmiştir [9].

ÖÇB rekonstrüksiyonlarında greft tespiti için birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Son yıllarda donör saha morbiditesinin azlığı ve başarılı klinik sonuçlar göstermesi sebebiyle hamstring otogreftinin kullanımı artmıştır [10]. Bu da hamstring otogrefti gibi greft-kemik ara yüzünde iyileşme beklenen durumlarda greftin tünellere integrasyonunu sağlayan tespit materyallerinin önemini ortaya çıkarmıştır[11]. Tespit materyalleri için literatürde birçok karşılaştırmalı klinik ve biyomekanik çalışmalar yapılmış olup ideal bir tespitin, başarısız olmaması için yeteri kadar sağlam, instabilite geliştirmemesi için de dayanıklı ve güvenli olması gerekmektedir [12].

İdeal tespit yönteminin hangisi olduğu konusu hala tartışmalıdır. Süreç içinde çeşitli tespit materyalleri üretilmiş olup femoral ve tibial taraf için ayrı ayrı üretilen tespit materyalleri yıllar içerisinde geliştirilmiştir. Tespit materyalleri genel olarak kompresyon, ekspansiyon ve askı sistem tipleri olarak ayrılmış olup, askı tipi tespitler ise kortikal, kortikokansellöz ve kansellöz olarak gruplandırılmıştır [13]. Yapılan çalışmalarda üç grup için tatmin edici klinik sonuçlar belirtilse de birbirlerine karşı açık ve anlamlı bir üstünlük belirtilmemiştir [14].

Günümüzde femoral tarafta kortikal tipte askı sistemleri, tibial tarafta interferans vidaları üstüne sekonder tespit yöntemlerinden biri olan U çivisi (staple) daha çok tercih edilmektedir.

Hamstring otogrefti kullanılarak yapılan biyomekanik çalışmalarda interferans vidalarında greftin ekleme sürüklenmesi ve yüksek kuvvetler altında rüptüre olabildiği gösterilmiştir [15]. Buna karşın kortikokansellöz tipine ait çapraz pin sistemlerinin daha rijid tespit olanağı sağladığı ve yüksek kuvvetler altında daha stabil olduğu gösterilse de peroperatif ve postoperatif komplikasyonlarının olduğu bildirilmiştir[16].

Son yıllarda femoral taraf tespitinde kortikal asıcı sistemler, uygulamanın kolaylığı, güvenilirliği, biyomekanik açıdan kansellöz ve transfiksasyon yöntemlerine göre daha stabil bir tespit olanağı sağlayabilmesi ve greftin geri kaçmasını minimize edebilmesi gibi avantajları olması yönünden popüler hala gelmiştir [17].

Kortikal asıcı sistemler ayarlanabilir ve sabit loop'lu olarak ikiye ayrılmaktadır[13]. Sabit loop'lu kortikal askı sistemlerinin biyomekanik açıdan ayarlanabilir askı sistemlerine göre daha stabil tespit olanağı verdiği ve greftin geri kaçmasına daha az müsaade ettiği bildirilmiştir [18]. Fakat tespit tekniğinin birtakım zorlukları mevcuttur. Loop uzunluğunun sabit olması sebebiyle femoral tarafta düğmenin takla atabilmesi için femoral tünelin kullanılacak materyalin uzunluğuna göre daha fazla oyulması gerekmektedir. Ölçümde yapılacak hata düğmenin tünel içinde takla atamayıp femoral kortekse oturamamasına veya tünel içi greft uzunluğu elde edilememesine yol açabilir[14].

Son yıllarda ÖÇB rekonstrüksiyonlarında doğal ÖÇB anatomisine uygun olarak konulan greftin fonksiyonel başarıyı arttırdığı ifade edilmektedir [19]. Bu sebeple AM portal yardımcı tek demet ÖÇB rekonstrüksiyonlarında ÖÇB'nin kendi anatomisine uygun olarak horizontal bir femoral tünel edilmesi femoral tünelin boyunun daha kısa olmasına yol açmıştır [20]. Bu sebeple tünel içi tendon uzunluğunun arttırmak için ayarlanabilir askı sistemleri geliştirilmiştir

Ayarlanabilir askı sistemlerin uygulama kolaylığı, femoral tünel içinde daha uzun tendon tespit imkanı, loop uzunluğu hesabı yapılmaması ve aynı implantı tünel ölçümlerinden bağımsız kullanabilme imkanı vermesi yönünden tercih edilmektedir [21]. Fakat bu tespit yönteminde tespit sonrası peroperatif dönemde loop'un uzadığı, greftin gevşeyebildiği hatta buna ek olarak yapılan biyomekanik çalışmalarda postoperatif dönemde dahi farklı kuvvetler altındaki siklik yüklenmeler sonrası greft elongasyonuna ve gerginliğinde kayıp olduğu gözlenmiştir [14,18,22].

Bazı otörler ayarlanabilir loop üzerine düğüm atarak bu gibi durumların önüne geçmeyi amaçlamışlardır. Tespitinin zamanı da tartışılan başka bir husustur. Choi ve ark.[23] tarafından yapılan çalışmada tibial tespit öncesi sonradan germe ve düğüm atılarak daha stabil bir tespit sağlandığı iddia edilmiştir. Bu sebeple ayarlanabilir loop'lu kortikal askı sistemlerinde vida tespiti sonrası greftin eklem içine yönelmesini engellemek için tekrardan gerilmesi hatta düğüm atılarak kilitlenmesi ve bunun zamanlaması önem kazanmıştır. Yapılan biyomekanik çalışmalarda serbest uçlarının düğüm atılmasıyla daha stabil tespit sağlayabileceği ve greft elongasyonunu azaltabileceği iddaa edilse de, tespitin sonradan gerilmesi veya düğüm atılmasının ayarlanabilir tespit materyallerinin biyomekanik özelliğini değiştirmedini belirten görüşler de mevcuttur [24,25]

Literatür incelememizde greft gerginliğinin ÖÇB rekonstrüksiyonları esnasında ne kadar olması gerektiği konusu bir hayli araştırılmıştır. Yapılan hayvan ve kadavra çalışmalarında biyomekanik açıdan farklı görüşler belirtilse de greft gerginliğinin klinik ve fonksiyonel sonuçlarını inceleyen çalışma sayısının yeterli sayıda olmadığı görülmüştür.

Çalışmamızın temel olarak yanıtlamayı amaçladığı sorular şunlardır;

I- Ayarlanabilir kortikal askı sistemi kullanılan olgularda greftin olası geri kaçması ve gerginlik kaybı postoperatif fonksiyonel ve klinik sonuçlarını nasıl etkiler?

II- Ayarlanabilir kortikal askı sistemi kullanılan olgularda postoperatif dönemde olası loop elongasyonuna bağlı bir instabilite gelişmekte midir?

Bu bağlamda yukarıda verilen soruların cevaplarını araştırmak için çalışmamızın amacı, hamstring otogrefti ile yapılan anatomik tek demet ÖÇB rekonstrüksiyonlarında ayarlanabilir looplu askı sistemi kullanılarak 3 farklı teknikte elde edilen greft gerginliklerinin klinik ve fonksiyonel sonuçlara etkisini belirlemektir.

Aşağıda verilen hipotezlerin çalışmamızın amacını gerçekleştirmede yardımcı olacağı kanaatindeyiz.

Hipotez I: Greftin daha gergin olarak tespiti, dizin stabilitesini artırarak postoperatif fonksiyonel sonuçları olumlu yönde etkiler

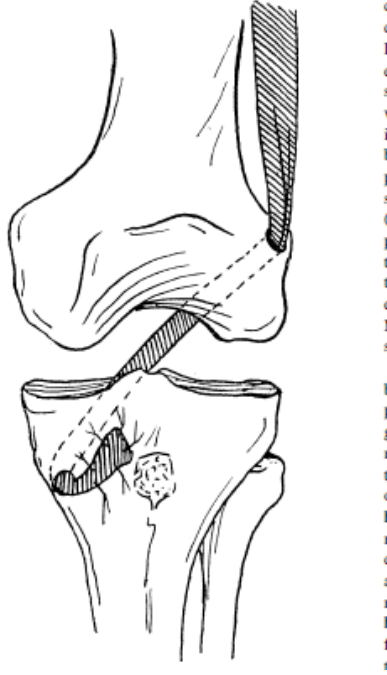
Hipotez II: Literatürde, kortikal asıcı sistemlerin tensil güçlerinin ve dayanıklılıklarının daha iyi olduğu gösterilmiştir. Fakat ayarlanabilir loop'lu sistemlerde siklik yüklenmelerden sonra bile greftin elonge olabildiği ve gevşeyebildiği tespit edilmiştir. Bu sebeple peroperatif greft gerginliğinin artırılması postoperatif dönemde laksiteyi azaltır.

III. GENEL BİLGİLER

III. A. TARİHÇE

Ön çapraz bağa ait bulgular tarihte ilk olarak M.Ö eski Mısır papirüslerinde rastlansa da gerçek tanımı ve doğası ilk olarak Galen tarafından adlandırılmıştır [26].

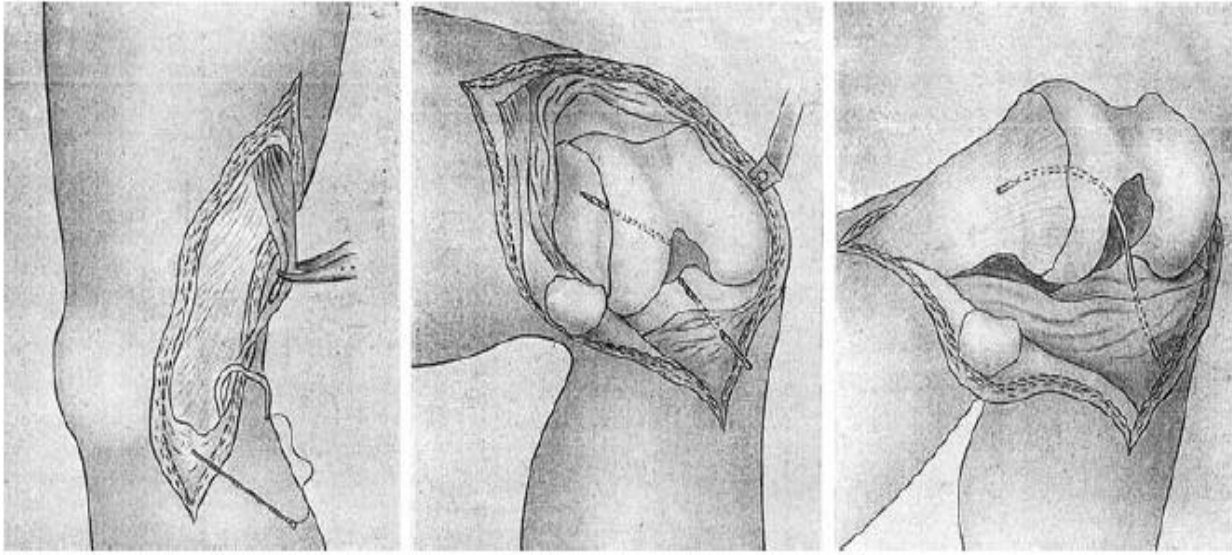
Galen eklemi destekleyen bir ligaman olduğunu ve anormal hareketleri önlemede görevli olduğunu belirtmiştir. Yıllar içerisinde anesteziye modern çağın başlaması, aseptik teknikler, radyolojideki gelişimler sayesinde ÖÇB ortopedi ve travmatolojinin ilgi odağı haline gelmiştir. 1900’lü yılların başında ilk olarak primer tamir sonuçlarını W.H Battle bildirirse de, primer tamiri ilk yapan Mayo Robson’dır[26,27]. Robson 41 yaşında bir madenciye ÖÇB ve arka çapraz bağ (AÇB) yaralanması sebebiyle direk tamir işlemini gerçekleştirmiştir. Daha sonra Hey Groves kendi vakaları için ligamentlerin “öylesine yaralanmış” olmasından ötürü direk tamirin imkansız olup fasya lata otogrefti ile rekonstrüksiyonu gerçekleştirmiştir [28] (Şekil 1)



Şekil 1:Hey-Groves’un Orijinal tekniği (E. H. Groves, “Operation for the Repair of the Crucial Ligaments.,” *Lancet*, pp. 674–676, 1917)

Fasya lata otogrefti sonrası, başka greft seçenekleri tarih boyunca tartışılmış olup 1900 yılların başında ekstansör retinakulum ve patellar tendon bir greft seçeneği olarak değerlendirilmiştir. Mitchell Langworthy of Spokane, ilk olarak ÖÇB yerine ekstansör retinakulum ve patellar tendon bir bölümünü kullanmıştır. Fakat ani ölümü sebebiyle yayınlama fırsatı bulamamıştır [27]. İlk olarak Viyana'dan Ernst Gold patellar tendon medial kenarını kullandığı bir vakasını bildirmiştir [29].

1936'da Amerikalı cerrah Campbell diz instabiliteleri konusunda yeni tanımlamalar yapmış olup, ekstansör retinakulum ve patellar tendon mediali kullandığını belirten iki makale yayımlamıştır[27][29]. 1963 yılında Kenneth Jones daha fizyolojik olduğunu iddia eden patellar tendonun orta 1/3'ünü kullanarak infrapatellar yağ yastıkçığının altından geçirip kemik blok ile femoral tünele tespitini gerçekleştirmiştir [30]. Hamstring Otogrefti kullanımı ise ilk olarak 1934 yılında İtalyan cerrah Ricardo Galeazzi tarafından Hey Groves'tan esinlenerek gerçekleştirilmiştir [29](Şekil 2).



Şekil 2: Tibia ve femurdan kemik tüneller açılarak greft kullanımı

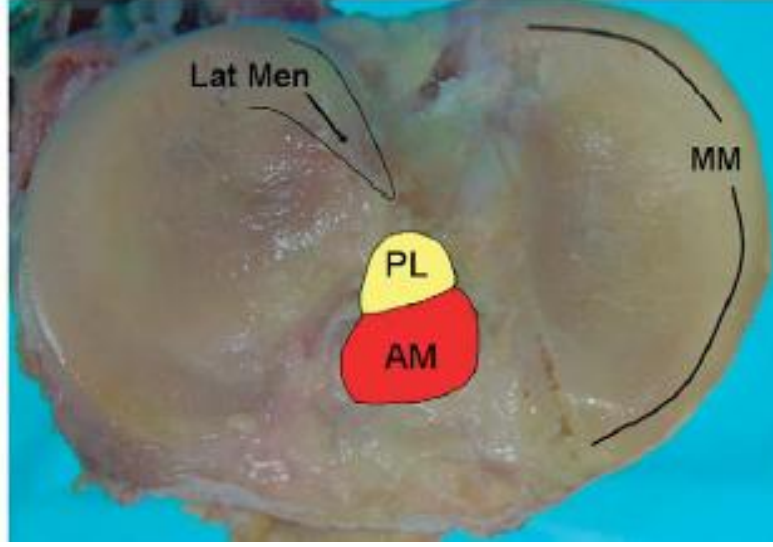
(N. Davarinos, B. J. O'Neill, and W. Curtin, "A Brief History of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction," *Adv. Orthop. Surg.*, vol. 2014, pp. 1–6, 2014)

ÖÇB cerrahisi 20. Yüzyılın başlarında çoğu cerrah için zorlu bir prosedür olarak görülmekteydi. Gelişen teknolojiyle birlikte 1950'li yıllarda Almanya'dan Willy König ve Rusya'dan Li eklemi açmadan trans-artiküler ÖÇB rekonstrüksiyonun gerçekleştirmiştir [31]. Diz artroskopisinin popülerite kazanması ve teknolojik gelişmeler sonucu 1970 yılında ilk olarak David Dandy tarafından karbon fiber yardımıyla artroskopik ÖÇB rekonstrüksiyonu gerçekleştirilmiştir[26,27,29]. Bu yıllarda artroskopik rekonstrüksiyon operasyonları kompleks işlemler olarak görülmüş olsa da ilerleyen dönemde açık cerrahi ile karşılaştıran çalışmalarda, kozmetik açıdan daha iyi olması, iyileşme süresinin hızlı olması ve postoperatif dönemde morbiditenin daha az olması yönünden daha avantajlı olarak gösterilmiştir [29][31].

III B. ÖN ÇAPRAZ BAĞ ANATOMİSİ

Ön çapraz bağın, birincil görevi tibianın öne tranlasyonunu kısıtlamak, ikincil görevi ise tibianın rotasyonunu belirli bir sınırdan tutmaktır. Intraartiküler ve ekstrasinovyal bir bağ olup kapsülle bağlantısı olmayan bir yapıdır. Tibianın interkondiler bölgenin önünden başlayıp kendi üzerinde dönerek lateral femur kondilinin posteromedial yüzüne yapışır [32]. Tarihsel süreçte anatomik ve fonksiyonel olarak tek bir demetten oluşmadığı konusunda tartışmalar sürmekte olsun, güncel literatürde çift demetli bir yapıya sahip olduğu kabul görmüştür. Bu iki demet anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) olarak tibiaya yapışma yerlerine göre adlandırılmıştır [33] (Şekil 3).

Anatomik olarak varyasyonlar gösterilse de AM demet yaklaşık olarak 28-38 mm ve PL demetten hayli uzun olarak gösterilmiştir (Şekil 4). Her iki demetin eni da yaklaşık 7-17 mm olarak belirtilmiştir.[34]



Şekil 3:Demetlerin tibial yapışma yerleri



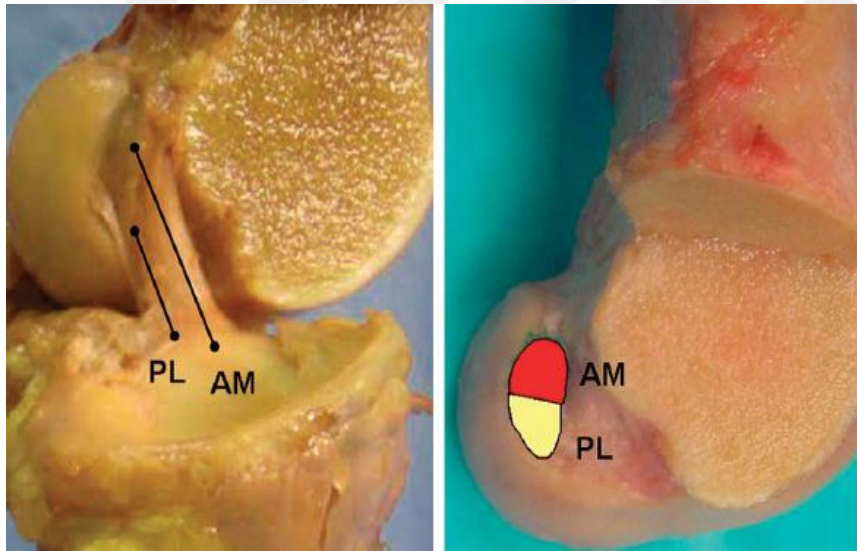
Şekil 4:Eksize edilen AM ve PL demetler

(Prodromos, Chadwick C, Charles Brown, Freddie H. Fu, Anastasios D. Georgouli,; Alberto Gobb, Stephen M. Howell, Don Johnson, Lonnie E. Paulos, K. Donald Shelbourne (2007). *The Anterior Cruciate Ligament: Reconstruction and Basic Science* 1st Edition, Elsevier, USA, p:5

III C. DİZ EKLEMİ KİNEMATİĞİ VE ÖN ÇAPRAZ BAĞ BİYOMEKANİĞİ

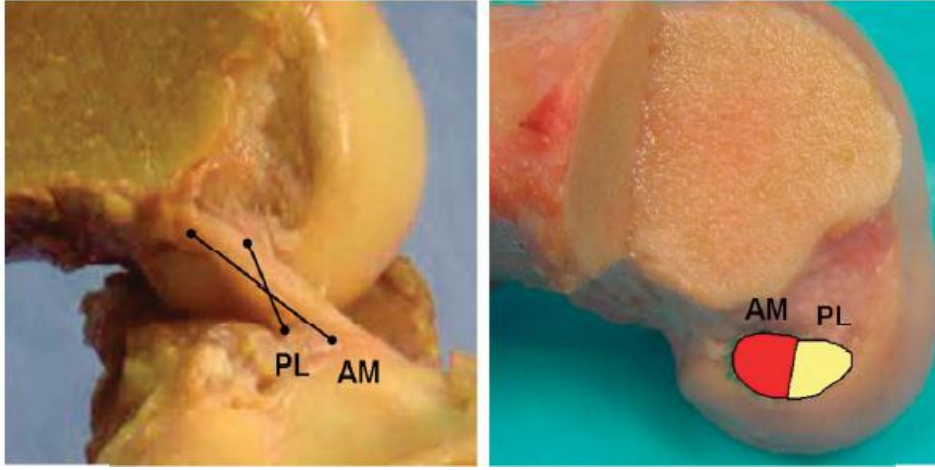
Diz eklemi en büyük sinovial eklem olup hareketini çevresindeki bağlar, kas grupları ve eklem yüzeyleri sayesinde gerçekleştirir. Özellikle femur ve tibianın birbiri üzerindeki kombine hareketinin birleşimi ile dar bir hacimde geniş bir açısal hareket açıklığı elde edilir. Bu iki başlıca hareket kayma ve yuvarlanma olarak adlandırılmıştır [35]

ÖÇB dizi stabilize eden bağlardan birisidir. Temel görevi tibianın öne translasyonunu engellemekle beraber rotasyonel olarak da stabilite sağlar. Ön çapraz bağın AM ve PL olmak üzere iki tane fonksiyonel demeti mevcuttur. Bu demetler dizin ön- arka ve kompleks rotasyonel hareketlerinde farklı rollere bürünerek eklemi destekler [36]. Demetler anatomik pozisyonlarına göre dizin ekstansiyondan fleksiyona doğru hareketinde dizilimleri değişmektedir. Diz tam ekstansiyonda iken demetler paralel görünümde iken, diz fleksiyona geldiğinde demetler birbiri üzerinde dönerek çaprazlanırlar [37] (Şekil 6,7)



Şekil 5:Diz ekstansiyonda iken demetler paralel

(Prodromos, Chadwick C, Charles Brown, Freddie H. Fu, Anastasios D. Georgouli,; Alberto Gobb, Stephen M. Howell, Don Johnson, Lonnie E. Paulos, K. Donald Shelbourne (2007). *The Anterior Cruciate Ligament: Reconstruction and Basic Science* 1st Edition, Elsevier, USA, p:7)



Şekil 6:Diz fleksiyonda iken demetler birbirini çaprazlar

(Prodromos, Chadwick C, Charles Brown, Freddie H. Fu, Anastasios D. Georgouli,; Alberto Gobb, Stephen M. Howell, Don Johnson, Lonnie E. Paulos, K. Donald Shelbourne (2007). *The Anterior Cruciate Ligament: Reconstruction and Basic Science*1st Edition, Elsevier, USA, p:7)

Bu sayede eklem hareket açıklığı rahatlıkla sağlanmış olur. Bu çaprazlama ve dizilim değişimi demetlerin hareketleri sırasında gerginliklerine de etki eder. Diz fleksiyonda AM demet gerilirken PL demet gevşer; diz ekstansiyonunda ise AM demet gevşeyip, PL demet gerilir [32]. Fakat bu demetlerden hiç biri izometrik olarak davranmaz [32].

Klinik çalışmalar, ÖÇB'nin dizin sadece fleksiyon ekstansiyon hareketi boyunca değil, rotasyonel hareketler esnasında da stabiliteye destek sağladığını göstermiştir [38].Yapılan biyomekanik çalışmalarda her iki demetin belli kuvvetlere karşı uygulanan yükleri paylaştığı görülmüştür. Tibiaya uygulanan ön arka yönlü vektörel kuvvette özellikle diz ekstansiyonda iken PL demetin AM demete göre daha çok yükü paylaştığı, 15 derece fleksiyonda hemen hemen eşit paylaşıldığı, artan fleksiyon derecelerinde AM demetin daha etkin hale geldiği görülmüştür [38].

Rotatuar kuvvetler uygulandığında ise AM demetin dizin 15 ve 30 derece fleksiyon derecesinde daha çok yük aldığını saptamıştır. Rotatuar yüklenmedeki bu fark tespit edilse de PL demete ait hatırı sayılır bir gerim kuvveti göze çarpmıştır [39]. Böylece ÖÇB demetlerinin hem ön arka planda hem de rotasyonel hareketlerde diz eklemine binen yükleri paylaştığı anlaşılmıştır.

III. D. ÖÇB YARALANMALARINDA ETİOLOJİ VE MEKANİZMA

Ön çapraz yaralanmaları spor cerrahisi içinde en çok incelenen araştırmaların içinde yer almaktadır. Literatürde bildirilen oranlara bakılırsa yılda 100.000 kişide 30 ila 78 arasında değişmektedir[3]. Amerikan Hastalıkları koruma ve korunma merkezinin verilerine göre yılda 100.000'e yakın ÖÇB rekonstrüksiyonu yapıldığı bildirilmiştir [3].

Bu sebeple yaralanmanın hem işgücü hem de maddi açıdan sağlık sistemlerine getirdiği yük düşünüldüğünde, yaralanmanın etiyolojik faktörlerini bilmek ve oluş mekanizmasını ortaya koymak, alınacak önlemleri belirlemede önemli hale gelmektedir. Geçtiğimiz 15 yıl içerisinde ÖÇB rüptürleri ve tedavileri hususunda yaklaşık 4000 makale yapılsa da, ÖÇB yaralanmasını önlemeye dönük makaleler bu sayının sadece %3'ünü oluşturmaktadır [40].

ÖÇB yaralanmaları kontakt (direk) ve nonkontakt (indirek) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır[41]. Kontakt yaralanmalar, fiziksel temas içeren durumlarda veya trafik kazaları sonucu oluşmaktadır. ÖÇB yaralanmalarının büyük çoğunluğu temas olmadan gerçekleşir [42]. En çok da ayak yerde sabitken diz ekstansiyonda, dizin internal rotasyona ve valgusa zorlanmasıyla meydana gelir [43]. Buna ek olarak dizin hiperekstansiyonu veya hiperfleksiyonuna bağlı da gerçekleştiği de bildirilmiştir [44]. Boden ve ark. [45] tarafından yapılan video analiz sistemi ile ÖÇB yaralanmalarının en sık olduğu senaryo, tibianın dış rotasyona geldiği dizin ekstansiyona yakın bir halde olduğu ayağın plantigrad bir pozisyonda valgus kollapsın meydana geldiği durumdur.

III E. ÖÇB YARALANMALARINDA RİSK FAKTÖRLERİ

Risk faktörleri literatürde 5 başlık altında toplandığı görülmektedir [46].

III. E. 1. Hormonal faktörler

Kadınlarda, ÖÇB'ın üzerinde östrojen ve progesteron reseptörlerinin bulunmasına bağlı olarak daha sık ÖÇB yaralanmasının görüldüğü ve oral kontraseptiflerin hormonal dengeyi sağlayarak ÖÇB yaralanmalarını azalttığı öne sürülmüştür [47–50].

