

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ ONARIMI SONRASINDA KUADRİCEPS VE
HAMSTRİNG KASLARININ ELASTOGRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. İsmail KAYA

SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Rüştü GÜNER
Uzm. Dr. Zehra AKKAYA

ANKARA
2020

KABUL VE ONAY

Düzenleme tarihi: 24/12/2014

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN		
Adı, Soyadı	: İsmail KAYA	Sınav tarihi: 20/03/2020
Anabilim/Bilim Dalı	: Spor Hekimliği Anabilim Dalı	
Tez Danışmanı	: Prof.Dr. Rüştü GÜNER	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: Ön Çapraz Bağ Onarımı Sonrasında Kuadriseps ve Hamstring Kaslarının Elastografik Değerlendirilmesi	
Tezin Niteliği:	☒ Ana Dal Uzmanlık Tezi ☐ Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	☒ 1 ☐ 2 ☐ 3

III. KARAR	
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak	
☒ Kabulüne	☐ Reddine ☐ Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine
☐ Oy birliği	
☐ Oy çokluğu	
ile karar verilmiştir.	

IV. AÇIKLAMALAR
Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

Prof.Dr. Rüştü GÜNER

Jüri Başkanı

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

Prof.Dr. Ali Murat ZERGEROĞLU

Jüri Üyesi

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

Prof.Dr. Haydar DEMİREL

Jüri Üyesi

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri
Fakültesi
Egzersiz ve Spor Fizyolojisi Anabilim Dalı

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bana hekimlik kişiliği, fikirleri, akademik çalışmaları ile böyle bir tezi sunmamda çok büyük yardımı olan akademik tez danışmanım sayın Prof. Dr. Rüştü GÜNER'e,

Bu tezi hazırlarken büyük bir özveri ve titizlikle çalışan, önemli fikirler veren yardımcı tez danışmanım Uzm. Dr. Zehra AKKAYA'ya,

Yaptığımız çalışmalarda bilgi ve görüşlerinden yararlandığım değerli Öğretim Üyeleri Prof. Dr. Ali Murat ZERGEROĞLU'na, Prof. Dr. Bülent ÜLKAR'a, , Doç. Dr. M. Mesut ÇELEBİ'ye

Asistanlık dönemimde beraber mesai yaptığım değerli arkadaşlarım Dr. Burak FARİZ'e, Dr. İbrahim DÜNDAR'a, Dr. Mustafa KHORRAMFAR'a, Dr. Selçuk GÜL'e, Dr. Gökhan BÜYÜKLÜOĞLU'na, Dr. Oğuz Kağan ÖZER'e, Dr. Burak Ekin DALBAYRAK'a, Dr. Arash ASHRAFİ'ye, Dr. Tolga ERSÖZ'e; sportif rehabilitasyon ve fizik tedavide bilgilerini bizimle paylaşan Uz. Fzt. Çiğdem BAYIR'a, Uz. Fzt. Meltem DEMİR'e ve Uz. Fzt. Figen ÖZKAN'a,

Uzmanlık eğitimim sırasında güzel bir iş birliği ve yardımlaşma içinde bulunduğum değerli mesai arkadaşlarım Hülya SAYKUN'a, Arzu REYHAN'a, Senem KOÇAK'a ve bölüm personelimiz Faruk FİDAN'a, Kezban KALMAZ'a, Tekin TATLI'ya

Her şeyin ötesinde, eğitim sürecim ve iş yaşamımda beni sürekli destekleyen babam Ali KAYA'ya, annem Ümmühan KAYA'ya, ablam Esra ÇETİNER'e,

Desteği ve sevgisini her zaman hissettiğim hep yanımda olan canım eşim Melek KAYA'ya ve biricik kızım Beril KAYA'ya sonsuz teşekkür ederim.

Dr. İsmail KAYA

Ankara-2020

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No:
KABUL VE ONAY	i
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Diz Eklemi Anatomisi	2
2.1. 1. Diz Eklemine Oluşturan Kemikler	2
2.1. 2. Dizde Bulunan Eklemler	3
2.1. 3. Menisküsler	3
2.1. 4. Diz Eklemine Bağlı	4
2.1. 5. Diz Bölgesindeki Kaslar	4
2.1. 6. Bursalar	7
2.2. Ön Çapraz Bağ Anatomisi ve Biyomekaniği	9
2.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarının Risk Faktörleri	9
2.4. Diz Bağ Yaralanmalarında Fizik Muayene	10

2.5. Özel Tanısal İşlemler	12
2.6. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarında Tedavi	13
2.7. Diz Yaralanmalarında Egzersiz	15
2.7.1. Statik Egzersiz (İzometrik Egzersizler)	15
2.7.2. Dinamik Egzersizler	15
2.7.2.1. Eklem Hareket Açıklığı (EHA) Egzersizi	16
2.7.2.2. Germe Egzersizleri	16
2.7.2.3. Direnç Egzersizleri	16
2.7.2.4. Açık ve Kapalı Kinetik Zincir Egzersizleri	18
2.7.2.5. Piliometrik Egzersizler	18
2.7.2.6. Denge egzersizleri	19
2.8. Spor Yaralanmalarında Rehabilitasyon	19
2.9. Spora Dönüş Kriterleri	20
2.9.1. Diz Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi	21
2.9.2. Dengenin Değerlendirilmesi	21
2.10. Subjektif Diz Skalaları ve Psikolojik Durumun Değerlendirilmesi	22
2.11. Kas İskelet Sistemi Ultrasonografisi	22
2.12. Elastografi	25
2.12.1. Kompresyon (Strain) Elastografi	26
2.12.2. Shear-Wave Elastografi	26

3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
4. BULGULAR	38
5. TARTIŞMA	55
6. SONUÇLAR	64
ÖZET	65
SUMMARY	66
KAYNAKLAR	67
EKLER	
EK-1. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	75
EK-2. Sosyodemografik-Klinik Bilgi Formu	79
EK-3. Lysholm Diz Skorlama Ölçeği	80
EK-4. IKDC Subjektif Diz Değerlendirme Formu	82

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AÇB : Arka Çapraz Bağ

AKZE: Açık Kinetik Zincir Egzersizi

AMB: Anteromedial Bant

BBS : Biodex Balance System

BF : Biceps Femoris

BKİ : Beden Kitle İndeksi

BOSU: Both Sides Up Denge Egzersiz Aleti

Cm : Santimetre

DYB : Dış Yan Bağ

EHA : Eklem Hareket Açıklığı

EMG: Elektromiyografi

EXT : Ekstansiyon

FLEX: Fleksiyon

GTO: Golgi Tendon Organı

İYB : İç Yan Bağ

J : Joule

KKZE: Kapalı Kinetik Zincir Egzersizi

Lig. : Bağ **M** : Muskulus

MPFL: Medial Patellofemoral Ligaman

N : Newton

Nm : Newton-metre

ÖÇB : Ön Çapraz Bağ

PE : Piliometrik Egzersizler

PLB : Posterolateral Bant

PNF : Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon

RF : Rektus Femoris

RM : Repetition Maximum (Maksimum Tekrar)

SEBT: Star Excursion Balance Test

SENIAM: Surface of EMG for Non-İnvaziv Assesment of Muscles

SIAI : Spina İliaca Anterior Inferior

Sig : Significance = Anlamlılık

Sn : Saniye

ST : Semitendinosus

STD : Standart

VM : Vastus Medialis

W : Watt

°/sn : Derece/saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No:
Şekil 1. Diz Eklem Anatomisinin Ön-Arka Görünümü (Netter)	8
Şekil 2. Kuadriseps Kas Grubu (Netter)	8
Şekil 3. Hamstring Kas Grubu (Netter)	8
Şekil 4. Rectus Femoris Kasının Kalınlığı (sağ-sol)	24
Şekil 5. Vastus Medialis Kası Elastografisi	28
Şekil 6. Rectus Femoris Kası Elastografisi	29
Şekil 7. Semitendinosus Kası Elastografisi	30
Şekil 8. Manuel Ölçümler	32
Şekil 9. Manuel Ölçüm İle Kasların İşaretleme Yerleri	32
Şekil 10. Uyluk Ortası Çap Ölçümü	33
Şekil 11. Patella 5 cm Üzeri Çap Ölçümü	33
Şekil 12. Ultrasonografik Kas Kalınlık Ölçümü	34
Şekil 13. Seniam Kriterlerine Göre Kas İzdüşüm Noktalarının İşaretlenmesi	35
Şekil 14. Elastografi Ölçümleri	36
Şekil 15. Opere Dizde 5 Farklı Kasın Elastografi Gelişim Grafiği	53

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1 Açık ve kapalı zincir egzersizlerinin avantaj ve dezavantajları	18
Tablo 2 ÖÇB Rekonstrüksiyonu Sonrası Rehabilitasyon	20
Tablo 3 Gönüllülerin Genel Özellikleri	38
Tablo 4 Rectus Femoris Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Elastografi Ölçüm Değerleri	39
Tablo 5 Rectus Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması	39
Tablo 6 Vastus Medialis Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Elastografi Ölçüm Değerleri	40
Tablo 7 Vastus Medialis Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması	40
Tablo 8 Vastus Lateralis Kasının Opere Ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Elastografi Ölçüm Değerleri	41
Tablo 9 Vastus Lateralis Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması	41
Tablo 10 Biceps Femoris Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Elastografi Ölçüm Değerleri	42
Tablo 11 Biceps Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması	42

Tablo 12 Semitendinosus Kasının Opere Ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Elastografi	
Ölçüm Değerleri	43
Tablo 13 Semitendinosus Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin	
Karşılaştırılması	43
Tablo 14 Rectus Femoris Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3.	
Kas Kalınlık Ölçüm Değerleri	44
Tablo 15 Rectus Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin	
Karşılaştırılması	44
Tablo 16 Vastus Medialis Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3.	
Kas Kalınlık Ölçüm Değerleri	45
Tablo 17 Vastus Medialis Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin	
Karşılaştırılması	45
Tablo 18 Vastus Lateralis Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3.	
Kas Kalınlık Ölçüml Değerleri	46
Tablo 19 Vastus Lateralis Kasının 1. ,2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin	
Karşılaştırılması	46
Tablo 20 Biceps Femoris Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3.	
Kas Kalınlık Ölçüm Değerleri	47
Tablo 21 Biceps Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin	
Karşılaştırılması	47
Tablo 22 Semitendinosus Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3.	

Kas Kalınlık Ölçüm Değerleri	48
Tablo 23 Semitendinosus Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması	48
Tablo 24 Patella 5 cm Üzeri Çap Ölçümleri	49
Tablo 25 Patella 5cm Üzeri Çap'ın 1. , 2. ve 3. Değerlerinin Karşılaştırılması	49
Tablo 26 Uyluk Ortası Çap Ölçümleri	50
Tablo 27 Uyluk Ortası Çap'ın 1. , 2. ve 3. Değerlerinin Karşılaştırılması	50
Tablo 28 IKDC ve Lysholm Ölçekleri	51
Tablo 29 IKDC ve Lysholm Ölçekleri'nin 1. , 2. ve 3. Değerlerinin Karşılaştırılması	51
Tablo 30 Kasların 1. , 2. ve 3. Ölçümlerde Yüzdesel Artışlarının Kalınlık Elastografi Karşılaştırılması	52
Tablo 31 Ölçeklerin Yüzdesel Artışının Karşılaştırılması	52
Tablo 32 Elastografi-Ölçek Karşılaştırılması	53
Tablo 33 Opere Dizde 5 Farklı Kasın Elastografi Yüzdesel Artışı	54

GİRİŞ VE AMAÇ

Ön çapraz bağ onarımı son yıllarda sık yapılan cerrahi işlemlerden biridir. Cerrahi tekniği ameliyat başarısı için önemli olmakla birlikte iyi yapılandırılmış rehabilitasyon da en az cerrahi kadar önemlidir (1). Bu konuyla ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen, ameliyat sonrası ön çapraz bağ tamiri rehabilitasyon protokolleri henüz standartize edilememiştir. Ön çapraz bağ onarımı yapısal ligament bütünlüğü sağlarken; rehabilitasyon, ligament onarımını ve sporcunun fiziksel ve psikolojik durumunu ve performans yeteneklerini korur (2).