III. E. 2. Anatomik Faktörler

III. E. 2. a. Vücut Kitle İndeksi (VKİ)

VKİ'leri yüksek kişilerin zıplama sonrası inişte dizlerini daha ekstansiyon pozisyonunda yere basmaları, ÖÇB yaralanmaları için bir risk faktörü olabilir [51].

III. E. 2. b. Eklem Laksitesi

Jeneralize eklem laksitesi olanlarda 2.8 kat daha fazla ÖÇB yaralanması görülürken, kadınlarda spesifik eklem laksitesinin daha sık görüldüğü bildirilmiştir[51,52].

III. E. 2. c. Pelvis ve Gövde

ÖÇB yaralanmalarındaki risk faktörleri için tek başına diz eklemi düşünülmemelidir. Gövde, pelvis, kalça ve diz eklemi biyomekaniği birbiri ile ilişkilidir. Pelvisin öne tiltinin artması ile kalça eklemi fleksiyon ve iç rotasyon postürüne gelir ki; bu da hamstring kas grubunun boyunu uzatıp güçsüzleşmesine neden olur böylece gluteal kas grubunun moment kolunu değiştirir [53,54]. Hamstringler dizin öne translasyonun engeller, gluteal kas grubu ise kalça fleksiyonuna yardım ederek dinamik valgus kollapsı engeller.

.

III. E. 2. d. Q Açısı

Quadriseps açısı (Q) açısı, alt ekstremitenin biyomekaniğini değiştirerek diz eklemi statik ve dinamik valgus kuvvetine zorlamaktadır [55,56].

III. E. 2. e. Femoral Çentik ve ÖÇB boyutu

ÖÇB'nin yapısal özellikleri cinsiyetler arasında değişkenlik göstermiştir. Chandrashekar ve ark.[57] tarafından yapılan çalışmada ÖÇB 'nin kadınlarda erkeklere göre çapının, kütesinin, kesit alanının daha küçük aynı zamanda fibril konsantrasyonun daha az olduğunu öne sürmüşlerdir.

Diğer bir faktör ise femoral çentik genişliği ve ÖÇB yaralanması arasındaki ilişkidir. Literatürde ÖÇB yaralanması ve interkondiler çentik arasında çelişkili fikirler bulunmaktadır. Laprade ve ark [58] dar femoral çentiğin ÖÇB yaralanmasında bir risk faktörü olduğunu belirtmiştir.

III. E. 2. f. Posterior Tibial Eğim (Slope)

Posterior Tibial Eğim başlarda her ne kadar ÖÇB yaralanmaları ile ilgili gösterilmese de Stijak ve ark. [59] tarafından yapılan bir çalışmada ÖÇB yaralanmaları olan hastaların lateral tibia platosundaki eğimin fazla olduğu bulunmuştur.

III. E. 2. g. Subtalar eklem Pronasyonu ve Naviküler Düşme

Normalde subtalar pronasyon ve tibianın internal rotasyonu yürümenin kontakt fazında meydana gelir. Eğer bu fazın devamında subtalar pronasyon devam ederse femur iç rotasyona, diz ise valgus momentine maruz kalır ve dizin üstünde anormal bir kuvvet oluşur bu da ÖÇB yaralanma riskini arttırabileceği ileri sürülmüştür [60].

III. E. 3. Çevresel Faktörler

III. E. 3. a. İklim koşulları ve Ekipman

Amerikan futbolu oyuncularında, kuru çim zeminde ıslak zemine göre daha fazla ÖÇB yaralanmasının görülmesi artan sürtünme kuvvetine ve torsiyonel dirence bağlanmıştır [61]. Ayakkabı ve zemin arasındaki sürtünme kuvveti arttıkça dizlere binen yük sayesinde ÖÇB yaralanmaları artabilmektedir [62].

III. E. 4. Nöromuskuler Faktörler

III. E. 4. a. Hareket Paternleri

Yapılan kontrollü labaratuvar çalışmalarında sıçrama sonrası düşerken, ani hız kesme ve pivot hareketlerde diz ve kalça fleksiyonunun daha az olduğu, aynı zamanda dizde artmış valgus, tibiada eksternal torsiyona ve daha fazla quadriseps baskınlığına sahip olduğunu göstermiştir. Özellikle agresif quadriseps yüklenmesi yaratılan kadavra çalışmalarında tibianın öne translasyonu ile sonuçlandığı ve yaralanmanın sebeplerinden biri olduğu öne sürülmüştür [63].

III. E. 4. b. Kas Aktivasyon paternleri

Literatürde yere inerken ve pivot hareketlerinde quadriseps dominant kasılmaların ÖÇB yaralanmalarında bir risk faktörü olduğu belirtilmiştir [63].

III. E. 4. c. Yetersiz Kas Gücü

Erkeklerde diz eklemini ilgilendiren quadriseps ve hamstring kas grubunun aktivasyon süresi kadınlara göre daha uzun olduğu için diz eklemleri daha sert ve stabildir [64].

III. E. 4. d. Kas Yorgunluğu

Kas yorgunluğu proprioepsiyonu azaltarak eklem laksitesi artırmakta ve tibianın öne translasyonu artırmaktadır [45].

III. E. 4. Biyomekanik Faktörler

ÖÇB yaralanmaları için biyomekanik risk faktörleri 3 başlıkta tanımlanmaktadır [65].

Sagittal planda, iniş fazında eklemler fleksiyona gittikçe absorbe ettikleri enerjinin artmasıyla ÖÇB rüptür riskinin daha az olabileceği bildirilmiştir [66].

Koronal planda ise gövdenin lateral yer değiştirmesi ile birlikte kalça adduksiyonu, iniş fazında diz üzerinde bir valgus stres oluşturur [67]. Ayrıca, ayak bileği eversiyonun tibianın internal torsiyonunu ve dizin valgus stresini arttırdığı gösterilmiştir [43].

Son olarak transvers planda, düz koşuya nazaran, pivot hareketlerde dizin iç veya dış rotasyon momentine maruz kalması nonkontak ÖÇB yaralanma riskini arttırdığı iddia edilmiştir [68,69].

III. F. ÖÇB YARALANMALARINDA TANI

Diz eklemine majör stabilizatörlerinden olan ön çapraz bağın sportif aktivitelerin de artmasıyla günümüzde yaralanma sıklığı artmıştır [70]. Bu sebeple her hastada olduğu gibi ÖÇB yaralanması olan hastalarda da ayrıntılı bir anamnez ve fizik muayene yapılması önemlidir. Yaralanmanın ne zaman ve nasıl olduğu özellikle kontakt veya nonkontakt bir travma olup olmadığı tanıya gitmede önemli bir araçtır.

Yaralanma sonrası akut vakalarda hastanın diz eklemine ani bir boşalma, ciddi hemartroz ve ağrı gelişmektedir. Bazı hastalarda travma anında kopma hissi olduğu ve bunu iki yumruğun birbiri üstünde kayması olarak ifade edilir [35].

III. F. 1. FİZİK MUAYENE BULGULARI

Ayrıntılı bir anamnezden sonra tanı için en önemli basamak fizik muayene kısmıdır. Klinik uygulamada diz instabilitesini değerlendiren başlıca testler; lachman testi, ön çekmece testi, pivot-shift testi ve son yıllarda literatürde sıkça bahsedilen Lachman ve ön çekmeceyi andıran Lelli testidir.

III. F. 1. a. Lachman Testi

Lachman testi ÖÇB rüptürü için en güvenilir test olarak kabul edilir fakat bu güvenilirlik daha çok kronik vakalar için söylenebilir [71]. Bunun sebebi kronik vakalarda sekonder kısıtlayıcı yapıların gerilip hamstring spazmının azalması olarak söylenmektedir. Bu sebeple hasta supin pozisyonunda yatarken, tamamen gevşemesi yani hamstring spazmı olmadan diz 20°-30° fleksiyona alınır, bir el ile distal femur anterioru sabit tutulmaya çalışılırken diğer el ile proksimal tibianın posterioru kavranarak tibia femur üzerinden anteriora transle edilir. Sağlam tarafla kıyaslandığında, tibianın daha çok anteriora transle olması ve yumuşak bir son nokta hissi testi pozitif yapmaktadır.

III. F. 1. b. Ön çekmece Testi

Hasta supin pozisyonda yatarken kalça 45 ° fleksiyona diz 90 ° fleksiyona alınır. Ayak masada sabit tutulmak amacıyla ayağın üzerine oturularak tibia proksimali her iki el ile kavranarak öne çekilir, tibianın femur üzerinden anteriora translasyonu gözlenerek not edilir, pozitiflik derecesi karşı diz ile karşılaştırarak belirlenir. Torg ve ark [72] özellikle akut vakalarda ön çekmece testinin yalancı negatif olabileceği 3 sebep açıklamıştır, birincisi hemartroz ve sinovitin dizin 90 dereceye gelmesini engellemesi, ikincisi hamstring gerginliğine bağlı tibianın öne translasyonun engellemesi, üçüncü olarak medial menisküsün arka boynuzunun femurun medial kondilinin posteriorunu engellemesi sebebiyle tibianın öne translasyonunun engellemesidir.

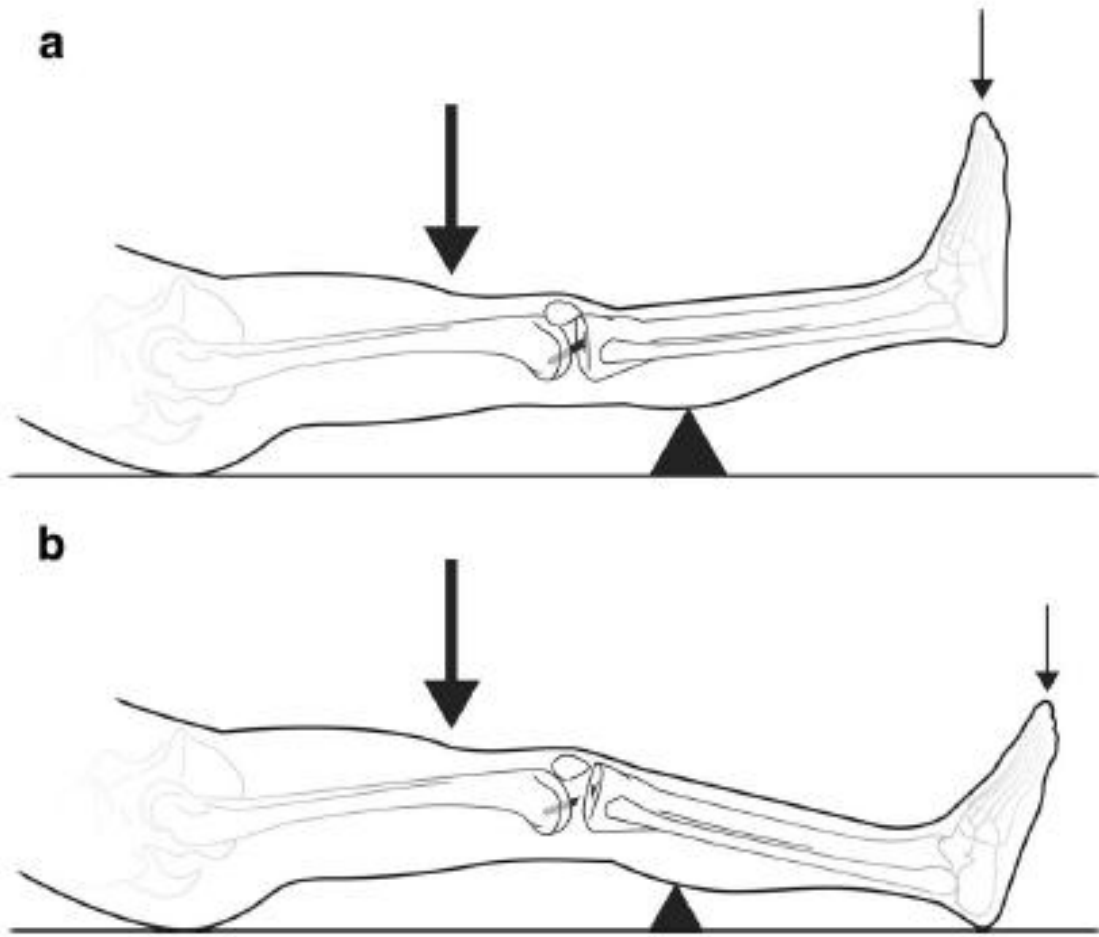
III. F. 1. c. Pivot-shift Testi

Pivot shift testi ÖÇB'nin fonksiyone olmadığı durumlarda sublukse olan dizin tekrardan redükte edilmesine dayanan, diz instabilitesini dolaylı olarak gösteren dinamik bir testtir. İlk olarak Galway ve Machintosh tarafından tariflenmiştir [73]. Hasta sırtüstü pozisyonda yatarken test eden kişi bir elini dizin lateralinde diğer elini de aynı ekstremitenin topuğunu kavrayacak şekilde tutar. Ayak bileğindeki el ile diz internal rotasyona alınır ve diz fleksiyona getirilirken diğer el ile dize valgus yönünde kuvvet uygular. ÖÇB'nin nonfonksiyone olduğu hastalarda sublukse olan diz 30° fleksiyonu geçtikten sonra iliotibial bantın çekmesi ile diz yeniden redükte olur. İliotibial bant, LCL, bicepsin lateral başı, popliteus hasarlanması sonucunda da pivot-shift gelişebilir. Eklemlerin hiperlaksitesinde, lateral menisküs problemlerinde, diz içinde serbest fragman bulunması durumunda, patellofemoral problemlerde yalancı pozitif; akut yaralanmalarda kas spazmı nedeniyle ve kilitli dizlerde yalancı negatif sonuç verebilir [74].

III. F. 1. d. Lelli Testi & Lever Bulgusu

Lelli ve ark [75] tarafından Lever Bulgusu 2005 yılında ortaya atılmış olup klinik uygulamaya girmiştir. Diğer testlere nazaran akut durumlarda bile total veya parsiyel rüptürlerin tanısında kullanıldığı iddia edilmiştir. Hasta supin pozisyonda yatarken dizler tam ekstansiyonda olacak şekilde muayene edilmek istenen ekstremitede gastrosoleus kas grubunun en belirgin noktasının altına bir yükselti konularak diz hafif fleksiyona getirilir.

Klinisyen yumruğu ile quadrisepsin distaline kuvvet uygulayarak topuğun zeminden kalkıp kalkmadığı kontrol edilir (Şekil 7). Pozitif lever bulgusunda quadrisepsse kuvvet uygulandığında ÖÇB'nin rüptürü olması sebebiyle topuk zeminden kalkamayıp tibia öne transle olacaktır.



Şekil 7: Lelli Testi a) Negatif b) Pozitif (Lever Bulgusu)

(A. Lelli, R. P. Di Turi, D. B. Spenciner, and M. Dòmini, “The ‘Lever Sign’: a new clinical test for the diagnosis of anterior cruciate ligament rupture,” *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 24, no. 9, pp. 2794–2797, 2016)

III. F. 1. e. Artrometreler (KT-1000, KT-2000, GNRB):

1980'lerden sonra ÖÇB tanısı için birçok gelişme gözlenmiş olup fizik muayene bulgularına ek olarak objektif parametrelerin geliştirilmesi için dizin laksitesini veya instabilitesini ortaya koyabilmek için artrometreler geliştirilmiştir [76]. KT-1000, KT -2000 ve GNRB gibi birkaç çeşidi bulunsa da KT-1000 erişiminin kolaylığı sebebiyle klinik olarak daha fazla kullanılmaktadır.

KT-1000 kullanımında hasta supin pozisyonda yatarken Lachman testi uygular gibi diz 30 derece fleksiyonda ve 15 derece dış rotasyonda olacak şekilde tibia öne doğru transle edilir. Translasyon miktarı sağlam tarafla karşılaştırılarak not edilir

III. F. 2. ÖÇB YARALANMALARINDA RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

III. F. 2. a. Direk Grafi

ÖÇB yaralanmalarının etiyolojisinde kontakt ve nonkontakt travmalar rol oynar. Tanı için bahsedilen travmalar aynı zamanda osteokondral lezyonlara, tibia platosunda ve tibia eminensiada avülzyon kırıklarına sebep olabileceğinden tanı algoritmasında hastalara mümkünse ilk olarak basarak anteroposterior (AP) ve lateral direk grafi çekilmesi gerekmektedir.

Çoğunlukla X-rayler tanı için yeterli bulgu vermese de düz grafilere görülebilen ÖÇB rüptürü lehine olabilecek bulgular tanımlanmıştır. Bunlardan en tipik olanı ilk olarak Paul Segond tarafından tibianın anterolateralinde kapsüler avülzyon kırığı olarak tanımlandığı için kendi ismiyle anılmaktadır. Segond kırığı, tibial platonun lateral yönünde bir kemik fragmandır (Şekil 8) [77]. Bu lateral kapsüler işaret, diz ön arka grafisinde daha net olarak gözükür. Ayrıca pediatrik hastalarda daha çok görülen tibia eminensia kırıkları eşlik edebilmektedir. Kronik vakalarda ise tibial çentiğin silikleşmesi, interkondiler aralığın daralması örnek verilebilir fakat spesifik bulgular değildir [78].



Şekil 8:Segond Kırığı

III. F. 2. b. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

ÖÇB yaralanmalarında çok nadir olarak kullanılan bir tetkik olup ÖÇB yaralanmalarına eşlik eden osseoz patolojilerin daha iyi ayırt edilmesine olanak sağlar. Fakat ÖÇB rüptürü tanısında duyarlılığı oldukça azdır [79].

III. F. 2. c. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Hem akut hem kronik dönemde ÖÇB yaralanmaları tanısında en hassas radyolojik tetkik MRG'dir. MRG'nin multiplanar (aksiyel, sagittal, koronal ve oblik) kesitlerinde T1,T2, STIR gibi sekanslar incelenerek ÖÇB'de total veya parsiyel yırtık olup olmadığı, menisküs, ligament ve diğer bağ yaralanmalarının eşlik edip etmediği, kondral lezyonlar ve osseoz patolojiler tespit edilebilir [80]. Akut ÖÇB rüptürleri MRG bulguları özellikle T2 sekansı koronal kesitlerde daha hassas tespit edilebilir [81]. ÖÇB'nin devamlılığı MRG'de en iyi sagittal planda ve T2 sekansında izlenir (Şekil 9,10). Güncel olarak klinik şüphe durumlarında son zamanlarda kullanılmaya başlanan 3 Tesla MRG'nin ÖÇB'nin anatomik seyrine uygun ince kesitlerinin alınması tanıda ciddi anlamda kolaylık sağlamaktadır.



Şekil 10: İntakt ÖÇB



Şekil 9:Orta Bölge (Mid-substance) Rüptürü

MRG’de ÖÇB rüptürü lehine direk ve indirek bulgular mevcuttur. Direk bulgularda özellikle T2 sekansta ÖÇB’nin zayıf veya gösterilememesi, gene T2 ağırlıklı sekanslarda amorf ödemli bir kitle görünümü, yapışma yerlerinde veya orta bölgede düzensiz fibril yapısı olarak söylenebilir.

MRG’da bazen akut vakalarda ödem sebebiyle bağın görünümü engellenebilir veya direk bulgular belirsiz olabilir. Bu tip durumlarda sekonder bulgular tanıda yardımcı olur. Bunların arasında tibianın femura göre öne sublukse olması, koronal T2 sekansta tibianın lateral sulkus ve tibia plato posteriorunda kemik kontüzyonları, arka çapraz bağın bükülmesi, sagittal kesitlerde ÖÇB’nin düzleşmesi ve yapışma yerlerinde ödem görülebilir [82–84].

III. G. ÖÇB YARALANMALARINDA TEDAVİ

Diz eklemi alt ekstremitenin hareket biyomekaniğinin ortasında bulunması sebebiyle bazen vücut ağırlığından daha fazla yüke maruz kalabilmektedir [85]. ÖÇB rüptürü gerçekleşen hastalarda diz stabilizasyonu azalacağından diz eklemi subluksasyonlara maruz kalarak eklem harabiyeti meydana gelecektir [86]. Bu nedenle ÖÇB yaralanması olan bireylerde tedavi amacı yaralanma öncesi günlük aktivite düzeyine dönülmesi, uzun dönemde gelişebilecek dejeneratif süreci minimize etmek amaçlanmaktadır.

Fakat tedavi şeklinin nasıl olacağı hastanın her yönüyle değerlendirilmesi ve yaralanmaya eşlik eden başka patolojilerin (menisküs yırtığı, osteokondral lezyon vb.) varlığı sonrası netlik kazanmaktadır [87].

III. G. 1. Konservatif Tedavi

ÖÇB yaralanması olan dizlerde instabiliteye bağlı dizin sekonder yaralanmalarının olasılığı artmaktadır. ÖÇB, dizdeki mekanik rolünün yanı sıra kendi içindeki mekanoreseptörler aracılığı ile bir duyu organı gibi görev alır [88]. Bu sebeple ÖÇB'nin nonfonksiyone olması sonrası alt ekstremita kas gruplarının ön arka ve rotasyonel planda stabilitesi etkilenir [88].

Konservatif tedavi kararı alınan hastalarda ilk basamakta yaralanmanın zamanı belirlenmelidir. İlk 6 hafta akut dönem olarak kabul edilir ve hastaların en semptomatik olduğu dönemdir. Bu dönemde dizde oluşan enflamasyonu azaltmak, eklem hareket açıklığını geri kazanmak ve diz çevresi kas gruplarının atrofi gelişmesini önlemek amaçlanır.

Kronik ÖÇB yaralanmaları, travmatik rüptürün 12. hafta sonrasındaki süreci kapsar. Bu dönemde hastalar daha çok instabiliteden şikayet ederler. Bu sebeple daha agresif programlar yapılarak quadriseps, hamstring güçlendirme yanında propriyosepsiyon egzersizleri ön planda tutularak dizin statik ve dinamik değişikliklere adaptasyonu amaçlanır.

III. G. 2. Cerrahi Tedavi

Ön çapraz bağ yaralanmalarındaki tedavi modaliteleri tartışmalıdır. Literatürde ÖÇB rekonstrüksiyonunun tibiofemoral kinematiği restore ettiği, eklemi stabil hale getirerek uzun dönemde gelişebilecek dejeneratif süreçten koruyacağı yönündedir [89].

Literatürde genç, aktif, elit sporcu kapsamında olan bireyler için cerrahi tedavinin daha uygun olduğu görüşü hakimdir [90]. Buna ek olarak ÖÇB yaralanmasına eşlik eden özellikle kova sapı menisküs yırtıkları, akut osteokondral lezyon varlığı, multiligaman diz yaralanmaları gibi başka patolojiler eşlik etmesi cerrahi tedaviye karar vermemizdeki etmenlerdir.

ÖÇB rekonstrüksiyonlarında nihai sonuçları etkileyen birçok faktör göz önüne alınmalıdır. Bunlarda başlıcaları donör greft tipi, tünellerin anatomik yerleşimi, greft tespit materyalleri, greftin gerginliği, greftin tespit esnasında dizin pozisyonu söylenebilir[91–95].

III. G. 2. a. Graft Seçimi

ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisinde 2 ana grup greft tipi kullanılmaktadır. Bunlar; allogreftler ve otogreftler olarak ikiye ayrılır.

III. G. 2. a. 1. Allogreftler:

Teorik olarak donör saha morbiditesinin olmaması, kısa süren cerrahi ve rehabilitasyon süresi, postoperatif ağrının az olması ve kozmetik açıdan daha iyi olması avantajları olarak gösterilir [96]. Fakat biyolojik uyumlarının az olması, pahalı olmaları, temin edilebilme zorlukları sebebiyle nadir kullanılmaktadır. Günümüzde aşil tendonu, tibialis anterior tendonu, hamstring tendonu ve tensor fasya lata allogreftleri kullanılabilmektedir [97].

III. G. 2. a. 2. Otogreftler

Kemik-patellar tendon otogrefti (K-PT-K): Son dekadlarda tensil gücünün fazla olması, alınma kolaylığı, kemik- kemik iyileşme olanağının olması ve rijid tespit imkanı sağlaması sebebiyle tercih edilmektedir [98]. Fakat donör saha morbiditesi, ekstansör mekanizmadaki negatif etkileri sebebiyle daha az kullanılmaktadır.

Hamstring Ototgrefti: Doğal ÖÇB biyomekaniğine yakın olması, K-PT-K tendonun yarattığı yan etkilerinin olmaması avantajları arasındadır. Fakat yavaş greft- tunel iyileşmesi, potansiyel tunel genişlemesi yapabilmesi ve greftte gevşeklik görülebilmesi dezavantajları arasındadır.

Kuadriseps Ototgrefti: Literatürde hamstring ve patellar tendonun komplikasyonları sebebiyle başka greft seçenekleri üzerinde düşünülmüş ve kuadriseps tendonunun bu iki grefte göre daha iyi bir alternatif olabileceği, özellikle kuadriseps tendonunun biyomekanik açıdan yüzey alanının genişliği ve daha kalın bir yapıda olması sebebiyle tensil özelliklerine göre diğer iki tendona göre avantajlıdır. Özellikle yüzey alanının geniş olması sebebiyle tunel içinde longitudinal (bungee efekti) ve horizontal (windshield wiper efekti) hareketin daha az olduğu öne sürülmüştür [99].

III. G. 2 b. Tünel Yerleşimi

Femoral ve tibial tünel yerleşimi greft pozisyonuna ve uzunluğuna yön vereceğinden klinik sonuçları etkileyen önemli bir faktördür. Yanlış açılan tüneller greftte laksite, eklem hareket açıklığında kayıp, impingement, greft gerginliğinin kaybolması ve kötü klinik sonuçlara neden olur [100]. İdeal tünel yerleşimi konusunda literatürde kesin bir fikir birlikteliği olmasa da ortak görüş normal ÖÇB ‘nin anatomisine en uygun açılan tünellerin altın standart olduğudur [100].

III. G. 2. c. Greft Gerginliği

Dizin ideal biyomekaniğini oluştururken greftin iyileşebilmesi için uygun biyolojik ortamın sağlanabilmesi gerekmektedir. Gevşek bir greftin, normal diz kinematikini sağlayamayıp greftin revaskülarizasyonu etkileyerek iyileşmeyi olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir [101]. Greft gerilim miktarının yeterli biyolojiyi oluşturması için ne kadar olması gerektiği konusunda bir konsensus sağlanamamıştır. Otojen greft kullanılması sonrasında fibroblast nekrozu cerrahiden hemen sonra erken dönemde başlamaktadır [102]. Sonrasında greft vasküler bir sinovyal bir doku ile kaplanır. Bu revaskülarizasyon evresinden ligamanın yapısal ve mekanik karaktere bürünmesine ligamantizasyon denilmektedir [102].

Literatürde ideal greft gerginliğinin nasıl olması konusunda hayvan, kadavra ve az da olsa klinik çalışmalar mevcuttur. Yoshiya ve ark’larının [103] köpekler üstünde yaptığı çalışmada daha gergin tespit edilen greftlerde histolojik olarak fokal mikroid dejenerasyon ve kolajen diziliminde bozulmalar olduğunu belirtmişlerdir.

Fakat Yashuda ve ark'ları [104] tarafından yapılan üç farklı gerginlikteki hamstring otogreft ile yapılan prospektif klinik çalışmada, 80N gerimi olan gruptaki olguların 20N gerimi olan olgulara göre postop 2. yıl takiplerinde daha stabil olduklarını görmüşlerdir. Rekonsrüksiyon sırasında ideal greft gerginliği ile ilgili tartışmalar halen devam etmektedir. Greft gerginliğinin yanı sıra, greftin tespit sırasındaki dizin durumu ve greft seçimi de gerginlik miktarına etki eder. Greft gerginliğinin doku spesifik olması gerektiği ve dizin tam ekstansiyon yerine 15-30 derece fleksiyonda tespitinin en ideal olacağı konusunda görüşler mevcuttur [91].

III. G. 2. d. ÖÇB Cerrahisinde Kullanılan Tespit Materyalleri

Sert ve stabil greft tespiti ve femoral tünelin anatomik yerleşimi, ÖÇB rekonstrüksiyonunun başarılı sonucunun en önemli belirleyicileridir. Stabil bir fiksasyon, greftin kemiğe uyum sağlayana kadar geçen süreçte; erken yük verilmesine ve rehabilitasyonun başlamasına olanak sağlaması gerektiği öne sürülmüştür [105]. Örneğin K-PT-K her iki uçta kemik fragmanları olması sebebiyle tünel içinde rijid fiksasyona izin verir. İyileşmeleri kırık iyileşme süreciyle aynıdır. Fakat yumuşak doku greftlerinin iyileşme süreçleri farklıdır. Klinik sonuçlarının yüz güldürücü olması ve donör saha morbiditesinin az olması sebebiyle hamstring otogreftlerinin kullanımının artmasıyla beraber ideal tespit yönteminin nasıl olacağı sorusuna cevap aranmıştır [106]. Genel olarak literatürde kompresyon, ekspansiyon ve askı sistemleri olarak gruplansa da daha sonra bunlar; kortikal, kansellöz ve kortikokansellöz tespit olanağı sağlayan materyaller olarak başlık altına alınmıştır [13].

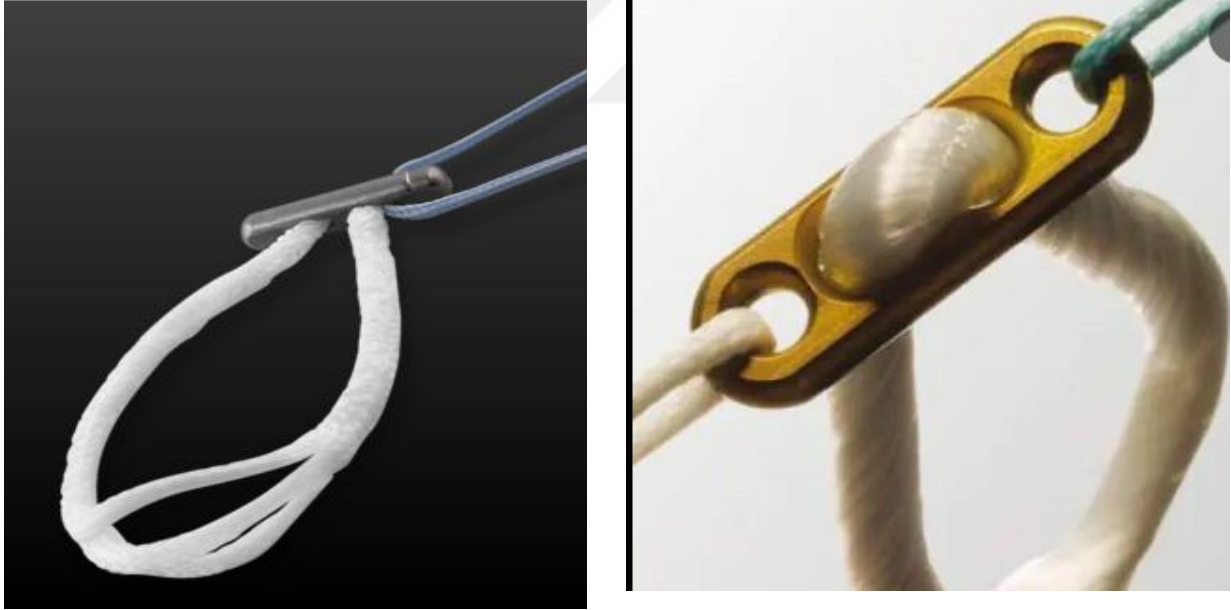
III. G. 2. d. 1. Kortikal Askı Sistemleri

Son yıllarda kortikal askı sistemleri kompresyon tipi tespit yapan interferans vidaları ve transfemoral fiksasyon yapan çapraz pin sistemlerine nazaran biyomekanik açıdan daha üstün özellikler göstermesiyle kullanımı artmıştır [107]. Kortikal askı sistemleri sabit ve ayarlanabilir loop'lu olmak üzere ikiye ayrılır [108].

III. G. 2. d. 1. (a). Sabit Loop’lu Kortikal Askı Sistemleri

Kortikal tespit materyallerinden biri olan askı sistemidir. 4 delikli, oval şekilli bir butona sahip olup 2 delikten grefti tutan sabit loop sistemi en dıştaki iki delik ise greftin tünele kontrollü çekilip takla atıp kortekse oturmasını sağlamaktadır (Şekil 11). Kompresyon tipte tespit sağlayan interferans vidalarının ekleme yakın bir tespit sağlaması, greft elongasyonuna sebep olmaları ve tespit sonrası greft gerginliğinde kayba yol açması sebebiyle kortikal tipte askı sistemleri popüler hale gelmiştir [109].

In vitro ve in vivo çalışmalarda sabit loop’lu askı sistemleri yüksek tensil stres göstermeleri, uygulama kolaylığı ve rijit fiksasyon imkanı gibi biyomekanik özelliklere sahip oldukları gösterilmiştir [24] [25] [110]. Bununla beraber greft tespiti öncesi tünel boyunun iyi ayarlanması, loop uzunluğunun sabit olması özellikle AM portal ile anatomik rekonstrüksiyonlar sonrası kısa femoral tünel uzunluğuna bağlı femoral tünel içi tendon uzunluğunun ölçülenden daha kısa konulmasına sebep olmaktadır [111][112].



Şekil 11:Sabit looplu kortikal askı sistemleri

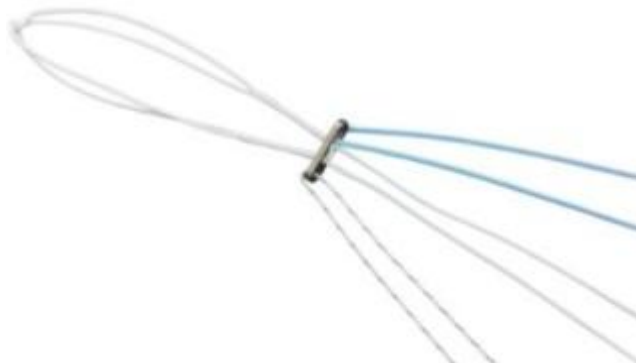
(Retrobutton-Arthrex-USA/ Endobutton-Smith&Nephew-USA)

III. G. 2. d. 1. (b). Ayarlanabilir Loop'lu Kortikal Askı Sistemleri

Sabit loop'lu sistemlerin olası komplikasyonları sonrası günümüzde kullanımı yaygınlaşan kortikal askı sistemidir (Şekil-12,13).Sabit loop'lu implantlara göre intraoperatif hesaplamalara ihtiyaç duyulmaması, daha fazla uzunlukta greftin tünel içerisine alınabilmesi tüm hastalar için tek bir boyutta loop kullanımı ve de tibial tespit sonrası greft gerimine izin vermesi avantajları arasındadır [12]. Ancak yapılan biyomekanik çalışmalarda yüksek sıklık kuvvetler altında ayarlanabilir loop'lu kortikal askı sistemlerinin uzaması olasılığına ilişkin endişeler mevcut olup bu potansiyel sorun, greftin kemik entegrasyonunun stabil fiksasyona dayandığı ameliyattan hemen sonraki dönemde (6-12 hafta) özellikle endişe vericidir[11]. Kilitleme mekanizmasındaki kusurlar sonucu oluşan loop uzaması ve greftin yer değiştirmesine neden olabileceği belirtilmiştir [113]



Şekil 12:Ultrabutton –Smith-Nephew- USA



Şekil 13:Tightrope- Arthrex- USA

III. G. 2. d.2. Kansellöz Tipte Tespit Materyallari

III. G. 2. d. 2. (a). İnterferans Vidaları

Kompresyon tipte fiksasyon yapabilen materyallerdir (Şekil-14).Hem tibia hem de femoral tespitte kullanılmaktadır. ÖÇB rekonstrüksiyonlarında tibial tarafta ekleme yakın tespit imkanı sonucu biyomekanik açıdan üstün olarak gösterilse de grefti ekleme doğru itmesi ve tünel genişlemesi yapabildiği de bildirilmiştir[114] [115]. Metalik ve emilebilir polimerik içerikleri mevcuttur. Metalik vidalar, rijid ve güvenilir fiksasyon sağlamasına rağmen osteointegrasyonda gecikmeler görülmesi, MRG’de görüntülerini etkilemesi ve revizyon cerrahisindeki zorluklar sebebiyle emilebilir biovidalar daha çok kullanılmaktadır [116]. Metal tipleri daha çok kemik tespitinde kullanılırken, emilebilir olanlar yumuşak doku tespiti için tercih edilmektedir.



Şekil 14:İnterferans Vidaları

III. G. 2. d. 2. İkincil Tespit Yöntemleri

III. G. 2. d. 2. (a). U Çivisi (Staple):

Greftin tibial tarafta en sık kullanılan materyaldir (Şekil 15).



Şekil 15:U Çivisi (Staple)

III. G. 2. d. 2. (b). Suture Post Vidası

Alınan greft boyunun kısa gelmesi sonrası gerim direncini oluşturmak için ve greftin sekonder tespitine yardımcı olarak kullanılır (Şekil 16)



Şekil 16:Suture Post Vidası

III. G. 2. d. 2. (c). Spiked washer- Dişli Pullu Vida

Spongioz vida ve dişli bir pul olmak üzere 2 parçadan oluşur (Şekil 17).Bu vidanın avantajı kortikal tespit ile tendon tespitinin birbirinden bağımsız olması ve greft gerginliğin ayarlanmasına olanak sağlamasıdır.



Şekil 17:Dişli Pullu Vida

IV. GEREÇ VE YÖNTEM

IV. A. OLGU SEÇİMİ VE PLANLAMA

Çalışmamız randomize, tek kör, klinik temelli ve prospektif kohort olarak planlanmış ve yürütülmüştür. Buna göre İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde 2018-2020 yılları arasında ÖÇB rüptürü tanısı nedeniyle anteromedial portal Tekniği ile tek demet anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan ve femoral tespitite ayarlanabilir loop'un üç farklı tekniğinin kullanıldığı olgular ileriye dönük olarak araştırmaya alınmıştır.

Ayrıca araştırmaya alınan olguların randomizasyon işlemi bilgisayar ortamında internet destekli bir randomizasyon aracı kullanılarak (<https://www.random.org/sequences>) gerçekleştirilmiştir. Bu işlem neticesinde, olgulara uygulanacak üç alternatif tekniğinin tamamen bilgisayar ortamında rastlantısal olarak kodlanmasıyla bir liste oluşturulmuştur.

29.03.2019 tarihinde İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim dalı etik kurulu kararı 2019/352 ile alınmış ve <https://ClinicalTrials.gov> sistemi üzerinden klinik çalışma kaydı yapılmıştır. (NCT04677218).

Çalışmaya alınan olgular şikayetleri doğrultusunda ayrıntılı bir anamnezin ardından basarak ideal anlamda çekilmiş ön-arka ve yan grafilerinin değerlendirilmesi sonrası MRG temini ile ÖÇB rüptürü tanısı konulduktan sonra çalışmanın dahil edilme ve dışlanma kriterlerine göre belirlendi.

Dahil edilme kriterleri;

- 18-55 yaş arası olgular
- İzole ÖÇB yaralanması olan olgular
- İzole ÖÇB+ Menisküs yaralanması olan olgular belirlendi.

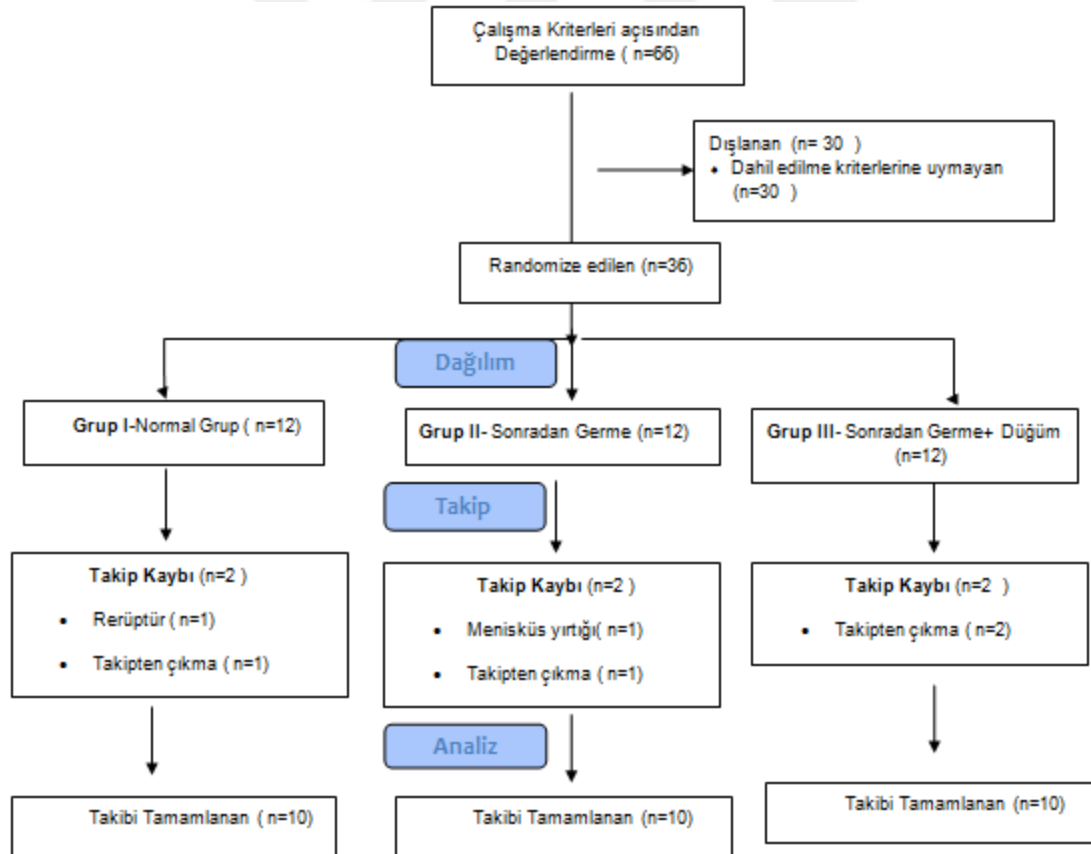
Dışlanma kriterleri;

- ÖÇB+ İç veya dış yan bağ yaralanması olan olgular
- Multiligaman Diz yaralanması olan olgular
- AÇB rüptürü tanısı da olan olgular
- Daha önce sağlam veya yaralanan dizden operasyon geçiren olgular
- Revizyon cerrahisi veya rerüptür geçiren olgular göre araştırmaya dahil edilmedi.

Dahil edilme kriterlerine uyan olgular ameliyat öncesi anamnezlerinde boy, kilo, cinsiyet gibi demografik bilgilerden sonra travma öykülerinin ilk ne zaman olduğu, ameliyat olana kadar kaç kere dizlerinde rotasyonel travma geçirdikleri not edilmiştir. Ardından fizik muayene kısmında olguların yaralanan dizlerinde ameliyat öncesi lachman, ön çekmece ve pivot shift testleri uygulanıp instabilite dereceleri belirlendi. Son olarak olguların klinik değerlendirme için Lysholm diz skorum ölçeği, IKDC (International Knee Documentation Committee) subjektif diz değerlendirme ölçeği, mukayeseli KT-1000 artrometre ile translasyon değerleri ve izokinetik fleksör-ekstansör kas güçlerine bakıldı.

Olguların perioperatif verileri kaydedildi. Alınan greftin çapı not edildi. ÖÇB ‘ye eşlik eden menisküs yaralanmalarının lokalizasyonları ve tedavi yöntemleri (menisküs tamiri veya menisektomi) kayıt edildi.

Bütün olgular preoperatif olarak yukarıdaki veriler eşliğinde operasyonu yapacak cerrah (GP) ve şahsım (EK) tarafından değerlendirildi. Çalışma sürecinde toplamda 66 olgu opere edilmiştir. Bu olgulardan 30 tanesi uygun kriterleri karşılamadığından (daha önce geçirilmiş operasyonu bulunanlar, iç yan bağ yaralanması olanlar...) çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya ilk olarak, her 3 grupta 12 olgu olacak şekilde 36 olgu dahil edildi, olguların greft tespitleri 3 grupta farklı olacak şekilde manuel olarak ayarlandı ve takibe alındı. Grup I’de 2 olgu(1 olguda takip kontrollerine re-rüptür gelişmesi, 1 olgu da takipten çıktı), grup II’de ise 2 olgu (1 olgu takip kontrollerine aynı dizden menisküs yırtığı gelişmesi, 1 olgu da takipten çıktı), grup III ‘te ise 2 olgunun (İkisinin de takipten çıkması) takipleri tamamlanamadı. Sonuç olarak her üç grupta 10 olgu olmak üzere 30 olgunun takipleri tamamlandı ve analize dahil edildi (Şekil 18).



Şekil 18: Akış Diyagramı

- İlk gruba tibial tespit sonrası herhangi bir işlem uygulanmadı-Standart Grup(S)
- İkinci gruba tibial tespit sonrası femoral tarafta greft tekrardan gerildi-Sonradan Germe grubu (SG)
- Üçüncü gruba ise tibial tespit sonrası greft sonradan gerim uygulanıp düğüm atılarak tespit sağlandı-Sonradan Germe+Düğüm(SG-D)

Olgulara femur tespitinde ayarlanabilir loop kullanılarak AM portal tekniği ile ÖÇB rekonstrüksiyonu ve menisküs yaralanmasına bağlı parsiyel menisektomi ve/ veya menisküs tamiri yapıldı. Olgular postoperatif dönemde; 3. hafta, 6. Hafta, 6. ve 9. aylarda fizik muayeneleri (Eklem hareket açıklığı, kuadriseps kuvvetleri) ve klinik değerlendirmeleri yapılmasıyla birlikte 9. Ay kontrolleri tamamlandıktan sonra fizik muayeneleri(Lachman, Ön çekmece, pivot shift testleri) ile birlikte klinik değerlendirme yöntemleri (Lysholm diz skoru ölçeği, IKDC değerlendirme formu, KT-1000 artrometre ile ölçülen translasyon değerleri ve her iki diz karşılaştırmalı oturur pozisyonda izokinetik diz ekstansör/ fleksör kas gücü) temel alınarak analize alındı.

IV. B. OLGULARIN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

IV. B. 1. Fonksiyonel Skorlama Yöntemleri

IV. B. 1. a. Lysholm Diz Skorlama Ölçeği

Literatürde geçen birçok anket İngilizce olarak yayımlanmış olup Anglosakson kültürüne uygun olarak oluşturulmuştur. Lysholm skorlama Ölçeğinin bilinen Almanca'ya ve Portekizce'ye uyarlanan çalışmaları olduğu görülmüştür[117]. Türkçe'ye çevirisi ve uyarlaması Çelik ve ark tarafından yapılmıştır[118]. Kullandığımız Lysholm skoru hastalık spesifik olmaması yönünden tüm diz yaralanmalarında kullanılabilmektedir.

Lysholm skorunda sekiz parametre (aksama, destek, kilitlenme, instabilite, ağrı, şişlik, merdiven, çömelme) değerlendirilir. Bu skor hesaplanırken her parametrede en uygun seçenek işaretlenir ve bütün parametreden elde edilen puanlar toplanarak toplam skor bulunur. Lysholm diz skorunda; ≥ 95 puan 'mükemmel', 84-94 puan 'iyi', 65-83 puan 'orta', ≤ 64 puan 'kötü' olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmamızda Lysholm diz skorlama ölçeği olgulara ameliyat öncesi bir gün önce yüz yüze sorularak uygulandı. Özellikle dizde kilitlenme bölümünde ve instabilite (boşalma) bölümünde seçeneklerin tam olarak ne anlama geldiği olgulara anlatıldı. Olguya uygulanan Lysholm diz skorlama ölçeği formunun ameliyat sonrası 9. ay kontrollerinde tekrardan yüz yüze sorularak tekrardan gerçekleştirildi. Preoperatif ve postoperatif dönemdeki skorlar kayıt edildi.

IV. B. 1. b. İKDC (The International Knee Documentation Committee) Anketi

İKDC anketi ilk olarak 1987 yılında tariflenmiş olup hastalığa spesifik olmayıp dizin ligamentöz yaralanmaları, menisküs patolojileri ve kıkırdak hasarlanamaları gibi patolojilerinde fonksiyonel durumunu hastanın perspektifinden değerlendirilmesini sağlayan subjektif bir değerlendirmedir [119].

Skorlamada olguların günlük yaşam ve sportif aktiviteleri arasındaki semptomları, diz fonksiyonlarını günlük hayatlarında ve sportif anlamda yapabilecekleri en üst seviye aktiviteleri araştıran 10 ana maddeden oluşan bir formdur. Skorun yüksek olması; fonksiyonun yüksek, semptomların düşük seviyede olduğu anlamına gelir [119].

Subjektif skorlamalar uluslar arası anlamda geçerli diyebilmek için uygulanacak toplumun ana anadiline ve kültürel yapısına adapte edilmelidir. İKDC skoru literatüre bakıldığında birçok dile çevrildiği görülmüş olup Türkçeye uyarlanmış hali Çelik ve ark. tarafından 2014 yılında yapılmıştır [120].

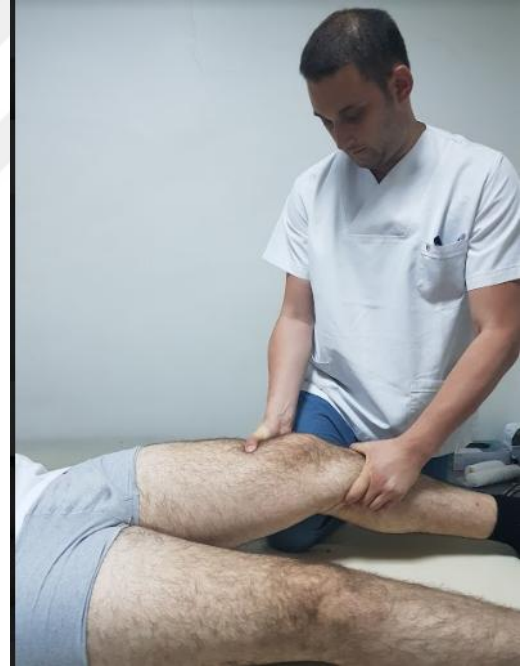
Çalışmamızda İKDC anketi olgulara ameliyat öncesi bir gün önce yüz yüze sorularak uygulandı. Olgulara uygulanan Lysholm diz skorlama ölçeği formunun ameliyat sonrası takiplerde tekrardan yüz yüze sorularak gerçekleştirildi.

IV. B. 2. FİZİK MUAYENE YÖNTEMLERİ

IV. B. 2. a. Lachman Testi

Çalışmamıza dahil edilen olgular ameliyatlarından bir gün önce ameliyatı yapacak cerrah (GP) ve şahsım (EK) tarafından birlikte değerlendirildi. Akut vakalarda, hemartrozu ve ağrısı şiddetli olgularda ameliyat günü anestezi altında bakılarak değerlendirildi. Diz 30° fleksiyona alındı, bir el ile distal femur anterioru sabit tutulmaya çalışılırken diğer el ile proksimal tibia posterioru kavranarak tibia femur üzerinden öne transle edildi (Şekil 19) .

Aynı şekilde sağlam dize de işlem uygulandı. Lachman testi olgulara preoperatif ve postoperatif 9.ay kontrollerinde her iki dize de uygulandı. Tibianın daha çok öne transle olması ve yumuşak bir son nokta hissi alındığında test pozitif olarak değerlendirildi ayrıca sağlam tarafa kıyasla translasyon 0-5 mm arası olursa 1+, 5-10 mm arası olursa 2+ ve >10 mm olursa 3+ olarak kabul edildi [121].



Şekil 19:Lachman testi uygulması

IV. B. 2. b. Ön Çekmece Testi

Dizin antero-posterior instabilitelerinde tibianın anteriora translasyonunu değerlendiren bir başka testtir. Çalışmamıza dahil edilen olgular ameliyatlarından bir gün önce değerlendirildi. Olgular muayene sedyesinde supin pozisyonda yatarken testin yapılacağı tarafa geçildi, kalça 45° fleksiyona diz ise 90° fleksiyona alındı (Şekil 20). Ayak masada sabit iken tibia proksimali her iki elle posteriordan kavranarak öne çekildi, tibianının femur üzerinden anteriora translasyonu gözlemlendi, translasyon miktarı ön çekmece testi sınıflmasına göre not edildi, sağlam dize de aynı işlemler yapılarak karşılaştırıldı.

Sağlam tarafa kıyasla translasyon 0-5mm arası olduğunda 1+, aradaki fark 5-10mm boşluk olduğunda 2+ ve >10mm olduğunda 3+ olarak değerlendirildi [121]. Ön çekmece testi olgulara postoperatif dönemde ve 9.ay kontrollerinde her iki dizlerine de uygulandı.



Şekil 20: Ön Çekmece Testi

IV. B. 2. c. Pivot-Shift Testi

ÖÇB yetmezliği olan bireylerde diz ekstansiyonda iken dizin subluksasyonu gerçekleşir. Diz fleksiyonunun başlangıcında arka kapsül ve AÇB gevşemeye başlar, uygulanan valgus kuvveti ile tibia platosunun posterolaterali lateral femur kondiline sıkışarak persistan olarak subluksasyona maruz kalır.

Diz fleksiyonu 30-40° 'yi geçtiğinde ekstansör görevde olan iliotibial bant femoral kondil aksının posterioruna geçer ve fleksör özelliği ortaya çıkar. Gerilmiş olan iliotibial bandın fleksör etkisinin ortaya çıkması, tibiayı posterolaterale çekerek dizi redükte eder. Redüksiyon palpe edilebilir ve bazen sesli olabilir [121]. IKDC 2000'e göre kayma "+", subluksasyonla birlikte belirgin ses "++", tibianın anterolateral subluksasyonunda azalma meydana gelmeden önce lateral femoral kondilde anterior yönde kilitli kalması "+++" olarak belirtilir [122].