Ultrason elastografi, dokunun yapısal özelliklerini göstermek için kullanılan bir sistemdir. Klinik uygulamada kas-iskelet dokusunun mekanik özelliklerini ölçmek için kullanılabileceğine dair kanıtlar vardır. Bu yöntem dokunun sertliğini nitelik ve nicelik olarak ölçmektedir. Doku sertlik değeri kilopascal olarak belirlenmektedir (3).

Aşıl tendonu, elastografinin en çok kullanıldığı bölgelerden biridir. Tendonun yapısal özelliklerini, sertlik derecesini gösterebilmekte, yaralanmış tendonla sağlam tendonun özelliklerini belirlemektedir. İskelet kası için elastografi kullanımıyla ilgili sınırlı veri bulunmaktadır (4).

Bu çalışmanın amacı ön çapraz bağ onarımı sonrası yapılan rehabilitasyonla post-operatif 1. , 2. ve 3. aylarda rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis, biceps femoris ve semitendinosus kaslarınsertliğindeki değişimleri elastografik olarak takip etmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diz eklemi anatomisi

Diz eklemi fleksiyon ve ekstansiyona izin veren menteşe tarzında bir eklemdir. Eklem stabilizasyonu statik olarak kapsül ve bağlar ile; dinamik olarak ise kas ve tendonlar ile sağlanır (5).

Diz anatomisini oluşturan yapılar: femur distali, tibia proksimali, çapraz bağlar, yan bağlar ve menisküslerdir. Bu yapıları birbirine bağlayan yapılar tibiofemoral ve patellofemoral eklemlerdir (5). Fibula diz ekleminde yoktur (6).

2.1. 1. Diz eklemindeki kemikler

FEMUR

Femurun distali iki kondilden oluşmuştur ve her iki kondili interkondiler çentik birleştirir. Diz ekstansiyona geldiğinde ÖÇB bu bölgeye dayanarak hiperekstansiyonu önler. Kondiller büyüklük ve şekil açısından asimetrik yapıdadır. Medial femoral kondil daha büyüktür ve eğriliği daha simetrik yapıdayken lateral femoral kondilin eğriliği arkada daha keskin olarak artar. Lateral kondilin uzun aksı mediale göre daha uzundur ve vertikal yerleşimlidir. Bu durum sagittal düzlemde kondillerin eksantrik yerleşmesini sağlar. Bu mekanizmaya mil desteği mekanizması denir (6).

TİBİA

Tibianın femur gibi medial ve lateral kondilleri vardır. Bu iki kondil femurla eklem yapmaktadır. Tibiofemoral eklem yüzünün ortasında eminensia interkondilaris bulunmaktadır. Bunun ön yüzüne menisküslerin ön boynuzları ve ÖÇB yapışırken arkasına menisküslerin arka boynuzu ve AÇB yapışmaktadır (7).

PATELLA

Patella ekstansör mekanizmada yer alan quadriceps ve patellar tendon arasında yer alan sesamoid yapıda bir kemiktir. Kalınlığı değişebilmekle beraber eklem

kıkırdığı 5 mm'ye yaklaşır. Arka yüzün 4 te 3'ü trohlea ile eklem yaparken 4 te 1'i bu ekleme katılmaz. Medial faset dışbükey, lateral faset ise içbükeydir. Fasetler arasındaki açı ortalama 130 derecedir (6).

2.1. 2. Dizde bulunan eklemler

Ana başlık olarak iki grupta toplanabilir. Bunlar patellofemoral ve tibiofemoral eklemlerdir (8).

PATELLOFEMORAL EKLEM

Stabilitesi medial ve lateral retinakulumla sağlanır (8). MPFL patellanın laterale kaymasını engelleyen primer yapıdır. Patella dizin ekstansiyon hareketi ile yukarıya, fleksiyon hareketi ile aşağıya doğru hareket eder. Rehabilitasyon sırasındaki patellar mobilizasyon egzersizleri eklem hareket açıklığını geliştirmektedir (9).

TİBİOFEMORAL EKLEM

Femur ve tibia kondillerinin eklem yapması ile oluşur. Menisküsler, eklem yüzeylerinin birbirine uyumunu artırarak rotasyona yardımcı olur (9).

2.1. 3. Menisküsler

MEDİAL MENİSKÜS

Yaklaşık 3,5 cm boyutunda ve yarım daire şeklindedir. Posterior oblik ligament ve semimembranosus tendonu ile kuvvetli fibröz bağlantısı vardır. Medial menisküs, tibia ve eklem kapsülüyle çok sıkı bağlantı içindedir. Bu sıkı yapışma daha az hareketli olmasına neden olur. Bu yönüyle medial menisküs daha sık yaralanır (6).

LATERAL MENİSKÜS

Dairesel yapıda olup eklem yüzeyinin önemli bir kısmını örtmektedir. Lateral menisküsün arka boynuzundan medial femoral kondil ve interkondiler fossaya

uzanan ve AÇB ile olan ilişkilerine göre adlandırılan iki ligament vardır. AÇB'nin önünde yer alana Lig. Meniskofemorale anterior (Humphry), arkasında yerleşene Lig. Meniskofemorale posterior (Wrisberg) denir. Dış yan bağın lateral menisküs ile bağlantısı yoktur. Bu nedenle daha hareketlidir ve daha az yaralanır (6).

2.1. 4. Diz Eklemine Bağlı

DİZİN EKLEM İÇİ BAĞLARI: Ön çapraz bağ, arka çapraz bağ, ön ve arka meniskofemoral ligament, lig. transversum genustum.

DİZİN EKLEM DIŞI BAĞLARI: İYB, DVB, medial patellar retinakulum, lateral patellar retinakulum, lig. popliteum arcuatumdur.

Ön Çapraz Bağ: Lateral femoral kondil ile tibianın kondilleri arasında uzanır. Ortalama uzunluğu 38 mm, genişliği ise 11 mm kadardır. Temel fonksiyonu dizin fleksiyonunda tibianın öne kaymasını engellemektir(9).

Arka Çapraz Bağ: Ortalama uzunluğu 38 mm, genişliği 13 mm'dir. Görevi diz fleksiyonunda tibianın arkaya kaymasını engellemektir (9).

İç Yan Bağ: Femurun medial kondili ile tibia arasında seyreder. Yüzeyel ve derin liflerden oluşur. Görevi dizi valgusa zorlayan kuvvetlere karşı korumaktır (9).

Dış Yan Bağ: Femurun lateral kondili ile fibula arasında seyreder. Görevi dizi varusa zorlayan kuvvetlere karşı korumaktır. Aynı zamanda yüksek fleksiyon açılarında iç rotasyona karşı da koruyucu görevi vardır (9). Dış yan bağ biceps femoris tendonu ile de bağlantı kurar (6).

Meniskofemoral Bağlar: Ön ve arka parçası vardır. Bu bağların yerleşimi AÇB'a göre tanımlanmıştır. Lateral menisküsün hareketlerinde ve dizin posterior stabilitesinde görev alır (9).

2.1. 5. Diz Bölgesindeki Kaslar

Uyluk Ön Kasları

M. Rectus Femoris: Spina iliaca anterior inferior'dan başlayıp patellar tendonla birlikte tuberositas tibia'da sonlanır. Kalça fleksiyonu ve diz ekstansiyonundan sorumludur. Pelvisin anterior tiltine yardımcı olur. Siniri n. femoralis'tir(9).

M. Vastus Lateralis: Torakanter major, tuberositas glutea ve linea asperanın proksimalinden başlayıp tuberositas tibia'da sonlanmaktadır. Dizin ekstansiyonundan sorumludur. Vastus medialis ile bir denge oluşturan bu kasta uyumsuzluk olduğunda kıkırdak zedelenmesi ve ileri dönemde dislokasyon olabilmektedir(9).

M. Vastus Medialis: Femur linea aspera'dan başlayıp tuberositas tibia'da sonlanmaktadır. Dizin ekstansiyonundan sorumludur. Kas liflerinin yerleşiminden dolayı vastus lateralisin dizi laterale çekmesini engeller (9).

M. Vastus Intermedius: Femur gövdesinin ön 2/3 proksimalinden başlayıp tuberositas tibia'da sonlanmaktadır. Dizin ekstansiyonunda görevlidir (10).

Uyluk Arkası Kasları

M. Biceps Femoris: Uzun başı tuber ischiadicum'dan, kısa başı linea asperanın labium lateralesinden başlayıp caput fibula ve tibia lateral kondilinde sonlanır. Bacağa fleksiyon ve dış rotasyon; uyluğa ise ekstansiyon yaptırır. Uzun başının siniri N. tibialis iken kısa başının siniri N. peroneus communis'tir (5).

M. Semitendinosus: Tuber ischiadicum'dan başlayıp tibia medial kondilinin alt kısmı ve tuberositas tibia' da sonlanır. Siniri N. tibialis'tir. Bacağa fleksiyon, bacak fleksiyonda iken iç rotasyon ve uyluğa ekstansiyon yaptırır (5).

M. Semimembranosus: Tuber ischiadicum'dan başlayıp tibia medial kondilinin alt kısmı, diz eklem kapsülü ve lig. popliteum obliq'umda sonlanır. Siniri N. tibialis'tir. Bacağa fleksiyon, bacak fleksiyonda iken iç rotasyon ve uyluğa ekstansiyon yaptırır (5).

Dizin İç Kısımındaki Kaslar

M. Gracilis: Pubik kolun alt kısmından başlayıp pes anserin tendonla birlikte tibia medialinde sonlanır. Siniri N. Obturatorius'tur (10). Fonksiyonu uyluğa adduksiyon, bacağı fleksiyon ve iç rotasyon yaptırmaktır (5).

M. Sartorius: Bu kasın tendonu gracilis ve semitendinosus ile birlikte pes anserini oluşturur. Spina iliaca anterior superior'dan başlayıp tuberositas tibianın medialinde sonlanır. Siniri N. femoralis'tir. Fonksiyonu uyluk ve bacağı fleksiyon ayrıca uyluğa abdüksiyon ve dış rotasyon yaptırmaktır (5).

M. Adduktor Longus: Pubis'in korpus'u ve crista pubicum'dan başlayıp linea aspera'nın medial orta kısmında sonlanır. Siniri N. obturatorius'tur. Uyluğa adduksiyon, fleksiyon ve dış rotasyon yaptırır (5).

M. Adduktor Brevis: Pubik korpus'un ön yüzü ve ramus inferiordan başlayıp linea asperanın medial üst kısmına yapışır. Siniri N. obturatorius'tur. Fonksiyonu uyluğa adduksiyon, fleksiyon ve dış rotasyon yaptırmaktır (5).