Pivot shift testinin eklemlerin hiperlaksitesinde, lateral menisküs problemlerinde, diz içinde serbest fragman bulunması durumunda ve patellofemoral instabilitelerde yalancı pozitif sonuç verebilir. Ayrıca bu test, dizde bağ ve ligaman yaralanmaları sonrası rekonstrüksiyon ameliyatı yapılan olgularda rotasyonel instabilitenin devam edip etmediğini değerlendirmek için de kullanılmaktadır.



Şekil 21:Pivot-shift testinin uygulanması

Çalışmamıza dahil edilen olgular ameliyat günü öncesinde operasyonu yapacak cerrah (GP) ile birlikte şahsım(EK) tarafından değerlendirildi. Akut vakalarda, ağrısı, hemartrozu fazla olan ve pivot shift testine direnç gösteren olgular operasyon günü anestezi altında bakıldı. Olgular muayene sedyesinde supin pozisyonda yatarken test edilecek olan tarafa geçildi. Bir el krus proksimali diğer el de ayak bileğinde olacak şekilde ekstansiyon pozisyonunda ekstremitte kavrandı. Ayak bileğindeki el ile tibia internal rotasyona alındı ve diz fleksiyona getirilirken diz laterale konulan el ile dize valgus yönünde kuvvet uygulandı (Şekil 21). Pivot shift testi, postoperatif dönemde 9.ay kontrollerinde olguların her iki dizine de uygulandı.

IV. B. 2. d. KT-1000 Artrometre Ölçümü

KT-1000 artrometresi dizin göre ön arka laksitesini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Klinik araştırmalarda tanısal olarak güvenli bir araç olarak gösterilmiştir [76,123]. Bu araştırmalarda ÖÇB'si yaralanan diz, sağlam diz ile karşılaştırıldığında daha instabil olarak belirlemiştir [76,123]. Bu ortalamanın 3-6 mm arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir[76,123,124]. Özellikle %90 olguda ÖÇB rüptüre olan diz ve sağlam arasında en az 3 mm fark görülmüştür [76,123–125].

Belirlenen 3 referans kuvvet ile tibianın femur üzerinden anteriora translasyonunu milimetre cinsinden ölçer. En sık kullanım şekli hasta supin pozisyonda, 30° diz fleksiyonunda ayaklar serbest halde ve tibia nötraldeyken ölçüm yapılandır. Farklı kuvvet aralıklarında; 67N (15lb) 89N (20 lb) ve 134N (30lb) değerlerinde 3 farklı ses tonu duyulur (1pound 4,5 Newton)[125]. Test yapılırken 67N, 89N ve 134N kuvvetin uygulandığı değerlerde anterior tibial translasyon mm cinsinden kaydedilir. Aynı ölçüm değerleri sağlam dize de uygulanır.



Şekil 22: KT-1000 ölçümü

Çalışmamıza dahil edilen olgulara sadece postoperatif 9. Ay kontrollerinde uygulandı. Olgular muayene sedyesinde süpin pozisyonda yatarken dizleri 20- 25° fleksiyonda durmasını sağlayan KT-1000 diz destek aparatı koyuldu (patella, trochlear oluğa oturacak konumda) (Şekil-22). Topuk kısmına da nötralde tutmak için ayaklar arası mesafeyi ayarlayan ayak destek aparatı koyuldu. Patella tam yukarı bakacak şekilde cihaz tibianın üzerine yerleştirildi. Artrometrenin 2 algılama ped kolundan biri patella üzerine yerleştirildi, diğeri tibial tüberkül üzerine yerleştirildi. Artrometre daha sonra 2 Velcro kayış kullanılarak baldıra sabitlendi. Kalibrasyon “göstergesi ‘0’ a ayarlandı, sıfır noktasının oluşturulduğundan emin olmak için bu işlem birkaç kez yapıldı.

Ayarlamalar yapıp ölçüme hazır hale getirildikten sonra her iki dize uygulanan 67N, 89N ve 134N kuvveti altında, göstergede okunan değerler sırayla mm cinsinden not edildi.

IV. B. 2. e. İzometrik Diz Testleri (Cybex-5 Lumex Inc., Ronkonkoma, NY, USA)

Bütün olgulara postoperatif 9. Ay sonrası İstanbul Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim dalına çağrıldı. Isınma bisikletinde 8-10 dakika 60 rpm devirde egzersizden sonra oturur pozisyonda iken sağlam taraftan başlanarak (sağlam taraftan başlanma sebebi kaygıyı gidermek ve testin uyumunu arttırmak); her iki diz için izokinetik fleksör-ekstansör kas gücü testleri uygulandı (Şekil-23).

Olguların fleksör ve ekstansör kas grupları ölçülerek 3 grup arasındaki değerler not edildi. Sonuçlanan raporda olguların Peak Tork (PT- güç) değerleri ve Total Work Done (TWD- Endurans-dayanıklılık) değerleri kilolarına göre %BW (Body Weight) hesaplanarak gruplar arasındaki farklar belirlendi.



Şekil 23: İzokinetik Diz testleri (Cybex-5 Lumex Inc., Ronkonkoma, USA)

IV. C. CERRAHİ TEKNİK

IV. C. 1. Ameliyat öncesi hazırlık

Olgular çalışmamızın dahil edilme kriterlerine göre belirlendikten sonra ayrıntılı fizik muayeneleri yapıldı ve görüntülemeleri tekrardan kontrol edildi (röntgen ve MRG). Ameliyat hazırlığı yapılan olguların anestezi ekibi tarafından tetkikleri incelendi ve muayene edilerek değerlendirildi.

Olgular ameliyat masasına alındıktan sonra anestezi ekibi tarafından verilen karar ile genel anestezi ya da spinal anestezi uygulandı. Ameliyattan yarım saat önce 1. kuşak sefalosporin olan sefazolin kilogram başına hesaplanarak profilaktik antibiyoterapi uygulandı, penisilin alerjisi olanlara makrolid grubu antibiyotikler tercih edildi. Olguların anestezisi bittikten sonra diğer diz ile birlikte instabilite açısından karşılaştırmalı muayenesi tekrarlandı. Ameliyat pozisyonu verilirken ekstremitte tutucu kullanıldı ve dizin fleksiyon ekstansiyonu engellenmeyecek şekilde ayarlandı. ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılacak taraftan greft alınacak diz hazırlanırken greftin alınması ve femoral kılavuz tellerinin sorunsuz kullanılması için turnike seviyesinin yeterince proksimalde olmasına dikkat edildi. Turnike olguların peroperatif sistolik tansiyonlarına göre şişirildi, ekstremitte steril boyandı ve örtüldü. Greftin insizyon sahası patella, patellar tendon, tuberositas tibia ve artroskopi portallerinin yeri belirlenerek marker kalem ile çizildi (Şekil-24).



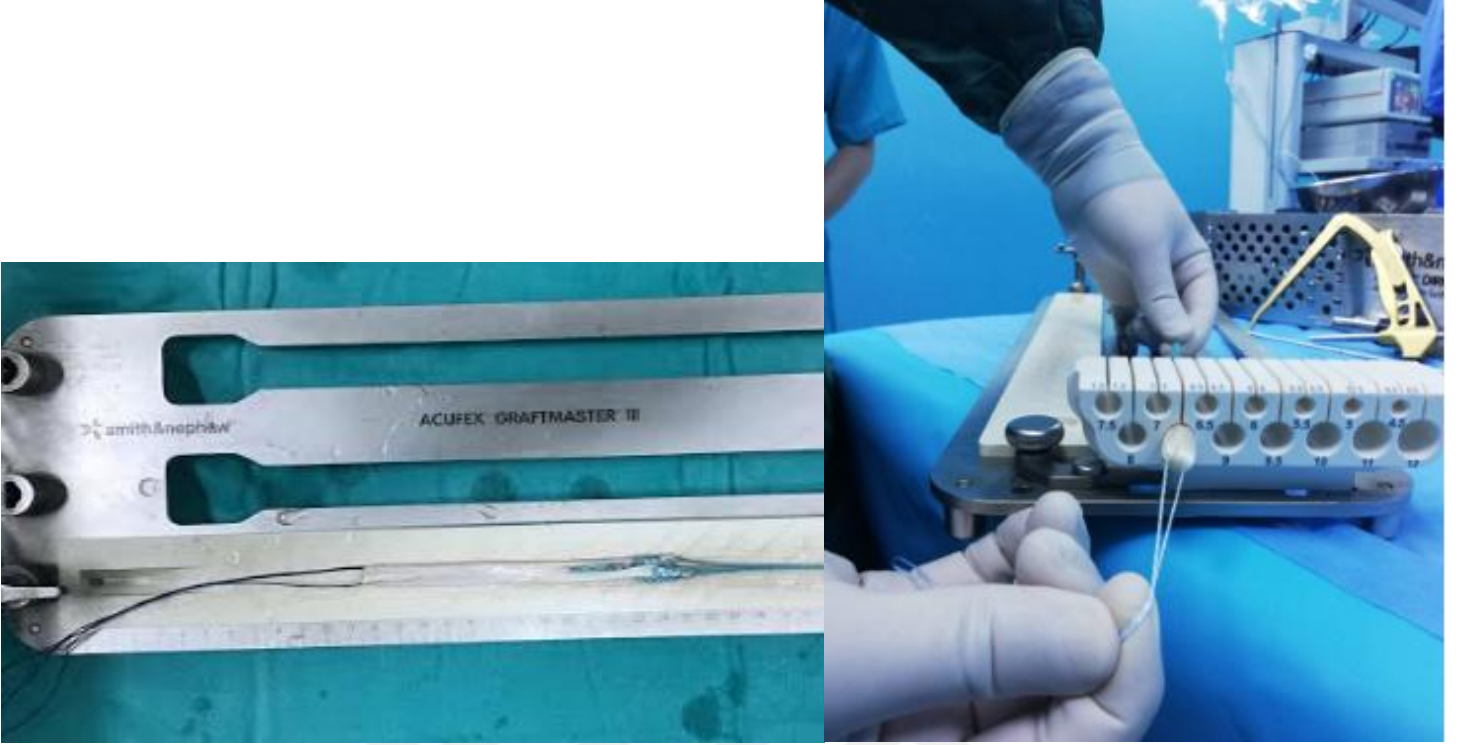
Şekil 24:Portallerin belirlenmesi

IV. C. 2. Hamstring Ototgreftinin Alınması

Anestezi altında greft alınırken tuberositas tibianın yaklaşık 2 cm distali ve 2-3 cm medialinden oblik bir insizyon kullanılarak cilt dokusu geçildi ve pes anserinusa ulaşıldı. Oblik insizyon kullanılmasının sebebi safen sinirinin infrapatellar dalını yaralama riski daha düşük oranda olduğu için tarafımızca tercih edildi [126]. Sartoryal fasya ters L şeklinde açılarak Semitendinosus-Gracilis(ST-G) tendonları ortaya konuldu, birbirlerinden ayrılarak önce ST tendonu tamamen serbetleştirildi. Bu tendon alındıktan sonra aynı işlem gracilis tendonuna yapıldı. Bu işlemler yapılırken iç yan bağın korunmasına dikkat edildi. Alınan tendonlar serum fizyolojik ile ıslatılarak tendon üzerinde kalan kas dokuları bistüri yardımı ile temizlendi (Şekil 25). Greftin çapı ölçüldü greftin ne kadar katlanacağı karar verilerek krackow dikişi ile hazırlandı.(Şekil 26).



Şekil 25:Gracilis ve ST tendon greftleri



Şekil 26:Greft çapı ölçümü ve Krakow ile suture edilen dörde katlanmış ST& Grasilis Grefti

IV. C. 3. Anteromedial (AM) Portal Tekniği

İlk olarak No:11 bistüri yardımıyla standart anterolateral portal açıldı. Diz ekstansiyona alınarak künt trokar ile suprapatellar bölgeye giriş sağlandı. 30° artroskop yardımıyla anterolateral portal kullanılarak tanısal artroskopik görüntüleme yapıldı. Eklem içi patolojiler değerlendirildi. Ardından spinal iğne kullanılarak anteromedial portal açıldı.

Yumuşak dokular ve remnant ÖÇB dokuları shaver ve RF yardımı ile temizlendi. Bağın tibial yapışma yerindeki remnant doku impingement yapmayacak şekilde propriosepsiyona olan katkısı nedeni ile kısmen korunarak temizlendi.

IV. C. 4. ÖÇB Rekonstrüksiyonu Sonrası Rehabilitasyon

Çalışma dahilinde İ.T.F. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon tarafından uygulanan rehabilitasyon programı aşağıda özetlenmiştir.

Faz 1: Postop 0-3. Hafta

- Ameliyattan hemen sonra izometrik kuadriseps, ayak bileği pompalama egzersizleri başlandı.
- Postop 1.günden itibaren kapalı zincir egzersizleri başlanarak eklem hareket açıklığını korumak için fleksiyon ekstansiyon egzersizleri dozu yavaş yavaş arttırıldı. Özellikle ekstansiyon kaybı olmaması için pasif germe yaptırıldı.
- Postop 1.günden itibaren ve çift koltuk değneği ile tolere ettiği yükü basarak yürütmesine izin verildi.
- İlk 3 hafta sonrası çift koltuk değneği kullanımı sonlandırıldı.
- Erken dönem prepriyosepsiyon egzersizleri başlandı.
- Erken Postop dönemde ağrı artışı, şişlik, ısı artışı varsa buz elevasyon ve antiinflamatuvar tedavisi düzenlendi. Hastalar bu sürecin sonunda Faz 1 egzersizlerini tolere edebildiyse ve ciddi ağrı şişlik yoksa faz 2 egzersizlerine geçildi.

Faz 2: Postop 3-6. hafta

- Eklem hareket açıklığı arttırılarak egzersizlere devam edildi. İzotonik kuadriseps egzersizleri yaptırıldı.
- 6. Haftanın sonunda açık kinetik zincir egzersizlerine başlanıp, izotonik düz bacak kaldırma (her yöne) egzersizi, lateral step-up, dizlikle mini çömelmeye ağırlık verilerek devam edildi.
- Diz fleksiyonu iyiye ve şişlik, ısı artışı yoksa faz 3 egzersizlerine geçildi.

Faz 3: Aktiviteye Dönüş Dönemi (6hafta- 6. ay)

- Faz 2’de yapılan egserzilere ilaveten hızlı yürüme, merdiven inip çıkma, denge ve lastik egzersizleri gibi her yöne rezistif egzersizler başlandı.
- Sağlam tarafa göre kas gücü %70’i geçtiğinde faz 4 egzersizlerine geçildi.

Faz 4: Tam Aktiviteye Dönüş

- Rezistif egzersizlerin dozu artırılıp, düz koşu egzersizleri başlandı
- Dayanıklılık (bisiklet) ve çeviklik egzersizleri başlandı.

Faz 5: Spora dönüş (6.ay-9ay)

- Spor hekimliği ABD tarafından yapılan karşılaştırmalı izokinetik diz testleri uygulandı. Sağlam dizle opere olan diz arasındaki fark %10 altında olması halinde rotasyonel aktiviteleri içeren futbol, basketbol, gibi sporlara dönüş izni verildi.

IV. C. 5. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda verilerin istatistiksel analizi için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programının 27.0 versiyonu (IBM, Armonk, NY, USA) kullanıldı.

Bakılan parametrelerin her biri için normal dağılıma uygunluğu için One- Sample Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Ordinal (sıralı) tip değişkenler dışındaki tüm kantitatif özelliklerin normal dağılım gösterdiği görüldü. Normal dağılım gösteren parametrik özellikteki veriler one-way ANOVA ve Post Hoc Tukey analizi ile çoklu gruplar arasında karşılaştırmalar yapıldı. Normal dağılıma uymayan non-parametrik veriler ise ve Kruskal Wallisve PostHoc Dunn analizi ile değerlendirildi. P değerinin 0.05'in altında olduğu durumlarda sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı şeklinde tanımlandı.

Korelasyon analizlerinde normal dağılım gösteren değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkileri Pearson test, ordinal (sıralı) tip değişkenlerin Spearman's Rho Test ile korelasyon katsayıları hesaplandı. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında Ki kare testi uygulandı.

Tanımlayıcı istatistikler kesikli ve sürekli sayısal değişkenler için ortalama $\pm$ standart sapma (SD) veya ortanca (minimum- maksimum) biçiminde kategorik değişkenler ise vaka sayısı ve (%) şeklinde ifade edildi.

V. BULGULAR

V. A. Demografik Özelliklerin Dağılımı

Çalışmamıza aldığımız gruplardan Standart (S) gruptaki 10 olgunun 9'u erkek (%90), 1'i kadın, sonradan germe grubundaki (SG) 10 olgunun 8'i erkek (%80) 2'si kadın (%20), sonradan germe+ düğüm (SG-D) grubundaki 10 olgunun 9'u erkek (%90), 1'i kadın olmak üzere çalışmadaki 30 olgunun 26'sı erkek 4'ü kadındı. Olguların yaş ortalamaları 27.4 ± 8.08 (dağılım aralığı:18-50) olarak görüldü. Gruplar arasında yaş ortalamaları ve cinsiyet dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcut değildi ($p>0,05$).

S gruptaki olguların boy ölçüm ortalamaları $178,1 \pm 9,68$ cm (162-193 cm), kilo ölçümleri $84,1 \pm 12,41$ (68-109 kg arasında), SG grubundaki olguların boy ölçüm ortalamaları $177,4 \pm 5,18$ (170-185 cm), kilo ölçümleri $80 \pm 12,16$ (62-103 kg arasında), SG-D grubundaki olguların ise boy ölçüm ortalamaları $181,8 \pm 10,97$ (178-188 cm), kilo ölçümleri $83,6 \pm 10,97$ (59-95 kg arasında) olarak saptandı. Grupların boy ve kilo ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$) (Tablo 1).

Olguların peroperatif tespit edilen meniskal yaralanmaları Tablo 1'de verilmiştir. Gruplar arasında meniskal lezyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Olguların peroperatif greft çapları dörde ve beşe katlanarak ayarlandı. Gruplar arasında greft çapları için istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 1: Gruplara göre tanımlayıcı özelliklerin dağılımı

		Standart (n =10)	Sonradan Germe (n =10)	Sonradan Germe+Düğüm (n =10)
Yaş	Ort±SD	30,1± 9,40	24.5± 7.79	27,8±6,59
	Med (Min-Maks)	29(18-50)	22 (18 – 42)	28(18 -35)
Cinsiyet	Kadın	1(%10)	2(%20)	1(%10)
	Erkek	9 (%90)	8(%80)	9(%90)
Taraf	Sol	7 (%70)	9(%90)	6 (%60)
	Sağ	3 (%30)	1(%10)	4 (%40)
Boy (cm)	Ort±SD	178,1 ±8,68	177.4±5,18	181.8±10,97
	Med (Min-Maks)	177 (162-193)	179 (170-185)	183(168-188)
Kilo (kg)	Ort±SD	84,1± 12,41	80±12.16	83,6± 10,97
	Med (Min-Maks)	83(68-109)	78 (62-103)	85(74-95)
Menisküs Yırtığı		9	7	8
Medial		3	5	7
Lateral		4	2	1
Her ikisi		2	0	0
Yırtık yok		1	3	2
Greft Çapı (mm)	Ort±SD	8,14±0,24	8,33±0,51	8,45±0,43
	Med (Min-Maks)	8 (8-9)	8 (8-9)	8.5(8-9,5)

V.B. Üç farklı greft gerginliği sağlanan S, S ve SG-D grubundaki olguların, preop ve postop (9. Ay) fonksiyonel skorlamlama (Lysholm Diz Skorlama Ölçeği ve IKDC subjektif diz değerlendirme) sonuçlarının karşılaştırılarak incelenmesi

ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılarak üç farklı greft gerginliği sağlanan S, SG ve SG-D grubundaki olguların, pre-op ve post-op (9. Ay) fonksiyonel skorlama (Lysholm Diz Skorlama Ölçeği ve IKDC subjektif diz değerlendirme) sonuçlarının, her bir grubun kendi içerisinde karşılaştırılarak incelenmesi yapıldı ve bütün gruplarda preop ve postop olarak fonksiyonel skorlama sonuçlarının anlamlı olarak postop lehine yükseldiği tespit edildi ($p = 0.0001$).

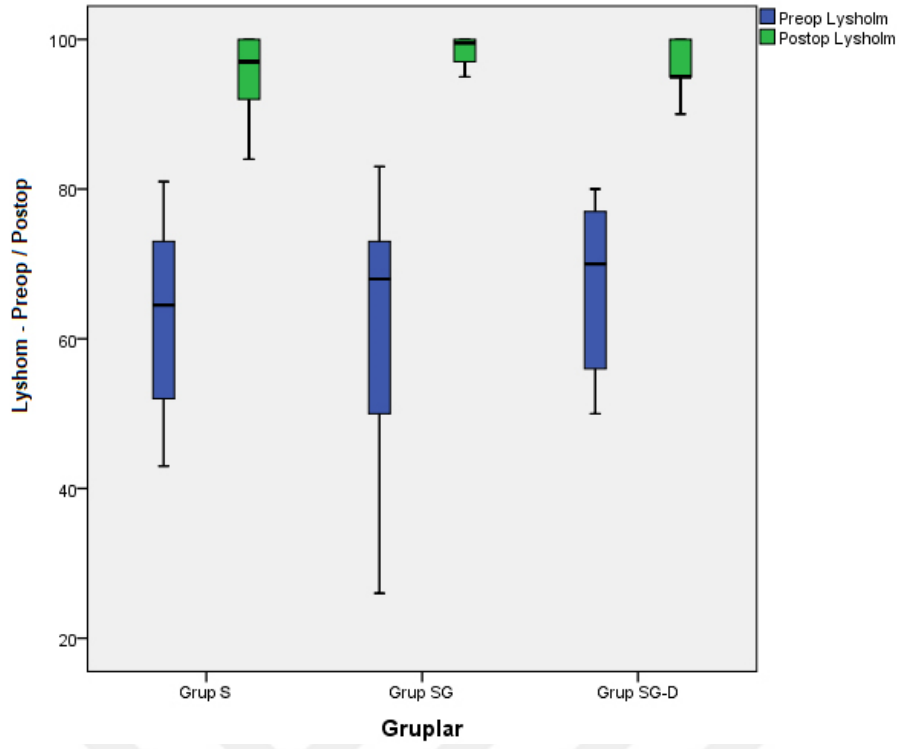
Gruplar arasında bakılan postoperatif skorlarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülme de postoperatif IKDC skorları greftin daha gergin olarak tespiti sağlanan SG ve SG-D gruplarında S grubuna göre yüksek olduğu saptandı (sırasıyla 88.8, 94.9, 94.6).

(Tablo 2). Kullanılan üç farklı tekniğe göre, olguların, Lysholm Diz Skorlama Ölçeği ve IKDC subjektif diz değerlendirme preop ve postop sonuçları için çizilen kutu (Whisker-plot) grafikleri, sırasıyla Şekil 27 ve 28’de gösterildi.

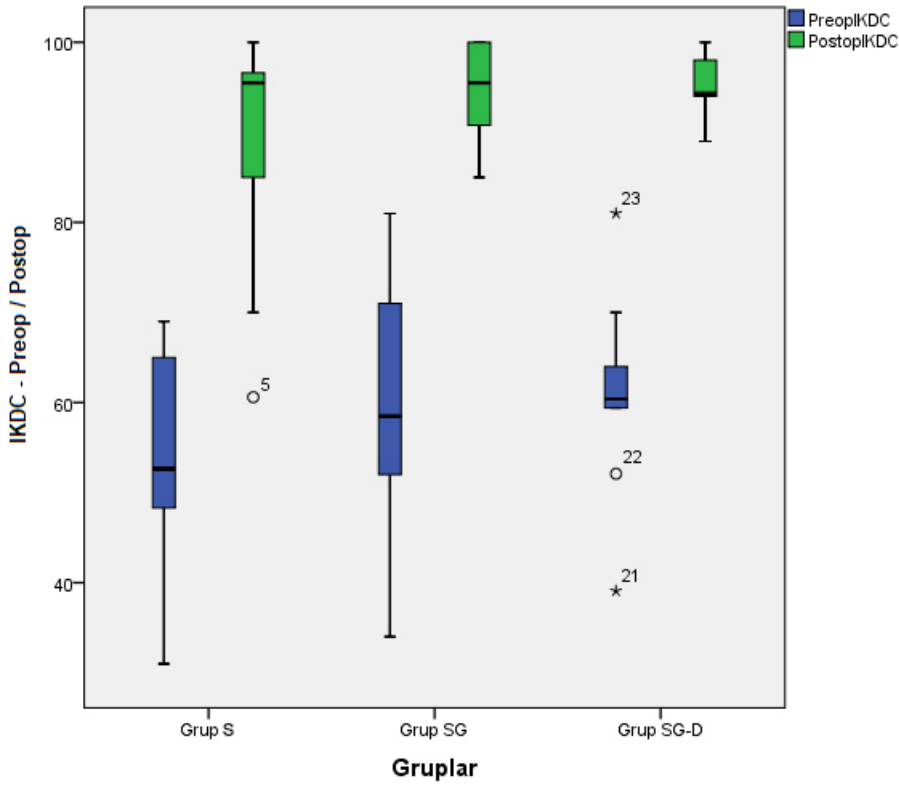
Tablo 2: Olguların, Lysholm Diz Skorlama Ölçeği ve IKDC skorlarının preop ve postop sonuçlarının, her bir grup içerisindeki karşılaştırılması.

Gruplar	Preop-Lysholm /Postop-Lysholm	t	p	Preop- IKDC/ Postop- IKDC	t	p
S	63.5/ 95.6	-7.437	0.0001	53.9/88.8	-6.651	0.0001
SG	61.58/ 98.5	-6.511	0.0001	61.3/94.9	-7.587	0.0001
SG-D	66.6/ 95.9	-8.924	0.0001	60.7/94.6	-10.057	0.0001

Kısaltmalar: S: Standart grup, SG: Sonradan germe yapılan grup, SG-D: Sonradan germe-Düğüm yapılan grup, IKDC: The International Knee Documentation Committee.



Şekil 27:Çalışma gruplarının preop ve postop Lysholm Diz Skorlama Ölçeği



Şekil 28:Çalışma gruplarının preop ve postop IKDC skorlarının sonuçları

V. C. Üç farklı greft gerginliği sağlanan S, SG ve SG-D grubundaki olguların opere olan dizlerinin postoperatif 9. ay kas güçlerinin karşılaştırılması

ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılarak üç farklı greft gerginliği elde edilen S, SG ve SG-D grubundaki olguların, 9. ay kas fleksör ve ekstansör kas güçleri karşılaştırıldığında, PT-%BW-flex, TWD-%BW-ext ve TWD-%BW-flex değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı bir farkın bulunduğu saptanırken (sırasıyla, $p=0.043$, 0.023 ve 0.045). PT-%BW-ext. bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi. Daha sonra gruplar arası analiz için yapılan post-hoc Tukey testine göre aynı parametrelerin, SG-D ve S grupları arasında SG-D lehine anlamlı olarak yüksek olarak bulunduğu tespit edildi. Bu sonuçlara göre SG-D grubunun, PT-%BW-flex, TWD-%BW ext ve TWD-%BW-flex. değerleri, S grubunun aynı değerlerinden istatistiksel olarak daha yüksek olarak bulundu ($p=0.034$, $p=0.0340$, $p=0.036$).