M. Adduktor Magnus: Ön kısmı pubisin ramus inferiorundan başlayıp tuberositas gluteanın medialine yapışır. Arka kısmı tuber ischiadicumdan başlayıp linea suprakondilaris'te sonlanır. Ön kısmının siniri N. obturatorius iken arka kısmının siniri N. tibialis'tir. Ön kısmının fonksiyonu uyluk adduksiyon, fleksiyon ve dış rotasyondur. Arka kısmının fonksiyonu uyluk ekstansiyon ve iç rotasyonudur (5).

Arka-Alt Bölge Kasları

M. Gastrokinemius: Femurun medial ve lateral kondilinden başlayıp aşil tendonu olarak kalkaneusa yapışır. Siniri N. tibialis'tir. Dizin fleksiyonu ve ayak bileğinin plantar fleksiyonunda görev alır (10).

M. Soleus: Tibia linea musculi solei ve fibula arka üst kısmından başlar kalkaneusta sonlanır. Siniri N. tibialis'tir. Ayağın plantar fleksiyonundan sorumludur(10).

M. Plantaris: M. Gastrokinemius'un lateral başının hemen üzerinde femurun lateral kondilinden başlar, kalkaneusun medial kenarında sonlanır. Siniri N. tibialis'tir. Ayağın plantar fleksiyonuna yardımcı olur (5).

2.1. 6. Bursalar

Diz eklemine çarpmalara karşı korur. Önde 4, dışta 4, içte 5 tanedir.

Ön bölgedeki bursalar;

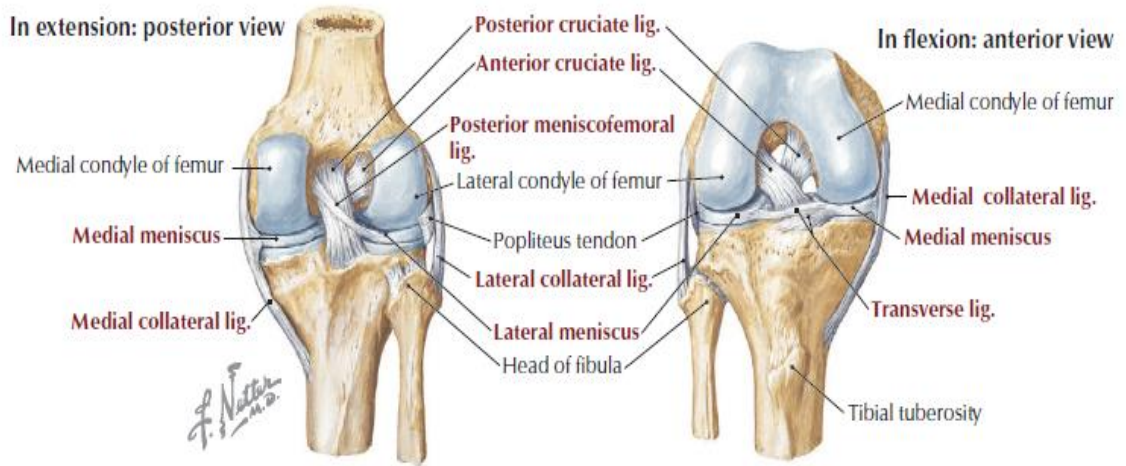
- Prepatellar bursa
- İnfrapatellar bursa
- İnfrapatellaris profunda bursa
- Suprapatellar bursa

Dış bölgedeki bursalar;

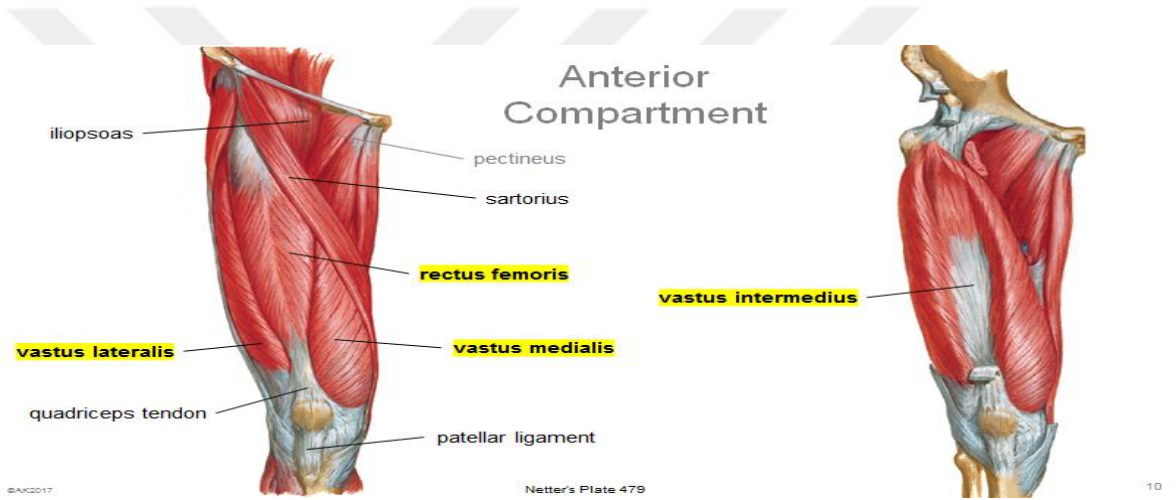
- Bursa subtendinea musculi gastrocnemii lateralis
- Bursa subtendinea musculi bicipitis femoris inferior
- Recessus subpopliteus
- Dış yan bağ ve popliteal kas arasında yer alan bursa

İç bölgedeki bursalar;

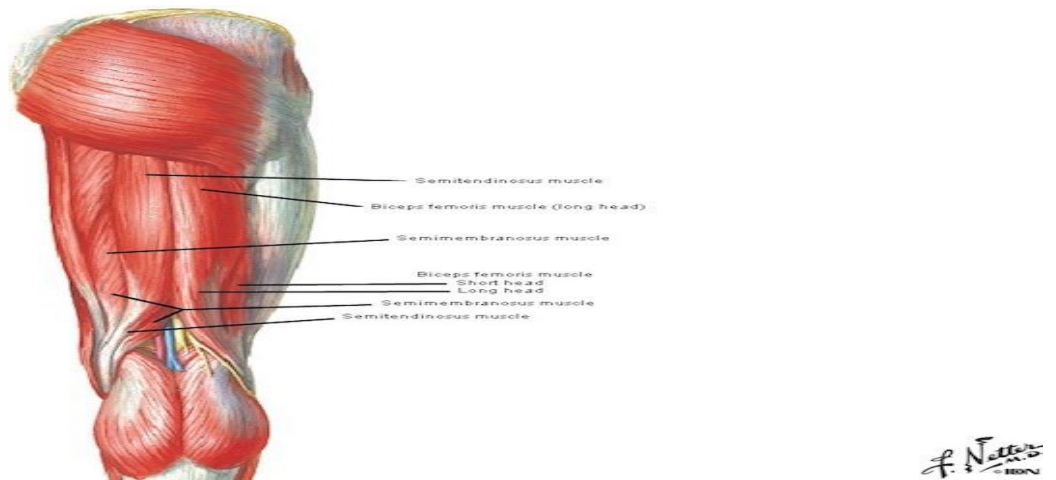
- Bursa subtendinea musculi gastrocnemii medialis
 - Bursa anserine
 - Bursa musculi semimembranosi
 - İç yan bağ ve femur arasında olan bursa
 - Çoğu zaman olan semimembranosus ve semitendinosus arasında yer alan bursa
- (11).



Şekil 1. Diz Eklem Anatomisinin Ön-Arka Görünümü (Netter)



Şekil 2. Kuadriseps Kas Grubu (Netter)



Şekil 3. Hamstring Kas Grubu (Netter)

2.2. Ön Çapraz Bağ Anatomisi ve Biyomekaniği

Femur ve tibia arasında bulunan çapraz bağlar sonlanma yerine göre isimlendirilir. ÖÇB ortalama 38 mm uzunluğunda 11 mm genişliğindedir. Femur lateral kondilinin 2 cm'lik arka bölümüne yapışır. Tibiada ise medial tüberkülün ön-dış kısmındaki 3 cm'lik alana yapışmaktadır. Bu bölge femura göre daha geniş olduğu için daha sağlamdır. ÖÇB yapışma yerine göre isimlendirilen iki ayrı lif grubu vardır. Bunlar anteromedial bant (AMB) ve posterolateral banttır (PLB). Fleksiyonda AMB gergin iken ekstansiyonda PLB gergin olur. Böylece ÖÇB tibianın öne translasyonunu önler. Dizin her açısında bağın belli bölümü gergindir (12-14).

ÖÇB ekstrasinovialdir ve anastomozlarla beslenir. Bağın proksimali orta genikular arterden, distal kısmı ise medial ve lateral inferior genikular arterlerden beslenir. Femoral yapışma yerlerindeki anastomozlar beslenmeyi sağlamaktadır. Bağ proksimali daha iyi beslenir, bu kısmi yırtıklarda prognozda önemli rol oynamaktadır. PLB yaralanmasında prognoz daha kötüdür (15). ÖÇB'nin siniri N. tibialisin dalı olan n. posterior artikülerdir (16).

ÖÇB, stabilizasyondaki görevini mekanoreseptörler aracılığı ile yapmaktadır. Proprioseptif görevi olan resöptörlerin çoğu ruffini tipindedir. Diğerleri pacini, golgi tendon (GT) organı, serbest sinir uçlarıdır. Ruffini diz ekstansiyonunda oluşan gerilmeye daha hassastır. Pacini ise dizin fleksiyonunda oluşan basınca duyarlıdır. Serbest sinir uçları inflamasyon ve ağrı algılanmasında görevlidir (17, 18).

ÖÇB dizin stabilizasyonundan birincil derecede sorumludur. İkincil stabilizatörler; dış yan bağ, posterolateral köşe, iç yan bağ, iç menisküs, posteromedial kapsül, iliotibial bant ve lateral kapsüldür (14).

2.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarının Risk Faktörleri

Modifiye edilemeyenler

- Yaş < 20
- Kadın cinsiyet

- Daha önceki yaralanmalar
- Hormonal faktörler
- İnterkondiler bölge darlığı
- Genel bağ gevşekliği
- Kötü hava koşulları

Modifiye edilebilenler

- Kötü kalça ve gövde kontrolü
- Abdüktör ve fleksör zayıflığı
- Kötü kondisyon
- Propriyoseptif zayıflık
- Kas yorgunluğu(14)

2.4. Diz Bağ Yaralanmalarında Fizik Muayane

Akut ve kronik bağ lezyonu düşünülen dizlerde eklemin stabilitesinin değerlendirilmesi tanı ve tedavi açısından önemlidir. Özellikle ÖÇB yaralanmaları atlanabileceği düşünülerek dikkatli olunmalıdır (6).

Bağların fizyolojik gevşekliğine laksite, travma sonrası oluşmuş anormal (patolojik) laksiteye ise instabilite denir. Bağ laksitesini yaş, cinsiyet, hormonal faktörler, bazı ilaçlar ve kollajen doku hastalıkları etkiler (19).

Hasta Pozisyonu

Fizik muayene mümkün olduğunca nazik ve ağrı oluşturmayacak şekilde yapılmalıdır. Özellikle doktorun sorusuna cevap vermek veya merak ile ne yapıldığını gözlemek amacıyla başın sık sık kaldırılması, karın ve uyluk kaslarının kasılmasına ve göreceli olarak dizin stabil olarak değerlendirilmesine neden olur. Bu yüzden hastanın gevşemesi ve başını muayene masasından kaldırmaması sağlanmalıdır (19).

Muayene Zamanlaması

Diz eklemine bağ yaralanması düşünülüyorsa muayene hemen veya ilk 6 saat içerisinde yapılmalıdır. 6 saatten sonra ağrı, efüzyon ve refleks kas spazmı nedeniyle değerlendirme güçleşir. Diz çevresinde cilt sıyrıkları, ekimoz ve lokal şişlikler dikkatli şekilde incelenmelidir. Daha kolay gözlenen ve ağrı uyandırmayan aktif laksite testleri önce yapılmalıdır (19).

Muayene

Diz eklemine fizyolojik ve patolojik laksitesinin değerlendirilmesinde zorlama testleri uygulanır. Burada esas olan, iki nokta arasında aniden gerilen bağın oluşturduğu direncin son noktasının (end-point) ses ve duyu olarak hissedilmesidir. Belirgin son nokta hissi alınması, gevşek olarak hissedilmesi veya hiç hissedilmemesi ile bağ sağlam, kısmen sağlam veya tümüyle kopuk olduğu anlaşılabilir(19).

Lachman testi (Ritchey, Trillat, Lachman-Trillat testi): ÖÇB'nin özellikle posterolateral bandının değerlendirilmesinde kullanılan çok değerli bir testtir. Hekim bakılacak diz tarafında durur. Diz 20 derece fleksiyonda iken bir elle uyluk sabitlenir, diğer elle bacak kavranır ve tibia öne doğru itilir. Bacağın öne doğru yer değiştirme derecesi ve hissedilen son noktaya göre karar verilir (20).

Lachman testinin derecelendirilmesi şu şekilde yapılmaktadır;

0= Diğer dizle farklılık yok

+1= 1-5 mm kayma

+2= 6-10 mm kayma

+3= 11 mm'den fazla kayma olarak derecelendirilmektedir (21).

Öne Çekmece Testi: Tek planlı ön ve arkaya instabilitenin değerlendirilmesinde değerli bir testtir. Hasta sırtüstü yatarken diz 90 derece ve kalça 45 derece fleksiyon pozisyonunda ve ayak nötralde iken bakılır. Muayene eden hastanın ayağı üzerine oturarak bacağı tespit eder. Her iki el, hamstring kaslarının gevşemesini sağlamak için bacağın üst kısmından kavrar. Daha sonra tibia öne doğru çekilir. Tibianın öne doğru yer değiştirmesi normalde 6 mm kadardır (22).

Eğer öne doğru yer değiştirme (tuberositas tibia ve patellar tendon gözlenerek veya eklem çizgisi başparmak ile palpe edilerek) 6 mm'den fazla ise test pozitif kabul edilir ve aşağıdaki anatomik unsurlar farklı derecelerde yaralanmış demektir:

1. ÖÇB (özellikle anteromedial bant)
2. Arka kapsül
3. İç yan bağ derin lifleri
4. İliotibial bant
5. Posterior oblik ligament
6. Arkuat-popliteus kompleksi (6)

Pivot-shift Testi: İnstabilite belirlenmesinde en önemli testtir. ÖÇB lezyonunu göstermesi açısından özgündür. Hasta sırtüstü yatarken, kalçası 30 derece abduksiyon ve fleksiyonda, diz tam ekstansiyonda iken bir el fibula başına konur, diğer elle ayak tespit edilerek bacağı iç rotasyon ve valgus stresi uygulanır. Bu durumda lateral tibia plato anterolaterale sublüksedir. Diz yavaş yavaş fleksiyona getirilir. Fleksiyonun 20-40 dereceleri arasında tibia genellikle hissedilen bir atlama ile redükte olur. Sıklıkla hasta bu aşamada emniyetsizlik hisseder. Bu testin oluşumunda iliotibial bandın ekstensör fonksiyondan fleksör fonksiyona geçişi etkili olmaktadır (23).

2.5.Özel Tanısal İşlemler

Standart Radyografiler

Klinikte instabilite düşünülen her hastada temel ve başlangıç incelemesidir. Diz serisinde standart ön-arka, yan, tünel, patellofemoral eklem tanjansiyel ve diz eklemine yüklenmede ön-arka ve rosenberg pozisyonunda ön-arka grafiler istenir. Direkt grafide; osteokondral defekt, serbest cisimler, kopma kırıkları (segond kırığı gibi), bağ içerisinde patolojik kemikleşmelerin (Pellegrini-Stieda hastalığı gibi) belirlenmesinde yardımcı olur. Tünel grafisi ile interkondiler çentik ve tibial eminensiyalar değerlendirilir. Eski ÖÇB lezyonlarında çentikte stenoz ve eminensiyalarda sivrileşme (Teton belirtisi) görülür (24).

Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

MRG ile ön çapraz bağ yırtıklarının tanısı %95'in üzerinde doğruluk ile gösterilebilir. Ancak bunun önemi yoktur, zira bağ yırtıklarının tanısı klinik muayene ile rahatlıkla konabilir. Bu olgularda MRG istemek gereksizdir. MRG'nin tek endikasyonu akut travmatik hemartroz ile gelen ve bir süre konservatif yöntemlerle izlenip, tekrar muayeneleri yapılması zaman açısından mümkün olmayan üst düzey profesyonel sporculardır (6).

2.6. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarında Tedavi

Konservatif Tedavi

Ön çapraz bağ yaralanmalarında konservatif tedavinin önerildiği durumlar arasında; hastaların günlük yaşamdaki sorunları olan güvensizlik ve boşalma hissinin ortadan kaldırılması, ÖÇB hasarına ikincil gelişebilecek menisküs, kıkırdak yaralanmalarının önlenmesi, operasyon öncesi kas kuvvetinin ve eklem hareket açıklığının sağlanması yer almaktadır (25).

Ağrı ve efüzyon kontrolü; bu aşamada akut inflamasyon bulgularının önlenmesi için soğuk uygulama, bandaj ve breysleme gibi kompresyon yöntemlerinden yararlanılmaktadır (25).

Hareket açıklığının sağlanması; patellar mobilizasyon ile fleksiyon ve ekstansiyon kısıtlılığı ortadan kaldırılmalıdır (25).

Kas kuvvetinin geliştirilmesi; ÖÇB'nin hasar gördüğü durumlarda ağırlı dönemde özellikle diz ekstansör kaslarda zayıflama meydana gelmektedir. Bu nedenle hastalara ilk dönemde ağrı ve efüzyon kontrolü sonrasında kuadriseps, hamstring egzersizleri verilmelidir. Sağlıklı bireylerde ekstansiyon kas grubunun fleksör kas grubuna oranı 3/2 iken konservatif tedavide amaç bu oranı 1/1'e ulaştırmaktır (25).

Fonksiyonel rehabilitasyon; buradaki amaç tekrar yaralanma riskinin azaltılması ve günlük fiziksel aktivitedeki problemlerin önlenmesidir (25).

Cerrahi Tedavi

Günümüzde ön çapraz bağ yaralanmalarının tedavisinde iki görüş vardır. Birincisi; erken dönemde artroskopi, bu sırada menisküs yırtıklarının dikilmesi veya rezeksiyonu ve ön çapraz bağın otojen bir doku ile rekonstrüksiyonudur. Bu hastalarda sıklıkla semitendinosus ve gracilis tendonları, kemik-patellar tendon-kemik grefti kullanılarak yapılır.Cerrahi prensipler kronik yırtıktaki ile aynıdır (26-28).

İkinci görüşü savunan yazarlar, akut dönemde, dizde inflamasyon bulguları varken bağ cerrahisi yapılan hastalarda, diz hareketleri ve quadriceps gücünün kazanılmasının daha geç ve zor olduğunu öne sürerek gecikmiş tedaviyi tavsiye ederler (26-28).

Cerrahi endikasyonlar arasında;

- Sportif aktivite düzeyi yüksek ve spora devam etmek isteyen sporcular
- Eşlik eden menisküs yırtıkları
- ÖÇB’ında içinde olduğu çoklu bağ yaralanmaları
- Günlük yaşantısında instabilitesi olan hastalar yer almaktadır (29).

ÖÇB Rekonstrüksiyonu Cerrahisi Nasıl Yapılmaktadır?

Cerrahi rekonstrüksiyon tekniği tendonun (patellar veya hamstring) küçük bir kesiyle alınmasını ve tendonun kemiklere açılan tünellerden geçirilmesini içerir. Ameliyatın en önemli kısımları tibia ve femurdaki tünellerin giriş noktalarının belirlenmesi ve daha sonra greftin tespiti. Tibiadaki yapışma yeri önceki ön çapraz bağ yapışma yerinin ortasında olmalıdır (lateral menisküsün ön parçasının iç kenarı seviyesinde). Femurdaki yapışma yeri ise optimal ya da maksimum izometrik pozisyonudur. Bu, greftin femurdaki interkondiler çentikte diz hareketinin tümü boyunca sabit bir gerimde olduğu pozisyonudur. Greft yapışma alanları çizilip hazırlandıktan sonra greft, çeşitli yöntemlerden biriyle tespit edilir. Bu yöntemler

arasında interferans vidası fiksasyonu, zımba veya fiksasyon noktaları çevresinin s turla bağlanması bulunur. Greft fiksasyonunun kalitesi ne kadar iyi olursa, cerrahi sonrası ilk haftalarda rehabilitasyonun ilerlemesi de o ölçüde iyi olur (8).

2.7. Diz Yaralanmalarında Egzersiz

Rehabilitasyon aşamasında yapılan egzersizler diz yaralanmalarının önlenmesinde önemli modalitelerden biridir. Bu egzersizler bireysel olarak planlanmalıdır. Detaylı değerlendirme sonrası egzersiz tipi, süresi, şiddeti ile ilgili program yapılmalıdır (30).

Diz yaralanmalarında fonksiyonel eksikliklerin kapatılarak yaralanma oranının en aza indirilmesinde yapılan hareketler terapötik egzersizler olarak tanımlanmaktadır. Bu egzersizler statik ve dinamik olarak ayrılmakla beraber; esneklik, eklem hareket açıklığı, kas dayanıklığı, propriyosepsiyonu da geliştiren nöromusküler ve fonksiyonel eğitimleri de içermesi şeklinde sınıflandırılabilir (30).

2.7.1. Statik Egzersizler

Eklem hareketi olmaksızın kas tonusunu artıran, kas boyunun sabit kaldığı egzersizdir. Kas kuvvetini artırma ve atrofiyi önlemede etkilidir. Erken dönemde güvenle uygulanabilir ve efüzyonun azalmasına yardımcı olur. Kassal dayanıklılığı geliştirmede ve fonksiyonel kuvveti artırmada yetersiz kalmaktadır. Bu egzersizde eksantrik kasılma gözlenmez (31).

2.7.2. Dinamik Egzersizler

2.7.2.1. Eklem Hareket Açıklığı (EHA) Egzersizi

Eklem hareketinin artırılması için aktif, aktif yardımcı ve pasif olarak verilen egzersiz tipidir. İmmobilizasyona bağlı olumsuz etkilerin önlenmesi için gereklidir (32).