Benzer kas gücü parametrelerinde diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 3: Çalışma gruplarının izokinetik kas güçleri değerlerinin karşılaştırılması.

	S (n=10)	SG (n=10)	SG-D (n=10)	Min-Max	F	p
PT-%BW ext. (Nm)	171.60±64.58	209.7±4.32	214.5±59.94	74-304	1.735	0.196
PT-%BW flex. (Nm)	110.80±59.95	139.30±34.49	162.70±30.84	33-218	3.534	0.043*
TWD-%BW ext. (Nm)	1264±391,28	1406.6±518,06	1876.5±539,17	709-2570	4.327	0.023*
TWD-%BW flex. (Nm)	1036± 445,77	1201.5±271,93	1445.8±302,84	926-1985	3.499	0.045*

* ANOVA analizinden sonra yapılan post-hoc Tukey testine göre;

PT-%BW opere-flex-SxSG-D: $p=0.034$

TWD-%BW-ext.: SxSG-D: $p=0.0340$

TWD-%BW-flex SxSG-D: $p=0.036$

Kısaltmalar:

Nm: Newton metre, **PT-%BW-flex:** Peak Tork fleksör, **PT-%BW-ext:** Peak Tork ekstansör ,

TDW-%BW-flex: Total Work Done fleksör, **TDW-%BW-ext:** Total Work Done ekstansör

S: Standart Grup, **SG:** Sonradan germe yapılan grup, **SG-D:** Sonradan germe-Düğüm

V. D. Üç farklı greft gerginliği sağlanan S, SG ve SG-D grubundaki olguların 9. ay post-operatif KT-1000 ölçümlerinin karşılaştırılması

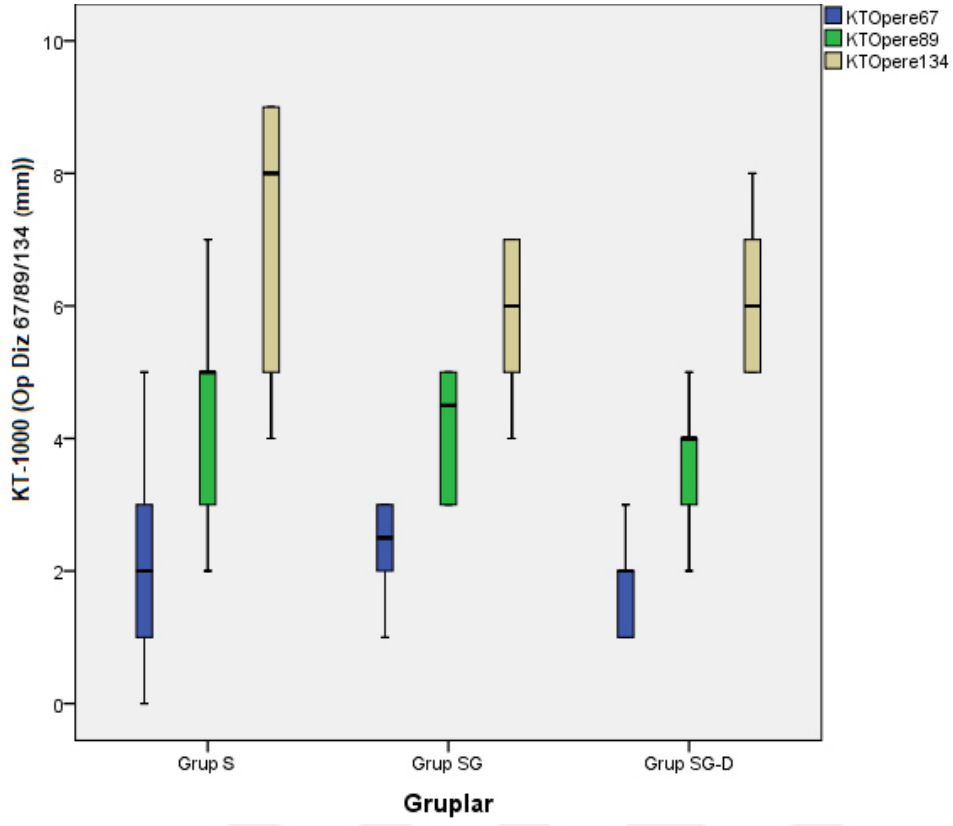
ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılarak üç farklı greft gerginliği sağlanan S, SG ve SG-D grubundaki olgularda, tibianın femur üzerinden öne translasyonunu milimetre cinsinden göstererek daha objektif ölçüm imkânı sağlayan KT-1000 artrometresi kullanılarak ölçümler yapıldı. Olgularımızda uygun pozisyon ve artrometrenin doğru kurulumu sonrası, olguların opere ve sağlam dizlerindeki 67N, 89N ve 134N kuvvet altında değerleri ölçülerek birbirleriyle karşılaştırıldı. Özellikle 89N ve 134N kuvvet uygulandığında tendon gerginliğinin daha fazla olduğu SG ve SG-D gruplarında karşı dize göre translasyon ölçülerinin azaldığı görülse de, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4). Kullanılan üç farklı tekniğe göre KT-1000 artrometresi ile sağlam ve opere diz için 67N, 89N ve 134N kuvvet uygulandığındaki değerleri ve karşı dizle farkları (Δ) için çizilen kutu (Whisker-plot) grafikleri, sırasıyla şekil 29, 30, 31’de gösterildi.

Tablo 4: Olgu gruplarında opere ve sağlam dizde ölçülen KT-1000 değerleri ve farklarının karşılaştırılması.

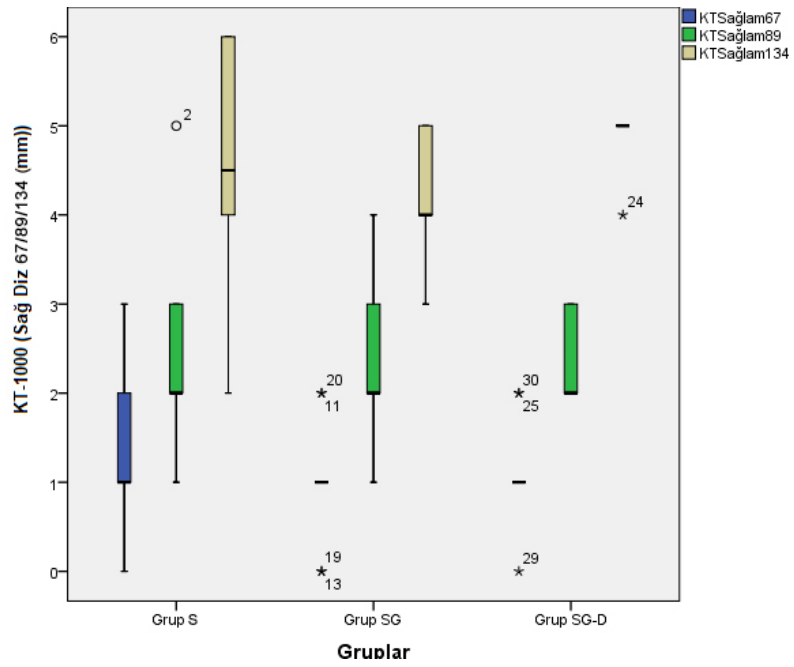
	S (n:10) Ort ± SD	SG (n:10) Ort ±SD	SG-D (n:10) Ort ±SD	H	p
KT-1000 (Opere diz) (67N) mm	2,1±1,37	2.4±0,69	1,9±0,73	2.149	0.341
KT-1000 (Opere diz) (89N) mm	4,4±1,57	4,1±0,99	3,6±1,07	1.929	0.381
KT-1000 (Opere diz) (134N) mm	6,9±2,13	5,9±1,10	6,2±1,22	1.669	0.434
KT-1000 (Sağlam diz) (67N) mm	1,2±0,91	1 ±0,66	1,1±0,56	0.216	0.897
KT-1000 (Sağlam diz) (89N) mm	2,4±1,17	2,5±0,97	2,4±0,51	0.149	0.928
KT-1000 (Sağlam diz) (134N) mm	4.5 ±1,35	4,1±0,73	4,9±0,31	4.899	0.086
Δ 1. (67N) mm	0.91±1,10	2±1,63	2,4±1,26	3.666	0.160
Δ 2. (89N) mm	1,4±0,51	1,6±0,96	1,8±1,39	1.390	0.499
Δ3.(134N) mm	0,9±0,99	1,4±0,96	1,6±1,26	3.281	0.194

*Kruskal Wallis Test, anlamlı p değeri bulunmadığı için Post hoc Dunn testi uygulanamadı.

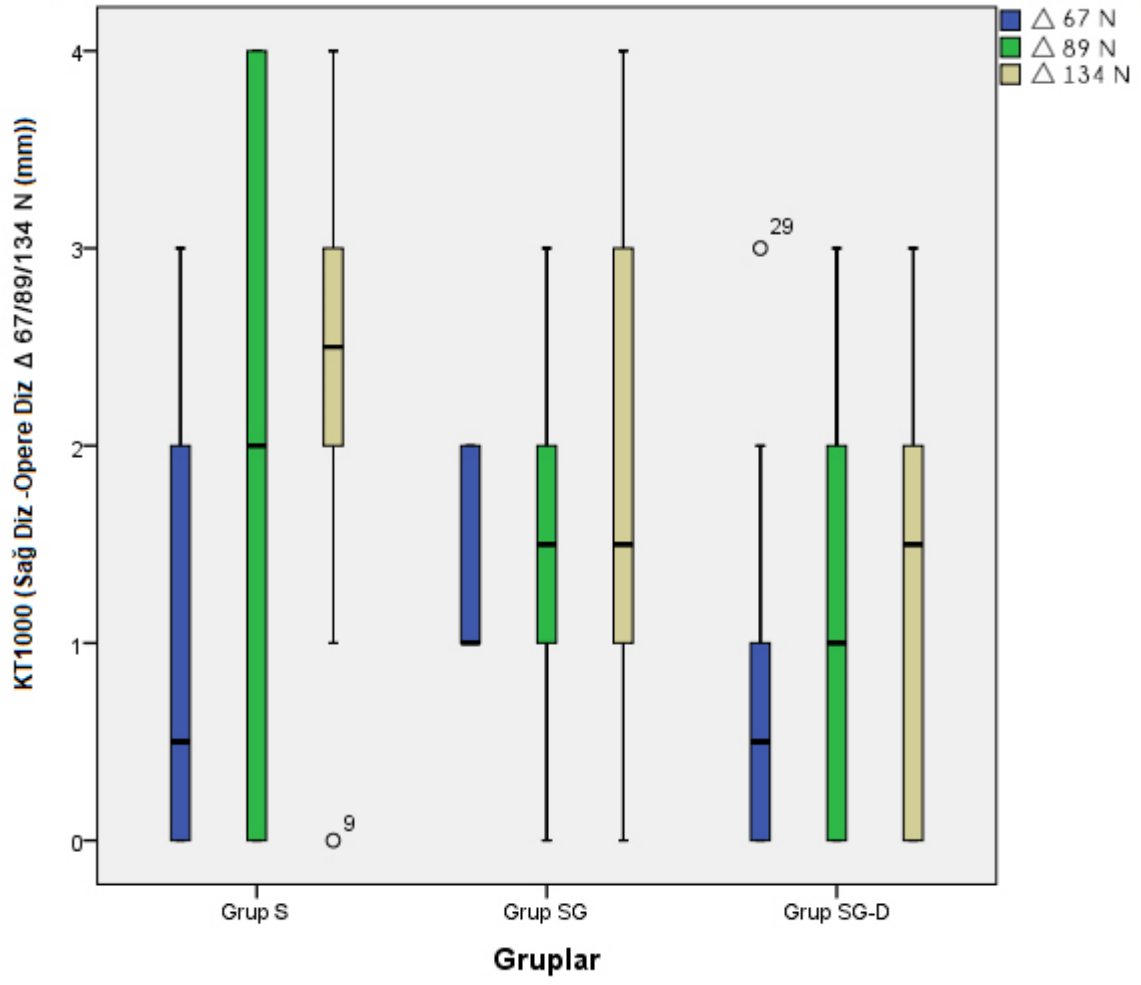
Kısaltmalar: **S:** Standart Grup, **SG:** Sonradan germe yapılan grup, **SG-D:** Sonradan germe-Düğüm yapılan grup **Δ:** Opere taraf- sağlam taraf (KT-1000 değeri)



Şekil 29:Sağlam diz KT 1000 67N, 89N, 134N değerleri



Şekil 30:Opere diz KT-1000 67N, 89N, 134N değerleri



Şekil 31: Sağlam- Opere diz (Δ) KT 1000 değerleri farkları

V. E. S grubundaki olguların parametrik ölçümlerinin, kendi içerisinde yapılan Pearson korelasyon analiz sonuçları

S grubundaki olguların PT-%BW-opere-ext, PT-%BW-opere-flex, TWD-%BW-opere-ext, TWD-%BW-opere-flex, Travma-ameliyat süresi (ay), Postop Lysholm, Postop-IKDC değerlerinin yine aynı S grubundaki olguların PT-%BW-opere-ext, PT-%BW-opere-flex, TWD-%BW-opere-ext, TWD-%BW-opere-flex, travma-ameliyat süresi (ay), Postop-Lysholm, Postop-IKDC değerleriyle karşılıklı olarak yapılan Pearson korelasyon analizinin sonuçları incelendi ve korelasyon gösterenler aşağıdaki verilen tabloda gösterildi (Tablo5).

Birinci parametrede, postoperatif memnuniyet skorlamaları ve kas güçleri arasında korelasyon olup olmadığına bakıldı. Bu iki parametre arasında pozitif korelasyon saptanmasına rağmen de istatistiksel olarak anlam saptanmadı ($p>0,05$).

İkinci parametre, travma-ameliyat süresi ile postoperatif memnuniyet skorları arasındaki ilişkiydi. Postop-Lysholm ile Travma-ameliyat süresi, (ay) ($r = -0.652$, $p = 0.041$) ve postop-IKDC ile travma-ameliyat (ay) ($r = -0.639$, $p = 0.047$) arasında negatif bir korelasyon görüldü.

Üçüncü parametre ise travma-ameliyat süresi ile postoperatif kas güçleri arasındaki ilişkiydi. Yapılan korelasyon analizinde; geçen süre ve kas güçleri arasında negatif bir korelasyon bulunmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 5: S grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin Pearson korelasyon testi ile karşılaştırılması.

		PT- %BW opere- ext	PT- %BW- opere- flex	TWD- %BW opere- ext	TWD- %BW- opere- flex	Travma- ameliyat süresi (ay)	Postop- Lysholm
PT-%BW- opere ext	r						
	p						
	N						
PT-%BW- opere-flex	r	,978**					
	p	0,001					
	N	10					
TWD- %BW- opere ext	r	,794**	,812**				
	p	0,006	0,004				
	N	10	10				
TWD- %BW- opere-flex	r	,829**	,861**	0,629			
	p	0,003	0,001	0,051			
	N	10	10	10			
Travma- ameliyat süresi (ay)	r	-0,237	-0,306	-0,070	-0,444		
	p	0,511	0,389	0,849	0,199		
	N	10	10	10	10		
Postop- Lysholm	r	0,398	0,370	0,143	0,358	-,652*	
	p	0,255	0,293	0,693	0,309	0,041	
	N	10	10	10	10	10	
Postop- IKDC	r	0,346	0,341	0,155	0,258	-,639*	,918**
	p	0,327	0,335	0,669	0,471	0,047	0,0001
	N	10	10	10	10	10	10

Parametrik Pearson korelasyon testi

** korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

* korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

Kısaltmalar:

PT-%BW-flex: Peak Tork fleksör, **PT-%BW-ext:** Peak Tork ekstansör ,

TDW-%BW-flex: Total Work Done fleksör, **TDW-%BW-ext:** Total Work Done ekstansör

V.F. SG grubundaki olguların parametrik ölçümlerinin, kendi içerisinde yapılan Pearson korelasyon analiz sonuçları

SG grubundaki olguların PT-%BW-opere-ext, PT-%BW-opere-flex, TWD-%BW-opere-ext, TWD-%BW-opere-flex, travma-ameliyat süresi (ay), Postop-Lysholm, Postop-IKDC değerlerinin yine aynı SG grubundaki olgulardaki PT-%BW-opere-ext, PT-%BW-opere-flex, TWD-%BW-opere-ext, TWD-%BW-opere-flex, travma-ameliyat süresi (ay), Postop-Lysholm, Postop-IKDC değerleriyle karşılıklı olarak yapılan Pearson korelasyon analizinin sonuçları incelendi ve korelasyon gösterenler aşağıdaki şekilde bulundu (Tablo 6).

Birinci parametrede, postoperatif memnuniyet skorlamaları ve kas güçleri arasında korelasyon olup olmadığına bakıldı. Bu iki parametre arasında pozitif korelasyon saptanmasına rağmen istatistiksel olarak anlam saptanmadı ($p>0,05$).

İkinci parametre, travma-ameliyat süresi ile postoperatif memnuniyet skorları arasındaki ilişkiydi. SG grubunda postoperatif memnuniyet skorlamaları ve travma-ameliyat arasında negatif bir korelasyon görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlam saptanmadı ($p>0,05$).

Üçüncü parametre, travma-ameliyat süresi ile postoperatif kas güçleri arasındaki ilişkiydi. Yapılan korelasyon analizinde; geçen süre ve kas güçleri arasında negatif bir korelasyon bulunmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 6: SG grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin Pearson korelasyon testi ile karşılaştırılması.

		PT- %BW- opere-ext	PT-%BW- opere-flex	TWD- %BW- opere-ext	TWD- %BW- opere- flex	Travma- ameliyat süresi (ay)	Postop- Lysholm
PT-%BW- opere-flex	r	,782**					
	p	0,007					
	N	10					
TWD-%BW- opere-ext	r	,949**	,686*				
	p	0,0001	0,028				
	N	10	10				
TWD-%BW- opere-flex	r	,740*	,719*	,686*			
	p	0,014	0,019	0,028			
	N	10	10	10			
Travma- ameliyat süre (ay)	r	-0,079	-0,015	-0,174	-0,239		
	p	0,829	0,966	0,631	0,507		
	N	10	10	10	10		
Postop- Lysholm	r	0,209	-0,298	0,245	0,009	-0,348	
	p	0,563	0,402	0,496	0,981	0,325	
	N	10	10	10	10	10	
Postop- IKDC	r	0,148	-0,222	0,203	0,031	-0,076	,834**
	p	0,683	0,537	0,574	0,931	0,835	0,003
	N	10	10	10	10	10	10

Parametrik Pearson korelasyon testi

** korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

* korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

Kısaltmalar:

PT-%BW-flex: Peak Tork fleksör, **PT-%BW-ext:** Peak Tork ekstansör ,

TDW-%BW-flex: Total Work Done fleksör, **TDW-%BW-ext:** Total Work Done ekstansör

V. G. SG-D grubundaki olguların parametrik ölçümlerinin, kendi içerisinde yapılan Pearson korelasyon analiz sonuçları

SG-D grubundaki olguların PT-%BW-opere-ext, PT-%BW-opere-flex, TWD-%BW-opere-ext, TWD-%BW-opere-flex, travma-ameliyat süresi (ay), Postop-Lysholm, Postop-IKDC değerlerinin, aynı SG-D grubundaki olgulardaki PT-%BW-opere-ext, PT-%BW-opere-flex, TWD-%BW-opere-ext, TWD-%BW-opere-flex, travma-ameliyat süresi (ay), Postop-Lysholm, Postop-IKDC değerleriyle karşılıklı olarak yapılan Pearson korelasyon analizinin sonuçları incelendi ve korelasyon gösterenler aşağıdaki şekilde bulundu (Tablo 7).

SG-D grupta bakılan birinci parametrede, parametrik ölçümlerden özellikle postoperatif memnuniyet skorlamaları ve kas güçleri arasında korelasyon olup olmadığına bakıldı. Özellikle Postop-IKDC ile PT-%BW-opere-ext ($r = 0.842$, $p = 0.002$) ve TWD-%BW-opere-ext. ($r = 0.736$, $p = 0.015$) arasında da pozitif (doğru orantılı) korelasyonlar gösterildi. Benzer şekilde postoperatif Lysholm skorlamaları ve postoperatif kas güçleri arasında pozitif korelasyonlar görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p > 0,05$).

İkinci parametre, travma-ameliyat süresi ile postoperatif memnuniyet skorları arasındaki korelasyon olup olmadığı idi. SG grubunda postoperatif memnuniyet skorlamaları ve travma-ameliyat süresi arasında negatif bir korelasyon görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlam saptanmadı ($p > 0,05$).

Üçüncü parametre ise, travma-ameliyat süresi ile postoperatif kas güçleri arasındaki ilişkiydi. Yapılan korelasyon analizinde; travma-ameliyat süresi ve kas güçleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p > 0,05$).

Tablo 7: SG-D grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin Pearson korelasyon testi ile karşılaştırılması.

		PT- %BW- opere- ext.	PT- %BW- opere- flex.	TWD- %BW- opere- ext	TWD- %BW- opere-flex	Travma- ameliyat süresi (ay)	Postop- Lysholm
PT-%BW- opere-flex	r	0,391					
	p	0,264					
	N	10					
TWD-%BW- opere-ext	r	,830**	0,548				
	p	0,003	0,101				
	N	10	10				
TWD-%BW- opere-flex	r	-0,035	0,431	0,435			
	p	0,924	0,213	0,209			
	N	10	10	10			
Travma- ameliyat süresi (ay)	r	0,183	0,179	0,040	-0,098		
	p	0,612	0,620	0,913	0,787		
	N	10	10	10	10		
Postop- Lysholm	r	-0,030	0,357	0,237	0,554	-0,093	
	p	0,935	0,312	0,510	0,096	0,798	
	N	10	10	10	10	10	
Postop-IKDC	r	,842**	0,352	,736*	0,125	-0,421	0,097
	p	0,002	0,318	0,015	0,730	0,225	0,789
	N	10	10	10	10	10	10

Parametrik Pearson korelasyon testi

** korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

* korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

Kısaltmalar:

PT-%BW-flex: Peak Tork fleksör, **PT-%BW-ext:** Peak Tork ekstansör,

TDW-%BW-flex: Total Work Done fleksör, **TDW-%BW-ext:** Total Work Done ekstansör

V. H. S grubundaki olguların parametrik olmayan ölçümlerinin, kendi içerisinde yapılan Spearman korelasyon analiz sonuçları

S grubundaki olguların PT-%BW-opere-ext, PT-%BW-opere-flex, TWD-%BW-opere-ext, TWD-%BW-opere-flex, travma-ameliyat süresi (ay), Postop-Lysholm, Postop-IKDC değerlerinin yine aynı S grubundaki olgulardaki parametrik olmayan opere taraftaki KT-1000 değerleri ve karşı dizle kıyaslanan laksite farkları arasında yapılan Spearman korelasyon analizinin sonuçları incelendi (Tablo 8).

Postoperatif Lysholm ve IKDC skorlamaları ve karşı dizle mukayese edilen KT-1000 değerleri arasında negatif bir korelasyon olmasına rağmen parametreler arasında bir istatistiksel bir anlam bulunmadı ($p>0,05$).

Bir diğer parametre olan travma-ameliyat süresi ve karşılıklı laksite farkı arasında bakılan korelasyon analizinde; negatif bir korelasyon olmasına rağmen istatistiksel bir anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 8: S grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin, Spearman korelasyon testi ile karşılaştırılması.

		KT-1000- Opere- 67N	KT-1000- Opere- 89N	KT-1000- Opere- 134N	Δ 67N	Δ 89N	Δ 134N
PT-%BW- opere-ext	rs	0.350	-0.140	-0.345	0.313	-0.150	-0.391
	p	0.321	0.700	0.329	0.378	0.679	0.264
	n	10	10	10	10	10	10
PT-%BW- opere-flex	rs	0.359	-0.127	-0.325	0.169	-0.262	-0.455
	p	0.309	0.727	0.359	0.640	0.465	0.186
	n	10	10	10	10	10	10
TWD- %BW- opere-ext	rs	0.094	-0.323	-0.250	0.143	-0.299	-0.436
	p	0.795	0.362	0.486	0.693	0.401	0.207
	n	10	10	10	10	10	10
TWD- %BW- opere-flex	rs	0.415	-0.171	-0.213	0.241	-0.324	-0.455
	p	0.233	0.637	0.555	0.503	0.361	0.186
	n	10	10	10	10	10	10
Travma- ameliyat süresi (ay)	rs	-0.133	0.226	0.310	-0.323	-0.044	-0.375
	p	0.715	0.531	0.383	0.362	0.904	0.285
	n	10	10	10	10	10	10
Postop- Lysholm	rs	0.137	-0.079	-0.430	-0.094	-0.094	-0.152
	p	0.706	0.829	0.214	0.795	0.797	0.676
	n	10	10	10	10	10	10
Postop- IKDC	rs	0.019	-0.127	-0.477	-0.261	-0.153	-0.194
	p	0.959	0.726	0.164	0.466	0.673	0.592
	n	10	10	10	10	10	10

Parametrik Pearson korelasyon testi

** korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

* korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

Kısaltmalar:

PT-%BW-flex: Peak Tork fleksör, **PT-%BW-ext:** Peak Tork ekstansör

TDW-%BW-flex: Total Work Done fleksör, **TDW-%BW-ext:** Total Work Done ekstansör

Δ : Opere taraf- sağlam taraf (KT-1000 değeri)

V.I. SG grubundaki olguların non-parametrik ölçümlerinin, kendi içerisinde yapılan Spearman korelasyon analiz sonuçları

SG grubundaki olguların PT-%BW-opere-ext, PT-%BW-opere-flex, TWD-%BW-opere-ext, TWD-%BW-opere-flex, travma-ameliyat süresi (ay), Postop-Lysholm, Postop-IKDC değerlerinin, yine aynı SG grubundaki olgulardaki parametrik olmayan opere olan dizlerindeki KT-1000 değerleri ve karşı dizle kıyaslanan laksite farkları arasında yapılan Spearman korelasyon analizinin sonuçları aşağıdaki gibidir (Tablo 9).

Postoperatif Lysholm ve opere tarafların KT-1000 değerleri ile karşılıklı laksite farkları arasında bakılan korelasyon analizinde; negatif bir korelasyon görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlam görülmedi ($p>0,05$).