2.7.2.2. Germe Egzersizleri

Eklem hareket açıklığının artırılmasını, yaralanma nedeniyle boyunda kısılma olan yapıların uzamasını sağlayan egzersizdir. Bu egzersizler esneklik ile ilişkilidir. Bu egzersizler aktif veya pasif olarak yapılabilir. Kısa ve uzun süreli, statik veya balistik olabilir. Kontrolsüz yapıldığında yaralanmalara neden olabilir (32).

American College of Sports Medicine'nin (ACSM) germe egzersiz önerisi aşağıdaki gibidir:

Sıklık: Haftada en az 2-3 kez

Yoğunluk: Hafif rahatsızlık, gerginlik hissi oluşan noktaya kadar yapılmalıdır.

Süre: Statik germelerde süre erişinlerde 10-30 sn olarak önerilmektedir.

Tip: Aktif, pasif, dinamik, balistik veya PNF şeklinde yapılabilir.

Şiddet ve tekrar sayısı: Her germede süre hedefi 60 sn olmalıdır. Ortalama tekrar sayısı 2-4'tür. Örneğin, germe hareketinin süresi 15 sn ise en az 4 tekrar önerilmektedir (30).

Germe egzersizlerine, yaralanmayı önlemek amacıyla ısınma ve soğuma egzersizleri eklenmelidir (30).

2.7.2.3. Direnç Egzersizleri

Bu egzersizler kuvvet egzersizleri olarak da tanımlanmıştır ve izotonik ve izokinetik egzersizleri içermektedir. Dizin agonist ve antagonist kasları arasındaki kuvvet oranları diz stabilitesinde önemli rol oynamakta ve yaralanmaların önlenmesinde ön plana çıkmaktadır. Sağlıklı bireylerde yapılan izokinetik kuvvet testlerinde hamstring/kuadriceps oranları 0,5 ve 0,8 arasında değişmektedir (33).

American College of Sports Medicine'nin (ACSM) kuvvet egzersizleri önerisi aşağıdaki gibidir:

1 RM'nin % 40-% 50'sinde yapılan çok hafif-hafif yoğunluklu kuvvet egzersizleri

1 RM'nin % 60-% 70'inde yapılan orta-yüksek yoğunluklu kuvvet egzersizleri

1 RM'nin % 80 ve üzeri yapılan yüksek-çok yüksek yoğunluklu kuvvet egzersizleri

İzotonik Egzersizler

Bu egzersiz tipinde kaldırılan yük sabitken kasa uygulanan kuvvet eklem hareket açıklığı boyunca değişmektedir. İzotonik egzersizler; kum torbası, elastik bantlar, serbest ağırlıklar kullanılarak yapılır. 2 çeşittir (33).

Konsantrik egzersizler: Kasın başlangıç ve bitiş noktalarının birbirine yaklaşması sonucu kas boyunun kısalması ile yapılan egzersizdir (33).

Eksantrik egzersizler: Kasın başlangıç ve bitiş noktalarının birbirinden uzaklaşması ile kas boyunda uzama olmaktadır. Bu egzersiz tipinde konsantrik egzersize göre kaslar daha fazla kasılma özelliğine sahiptir (33).

Örnek verilecek olursa; elimize aldığımız bir ağırlıkla ayakta durur pozisyonda dirsek eklemünde fleksiyon yaparken biceps kası kısalarak kasılır (konsantrik). Öte yandan ikinci bir fleksiyon için elde ağırlık varken dirsek eklemimizi tekrar başlangıç pozisyonuna (ekstansiyon) getirirsek çalışan kasımız yeniden biceps kasıdır. Normalde fleksiyon sırasında kısalarak kasılan bu kas bu kez ekstansiyon sırasında yerçekiminin etkisine karşı koyma için bir yandan uzarken bir yandan kasılmaktadır. Bu kasılmaya eksantrik kasılma denir (34).

İzotonik egzersizler ÖÇB rehabilitasyonunda çokça kullanılmaktadır. Özellikle eksantrik egzersizlerin yaralanmaların önlenmesinde etkili olduğu belirtilmektedir (33).

İzokinetik Egzersizler

Kaslar sabit açısal hızda farklı dirençle çalışmaktadır. İzokinetik egzersizler farklı eklem hareket açıklığında yapılabilir. Bu egzersizler yavaş hızlarda kuvvet, yüksek hızlarda dayanıklılığı artırmada etkilidir (33).

2.7.2.4. Açık ve Kapalı Kinetik Zincir Egzersizleri

Açık kinetik zincir egzersizi (AKZE), sıklıkla distal ekstremitenin serbestçe boşlukta hareket ettiği ağırlık taşımayan bir pozisyonda gerçekleştirilen tek eklem hareketini içermektedir. Kapalı kinetik zincir egzersizleri (KKZE) çok sayıda eklemi içermekte ve sabit distal ekstremitayla ağırlık taşıma pozisyonlarında yapılmaktadır. Kapalı kinetik zincir egzersizlerin daha işlevsel olduğu, daha fazla propriyoseptif geri bildirim sağladığı ve eklemdeki makaslama kuvvetine açık kinetik zincir egzersizlerinden daha az neden olduğu düşünülmektedir (8).

Tablo 1: Açık ve kapalı zincir egzersizlerinin avantaj ve dezavantajları

	Avantajları	Dezavantajları
Açık zincir egzersizler	Daha az eklem kompresyonu Daha geniş ROM'da egzersiz Tek bir kası izole edebilme	Eklemde daha fazla translasyon İşlevsellik düşük
Kapalı zincir egzersizler	İkincil eklemde eklem kuvvetleri az Eklemde daha az translasyon İşlevsellik yüksek	Daha fazla eklem kompresyonu Geniş ROM'da egzersiz yapabilme Tek bir kasın izole edilememesi

2.7.2.5. Pliometrik Egzersizler

Pliometrik egzersizler arasında sıçrama çalışmaları, engel üzerinden atlama ve derin atlamalar bulunmaktadır. Bu aktivitelerde zemine temas süresinin olabildiğince kısa olması önemlidir. Pliometrik egzersizler sadece sporcu zindeyken uygulanmalıdır. Antreman zemini esnek basketbol zeminleri örneğinde olduğu gibi

sağlam olmalı ancak zorlayıcı olmamalıdır. Teknik bozulmaya başladığında egzersiz durdurulmalıdır (8).

Propriyoseptif Nöromüsküler Fasilitasyon (PNF):

PNF gerdirme, antagonist kasın kasılması ve agonist kasın aşırı gerdirilmesi kombinasyonu içermektedir. Oldukça agresif bir egzersizdir. Ancak esnekliğin hızlı artmasını sağlamaktadır. Haftada 2 den fazla yapılmaması önerilmektedir (8).

2.7.2.6. Denge Egzersizleri

Postüral denge görsel, vestibüler ve propriyoseptif duylardan gelen bilgilerle motor ve kognitif fonksiyonların entegrasyonunu sağlayarak denge durumunda kalma becerisidir. Denge egzersizleri spor yaralanma riskinin azaltılması ve performansının artırılması için piliometrik egzersizlerle (PE) birlikte verilmelidir (35).

Statik denge sabit bir zeminde kuvvete ihtiyaç duyulmadan vücut pozisyon ve postürünün korunmasıdır. Dinamik denge ise hareket sırasında dengenin korunması, sürdürülmesi veya bozulan dengenin düzeltilmesini içerir (36).

Egzersizler basitten zora doğru planlanmalıdır. Statikten dinamiğe doğru yaptırılmalıdır. Farklı zeminler kullanılmalıdır. Sert zeminde başlayıp, denge tahtası, sünger, BOSU üzerinde basitten zora doğru olacak şekilde devam ettirilmelidir. Gözler açık başlanan egzersizler gözler kapalı olarak geliştirilebilir (37).

2.8. Spor Yaralanmalarında Rehabilitasyon

Spor yaralanmalarının rehabilitasyonu aşağıdakileri amaçlayan dinamik yapılandırılmış süreçtir.

- Yaralanmış sporcunun işlevinin ve performans düzeyinin geri kazanılması
- Sporcunun spora güvenli şekilde ve zamanında geri döndürülmesi
- Yeniden yaralanma riskinin en aza indirilmesi (8)

ÖÇB yaralanması sonrası rehabilitasyon zaman içinde çarpıcı şekilde değişmiştir ve büyük ölçüde hızlandırılmış rehabilitasyon programları ortaya çıkmıştır (38). Rehabilitasyonda en önemli hedefler; ağrı, şişlik ve inflamasyonun azaltılması; ROM, kuvvet ve nöromusküler kontrolün yeniden kazanılmasıdır (39). Son yıllarda önemli bir değişiklik ise; proprioseptif ve denge egzersizlerine uygulanan önemin yanı sıra programa kor stabilite programının dahil edilmesidir (8).

2.9. Spora Dönüş Kriterleri

Spora dönüş süreci verimli olsada rekreatif ve profesyonel sporcular arasında spora geri dönüşte farklılıklar vardır. Spora geri dönüşte öncelikli hedef sporcunun tekrar yaralanmasına engel olmaktır.

ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra spora geri dönüş kriterleri;

- 60, 180, 300/s' de izokinetik test: 60/s' de kuadriseps kuvvet eksikliği <% 10
- Tek sıçrama: Ekstremit simetri indeksi >% 90
- Üçlü sıçrama: Ekstremit simetri indeksi >% 90
- Üçlü çapraz sıçrama: Ekstremit simetri indeksi >% 90
- Sahada yapılan spora özgü rehabilitasyon tamamlanmış
- T koşu testi <11 s. (8)

Tablo 2: ÖÇB Rekonstrüksiyonu Sonrası Rehabilitasyon

EVRE	HEDEF	ZAMAN (Yaralanm a Sonrası)	FİZİKSEL TEDAVİ	EGZERSİZ	FONKSİYONEL AKTİVİTE
CERRAHİ ÖNCESİ	Ödem minimal/yok Tam ROM kazanılması Alt ekstremité kuvveti 4+/5 Hasta eğitimi		Buz Elektroterapi Kompresyon Manuel tedavi Yürüyüş eğitimi Egzersiz modifikasyonu	Hastanın yapabilmesine bağlı Erken evrelerde evre 1 egzersiz programı izlenebilir ya da evre 2'ye geçilebilir	Yürüme Bisiklet Yüzme (kurbağalama yok, hafif ayak vuruşu)
Evre 1	Kısmi/tam ağırlık verme Ödemin ortadan kaldırılması 0-100 ROM 4+/5 kuadriceps kuvveti 5/5 hamstring kuvveti	0-2 hafta	Buz Elektroterapi Kompresyon Manuel terapi Yürüyüş eğitimi Hasta eğitimi	Nazik fleksiyon ROM Tam ekstansiyon ROM Quadriceps/VMO çalışması Çift bacak parmak ucu yükselme Kalça abduksiyon ve ekstansiyonu Pilates lastiği ile hamstring çalışması Yürüyüş çalışması	Yok
Evre 2	Ödem yok Tam diz hiperkstansiyonu 130 üzeri diz fleksiyonu Tam squat Denge iyi düzeyde Kısıtlamasız yürüyüş	2-12 hafta	Buz Elektroterapi Kompresyon Manuel tedavi Yürüyüş eğitimi Egzersiz modifikasyonu	ROM çalışması Quadriceps/VMO çalışması Mini squat-lunge Leg press Köprü Tek bacak parmak ucu yükselme Tek bacak denge	Yürüyüş Egzersiz bisikleti
Evre 3	Tam ROM Tam kuvvet ve güç Jog, koşu ve beceri çalışmaları Kısıtlı spora özgü çalışmalara dönüş	3-6 ay	Manuel tedavi Egzersiz/aktivite modifikasyonu- izlemi	Yukarıdakiler-zorluk, tekrar ve yükler uygun olduğunda artırılarak sıçrama ve iniş çalışmaları Beceri çalışmaları	Düz jog Yüzme Yol bisikleti 3.ayda düz koşu Spora özgü egzersizler
Evre 4	Spora dönüş	6-12 ay	Yukarıdaki gibi	Gerektiği şekilde yüksek düzeyde spora özgü kuvvetlendirme	Spora kademeli dönüş

2.9.1 Diz Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Objektif kuadriceps ve hamstring kas kuvvet oranları izokinetik dinamometre ile farklı açısal hızlarda eksantrik ve konsantrik olarak değerlendirilmektedir. Etkilenmiş tarafın sağlam tarafa göre % 90 ve üzerinde olması gerekmektedir (40).

2.9.2. Dengenin Değerlendirilmesi

SEBT (Star Excursion Balance Test) klinikte ve sahada uygulanabilen güvenilir denge testlerindendir. Tek ayak üzerinde denge bozulmadan diğer ayakla sekiz farklı yöne uzanma becerisini ölçer. Diğer tarafa göre % 90'a ulaşması istenmektedir (41).

Dinamik postural stabilitenin ölçülmesinde kullanılan cihazlardan Biodex Balance System (BBS) denge performansını sayısal verilerle ortaya koyan bir cihazdır (41).

2.10. Subjektif Diz Skalaları ve Psikolojik Durumun Değerlendirilmesi:

Dizin fonksiyonel durumunu ortaya koyabilmek için tasarlanmıştır. En sık kullanılan ölçekler şunlardır(8);

- IKDC Subjektif Diz Skolama Ölçeği
- Lysholm Diz Skolama Ölçeği
- Tegner Aktivite Skalası
- KOOS Skolama Ölçeği
- Tampa Kinezyofobi Skalası
- Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Spora Dönüş Ölçeği (ACL-RSI)

2.11. Kas İskelet Sistemi Ultrasonografisi

Ultrasonografi (US) kas iskelet sistemi radyolojisinde kullanılan görüntüleme yöntemlerinden biridir. Düşük maliyet, yüksek düzlemsel çözünürlük, yaygın ulaşılabilirlik, hasta tarafından iyi tolere edilebilmesi, konvansiyel radiografi ya da komputarize tomografi gibi iyonize radyasyon içermemesi US'yi hastalıkların tanısında ve takibinde ideal görüntüleme yöntemi yapmaktadır. Ayrıca incelenen bölgenin dinamik görüntülerinin de alınabilmesi US'yi bir adım daha öne çıkarmaktadır (42).

US teknolojisinin ilerlemesiyle birlikte, daha ileri klinik uygulamaların gelişmesiyle, diagnostik görüntülemeindeki rolü artmaktadır. Yeni nesil US cihazları sayesinde probdan birkaç milimetre uzaklıkta olan ve diğer görüntüleme teknikleri ile görüntülenmenin zor olduğu yüzeysel yapılar detaylı görüntülenebilir (42).

US medikal görüntüleme yöntemi olarak ilk defa Dussik tarafından 1942’de kullanılmıştır. US, Donald ve arkadaşları ilk otomatik scannerı üretene yani 1960’lara kadar yavaş gelişmiştir. Sonraki dekad boyunca kullanımı, ağırlıklı olarak abdominal ve pelvik hastalıkların değerlendirilmesinde sınırlı kalmıştır (43).

Kas iskelet sistemi hastalıklarında ilk US uygulamasının 1972 yılında Baker kistin tromboflebit ayırıcı tanısının yapılmasında kullanıldığı bildirilmiştir (44). Daha sonraları US tanı-tedavide etkin şekilde kullanılarak yaygınlaşmıştır. US’nin avantajları noninvazif olması, kısa tarama süresidir. En büyük limitasyonu ise kullanıcı bağımlı olmasıdır. Prob çözünürlüklerindeki ilerlemelere karşın derinde lokalize olan yapıların görüntülenmesi zordur. Daha derin yapıların görüntülenmesinde MR, US’ye karşı açık avantajlara sahiptir (45).

Ultrasonografi Çalışma Prensibi

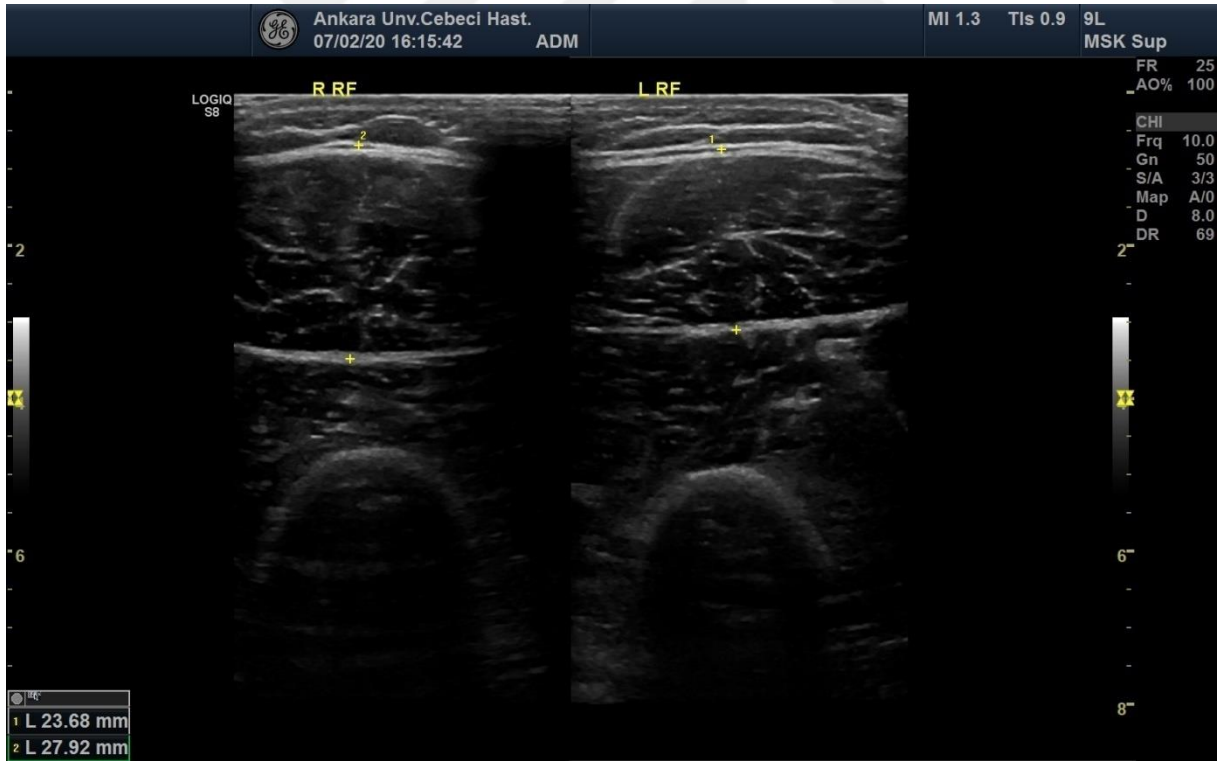
Ultrasonografi vücuda insan kulağının duyamayacağı yüksek frekanslı ses dalgalarını prob aracılığıyla göndererek farklı doku yüzeylerinden yansıyan ses dalgalarını (ekoları) saptama esasına dayanır. Probdan çıkan dalgalar nüfuz ettikleri doku tarafından yansıtılır ve yansıyan dalgaların bilgileri siyah beyaz olarak cihazın monitöründen gösterilir (46).

Bir ses dalgası öncelikle frekansı (f , Hz-Hertz cinsinden) ve amplitüd (A , metre cinsinden) ile karakterizedir. Diğer ses dalgası parametreleri hız (c , m/sn cinsinden) ve dalga boyudur (metre cinsinden d). Dalga boyu ise frekans ve hızdan hesaplanır ($d = c/f$). İnsanın işitmesi, yaşa bağlı olarak değişebilmekle birlikte 20-20.000 Hz aralığındadır. Medikal amaçlı US, 2-25 MHz frekans aralığında (1 MHz= 1. 000.000 Hz) bulunurken, 60 MHz’e kadar olan frekanslar araştırılmaktadır (46).

Ses dalgaları farklı ortamlarda farklı hızlarla yayılır. Bu fark iletici ortamın dansite gibi fiziksel özelliklerine bağlıdır. İnsan vücudunda da sesin yayılma hızı dokular arasında farklılık gösterir. Sonografik transdüserlerde elektrik sinyali dokulara iletilen kısa ultrasonik ses atımlarına (± 2 msn) dönüştürülür. Bu ses dalgaları (atımlar) doku tarafından yansıtılır ve bu yansıyan dalgalar tekrar bir elektrik sinyaline dönüştürülür. Elektriksel bir sinyali ses haline dönüştürme yeteneği olan kristallerin bu özellikleri “Piezo Elektrik Etki” olarak adlandırılır.

Monitördeki ekojenite yansıyan ışının yüzdesine bağlıdır:

- A) Hiperekoik yüksek yüzdeli yansıma, örn. Tendon, kemik ve hava (parlak/beyaz)
- B) Hipoekoik, düşük yansıma yüzdesi, ör. Sinovyal çoğalma (koyu gri)
- C) Anekoik, yansıma yok; örn. Kistler veya intra-artiküler sıvı (siyah) (46).



Şekil 4: Rectus Femoris Kasının Kalınlığı (sağ-sol)

2.12. Elastografi

Ultrasonografi teknolojisindeki yüksek gelişim hızının son basamağı ise ultrason elastografidir (UE). UE, kas sertliği de dahil olmak üzere dokunun mekanik özelliklerini doğrudan ölçebilen teknolojik bir gelişmedir. Elastisite; bir dokunun dışarıdan uygulanan bir güç ile deforme olabilme ve bu güç ortadan kaldırıldığında eski şekil ve boyutuna gelebilme yeteneğidir. Dokuların elastik özellikleri, B mod (brightness mode - parlaklık modu) görüntülemeye kullanılan akustik empedanstan ve Doppler görüntülemeye kullanılan akış özelliklerinden farklıdır, dolayısıyla elastografi doku değerlendirmesinde yeni bir yöntemdir (47).

Gerçek zamanlı ve doğrudan yapılan kas sertliği ölçümleri, akut kas-iskelet sistemi yaralanmaları, cerrahi onarım sonrasında yara iyileşmesine ve buna bağlı dokudaki biyomekanik özellik değişimlerin teşhis ve tedavisine olanak sağlamaktadır (3).

Elastografi yapılırken; gerilim (kompresyon) elastografi, akustik radyasyon force impuls görüntüleme ve makaslama (shear wave) elastografisi dahil olmak üzere kas sertliğini incelemek için farklı ultrason elastografi teknikleri bulunmaktadır. Elastografi, problemin B modu görüntülemeye tespit edilebilmesinden çok daha önce, farklı doku değerlendirme metodu sayesinde değerlendirilebilmesine olanak sağlar. Elastografi, strese yanıt olarak dokuların gerginliğini (sertliği) farklı yöntemlerle değerlendirir. Tarih boyunca dokulardaki sertliğin palpasyon yoluyla saptanması hastalığın bir göstergesi olarak kullanılmıştır. Genel olarak, malign dokular, benign dokulara göre daha katı veya daha serttir. Bu, elle yapılan basıya karşılık gelen doğrudan palpasyonla ayırt edilebilen bir özelliktir. Bu kavram ultrason alanında genişletilerek, anatomik görüntülerin yanında doku sertliği haritaları oluşturulmaya başlanmıştır (48).