Postop-IKDC ile non-parametrik KT-1000-67N ($r = -0.757$, $p = 0.011$ ve), KT-1000-Opere-134N ($r = -0.823$, $p = 0.003$), $\Delta 67N$ ($r = -0.660$, $p = 0,038$), ve $\Delta 134N$ ($r = -0,781$, $p = 0.081$) arasında da negatif korelasyonların bulunduğu tespit edildi.

Bir diğer parametre olan travma-ameliyat süresi ve karşılıklı laksite farkı arasında bakılan korelasyon analizinde; negatif bir korelasyon olmasına rağmen istatistiksel bir anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 9: SG grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin, Spearman korelasyon testi ile karşılaştırılması.

		KT-1000- Opere-67N	KT-1000- Opere- 89N	KT-1000- Opere-134N	Δ 67N	Δ 89N	Δ 134N
PT-%BW- opere-ext	rs	-0.154	0.101	-0.025	-0.071	0.362	0.012
	p	0.671	0.782	0.944	0.845	0.304	0.973
	n	10	10	10	10	10	10
PT-%BW- opere-flex	rs	0.027	0.402	0.432	0.142	0.528	0.443
	p	0.941	0.249	0.212	0.695	0.117	0.200
	n	10	10	10	10	10	10
TWD-%BW- opere-ext	rs	-0.154	0.101	-0.133	-0.213	-0.242	-0.181
	p	0.671	0.782	0.713	0.554	0.501	0.617
	n	10	10	10	10	10	10
TWD-%BW- opere-flex	rs	-0.161	0.141	0.044	-0.355	-0.108	-0.050
	p	0.657	0.698	0.903	0.314	0.766	0.891
	n	10	10	10	10	10	10
Travma- ameliyat süresi (ay)	rs	-0.240	-0.561	-0.388	0.000	-0.160	-0.047
	p	0.504	0.091	0.268	1.000	0.658	0.897
	n	10	10	10	10	10	10
Postop- Lysholm	rs	-0.576	-0.353	-0.556	-0.382	-0.137	-0.532
	p	0.082	0.318	0.095	0.276	0.707	0.113
	n	10	10	10	10	10	10
Postop-IKDC	rs	-,757*	-0.591	-0,823**	-0,660*	-0.521	-,781**
	p	0.011	0.072	0.003	0.038	0.122	0.008
	n	10	10	10	10	10	10

Non-Parametrik Spearman korelasyon testi

** korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

* korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

Kısaltmalar:

PT-%BW-flex: Peak Tork fleksör, **PT-%BW-ext:** Peak Tork ekstansör

TDW-%BW-flex: Total Work Done fleksör, **TDW-%BW-ext:** Total Work Done ekstansör

Δ: Opere taraf- sağlam taraf (KT-1000 değeri)

V. J. SG-D grubundaki olguların non-parametrik ölçümlerinin, kendi içerisinde yapılan Spearman korelasyon analiz sonuçları

SG-D grubundaki olguların PT-%BW-opere-ext, PT-%BW-opere-flex, TWD-%BW-opere-ext, TWD-%BW-opere-flex, travma-ameliyat (ay) süresi, Postop-Lysholm, Postop-IKDC değerlerinin, yine aynı SD-G grubu olgularının non-parametrik KT-1000 değerleri ve karşı dizle kıyaslanan laksite farkları arasında yapılan Spearman korelasyon analizinin sonuçları incelendi (Tablo 10).

Postoperatif memnuniyet skorları ve KT-1000 değerleri arasında negatif bir korelasyon olmasına rağmen parametreler arasında bir istatistiksel bir anlam saptanmadı ($p>0,05$).

Bir diğer parametre olan travma-ameliyat süresi ve karşılıklı laksite farkı arasında bakılan korelasyon analizinde; negatif bir korelasyon olmasına rağmen istatistiksel bir anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 10: SG-D grubundaki olgularda ölçülen parametrelerin, Spearman korelasyon testi ile karşılaştırılması.

		KT-1000- Opere-67N	KT-1000- Opere-89N	KT-1000- Opere-134N	Δ 67N	Δ 89N	Δ 134N
PT-%BW- opere-ext	rs	-0.138	-0.051	0.051	0.033	0.170	0.064
	p	0.703	0.890	0.890	0.928	0.639	0.862
	n	10	10	10	10	10	10
PT-%BW- opere-flex	rs	10	-0.475	-0.386	-0.270	-0.335	-0.449
	p	-0.591	0.165	0.270	0.451	0.345	0.192
	n	0.072	10	10	10	10	10
TWD-%BW- opere-ext	rs	-0.480	-0.354	-0.189	-0.269	-0.170	-0.172
	p	0.160	0.316	0.600	0.453	0.639	0.635
	n	10	10	10	10	10	10
TWD-%BW- opere-flex	rs	-0.579	-0.278	-0.063	-0.374	-0.195	-0.051
	p	0.079	0.437	0.862	0.287	0.589	0.889
	n	10	10	10	10	10	10
Travma- ameliyat süresi(ay)	rs	0.416	,678*	0.526	0.164	0.347	0.411
	p	0.232	0.031	0.119	0.650	0.326	0.238
	n	10	10	10	10	10	10
Postop- Lysholm	rs	-0.169	-0.317	-0.046	-0.110	-0.184	-0.040
	p	0.642	0.372	0.899	0.763	0.610	0.913
	n	10	10	10	10	10	10
Postop-IKDC	rs	-0.252	-0.019	0.070	-0.053	-0.013	-0.225
	p	0.482	0.958	0.847	0.885	0.972	0.951
	n	10	10	10	10	10	10

Non-Parametrik Spearman korelasyon testi

** korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

* korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı (2-tailed).

Kısaltmalar:

PT-%BW-flex: Peak Tork fleksör, **PT-%BW-ext:** Peak Tork ekstansör

TDW-%BW-flex: Total Work Done fleksör, **TDW-%BW-ext:** Total Work Done ekstansör

Δ: Opere taraf- sağlam taraf (KT-1000 değeri)

VI. TARTIŞMA

Diz cerrahisinde önemli bir yer kaplayan ÖÇB rekonstrüksiyon ameliyatları, artroskopi alanındaki gelişmeler ile birlikte yeni ameliyat yöntemlerinin belirlenmesiyle ivme kazanarak daha optimal metotların araştırılmasını sağlamıştır [127,128].

Gerek kadavra gerekse hayvan modelleri kullanılarak yapılan çalışmalarla ÖÇB'nin yerini tutabilecek bir greftin en ideal nasıl olabileceği ve uygulanabileceği ile birlikte daha önce başarısızlıkla sonuçlanan ÖÇB ameliyatlarının daha başarılı fonksiyonel sonuçlar vermesi için bütün olasılıklar üzerine cevaplar aranmaya çalışılmıştır

Bu konuda, daha önceki tecrübelerin ışığında, otojen greftin donör saha morbiditesinin azaltılması, greft fiksasyonu için farklı tekniklerin geliştirilmesi ve optimal ÖÇB rekonstrüksiyon ameliyatlarının yapılabilmesi için temel gereksinimler üzerine çok sayıda derleme ve çalışma yapılmıştır. Günümüzde hala bu konuda yoğun bir şekilde araştırmalar devam etmektedir.

Konservatif izlenen hastaların eklem instabilitesi ve persistan ağrıdan şikayet ettikleri bildirilerek ayrıca ÖÇB yetmezliği olan bireylerde diz eklemindeki diğer yapıların da yaralanma riskinin arttığı tespit edilmiştir [129]. Yapılan biyomekanik ve klinik çalışmalarda kronik ÖÇB yetmezliği olan bireylerde meniskal yaralanmalarının insidansının arttığı görülmüştür [129,130].

Histolojik çalışmalarda eklem dışı yapılardan biri olan iç yan bağın ÖÇB'ye göre iyileşme kapasitesinin daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu da klinisyenlerin eklem içi ve dışı bağların farklı biyolojik özellikleri olduğu konusunda görüş birliğine varmalarına sebep olmuştur. ÖÇB'nin iyileşme kapasitesinin bu denli az olması sebebiyle biyolojik tamir yerine rekonstrüktif prosedürler ön plana çıkmıştır [131].

ÖÇB rekonstrüksiyonlarında hedeflenen amaç, doğal diz kinematiğini elde etmek ve uzun dönemde ÖÇB yetmezliğinin sebep olabileceği komplikasyonlardan kaçınmaktır [132]. Bu sebeple ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisinin sonuçlarını etkileyen birçok faktör tanımlanmıştır. Yapılan çalışmalarda dizin normal anatomisine uygun olarak açılan femoral ve tibial tüneller dizin kinematiğini daha iyi taklit ettiği ve dizin hareketi esnasında greftin yeterli gerginlikte kalmasını sağladığı gösterilmiştir [133,134].

Greft iyileşmesini etkileyen başlıca faktörlerden biri de greft tespit tekniği ve tespit esnasında ayarlanan gerginlik miktarıdır [135]. Greftin ligamentizasyonu, tendon kemik uyumu olarak bilinir. Yapılan in vitro çalışmalar ligamentizasyonun erken evresinde greftin tensil gücünün giderek azalmakta olduğunu göstermiştir [136].

Bu aşamada greftin ligamentizasyonu gerçekleşene kadar femoral ve tibial tespit materyalleri greftin gerginliğini düzenler. Özellikle erken postoperatif dönemde tespit materyallerindeki başarısızlık greft- kemik arayüzünde mikroharekete yol açıp, tendon gerginliğinde azalmaya yol açar. Bu mikrohareketin tünel genişlemesine neden olduğu ve iyileşmeyi olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir [137]. Bu sebeple son yıllarda biyomekanik özellikleri yönünden kortikal tipte asıcı sistemlerin greft tespitinde kullanımı artmıştır. Bütün bu çabalara rağmen, ameliyat sonrası rehabilitasyon sırasında hastaların kontrollü egzersizlere başlamadan önce bile greftte gevşemelerin ve greft elongasyonlarının olduğu görülmektedir.

Ayarlanabilir loop'lu kortikal tespit materyallerinin grefti yeniden germe özelliği, bu tekniği bu kadar değerli yapan en önemli faktör olup yeterli iyileşme gerçekleşene kadar diz stabilitesine katkı sağlamaktadır [138]. Günümüzde popüler olan tek demet anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonlarında femoral tünelin daha kısa olması, tünel içindeki greftin uzunluğunu arttırmanın önemini ortaya koymuştur [139]. Ayarlanabilir loop'lu kortikal askı sistemlerinin tünel ve loop ölçümü yapmaksızın tünel içi greft uzunluğu belirlenebilmesi yönünden avantajlı olduğu belirtilse de sıklık yüklenmeler sonrası loop elongasyonu ve greftin eklem içine geri kaçabildiği belirtilmiştir [140].

Literatürde kortikal askı sistemlerinin biyomekanik özelliklerini inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Petre ve ark'ları [24], 2 sabit loop (Endobutton CL -Smith &Nephew ve XO Button-ConMed) ve 2 ayarlanabilir loop (TightRope RT-Arthrex ve ToggleLoc-Biomed) kullanarak yaptığı çalışmada, hem sabit hem de ayarlanabilir askı sistemlerine ait ürünlerin doğal ÖÇB stabilitesine sahip olduklarını belirtse de 1000 döngü sonrası sıklık deplasman ölçümünde deplasman miktarının en fazla ayarlanabilir looplu (TightRope RT ve ToggleLoc) materyallerde görmüşlerdir (sırasıyla 2,74 ve 3.34mm). Buna ek olarak ToggleLoc-Biomed 'in 3 mm'yi geçtiği ve klinik açıdan başarısızlık sınırına ulaştığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçlara göre ayarlanabilir loop'lu askı sistemlerinin sabit loop'lu sistemlere göre olası deplasman miktarını azaltmak için klinik açıdan greftin tibial tespit sonrası tekrardan gerilmesi kanaatine varmışlardır.

Barrow ve ark [14] 1 sabit loop (Endobutton CL -Smith &Nephew) ve 2 ayarlanabilir loop (the TightRope RT-Arthrex, ToggleLoc-Biomet) ile yaptıkları başka bir çalışmada 10 ila 50 N'ye kadar kademeli olarak artan 4500 döngüden oluşan bir model oluşturmuşlardır. TightRope RT-Arthrex'in 4500 döngü sonrası 42.5 mm uzama gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca klinik olarak patolojik kabul edilen 3 mm sınırına en erken ulaşan ürünün TightRope RT olduğu ve Endobutton CL'nin ise 4500 döngü sonrası 3 mm uzama sınırına ulaşmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada ayarlanabilir loop'lu materyallerinin serbest uçlarını

düğüm atarak aynı protokole sokarak uzama miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit etmişlerdir. Bu iki çalışmanın sonucunda klinik olarak ayarlanabilir loop'lu askı sisteminin kullanıldığı olgularda greftin tespit sonrası tekrardan gerilmesinin postoperatif dönemdeki fonksiyonel başarıyı arttırabileceğini düşündürmüştür.

Literatürdeki bu iki çalışmanın aksine farklı görüşler belirten çalışmalar da mevcuttur. Johnson ve ark.'larının [25] 3 sabit (Endobutton CL -Smith &Nephew, XO Button-ConMed, RigidLoop-Depuy Mitek)ve 2 ayarlanabilir loop (TightRope RT-Arthrex, ToggleLoc-Biomet) ile yaptıkları biyomekanik çalışmada diğer çalışmalara nazaran yüksek kuvvet (100N-600N) altında siklik deplasman ölçümleri yapılmıştır. Çalışmalarında Petre ve ark.'larının [24] yaptığı çalışmada olduğu gibi en fazla siklik deplasman ToggleLoc-Biomet'de olduğunu görmüşlerdir (3.69mm). Ayrıca çalışmalarında ayarlanabilir loop'lu askı materyallerini tekrardan gererek test etmişlerdir. Sonradan gerilen ürünlerde gerilim öncesine göre 4500 döngülük protokoldeki deplasman miktarları azalsa da istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır. Araştırmacılar çalışmalarının sonucunda postoperatif rehabilitasyonu taklit eden yüksek kuvvetler altında, sabit loop'lu cihazların ayarlanabilir olanlara göre daha rijit ve stabil bir yapı gösterdiğini ve ayarlanabilir loop'lu ürünlerin sonradan gerilmesinin biyomekanik özelliklerini etkilemediğini ifade etmişlerdir.

Noonan ve ark.'larının[110] yaptığı 3 fazlı biyomekanik çalışmada, faz 1 'de 5 farklı ayarlanabilir tespit materyal grubu oluşturularak, gruplar içinde aynı bizim çalışmamızda olduğu gibi sadece sonradan gerilen ve sonradan gerilip düğüm atılan gruplar mevcuttu. Bizden farklı olarak sabit loop'lu tespit edilen grupta faz 1 evresine alındığı görülmüştür. Çalışmada ayarlanabilir loop'lu tespit materyali için (TightRope RT-Arthrex), sabit loop'lu ürün ise (Endobutton CL) idi. Faz 1 evresinde sadece implantlar 75 N'luk kuvvet ile gerginlik sağlandıktan sonra 50N-250N aralığında 25 döngüye alınmıştır. Bu da bizim greftin tespit sonrasında yaptığımız peroperatif siklik yüklenme hareketlerine eş değer bir tanımlamadır. Ardından belli gruplarda sonradan germe, sonradan germe+düğüm tespiti, sadece düğüm işlemi yapılmış standart grup ve sabit loop'lu gruba bir müdahale olmamıştır. Sonradan germe miktarı başlangıçta olduğu gibi 75N olarak belirtilmiştir. Sonrasında 50-250N aralığında 4500 döngü sağlanarak siklik deplasman ve materyalin sertlik ölçümleri hesaplanmıştır. Bu evrenin sonuçlarına göre 25 döngü (peroperatif siklik yüklenme) sonucunda deplasman miktarları gruplar arasında anlamlı bir fark göstermemiştir. Fakat 4500 siklik yüklenme sonrası sonradan germe + düğüm grubunun standart gruba göre istatistiksel olarak anlamlı miktarda daha az siklik deplasman (0.96mm, 0.38mm) gösterdiği tespit edilmiş, ayrıca aynı gruplar arasında sonradan germe+düğüm grubunun daha rijit bir yapıya döndüğü ifade edilmiştir.

Faz 3 evresinde ise aynı implantların domuz femurlarında tespiti sağlanarak insan anatomik modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu evrede 50-250N aralığında 1000 döngülük bir protokol belirlenip, standart grup, sonradan germe+ düğüm grubu ve sabit loop'lu materyallerin olduğu 3 grup dahil edilmiştir. Deneyin sonucunda Faz 1'dekine benzer ilk 25 döngü sonrası siklik deplasmanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmesi de 1000 döngü sonrası total siklik deplasman miktarı sonradan germe+düğüm grubunda diğer gruplarla kıyaslandığında anlamlı olarak azaldığı gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları klinik pratiğe ciddi miktarda ışık tutmaktadır. Ayarlanabilir loop'lu askı sistemleri kullanılan olgularda tibial tespit sonrası oluşabilecek loop uzaması ve greft gerginliğinde kayıp için sonradan germe üstüne düğüm atılmasının daha stabil bir tespit sağlayacağı aynı zamanda postoperatif dönemde fizik tedavi sırasında oluşabilecek komplikasyonları önlemede önemli bir metod olabileceği düşünülmektedir.

Cheng ve ark [113]. tarafından başka bir biyomekanik çalışmada yeni üretilen bir ayarlanabilir loop'lu sistemin (GraftMax) biyomekanik özelliklerini ÖÇB rekonstrüksiyonunda sabit loop'lu sistemlerle (Endobutton CL -Smith &Nephew ve TightRope RT-Arthrex) karşılaştırmışlar ve TightRope'un serbest ucunun düğümlemesinin biyomekanik özellikleri iyileştirip iyileştiremeyeceğini anlamaya çalışmışlardır. Bu biyomekanik çalışmada Endobutton CL'nin TightRope veya GraftMax'e göre yetmezlik yükü ve deplasman miktarlarında önemli ölçüde daha avantajlı mekanik özellikler gösterdiği ileri sürülmüştür. Bununla birlikte, GraftMax'in mekanik özelliklerinin TightRope ile benzer olduğu, TightRope'un serbest uçlarının sonradan düğümlemesinin ise deplasman miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yaratmadığı bildirilmiştir. TightRope'un düğümlü ve düğümsüz olarak bakılan siklik deplasman miktarı 1.56 mm ve 1.38 mm olarak tespit edilmiş olup aynı Johnson ve ark[25] sonuçları ile uyumlu olarak düğüm atmanın ayarlanabilir loop'lu askı sistemlerinde biyomekanik bir farklılık yaratmadığını ifade etmişlerdir.

İuchi ve ark'ları [109] tarafından yapılan çalışmada tek bir ayarlanabilir loop (TightRope RT-Arthrex) ile üç farklı siklik yüklenme protokolu uygulanarak ayarlanabilir loop'lu kortikal askı sistemleri biyomekanik açıdan incelenmiştir. Çalışmalarında düşük güç yükleme ve düşük siklik yükleme hızlarındaki artışla daha az uzama olduğunu göstermişlerdir. Buna göre ayarlanabilir loop'lu askı fiksasyonunda, başlangıç geriliminin düşük olduğu greft ile tespit edilen olgularda anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonlarından sonra rehabilitasyon sırasında dikkatli olunması gerektiği vurgulanmıştır. Ligamantizasyonun erken evrelerinde yavaş ve hafif egzersizlerin daha çok tercih edilmesinin gerekliliğini bildirmişlerdir.

Tüm bu biyomekanik çalışmaların sonucunda, son yıllarda cerrahlar tarafından daha çok uygulanan tek demet anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonlarında ayarlanabilir tipte askı sistemlerinin standart teknik kullanılsa bile klinik ve fonksiyonel anlamda olumlu sonuçların elde edilebileceği kanaatindeyiz.

ÖÇB rekonstrüksiyonlarının fonksiyonel ve klinik başarısını etkileyen bir diğer başlık da greft çapının olduğu ileri sürülerek sıklıkla tartışılmaktadır. Greft çapının fazla olması amacıyla rekonstrüksiyon sırasında katlanarak çapının artırılması özellikle tibial tünel içinde greftin kısa kalmasına ve sekonder tespit materyallerinin daha çok kullanılmasına sebep olmuştur. Bu sık karşılaşılan bir durum olduğundan vida tespitinin de önemi artmıştır. Tamamı içeriden teknikle tibial tarafta yaşanan bu problemin önüne geçebilmek amaçlansa da tekniğin fazla maliyeti sebebiyle hala kullanımının sınırlı olduğu görülmektedir. Literatürde vida tespiti için farklı görüşler belirtilmiş olup, kalın olması sonucu grefti tünele ilerletmesi, greftin taşıyıcı iplerini lasere etmesi ya da ince tercih edilmesi sonucu yetersiz bir tespit sağladığı ve instabilite geliştirdiği bildirilmiştir [141].

Greft germe tekniğinin, postoperatif dönemde beklenen greft laksitesini en aza indirmek ve greftin tendon kemik uyumunu arttırmada basit ve etkili bir yaklaşım olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca tibial fiksasyon sonrası greftin sonradan gerilmesi son yıllarda daha çok popüler hale gelen kortikal tipte asıcı tespit sistemlerinin yarattığı greft elongasyonu ve gevşeme düzeyini azaltacaktır [142]. Bunlara ek olarak greftin gerilmesinden sonra geri kaçmasını sınırlamak için düğüm atılması oldukça ümit vericidir ve uygulayan cerrah tarafından hasta için kalıcı ve daha stabil bir ÖÇB yapısı sağlamak amacıyla ek bir önlem olarak düşünülmektedir [138].

Çeşitli araştırmacılar, greftin tespiti esnasında “gittiği yere kadar “ ve “5 veya 7 mm anterior-posterior translasyonun korunmasını sağlayacak şekilde güçlü bir germenin” uygulanmasını önermektedirler [143]. Hamstring greftlerinin kullanıldığı biyomekanik bir çalışmada, Easom ve ark. 80 N [144] gerginliğin diz stabilitesine en çok katkı sağladığı sonucuna varmışlardır. Yapılan biyomekanik bir çalışmada genel olarak K-PT-K modelleri kullanılarak, greft gerginliğinin 20 N ila 67 N arası gerginlikte olması gerektiği önerilmiştir [145].

Son olarak yapılan bir derlemede, Tohyama ve Yasuda [146] başlangıçtaki greft gerginliğinin ÖÇB rekonstrüksiyonunu etkileyen en önemli faktörlerden birisi olduğunu vurgulamışlar ayrıca rekonstrüksiyonda kullanılacak optimal greft gerginliği için nicel yönergelere ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Greftin aşırı gergin tespiti non-anatomik ve non izometrik rekonstrüksiyonunda bir rerüptür sebebi olabilir. Tüm bu araştırmalara karşın sonuç olarak ideal greft gerginliğini ne kadar olması gerektiği hususu halen tartışılmaktadır

Çalışmamızda, ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılarak üç farklı greft gerginliği elde edilen S, SG ve SG-D grubundaki olguların postoperatif 9. ay izokinetik fleksör ve ekstansör kas güçleri karşılaştırıldığında SG-D grubunun, PT-%BW-flex, TWD-%BW ext ve TWD-%BW-flex. değerleri, S grubunun aynı değerlerinden istatistiksel olarak daha yüksek olarak bulundu (sırasıyla, $p= 0.043$, 0.02 ve 0.045). Aynı kas gücü parametreleri bakımından, S ve SG grupları ve SG ve SG-D grupları arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). Yapılan prospektif benzer bir çalışmada Fleming ve ark [147] gergin bir greftin postoperatif maksimum peak tork değerlerinin gevşek greft konulan gruba göre daha fazla saptanacağını iddia etseler de, 3. Yıl sonuçlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamadıklarını bildirmişlerdir. Kim ve ark'larının [148] farklı greft gerginliği meydana getirdikleri 3 gruba yaptıkları çalışmalarında postoperatif 1. Yıl takiplerinde Peak Tork değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit etmediklerini ileri sürmüşlerdir. Her ne kadar Peak tork(güç) ve Total Work Done (dayanıklılık) gibi izokinetik kas gücü değerlerinin doğrudan greft gerginliği ile ilişkili olmadığı literatürde yer alan çalışmalarda belirtilse de, çalışmamızdaki verilerle paralel olarak greftin gergin tespit edilmesi ve düğüm atılmasının daha stabil bir ÖÇB yapısı oluşturabilceğini düşünmekteyiz.

Araştırmamızda S, SG, SG-D grubundaki olguların, preop ve postop (9. Ay) fonksiyonel skorlama (Lysholm Diz Skorlama Ölçeği ve IKDC subjektif diz değerlendirme) sonuçlarının, her bir grubun kendi içerisinde karşılaştırılarak incelenmesi yapıldığında bütün gruplarda preop ve postop olarak fonksiyonel skorlama sonuçlarının anlamlı olarak post-op dönem lehine yükseldiği tespit edilmiştir ($p = 0.0001$). Özellikle IKDC değerlendirmesinde, SG ve SG-D gruplarında (sırasıyla 94.9, 94.6) S grubuna (88.8) göre post-op skor ortalamalarının az da olsa yüksek olduğu belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda literatürde nadir olarak tespit ettiğimiz ayarlanabilir kortikal asıcı sistem ile üç farklı tendon gerginliği elde ettiğimiz olgu grupları arasında pre-op ve post-op dönem fonksiyonel skorlar karşılaştırılmıştır. Çalışmamızla paralel olarak literatürde farklı tendon gerginlikleri oluşturularak elde edilen gruplar arasında pre-op ve post-op memnuniyet skorları arasındaki değişim irdelenmiştir.

Van Kampen ve ark.'larının[149] 1998 yılında K-PT-K otogrefti kullanarak 38 olguluk ÖÇB rekonstrüksiyon çalışmasında belirledikleri iki farklı greft gerginliğine sahip (20N ve 40N) iki grup arasında Lysholm Diz Skorumu Ölçeğini ve IKDC değerlerini kendi içinde karşılaştırmışlardır. Bizim çalışmamızda olduğu gibi, postoperatif dönem değerlerin yüksek olduğunu belirterek grupların kendi içerisindeki fonksiyonel skorların karşılaştırmalarında post-op veriler lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulduklarını ileri sürmüşlerdir.

Fleming ve ark.'ları[147] tarafından yapılan aynı çalışmada ise greft gerginliğini manuel olarak ayarlandığı düşük ve yüksek gerginliğe sahip iki grupta, postoperatif 3. Yıl takiplerinde IKDC skorları arasında istatistiksel olarak anlamlılık tespit etmemişlerdir. Choi ve ark.'larının [150] yaptığı diğer bir çalışmada ise sonradan germe ve düğüm tekniği uyguladıkları olgu grubunda postoperatif Lysholm değerleri bizim çalışmamızla uyumlu olarak 93.6 ± 5.5 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada bizim araştırmamızda farklı olarak sonradan germe ve düğüm işlemi tibial tespit önce yapmaları ve olguların preop değerlerinin çalışmada verilmemesi söylenebilir. Bu bilgilerin sonucu olarak tendon gerginliğinin postoperatif memnuniyet skorlamalarını olumlu yönde arttırdığı fakat gerginlik miktarının birbirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yaratacak üstünlük sağlamadığını düşünmekteyiz.