Elastografi, ilk olarak Ophir ve ark. tarafından biyolojik dokuların mekanik özelliklerini belirleme yöntemi olarak tanımlanmıştır (49). Bir dokunun elastik modülü, uygulanan stres ile gerilimde nasıl bir değişiklik ile tepki verdiğidir ve stres-gerilme eğrisinin eğimi olarak tanımlanır. Elastik modül, Young's modülü (E) (basınç stresi/basınç gerginliği) veya makaslama modülü (G) (makaslama stresi/makaslama gerilmesi) olarak tanımlanabilir. Young's modülü ve makaslama

modülü, biyolojik dokular için kullanılan iki modül olup, aralarında $E \cong 3G$ olarak tanımlanan bir eşitlik vardır. Bir dokunun elastik modülü, katılık ile ters orantılıdır, yani elastik modül ne kadar büyükse, doku katılığı o kadar azdır (47).

2.12.1. Kompresyon (Strain) Elastografi

Kompresyon elastografi tekniği, kompresyon uygulanan dokuda strain (gerinim, yer değiştirme) oluşması temeline dayanmaktadır. Sert dokularda yer değiştirme (strain) daha az iken, yumuşak dokularda daha fazladır. Kompresyon uygulaması öncesi ve sonrasında elde edilen eko verileri karşılaştırılarak dokuların yer değiştirme oranları hesaplanır. Kompresyon elastografi sistemlerinde, uygulanan basının miktarı ekranda bir gösterge ile gösterilir. Çoğunlukla mavi renk sert dokuları, kırmızı renk yumuşak dokuları, yeşil ve sarı renkler ise orta sertlikte dokuları kodlamak için kullanılmaktadır. Ayrıca, strain oranı (strain ratio) olarak isimlendirilen ve değerlendirmek istenilen doku ile referans bir dokunun (genellikle cilt altı yağ doku) ROI değerlerini oranlayarak yarı-niceliksel (semi-kantitatif) bir ölçüm değeri elde edilebilir (50).

2.12.2. Shear-Wave Elastografi

Dinamik elastografi olarak da adlandırılan bu görüntüleme yöntemi, kas iskelet sisteminin değerlendirildiği incelemelerde giderek artan sıklıkta kullanılmaktadır. Doku elastisitesinin, kullanıcının deneyiminden bağımsız ve niceliksel olarak ölçülmesine olanak tanıyan bir görüntüleme yöntemidir. Bu yöntemin fizik temelini açıklamak gerekirse; konvansiyonel ultrason dalgalarının akustik yayılım kuvveti, ses dalgalarının doku ile etkileşimi sırasında ultrason dalgalarına dik olarak transvers planda yayılım gösteren ve dokularda küçük yer değiştirmelere yol açan dalgalar (shear wave) oluşturur. Özel algoritmalar kullanılarak (speckle tracking algorithm) dokuların yer değiştirme haritaları elde edilir. Bu haritalar da dokuların metre/saniye (m/s) ya da kilopaskal (kPa) cinsinden elastisite değerlerinin elde edilmesinde kullanılır. Kompresyon elastografi ile karşılaştırıldığında daha nesnel ve tekrar

edilebilirliğinin daha iyi olmasının yanında, elle yapılan kompresyona gereksinim duyulmaması en önemli avantajları arasında yer almaktadır (3, 51).

Elastografi Tekniği

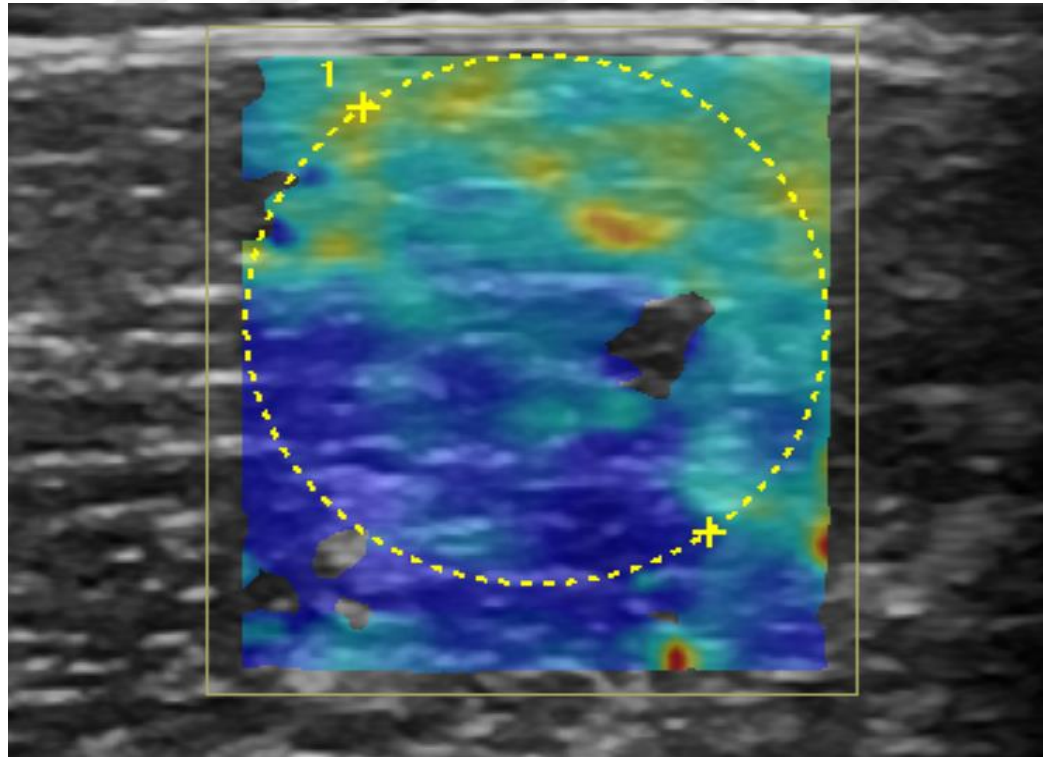
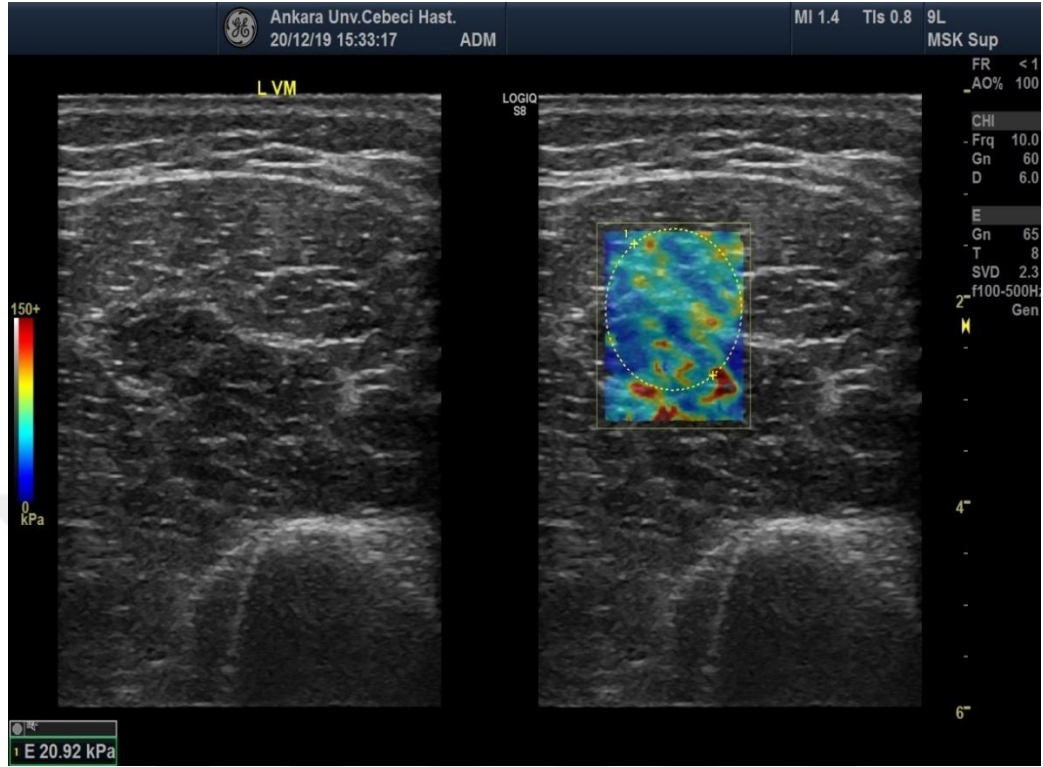
Kompresyon elastografi yönteminde sonucun doğru çıkabilmesi için düzlem dik şekilde ölçüm yapılmalıdır. Maksimum veya minimum kompresyondan kaçınılmalıdır. Tek görüntü yerine en az 3 görüntü alınmalıdır. B-mod-elastogram görüntülerin en uyumlu olduğu an seçilerek değerlendirme yapılmalıdır. Elastogram penceresinin boyutu ideal seçilmelidir çünkü renk dağılımları bundan etkilenmektedir. Yüzeysel dokuların değerlendirmesinde prob ve incelenen doku arasında belli bir mesafe (genellikle 3 mm) olması gerekmektedir. Ayrıca, shear wave elastografi incelemeleri esnasında, kas ve tendonların prob ile uygulanabilecek basınç ile deformasyona uğrayabileceği ve buna bağlı olarak shear wave elastografi ölçümlerinin etkilenebileceğini unutmamak gerekir (52).