Araştırmamızda üç farklı greft gerginliği sağlanan S, SG ve SG-D grubundaki olgularda, KT-1000 artrometresi ile olguların postoperatif 9. ayda opere ve sağlam dizlerindeki (67N), (89N) ve (134N) değerleri ölçülerek birbirleriyle karşılaştırıldı. Özellikle 89N ve 134N kuvvet altında tendon gerginliğinin daha fazla olduğu SG ve SG-D gruplarında sağlam dize göre translasyon ölçülerinin azaldığı görülse de, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını saptadık. Jörn ve ark.'ları [93] 20 olguluk K-PT-K greft ile yaptıkları ÖÇB rekonstrüksiyonunda; rekonstrüksiyon öncesi 150N kuvvet uygulayarak ölçülen toplam anteroposterior translasyon düzeyini 12.7 mm olarak göstermişlerdir. Bu düzeyin aynı kuvvet altında postoperatif 1. yılda 5.1 mm'ye, 3. yılda ise 5.6 mm'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar greft gerginliğini sadece yaklaşık 10-15N bir kuvvetle düğüm atarak sağlayıp düşük fizyolojik gerginlikte tespit etmişler ve sonuçta greftin ilk uygulanma zamanında yüksek kuvvette bir gerilim uygulanmadığı zamanda eklem laksitesinin çok fazla olmayacağı kaanatine varmışlardır.

Nicholas ve ark. [101] 49 olguyla yaptıkları ÖÇB rekonstrüksiyonunda farklı 2 gruba uygulanacak greftlere yüksek (90 N) ve düşük (45 N) germe kuvvetlerini uygulayıp, KT-1000 artrometre ile anterior tibial yer değiştirmeyi ölçmüşlerdir. Çalışmalarında Cerrahi sonrasında, yüksek germe kuvveti uyguladıkları grubu, daha az germe uyguladıkları grupla karşılaştırdıklarında, elde edilen veriler 1. haftada 1.1 ± 1.7 mm'ye karşılık 2.4 ± 2.4 mm iken

20. aydaki verileri ise 2.2 ± 1.6 mm'ye karşı 3.0 ± 2.2 mm olarak saptanmıştır. Bu sonuçla birlikte yüksek germinin daha az oranda anterior tibial translasyona neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamasakta, özellikle 89N ve 134N kuvvetler altında tendon gerginliğinin daha fazla olduğu SG ve SG-D gruplarında sağlam dizle karşılaştırılan tibial translasyon değerleri arasındaki farkın azaldığı görülmüştür.

Bir başka çalışmada Yasuda ve ark. [104] ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan olguları 20, 40 veya 80 N ön yük kullanarak rastgele üç gruba ayırmışlar ve ortalama laksite farklarını 2 yıl sonra sırasıyla 2.1, 1.4 ve 0.6 mm olarak ölçtüklerini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar hipotezlerine ilişkin elde ettikleri verileri Spearman'ın korelasyon analizi ile değerlendirdiklerinde grefte uygulanan gerilim miktarı ile postoperatif translasyon değerleri arasında ters ancak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçlara dayanarak, daha az translasyonun oluşması için grefte 80 N'luk bir gerilimin uygulanmasını önermişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları da tendon gerginliğinin daha fazla olduğu SG ve SG-D gruplarında karşı dize göre translasyon ölçülerinin azaldığı bizim sonuçlarımızla da uyumludur. Belirtilen bu çalışmalardan farklı olarak, Yoshiya ve ark'larının [151] yaptığı çalışmada ise ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan olgularda, greft için kullanılan farklı gerilim kuvvetlerinin (25 N ve 50 N) gruplar arasında anlamlı fark yaratmadığını ileri sürmüşlerdir.

Benzer bir görüş belirten Kim ve ark.[148] tarafından yapılan randomize prospektif kontrollü klinik çalışmada, özel yapım bir gerim ölçer yardımıyla 3 farklı gerginlikte hamstring otogrefti elde etmişlerdir. Postoperatif 1.yıl takiplerinde KT-1000 değerleri arasında anlamlı bir fark tespit etmediklerini bildirmişlerdir.

Her ne kadar gergin olarak tespit edilen greftin postoperatif dönemde translasyon miktarını önemli düzeyde etkilemediğini ileri süren literatür görüşü olsa da greftin gergin olarak tespitinin postoperatif laksiteyi azaltabileceği kanaatindeyiz.

Çalışmamızda her üç grup için bakılan parametrik verilerin korelasyon analizinde bakılan parametrelerden biri olan travma ameliyat süresi ve postoperatif memnuniyet skorlamaları arasında negatif bir korelasyon saptanmıştır. Fakat yalnızca S grubundaki olguların postop-Lysholm ile travma-ameliyat süresi (ay) ($r = -0.652$, $p = 0.041$) ve postop-IKDC ile travma-ameliyat (ay) ($r = -0.639$, $p = 0.047$) arasında negatif bir korelasyon görülürken, SG ve SG-D grubundaki olgularda postoperatif memnuniyet skorlamaları ve travma-ameliyat arasında ayrıca geçen süre arasında negatif bir korelasyon görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

Bu da bize travma- ameliyat arasındaki sürenin fazla olduğu olguların ameliyat sonrası memnuniyet skorlarının erken ameliyat olanlara göre düşük olduğunu göstermiştir.

Literatür incelendiğinde Kim ve ark. [152] tarafından bildirilen sistematik derlemede geç yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonlarında olası meniskal veya kıkırdak hasarlarına bağlı klinik skorların düşük olabildiği ileri sürülmüştür. Bu sebeple fiziksel aktif, genç, sporla uğraşmak isteyen hastalarda yaralanmadan ameliyata kadar geçen sürenin çok uzun olmaması gerektiği kanaatindeyiz.

Parametrik verilerden klinik önemi olan post-op memnuniyet skorlamaları ve izokinetik kas güçleri arasındaki ilişki değerlendirildiğinde; her üç grup için bakılan korelasyon analizinde post-operatif memnuniyet skorları ve izokinetik kas güçleri arasında pozitif korelasyon saptandı. Fakat yalnızca SG-D grubundaki olgular Postop-IKDC ile PT-%BW-opere-ext ($r = 0.842$, $p = 0.002$) ve TWD-%BW-opere-ext. ($r = 0.736$, $p = 0.015$) arasında pozitif (doğru orantılı) korelasyonlar gösterilirken, S ve SG-D grubundaki olgular arasında pozitif korelasyon saptanmasına karşın istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilemedi ($p>0,05$). Literatür araştırmasında bu sonuçları karşılaştırabileceğimiz başka bir çalışmaya rastlayamadık.

Gruplar arasında bakılan non-parametrik ölçümlerin kendi içerisinde yapılan Spearman korelasyon analiz sonuçlarına göre; bakılan ilk parametre Postoperatif Lysholm ve IKDC skorlamaları ve karşı dizle mukayese edilen KT-1000 değerleri arasındadır. Her üç grupta postoperatif klinik skorlar ve her iki diz arasında bakılan laksite farkları arasında (özellikle 89N ve 134N) negatif bir korelasyon saptansa da sadece SG grubunda negatif bir Postop-IKDC ile $\Delta 67N$ ($r = -0.660$, $p = 0,038$), ve $\Delta 134N$ ($r = -0,781$, $p = 0.008$) arasında anlamlı negatif korelasyonların bulunduğu tespit edildi Diğer S ve SG-D gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p>0,05$). Literatür araştırmamızda Hyder ve ark[153] yaptığı çalışmada karşı dizle kıyaslanan laksite farkının klinik skorlar ile korelasyonu incelendiğinde bizim çalışmamızla benzer şekilde negatif korelasyon görülmesine karşın istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenememiştir.

Ayrıca Godwillie ve ark. [154] tarafından yapılan başka bir çalışmada da KT-1000 artrometre ile bakılan karşılıklı laksite farkı 3mm'den az olan ve 5mm fazla olan iki grubun uzun dönem postoperatif skorları karşılaştırıldığında birbirleri arasında korelasyon bulunamamıştır. Bu iki çalışmanın dışında KT-1000'in postoperatif fonksiyonel sonuçları değerlendirmede bir araç olamayacağı daha çok tanısal amaçlı kullanılması gerektiği de bildirilmiştir [125].

Çalışmamızdan elde edilen bu verilerle ilintili olarak istatistiki bir anlam saptayamamızın örneklem sayısının az($n=30$) olması ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz. Bu sonucumuz da literatür taramasında KT-1000 artrometresinin klinik skorlarla ilişkisini analiz etmede anlamsız ve uyumsuz sonuçlar verebileceği görüşü ile de uyumludur [153–156]

Çalışmamızın limitasyonları olarak çalışmamızın yürütüldüğü dönemin pandemi koşullarına denk gelmesi (operasyonların yapılamaması, takip kaybı...) nedeniyle olgu sayısının yeterli olamaması ve yine aynı nedene bağlı olarak olguların izlem sürelerinin kısalığı söylenebilir.

Sonuç olarak, sonradan germe yönteminin greft gevşekliliğini en aza indirmek ve greftin ligamentizasyonuna kadar geçen evrede optimal ortamı sağlayacağı yönünden hem basit hem de etkili bir yaklaşım olduğu ifade edilebilir. Greftin daha gergin tespit edildiği SG ve SG-D gruplarında IKDC skorlamalarının S grubuna göre daha fazla olduğu görülse de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Buna ek olarak KT-1000 ile bakılan 89N ve 134N kuvvet altında translasyon değerlerinin greftin daha gergin tespit edildiği SG ve SG-D gruplarında S gruba göre daha az olduğu görülmüştür. Fakat gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ayrıca tibial taraf tespiti sonrası ayarlanabilir kortikal askı sistemlerinin olası yaratabileceği greftin gerilim kaybını sınırlamak ve de greftin vida tespiti sonrası eklem içine itilmesini engellemek amacıyla sonradan germe ile birlikte düğüm atma tekniğinin potansiyel olarak umut verici olduğu söylenebilir. SG-D grubunun diğer iki grupla bakılan postoperatif kas gücü değerleri ortalamalarına göre daha fazla olduğu gözükse de sadece SG-D grubu ve S grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. SG-D ve SG grupları arasında postoperatif kas gücü ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlılık görülmemiştir. Düğüm atmanın klinik pratikte ortopedistler tarafından olgularda daha stabil bir ÖÇB yapısı sağlamak için ek bir önlem olarak düşünülebilir. Hangi yöntemin daha optimum klinik sonuçlar sağlayacağını anlaşılmaması için geniş serili, çok merkezli, olgu kontrol temelli araştırmaların yapılması ve bu çalışmaların uzun dönem sonuçlarına bakılmasının gerekli olduğunu düşünmekteyiz

VII. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mevcut çalışmamızda birden çok çıkarım yapmak mümkündür.

1- Ayarlanabilir loop'lu kortikal tespit materyallerinin tibial tespit sonrası interferans vidasının grefti eklem içine itebilmesi ya da loopun uzamasına bağlı greft gerginliğinde kayba dönük grefti sonradan germe ve düğüm atılması anlamlı olarak postoperatif izokinetik kas güçlerini arttırarak, olguların fizik tedavi uyumunu arttırabileceğini düşünmekteyiz.

2- Grefti gergin olarak tespit edildiği gruplarda özellikle IKDC skorlarında artışa sebep olsa da üç grubun birbirleri arasındaki postoperatif klinik skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir üstünlük görülmemiştir. Bu da bize bu ürünün standart teknikle de yapılabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlarımız literatür ile uyumluluk göstermektedir.

3- Tendon gerginliği ile beraber daha stabil greft tespitinin sağlandığı SG ve SG-D gruplarında N grubuna göre KT-1000 ile bakılan translasyon değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da greftin gergin olarak tespit edilip düğüm atılmasının postoperatif laksiteyi azaltabileceği düşüncesindeyiz.

4- Ortopedinin klinik pratiğinde son yıllarda kullanımı giderek artan ayarlanabilir loop'lu kortikal askı sistemlerinin tespitlerinin yeni yöntemlerle geliştirilerek optimize edilmesiyle gerek sporcu sağlığı gerekse toplum sağlığı açısından önemli katkı sunabileceği kanaatindeyiz

VIII. EKLER

VIII. A. LYSHOLM DİZ SKORLAMA ÖLÇEĞİ

Aksama (5 puan) Yok... ..5 Hafif veya belirli aralıklarla... .. 3 Ciddi veya her zaman... ..0	Merdiven çıkma (10 puan) Problem yok... ..10 Hafif problem var... .. 6 Tek bacak atarak... ..2 İmkansız... ..0
Destek (5 puan) Yok... ..5 Baston veya koltuk değneği... .. 2 Üzerine basmak imkansız... ..0	Çömelme (5 puan) Problem yok... ..5 Hafif problem var... .. 4 90° den sonra problem var... .. 2 İmkansız... ..0
Kilitlenme (15 puan) Kilitlenme veya takılma hissi yok... ..15 Takılma hissi var fakat kilitlenme yok... ..10 Kilitlenme bazen... .. 6 Kilitlenme sık... .. 2 Muayenede eklem kilitli... ..0	Şişlik (10 puan) Yok... ..10 Zorlayıcı aktiviteler ile... .. 6 Basit zorlanmalar ile... ..2 Devamlı... ..0
Boşalma (Dizin öne doğru kayması) (25 puan) Boşalma hissi hiç yok... ..25 Zorlayıcı veya sportif aktivitelerde bazen... ..20 Zorlayıcı veya sportif aktivitelerde sık... ..15 Günlük aktivitelerde bazen... .. 10 Günlük aktivitelerde sık... .. 5 Her adımda... ..0	Ağrı (25 puan) Yok... ..25 Sürekli değil, zorlayıcı aktiviteler sırasında hafif... ..20 2 km'den (30 dk.) fazla yüründüğünde de belirgin... .. 10 2 km'den (30 dk.) az yüründüğünde de belirgin... .. 5 Devamlı... ..0
	Toplam puan

Lysholm diz skorlama ölçeği

(D. Celik, D. Coşkunsu, and Ö. Kılıçoğlu, "Translation and cultural adaptation of the Turkish lysholm knee scale: Ease of use, validity, and reliability knee," Clin. Orthop. Relat. Res., vol. 471, no. 8, pp. 2602–2610, 2013,)

VIII. B. 2000 IKDC SUBJEKTİF DİZ DEĞERLENDİRME FORMU

Ad-Soyad Tarih:

Yaralanma Tarihi:

BELİRTİLER

Bulgularınızı ciddi belirtiler ortaya çıkmadan yapabileceğinizi düşündüğünüz en yüksek aktivite düzeyine göre derecelendirin. Normalde bu düzeyde aktivite yapmıyor olabilirsiniz.

1) Şiddetli diz ağrısı olmadan yapabileceğiniz en yüksek aktivite düzeyi nedir?

4. Zıplamak gibi zor aktiviteler veya basketbol ya da futboldaki gibi pivot (ayak yerde iken dizin içe veya dışa dönmesi) hareketleri.

3. Ağır fiziki işler, ya da tenis, kayak gibi yorucu aktiviteler

2. Orta düzeydeki fiziki işler, hızlı yürüyüş ya da koşmak.

1. Yürümek, ev işi veya bahçe işi gibi hafif aktiviteler

0. Yukarıda sayılan herhangi bir aktiviteyi diz ağrısı nedeniyle yapamama

2) Son 4 hafta içerisinde, ya da yaralanmanızdan beri, ne sıklıkla ağrınız oldu?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sürekli □	□	□	□	□	□	□	□	□	□	Asla □

3) Eğer ağrınız olduysa, ne kadar şiddetli idi?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
□ Çok aşırı	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□ hiç yok

4) Son 4 hafta içerisinde, ya da yaralanmanızdan beri, dizinizde şişlik ya da hareket kısıtlanması oldu mu?

4. Pek değil

3. Hafif

2. Orta düzeyde

1. Çok

0. İleri düzeyde

5) Dizinizde şişlik ortaya çıkmadan yapabildiğiniz en yüksek aktivite düzeyi nedir?

4. Zıplamak gibi zor aktiviteler veya basketbol ya da futboldaki gibi pivot (ayak yerde iken dizin içe veya dışa dönmesi) hareketleri.

3. Ağır fiziki işler, ya da tenis, kayak gibi yorucu aktiviteler

2. Orta düzeydeki fiziki işler, hızlı yürüyüş ya da koşmak

1. Yürümek, ev işi veya bahçe işi gibi hafif aktiviteler

0. Yukarıda sayılan herhangi bir aktiviteyi dizde şişme nedeniyle yapamama

6) Son 4 hafta içerisinde, ya da yaralanmanızdan beri, dizinizde kilitlenme ya da takılma oldu mu?

0 ☐ Evet 1 ☐ Hayır

7) Dizinizde ciddi boşalma hissi (dizin öne doğru kayması) olmadan yapabileceğiniz en yüksek aktivite düzeyi nedir?

4. Zıplamak gibi zor aktiviteler veya basketbol ya da futboldaki gibi pivot (ayak yerde iken dizin içe veya dışa dönmesi) hareketleri.

3. Ağır fiziki işler, ya da tenis, kayak gibi yorucu aktiviteler

2. Orta düzeydeki fiziki işler, hızlı yürüyüş ya da koşmak

1. Yürümek, ev işi veya bahçe işi gibi hafif aktiviteler

0. Yukarıda sayılan herhangi bir aktiviteyi dizde boşalma nedeniyle yapamama

SPOR AKTİVİTELERİ

8) Düzenli olarak katılabildiğiniz en yüksek aktivite düzeyi nedir?

4. Zıplamak gibi zor aktiviteler veya basketbol ya da futboldaki gibi pivot (ayak yerde iken dizin içe veya dışa dönmesi) hareketleri.

3. Ağır fiziki işler, ya da tenis, kayak gibi yorucu aktiviteler

2. Orta düzeydeki fiziki işler, hızlı yürüyüş ya da koşmak

1. Yürümek, ev işi veya bahçe işi gibi hafif aktiviteler

0. Yukarıda sayılan herhangi bir aktiviteyi dizde ağrı nedeniyle yapamama

9) Diziniz şunları yapmanızı ne kadar etkiliyor?

• a	Merdiven çıkma	4	3	2	1	0
• b	Merdiven inme	4	3	2	1	0
• c	Diz üzerine çökme	4	3	2	1	0

•	d	Çömelme	4	3	2	1	0
•	e	Dizleri kırarak oturma	4	3	2	1	0
•	f	Sandalyeden kalkma	4	3	2	1	0
•	g	Düz koşma	4	3	2	1	0
•	h	Zıplamak ve soru bacağın üzerine inmek	4	3	2	1	0
•	i	Ani olarak durmak veya harekete başlamak	4	3	2	1	0

FONKSİYON

10) 0 – 10 arasında değerlendirildiğinde, dizinizin durumunu nasıl puanlarsınız?

10: normal ve mükemmel,

0: hiçbir günlük aktiviteyi, spor aktiviteleri dahil yapamamaktır.

DİZ YARALANMASI ÖNCESİ FONKSİYON

Günlük
Aktiviteleri
Yapamıyorum

Kısıtlılık yok

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ŞU ANKİ DİZ FONKSİYONU

Günlük
Aktiviteleri
Yapamıyorum

Kısıtlılık yok

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

İKDC subjektif diz değerlendirme formu örneği

(D. Çelik, D. Coşkunsu, Ö. Kiliçoğlu, Ö. Ergönül, and J. J. Irrgang, "Translation and cross-cultural adaptation of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form into Turkish," J. Orthop. Sports Phys. Ther., vol. 44, no. 11, pp. 899–909, 2014)

IX. KAYNAKLAR

- [1] Hirschmann MT, Müller W. Complex function of the knee joint: the current understanding of the knee. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2015;23:2780–8. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3619-3>.
- [2] Zlotnicki JP, Naendrup JH, Ferrer GA, Debski RE. Basic biomechanic principles of knee instability. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2016;9:114–22. <https://doi.org/10.1007/s12178-016-9329-8>.
- [3] Gianotti SM, Marshall SW, Hume PA, Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: A national population-based study 2009;12:622–7. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.07.005>.
- [4] Yoshida M, Fujii K. Differences in cellular properties and responses to growth factors between human ACL and MCL cells. *J Orthop Sci* 1999;4:293–8. <https://doi.org/10.1007/s007760050106>.
- [5] Ageberg E, Roos HP, Silbernagel KG, Thomeé R, Roos EM. Knee extension and flexion muscle power after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon graft or hamstring tendons graft: A cross-sectional comparison 3 years post surgery. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2009;17:162–9. <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0645-4>.
- [6] Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: Principles of treatment. *EFORT Open Rev* 2016;1:398–408. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.1.160032>.
- [7] Jurkonis R, Gudas R, Smailys A. Influence of graft diameter on functional outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective study with a 1-year follow-up. *Med Sci Monit* 2018;24:4339–45. <https://doi.org/10.12659/MSM.908212>.

- [8] Hamner DL, Brown CH, Steiner ME, Hecker AT, Hayes WC. Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: Biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Jt Surg - Ser A* 1999;81:549–57. <https://doi.org/10.2106/00004623-199904000-00013>.
- [9] Snaebjörnsson T, Hamrin-Senorski E, Svantesson E, Karlsson L, Engebretsen L, Karlsson J, et al. Graft Diameter and Graft Type as Predictors of Anterior Cruciate Ligament Revision: A Cohort Study Including 18,425 Patients from the Swedish and Norwegian National Knee Ligament Registries. *J Bone Jt Surg - Am Vol* 2019;101:1812–20. <https://doi.org/10.2106/JBJS.18.01467>.
- [10] Leys T, Salmon L, Waller A, Linklater J, Pinczewski L. Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med* 2012;40:595–605. <https://doi.org/10.1177/0363546511430375>.
- [11] Boutsiadis A, Panisset JC, Devitt BM, Mauris F, Barthelemy R, Barth J. Anterior Laxity at 2 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Is Comparable When Using Adjustable-Loop Suspensory Fixation and Interference Screw Fixation. *Am J Sports Med* 2018;46:2366–75. <https://doi.org/10.1177/0363546518784005>.
- [12] Colvin A, Sharma C, Parides M, Glashow J. What is the best femoral fixation of hamstring autografts in anterior cruciate ligament reconstruction? A meta-analysis. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 469, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11999-010-1662-4>.
- [13] Milano G, Mulas PD, Ziranu F, Piras S, Manunta A, Fabbriani C. Comparison Between Different Femoral Fixation Devices for ACL Reconstruction With Doubled Hamstring Tendon Graft: A Biomechanical Analysis. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 2006;22:660–8. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2006.04.082>.

- [14] Barrow AE, Pilia M, Guda T, Kadrmas WR, Burns TC. Femoral Suspension Devices for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Do Adjustable Loops Lengthen? *Am J Sports Med* 2014;42. <https://doi.org/10.1177/0363546513507769>.
- [15] Stadelmaier DM, Lowe WR, Ilahi OA, Noble PC, Kohl HW. Cyclic pull-out strength of hamstring tendon graft fixation with soft tissue interference screws. Influence of screw length. *Am J Sports Med* 1999;27:778–83. <https://doi.org/10.1177/03635465990270061501>.
- [16] Choi NH, Son KM, Victoroff BN. A pitfall of transfix fixation during anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2008;16:479–81. <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0489-y>.
- [17] Wise BT, Patel NN, Wier G, Labib SA. Outcomes of acl reconstruction with fixed versus variable loop button fixation. *Orthopedics* 2017;40:e275–80. <https://doi.org/10.3928/01477447-20161116-04>.
- [18] Kamelger FS, Onder U, Schmoelz W, Tecklenburg K, Arora R, Fink C. Suspensory Fixation of Grafts in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Biomechanical Comparison of 3 Implants. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 2009;25:767–76. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.01.021>.
- [19] Murawski CD, Wolf MR, Araki D, Muller B, Tashman S, Fu FH. Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Current Concepts and Future Perspective. *Cartilage* 2013;4. <https://doi.org/10.1177/1947603513486557>.
- [20] Kim K-I, Lee SH, Bae C, Bae SH. Three-Dimensional Reconstruction Computed Tomography Evaluation of the Tunnel Location and Angle in Anatomic Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Comparison of the Anteromedial Portal and Outside-in Techniques. *Knee Surg Relat Res* 2017;29:11–8. <https://doi.org/10.5792/ksrr.16.054>.

- [21] Conner CS, Perez BA, Morris RP, Buckner JW, Buford WL, Ivey FM. Three Femoral Fixation Devices for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Comparison of Fixation on the Lateral Cortex Versus the Anterior Cortex. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 2010;26:796–807. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.10.015>.
- [22] Iuchi R, Mae T, Tachibana Y, Shino K, Nakagawa S, Yoshikawa H, et al. Mechanical Properties of an Adjustable-Loop Cortical Suspension Device for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sport Med* 2018;6:1–4. <https://doi.org/10.1177/2325967118791183>.
- [23] Choi NH, Yang BS, Victoroff BN. Clinical and Radiological Outcomes after Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstructions: Comparison between Fixed-Loop and Adjustable-Loop Cortical Suspension Devices. *Am J Sports Med* 2017;45:826–31. <https://doi.org/10.1177/0363546516674183>.
- [24] Petre BM, Smith SD, Jansson KS, De Meijer PP, Hackett TR, Laprade RF, et al. Femoral cortical suspension devices for soft tissue anterior cruciate ligament reconstruction: A comparative biomechanical study. *Am J Sports Med* 2013;41:416–22. <https://doi.org/10.1177/0363546512469875>.
- [25] Johnson JS, Smith SD, Laprade CM, Turnbull TL, Laprade RF, Wijdicks CA. A biomechanical comparison of femoral cortical suspension devices for soft tissue anterior cruciate ligament reconstruction under high loads. *Am J Sports Med* 2015;43:154–60. <https://doi.org/10.1177/0363546514553779>.
- [26] Schindler OS. Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: A historical perspective. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2012;20:5–47. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1756-x>.
- [27] Snook GA. A short history of the anterior cruciate ligament and the treatment of tears. *Clin Orthop Relat Res* 1983;No. 172:11–3. <https://doi.org/10.1097/00003086-198301000-00004>.

- [28] Groves EH. Operation for the Repair of the Crucial Ligaments. *Lancet* 1917;674–6.
- [29] Davarinos N, O'Neill BJ, Curtin W. A Brief History of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Adv Orthop Surg* 2014;2014:1–6. <https://doi.org/10.1155/2014/706042>.
- [30] Jones KG. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the central one-third of the patellar ligament. A follow-up report. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52. <https://doi.org/10.2106/00004623-197052070-00002>.
- [31] Chambat P, Guier C, Sonnery-Cottet B, Fayard JM, Thaumat M. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years. *Int Orthop* 2013;37:181–6. <https://doi.org/10.1007/s00264-012-1759-3>.
- [32] Amis AA, Jakob RP. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 1998;6. <https://doi.org/10.1007/s001670050215>.
- [33] Markatos K, Kaseta MK, Lallios SN, Korres DS, Efstathopoulos N. The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013;23:747–52. <https://doi.org/10.1007/s00590-012-1079-8>.
- [34] Giuliani JR, Kilcoyne KG, Rue JPH. Anterior cruciate ligament anatomy: a review of the anteromedial and posterolateral bundles. *J Knee Surg* 2009;22:148–54. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1247742>.
- [35] G. Celebi CH. Ön çapraz bağın anatomik ve biyomekanik özellikleri ve diz kinematiğindeki rolü. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1999;33:369–73.
- [36] 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. <https://doi.org/10.1177/0363546506294571>.

- [37] Domnick C, Raschke MJ, Herbolt M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop* 2016;7:82–93. <https://doi.org/10.5312/wjo.v7.i2.82>.
- [38] Kocher MS, Steadman JR, Briggs KK, Sterett WI, Hawkins RJ. Relationships between Objective Assessment of Ligament Stability and Subjective Assessment of Symptoms and Function after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:629–34. <https://doi.org/10.1177/0363546503261722>.
- [39] Gabriel MT, Wong EK, Woo SLY, 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. [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(03\)00133-5](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(03)00133-5).
- [40] Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:141–50. <https://doi.org/10.5435/00124635-200005000-00001>.
- [41] Nessler T, Denney L, Sampley J. ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? *Curr Rev Musculoskelet Med* 2017;10:281–8. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9416>.
- [42] Brophy RH, Silvers HJ, Mandelbaum BR. Anterior cruciate ligament injuries: Etiology and prevention. *Sports Med Arthrosc* 2010;18:2–11. <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3181cdd195>.
- [43] Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2009;17:705–29. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0813-1>.

- [44] Fornalski S, McGarry MH, Csintalan RP, Fithian DC, Lee TQ. Biomechanical and anatomical assessment after knee hyperextension injury. *Am J Sports Med* 2008;36:80–4. <https://doi.org/10.1177/0363546507308189>.
- [45] Boden BP, Sheehan FT, Torg JS, Hewett TE. Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries : Mechanisms Abstract. *J Am Acad Orthop Surg* 2010;18:520–7.
- [46] Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynnon BD, Demaio M, et al. Understanding and Preventing Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries A Review of the Hunt Valley II Meeting , January 2005 *2006*;34:1512–32. <https://doi.org/10.1177/0363546506286866>.
- [47] Liu SH, Al-Shaikh RA, Panossian V, Finerman GAM, Lane JM. Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament: A potential explanation for female athletic injury. *Am J Sports Med* 1997;25:704–9. <https://doi.org/10.1177/036354659702500521>.
- [48] Hewett TE, Zazulak BT, Myer GD. Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk: A systematic review. *Am J Sports Med* 2007;35:659–68. <https://doi.org/10.1177/0363546506295699>.
- [49] Martineau PA, Al-Jassir F, Lenczner E, Burman ML. Effect of the oral contraceptive pill on ligamentous laxity. *Clin J Sport Med* 2004;14:281–6. <https://doi.org/10.1097/00042752-200409000-00006>.
- [50] Hewett TE. Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes: Strategies for intervention. *Sport Med* 2000;29:313–27. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029050-00003>.
- [51] Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St. Pierre P, Taylor DC. Risk Factors Associated with Noncontact Injury of the Anterior Cruciate Ligament. A Prospective Four-Year Evaluation of 859 West Point Cadets. *Am J Sports Med* 2003;31:831–42. <https://doi.org/10.1177/03635465030310061801>.

- [52] Park HS, Wilson NA, Zhang LQ. Gender differences in passive knee biomechanical properties in tibial rotation. *J Orthop Res* 2008;26:937–44. <https://doi.org/10.1002/jor.20576>.
- [53] Delp SL, Hess WE, Hungerford DS, Jones LC. Variation of rotation moment arms with hip flexion. *J Biomech* 1999;32:493–501. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(99\)00032-9](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(99)00032-9).
- [54] Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996;24:91–7. <https://doi.org/10.2519/jospt.1996.24.2.91>.
- [55] Caldwell GE. Influence of Q-angle on Lower-Extremity Running ~inematics. *J Orthop Sport Phys Ther* 2000;30:271–8. <https://doi.org/10.2519/jospt.2000.30.5.271>.
- [56] Myer GD, Ford KR, Hewett TE. The effects of gender on quadriceps muscle activation strategies during a maneuver that mimics a high ACL injury risk position. *J Electromyogr Kinesiol* 2005;15:181–9. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.08.006>.
- [57] Chandrashekar N, Slauterbeck J, Hashemi J. Sex-based differences in the anthropometric characteristics of the anterior cruciate ligament and its relation to intercondylar notch geometry: A cadaveric study. *Am J Sports Med* 2005;33:1492–8. <https://doi.org/10.1177/0363546504274149>.
- [58] Laprade RF, Burnett QM. Femoral Intercondylar notch stenosis and correlation to ACL injury: a prpspective study. *Am J Sports Med* 1994;22:198–203.
- [59] Stijak L, Herzog RF, Schai P. Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? : AAA case-control study. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2008;16:112–7. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0438-1>.
- [60] Beckett ME, Massie DL, Bowers KD, Stoll DA. Incidence of Hyperpronation in the ACL Injured Knee: A Clinical Perspective. *J Athl Train* 1992;27:58–62.

- [61] Orchard JW, Powell JW. Risk of knee and ankle sprains under various weather conditions in American football. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1118–23. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000074563.61975.9B>.
- [62] Lambson RB, Barnhill BS, Higgins RW. Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries: A three-year prospective study. *Am J Sports Med* 1996;24:155–9. <https://doi.org/10.1177/036354659602400206>.
- [63] DeMorat G, Weinhold P, Blackburn T, Chudik S, Garrett W. Aggressive Quadriceps Loading Can Induce Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med* 2004;32:477–83. <https://doi.org/10.1177/0363546503258928>.
- [64] Kibler WB, Livingston B. Closed-chain rehabilitation for upper and lower extremities. *J Am Acad Orthop Surg* 2001;9:412–21. <https://doi.org/10.5435/00124635-200111000-00006>.
- [65] Ireland ML. Anterior cruciate ligament injury in female athletes: epidemiology. *J Athl Train* 1999;34:150–4.
- [66] Kirkendall DT, Garrett WE. The anterior cruciate ligament enigma: Injury mechanisms and prevention. *Clin Orthop Relat Res* 2000;64–8. <https://doi.org/10.1097/00003086-200003000-00008>.
- [67] Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *Am J Sports Med* 2005;33:492–501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>.
- [68] Besier TF, Lloyd DG, Ackland TR, Cochrane JL. Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1176–81. <https://doi.org/10.1097/00005768-200107000-00015>.

- [69] Bellchamber TL, Van Den Bogert AJ. Contributions of proximal and distal moments to axial tibial rotation during walking and running. *J Biomech* 2000;33:1397–403. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00113-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00113-5).
- [70] Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: A 21-year population-based study. *Am J Sports Med* 2016;44:1502–7. <https://doi.org/10.1177/0363546516629944>.
- [71] Benjaminse A, Gokeler A, Van Der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: A meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36:267–88. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2011>.
- [72] Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical I diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *Am J Sports Med* 1976;4:84–93. <https://doi.org/10.1177/036354657600400206>.
- [73] Galway HR, MacIntosh DL. The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop Relat Res* 1980;No. 147:45–50. <https://doi.org/10.1097/00003086-198003000-00008>.
- [74] Lane CG, Warren R, Pearle AD. The pivot shift. *J Am Acad Orthop Surg* 2008;16:679–88.
- [75] Lelli A, Di Turi RP, Spenciner DB, Dòmini M. The “Lever Sign”: a new clinical test for the diagnosis of anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2016;24:2794–7. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3490-7>.
- [76] Bach BR, Warren RF, Flynn WM, Kroll M, Wickiewicz TL. Arthrometric evaluation of knees that have a torn anterior cruciate ligament. *J Bone Jt Surg - Ser A* 1990;72:1299–306. <https://doi.org/10.2106/00004623-199072090-00004>.

- [77] Goldman AB, Pavlov H, Rubenstein D. The Second fracture of the proximal tibia: A small avulsion that reflects major ligamentous damage. *Am J Roentgenol* 1988;151:1163–7. <https://doi.org/10.2214/ajr.151.6.1163>.
- [78] Moore SL. Imaging the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am* 2002;33:663–74. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(02\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(02)00022-6).
- [79] Mustonen AOT, Koivikko MP, Haapamaki V V., Kiuru MJ, Lamminen AE, Koskinen SK. Multidetector computed tomography in acute knee injuries: Assessment of cruciate ligaments with magnetic resonance imaging correlation. *Acta Radiol* 2007;48:104–11. <https://doi.org/10.1080/02841850601045138>.
- [80] Xu B, Zhang H, Li B, Wang W. Comparison of magnetic resonance imaging for patients with acute and chronic anterior cruciate ligament tears. *Med (United States)* 2018;97:15–8. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010001>.
- [81] Naraghi A, White LM. MR Imaging of Cruciate Ligaments. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2014;22:557–80. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2014.07.003>.
- [82] Remer EM, Fitzgerald SW, Friedman H, Rogers LF, Hendrix RW, Schafer MF. Anterior cruciate ligament injury: MR imaging diagnosis and patterns of injury. *Radiographics* 1992;12:901–15. <https://doi.org/10.1148/radiographics.12.5.1529133>.
- [83] Zhang L, Hacke JD, Garrett WE, Liu H, Yu B. Bone Bruises Associated with Anterior Cruciate Ligament Injury as Indicators of Injury Mechanism: A Systematic Review. *Sport Med* 2019;49:453–62. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01060-6>.
- [84] Gentili A, Seeger LL, Yao L, Do HM. Anterior cruciate ligament tear: Indirect signs at MR imaging. *Radiology* 1994;193:835–40. <https://doi.org/10.1148/radiology.193.3.7972834>.

- [85] Besier TF, Lloyd DG, Ackland TR. Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:119–27. <https://doi.org/10.1097/00005768-200301000-00019>.
- [86] Yan F, Xie F, Gong X, Wang F, Yang L. Effect of anterior cruciate ligament rupture on secondary damage to menisci and articular cartilage. *Knee* 2016;23:102–5. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2015.07.008>.
- [87] Krause M, Frosch KH, Freudenthaler F, Achtnich A, Petersen W, Akoto R. Operative versus conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture a systematic review of functional improvement in adults. *Dtsch Arztebl Int* 2018;115:855–62. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0855>.
- [88] Georgoulis AD, Pappa L, Moebius U, Malamou-Mitsi V, Pappa S, Papageorgiou CO, et al. The presence of proprioceptive mechanoreceptors in the remnants of the ruptured ACL as a possible source of re-innervation of the ACL autograft. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2001;9:364–8. <https://doi.org/10.1007/s001670100240>.
- [89] Kwok CS, Harrison T, Servant C. The optimal timing for anterior cruciate ligament reconstruction with respect to the risk of postoperative stiffness. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 2013;29:556–65. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.09.005>.
- [90] Smith TO, Davies L, Hing CB. Early versus delayed surgery for anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2010;18:304–11. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0965-z>.
- [91] Burks RT, Leland R. Determination of graft tension before fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1988;4:260–6. [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(88\)80041-0](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(88)80041-0).

- [92] Bylski-Austrow DI, Grood ES, Hefzy MS, Holden JP, Butler DL. Anterior cruciate ligament replacements: A mechanical study of femoral attachment location, flexion angle at tensioning, and initial tension. *J Orthop Res* 1990;8:522–31. <https://doi.org/10.1002/jor.1100080408>.
- [93] Jorn LP, Fridén T, Ryd L, Lindstrand A. Persistent stability 3 years after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A radiostereometric analysis (RSA) of 20 patients. *Acta Orthop Scand* 1997;68:427–9. <https://doi.org/10.3109/17453679708996256>.
- [94] Nabors ED, Richmond JC, Vannah WM, Mcconville OR. Anterior Cruciate Ligament Graft Tensioning in Full Extension. *Am J Sports Med* 1995;23:488–92. <https://doi.org/10.1177/036354659502300420>.
- [95] Chalmers PN, Mall NA, Yanke AB, Bach BR. Contemporary Anterior Cruciate Ligament Outcomes: Does Technique Really Matter? *Oper Tech Sports Med* 2013;21:55–63. <https://doi.org/10.1053/j.otsm.2012.10.008>.
- [96] Clark JC, Rueff DE, Indelicato PA, Moser M. Primary ACL Reconstruction Using Allograft Tissue. *Clin Sports Med* 2009;28:223–44. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2008.10.005>.
- [97] Cohen S SJ. Clinics in sports medicine. *Clin Sport Med* 2007;26:597–605. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2007.06.003>.
- [98] Hospodar MSJ, Miller MD. Controversies in ACL reconstruction: Bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction remains the gold standard. *Sports Med Arthrosc* 2009;17:242–6. <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3181c14841>.
- [99] Han H SS. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:198–204. <https://doi.org/10.1007/s11999-007-0015-4>.
- [100] Fu FH, Karlsson J. A long journey to be anatomic. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2010;18:1151–3. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1222-1>.

- [101] Nicholas SJ, D'Amato MJ, Mullaney MJ, Tyler TF, Kolstad K, McHugh MP. A prospectively randomized double-blind study on the effect of initial graft tension on knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:1881–6. <https://doi.org/10.1177/0363546504265924>.
- [102] Amiel D, Kleiner JB, Roux RD, Harwood FL, Akeson WH. The phenomenon of “Ligamentization”: Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. *J Orthop Res* 1986;4:162–72. <https://doi.org/10.1002/jor.1100040204>.
- [103] Yoshiya S, Jack T. Graft tension in anterior cruciate reconstruction ligament. *Am J Sports Med* 1986;15:464–70.
- [104] Yasuda K, Tsujino J, Tanabe Y, Kaneda K. Effects of initial graft tension on clinical outcome after anterior cruciate ligament reconstruction: Autogenous doubled hamstring tendons connected in series with polyester tapes. *Am J Sports Med* 1997;25:99–106. <https://doi.org/10.1177/036354659702500120>.
- [105] Hapa O, Barber FA. ACL fixation devices. *Sports Med Arthrosc* 2009;17:217–23. <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3181bf668c>.
- [106] Björnsson H, Samuelsson K, Sundemo D, Desai N, Sernert N, Rostgård-Christensen L, et al. A randomized controlled trial with mean 16-year follow-up comparing hamstring and patellar tendon autografts in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2016;44:2304–13. <https://doi.org/10.1177/0363546516646378>.
- [107] Ahmad CS, Gardner TR, Groh M, Arnouk J, Levine WN. Mechanical Properties of Soft Tissue Femoral Fixation Devices for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:635–40. <https://doi.org/10.1177/0363546503261714>.
- [108] Lanzetti RM, Monaco E, De Carli A, Grasso A, Ciompi A, Sigillo R, et al. Can an adjustable-loop length suspensory fixation device reduce femoral tunnel enlargement in anterior cruciate ligament reconstruction? A prospective computer tomography study. *Knee* 2016;23:837–41. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2016.01.015>.

- [109] Iuchi R, Mae T, Tachibana Y, Shino K, Nakagawa S, Yoshikawa H, et al. Mechanical Properties of an Adjustable-Loop Cortical Suspension Device for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sport Med* 2018;6:1–4. <https://doi.org/10.1177/2325967118791183>.
- [110] Noonan BC, Dines JS, Allen AA, Altchek DW, Bedi A. Biomechanical Evaluation of an Adjustable Loop Suspensory Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Fixation Device: The Value of Retensioning and Knot Tying. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 2016;32:2050–9. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2016.02.010>.
- [111] Smith PA, Piepenbrink M, Smith SK, Bachmaier S, Bedi A, Wijdicks CA. Adjustable-Versus Fixed-Loop Devices for Femoral Fixation in ACL Reconstruction: An In Vitro Full-Construct Biomechanical Study of Surgical Technique–Based Tibial Fixation and Graft Preparation. *Orthop J Sport Med* 2018;6:1–10. <https://doi.org/10.1177/2325967118768743>.
- [112] Pasquali M, Plante MJ, Monchik KO, Spenciner DB. A comparison of three adjustable cortical button ACL fixation devices. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2017;25:1613–6. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3711-8>.
- [113] Cheng J, Paluvadi SV, Lee S, Yoo S, Song E, Seon J. Biomechanical comparisons of current suspensory fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop* 2018:1291–6.
- [114] Ettinger M, Karkosch R, Horstmann H, Savov P, Calliess T, Smith T, et al. Biomechanical properties of adjustable extracortical graft fixations in ACL reconstruction. *J Exp Orthop* 2018;5. <https://doi.org/10.1186/s40634-018-0154-4>.
- [115] Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish JT. A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction n.d.:225–9.
- [116] Su CA, Knapik DM, Megerian MF, Salata MJ, Voos JE. Femoral Interference Screw Fixation in ACL Reconstruction Using Bone-Patellar Tendon-Bone Grafts 2020;8:1–8.

- [117] Peccin M, Ciconelli R CM. SPECIFIC QUESTIONNAIRE FOR KNEE SYMPTOMS - THE “ Lysholm Knee Scoring Scale ” – TRANSLATION AND VALIDATION INTO PORTUGUESE. ACTA ORTOP BRAS 2006;14:268–72.
- [118] Celik D, Coşkunsu D, Kılıçoğlu Ö. Translation and cultural adaptation of the Turkish lysholm knee scale: Ease of use, validity, and reliability knee. Clin Orthop Relat Res 2013;471:2602–10. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-3046-z>.
- [119] Taylor MK, Pietrobon R, Ghodra N, Park D, Marchant M, Cronin M, et al. Validation Of The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form. Med Sci Sport Exerc 2005;37:S145. <https://doi.org/10.1249/00005768-200505001-00787>.
- [120] Çelik D, Coşkunsu D, Kiliçoğlu Ö, Ergönül Ö, Irrgang JJ. Translation and cross-cultural adaptation of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form into Turkish. J Orthop Sports Phys Ther 2014;44:899–909. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4865>.
- [121] Lubowitz JH, Bernardini BJ, Reid JB. Current concepts review: Comprehensive physical examination for instability of the knee. Am J Sports Med 2008;36:577–94. <https://doi.org/10.1177/0363546507312641>.
- [122] Kopf S, Kauert R, Halfpaap J, Jung T, Becker R. A new quantitative method for pivot shift grading. Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc 2012;20:718–23. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-1903-z>.
- [123] Daniel DM, Stone ML, Sachs R, Malcom L. Instrumented measurement of anterior knee laxity in patients with acute anterior cruciate ligament disruption. Am J Sports Med 1985;13:401–7. <https://doi.org/10.1177/036354658501300607>.
- [124] Tyler TF, McHugh MP, Gleim GW, Nicholas SJ. Association of KT-1000 measurements with clinical tests of knee stability 1 year following anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Sports Phys Ther 1999;29:540–5. <https://doi.org/10.2519/jospt.1999.29.9.540>.

- [125] Arneja S, Leith J. Review article: Validity of the KT-1000 knee ligament arthrometer. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2009;17:77–9. <https://doi.org/10.1177/230949900901700117>.
- [126] Henry BM, Tomaszewski KA, Pękala PA, Graves MJ, Pękala JR, Sanna B, et al. Oblique incisions in hamstring tendon harvesting reduce iatrogenic injuries to the infrapatellar branch of the saphenous nerve. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2018;26:1197–203. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4590-y>.
- [127] Kannus P. Conservatively Treated Tears of the Anterior Cruciate Ligament. *J Bone Jt Surg* 1988;70:1011.
- [128] Drongowski RA, Coran AG, Wojtys EM. Predictive value of meniscal and chondral injuries in conservatively treated anterior cruciate ligament injuries. *Arthroscopy* 1994;10:97–102. [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(05\)80299-3](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(05)80299-3).
- [129] Mehl J, Otto A, Baldino JB, Achtnich A, Akoto R, Imhoff AB, et al. The ACL-deficient knee and the prevalence of meniscus and cartilage lesions: a systematic review and meta-analysis (CRD42017076897). *Arch Orthop Trauma Surg* 2019;139:819–41. <https://doi.org/10.1007/s00402-019-03128-4>.
- [130] Kluczynski MA, Marzo JM, Bisson LJ. Factors associated with meniscal tears and chondral lesions in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective study. *Am J Sports Med* 2013;41:2759–65. <https://doi.org/10.1177/0363546513503448>.
- [131] Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Ma CB. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med* 1999;27:821–30. <https://doi.org/10.1177/03635465990270062501>.

- [132] Sanders TL, Kremers HM, Bryan AJ, Fruth KM, Larson DR, Pareek A, et al. Is Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Effective in Preventing Secondary Meniscal Tears and Osteoarthritis? *Am J Sports Med* 2016;44:1699–707. <https://doi.org/10.1177/0363546516634325>.
- [133] Petsche TS, Hutchinson MR. Loss of extension after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Am Acad Orthop Surg* 1999;7:119–27. <https://doi.org/10.5435/00124635-199903000-00005>.
- [134] L-y S, Hollis JM, Adams DJ, Lyon RM, Takai S. Tensile properties of the human femur- anterior cruciate ligament-tibia complex The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med* 1991;19:217–25.
- [135] Weiler A, Hoffmann RFG, Bail HJ, Rehm O, Südkamp NP. Tendon healing in a bone tunnel. Part II: Histologic analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. *Arthroscopy* 2002;18:124–35. <https://doi.org/10.1053/jars.2002.30657>.
- [136] Kondo E, Yasuda K, Katsura T, Hayashi R, Kotani Y, Tohyama H. Biomechanical and histological evaluations of the doubled semitendinosus tendon autograft after anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. *Am J Sports Med* 2012;40:315–24. <https://doi.org/10.1177/0363546511426417>.
- [137] Rodeo SA, Kawamura S, Kim HJ, Dynybil C, Ying L. Tendon healing in a bone tunnel differs at the tunnel entrance versus the tunnel exit: An effect of graft-tunnel motion? *Am J Sports Med* 2006;34:1790–800. <https://doi.org/10.1177/0363546506290059>.
- [138] Gamboa JT, Shin EC, Pathare NP, McGahan PJ, Chen JL. Graft Retensioning Technique Using an Adjustable-Loop Fixation Device in Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc Tech* 2018;7:e185–91. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2017.08.067>.

- [139] Lee SS, Seo IW, Cho MS, Shin YS. Comparison of femoral tunnel length and obliquity of anatomic versus nonanatomic anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *PLoS One* 2020;15:1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230497>.
- [140] Houck DA, Kraeutler MJ, McCarty EC, Bravman JT. Fixed- Versus Adjustable-Loop Femoral Cortical Suspension Devices for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Biomechanical Studies. *Orthop J Sport Med* 2018;6:1–10. <https://doi.org/10.1177/2325967118801762>.
- [141] Brophy R, Marx RG. 133 - Hardware Complications after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. In: Prodromos CC, editor. *Anterior Cruciate Ligament* (Second Ed. Second Edi, Elsevier; 2018, p. 527-532.e1. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-38962-4.00133-8>.
- [142] Lenschow S, Schliemann B, Schulze M, Raschke M, Kösters C. Comparison of outside-in and inside-out technique for tibial fixation of a soft-tissue graft in ACL reconstruction using the Shim technique. *Arch Orthop Trauma Surg* 2014;134:1293–9. <https://doi.org/10.1007/s00402-014-2029-1>.
- [143] Arneja S, McConkey MO, Mulpuri K, Chin P, Gilbert MK, Regan WD, et al. Graft Tensioning in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 2009;25:200–7. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2008.07.010>.
- [144] Easom JC, Goradia VK, Pearson SE, Wiley WB. Anterior cruciate ligament tensioning: KT-1000 measurements after anterior cruciate ligament reconstruction and tensioning (SS-68). *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 2004;20. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2004.02.060>.
- [145] Gertel TH, Lew WD, Lewis JL, Stewart NJ, Hunter RE. Effect of anterior cruciate ligament graft tensioning direction, magnitude, and flexion angle on knee biomechanics. *Am J Sports Med* 1993;21:572–81. <https://doi.org/10.1177/036354659302100415>.

- [146] Tohyama H, Yasuda K. Significance of graft tension in anterior cruciate ligament reconstruction: Basic background and clinical outcome. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 1998;6:30–7. <https://doi.org/10.1007/s001670050220>.
- [147] Fleming BC, Fadale PD, Hulstyn MJ, Shalvoy RM, Oksendahl HL, Badger GJ, et al. The effect of initial graft tension after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized clinical trial with 36-month follow-up. *Am J Sports Med* 2013;41:25–34. <https://doi.org/10.1177/0363546512464200>.
- [148] Kim SG, Kurosawa H, Sakuraba K, Ikeda H, Takazawa S. The effect of initial graft tension on postoperative clinical outcome in anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon. *Arch Orthop Trauma Surg* 2006;126:260–4. <https://doi.org/10.1007/s00402-005-0045-x>.
- [149] Van Kampen A, Wymenga AB, Van der Heide HJL, Bakens HJAM. The effect of different graft tensioning in anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective randomized study. *Arthroscopy* 1998;14:845–50. [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(98\)70022-2](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(98)70022-2).
- [150] Choi NH, Park TH, Oh WK, Victoroff BN. Radiologic and Clinical Outcomes After Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using an Adjustable-Loop Cortical Suspension Device With Retensioning and Knot Tying. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 2019;35:2629–33. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2019.03.029>.
- [151] Yoshiya S, Kurosaka M, Ouchi K. Graft Tension and Knee Stability After Anterior Cruciate. *Clin Orthop Relat Res* 2002:154–60.
- [152] Kim SH, Han SJ, Park YB, Kim DH, Lee HJ, Pujol N. A systematic review comparing the results of early vs delayed ligament surgeries in single anterior cruciate ligament and multiligament knee injuries. *Knee Surg Relat Res* 2021;33:1–19. <https://doi.org/10.1186/s43019-020-00086-9>.

- [153] N. Hyder , S.R. Bollen, G. Sefton ACS. Correlation between Arthrometric evaluation of knees using KT 1000 and Telos stress radiography and functional outcome following ACL reconstruction. *Knee* 1997;4:121–4.
- [154] Goodwillie AD, Shah SS, McHugh MP, Nicholas SJ. The Effect of Postoperative KT-1000 Arthrometer Score on Long-Term Outcome after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 2017;45:1522–8. <https://doi.org/10.1177/0363546517690525>.
- [155] Steiner ME, Brown C, Zarins B, Brownstein B, Koval PS, Stone P. Measurement of anterior-posterior displacement of the knee. A comparison of the results with instrumented devices and with clinical examination. *J Bone Jt Surg - Ser A* 1990;72. <https://doi.org/10.2106/00004623-199072090-00005>.
- [156] Werlich T, Brand H, Echtermeyer V, Pöhlmann J. [The knee arthrometer KT-1000: value of instrumental measurement in diagnosis of complex anterior knee instability]. *Aktuelle Traumatol* 1993;23:43–9.