Kaslarda Elastografi

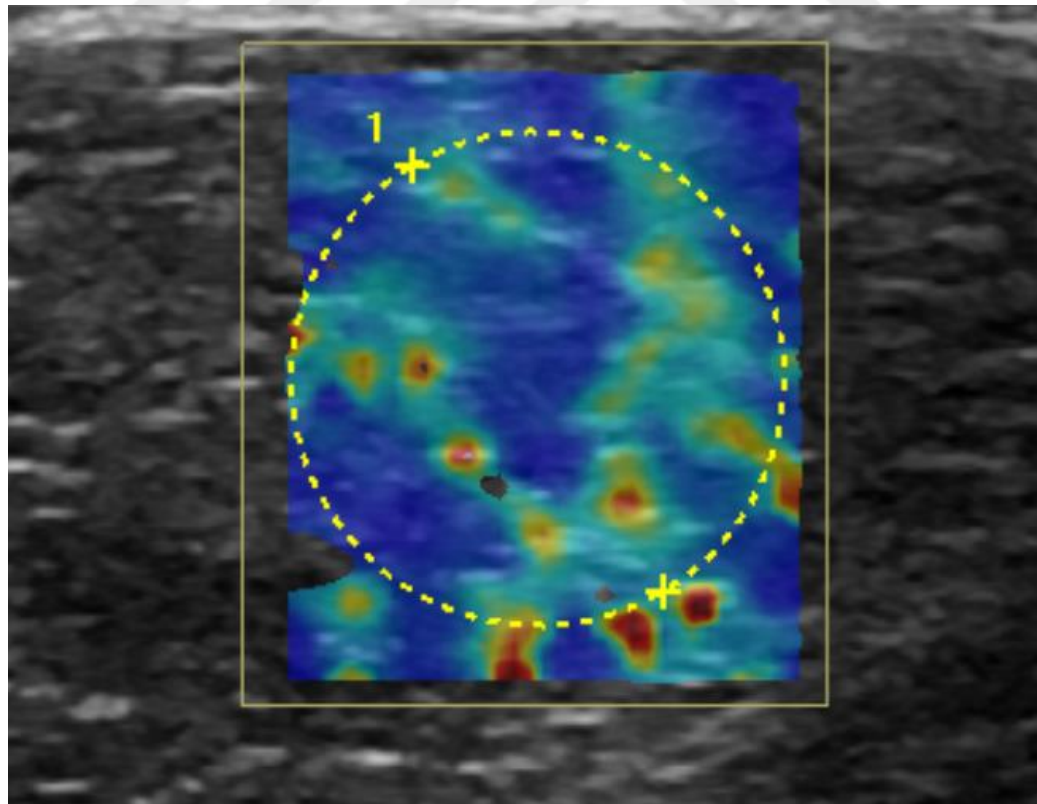
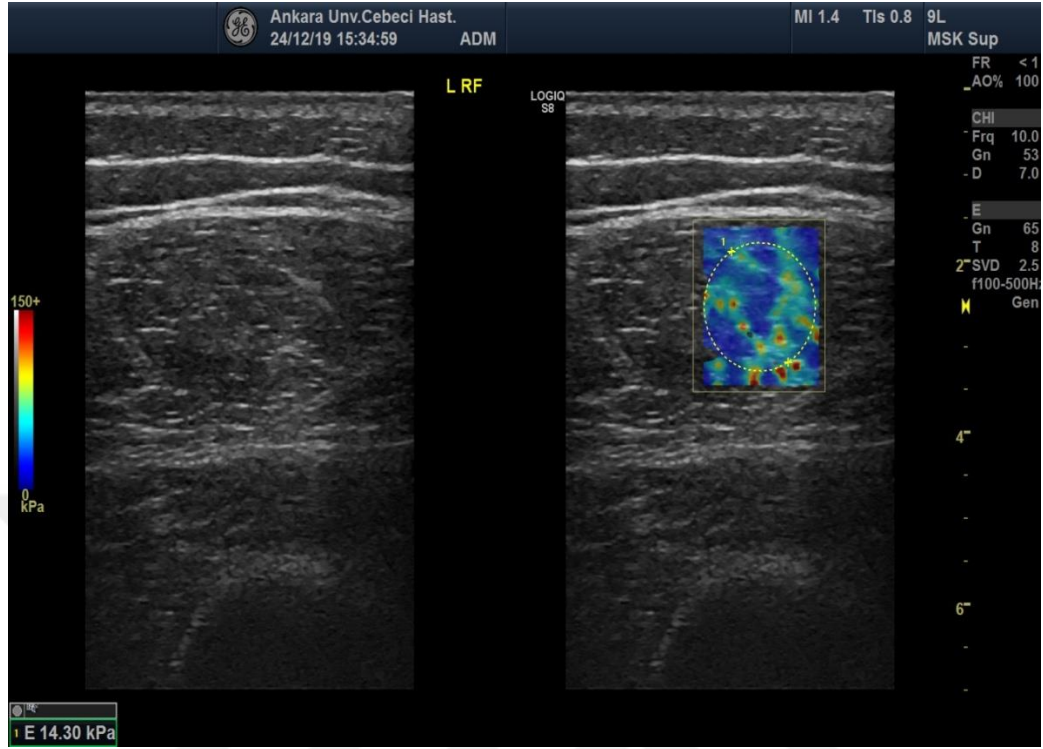
Çeşitli kas dokularının elastisite özelliklerini belirlemeyi amaçlayan ve bazı değişkenlerin, kaslardan elde edilen elastisite ölçümleri üzerine etkilerini araştıran çalışmalar literatürde yer almaktadır. Miyozit, konjenital tortikollis, duchenne muskuler distrofi, serebral palsi gibi olgularda elastografi kullanılabilir. Kasların elastografi ile değerlendirilmesiyle ilgili son dönemde çeşitli çalışmalar olsada tekrar edilebilirliği ve güvenilirliği ile çekinceler vardır. Elastografi sonuçları kas aktivitesi, prob pozisyonu ve hasta pozisyonu ile kolayca değişiklik gösterebilmektedir. Gözlemciler arasında da farklar olabilmektedir (52).

Tendonda Elastografi

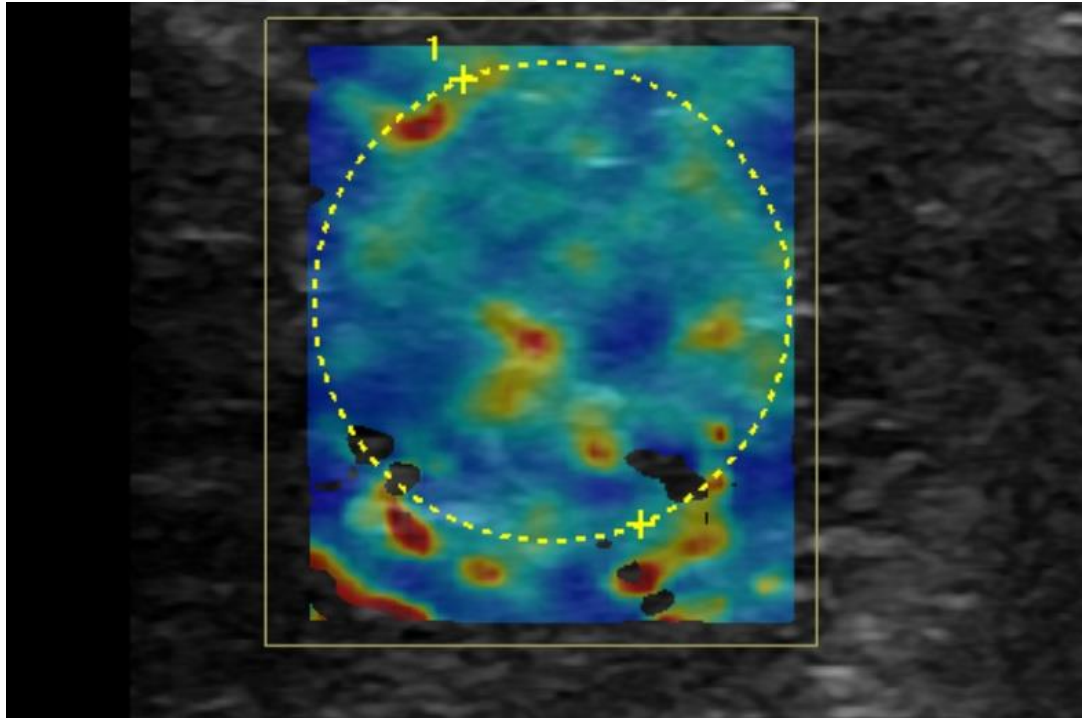
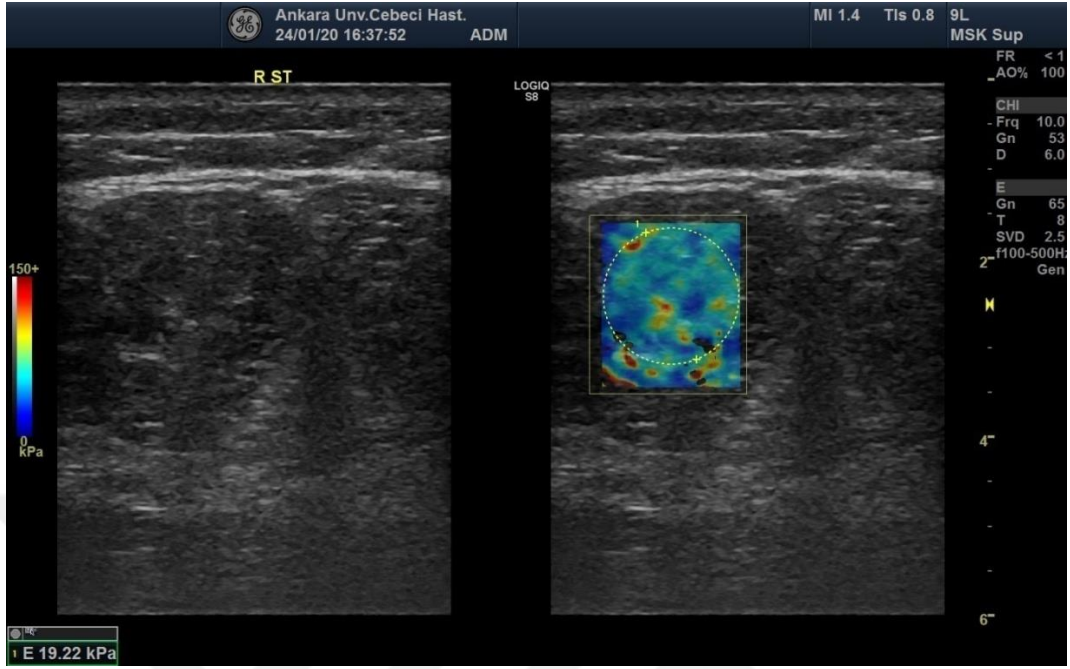
Son dönemde çalışmaları olmakla beraber yapılan çalışmalar daha çok aşıl tendonu ile ilgili. Shear Wave Elastografi kullanılarak yapılan çalışmalarda yaşlanmaya sekonder sertlikte değişiklik belirten çalışmalar vardır (53). Aşıl tendonu dışında patellar tendon, dirsek ekstensör tendon ve supraspinatus tendon ile ilgili de çalışmalar mevcuttur (54-56).



Şekil 5: Vastus Medialis Kası Elastografisi



Şekil 6: Rectus Femoris Kası Elastografisi



Şekil 7: Semitendinozus Kası Elastografisi

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma 11 Mart 2019 tarihinde 05-410-19 karar no'su ile etik kurul onayı almıştır. Bu çalışmaya ÖÇB onarımı geçiren gönüllü hastalar alınmıştır. Hastaların rehabilitasyonu Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda yapılmıştır. Hastalar ameliyattan sonra 1. haftada kontrole çağrılmış ve başlangıç ev egzersizleri düzenlenmiştir. Post-op 3. haftada rehabilitasyona başlanmıştır. Haftada 5 gün olmak üzere 6 hafta düzenli standart tedavi uygulanmıştır. Çalışmaya 21 gönüllü hasta ile başlanmış, çeşitli sebeplerle 2 hastanın ayrılması üzerine 19 hasta ile tamamlanmıştır.

Çalışmaya alınma kriterleri şunlardır;

1. Yaş aralığının 18-40 arasında olması
2. ÖÇB onarımı geçirmiş olması (+/- menisküs onarımı)
3. Operasyonda ek bir müdahale olmaması
4. Hastaların kliniğimiz tarafından verilecek rehabilitasyon programına katılacağını taahhüt etmesi
5. Hastaların çalışmaya katılmayı kabul etmesi ve bilgilendirilmiş gönüllü onam formunu imzalaması

İlk aşamada; hastalar post-op 1. haftada poliklinikte görülmüş ve oryantasyon eğitimi verilmiştir. Bunlar ultrasonografik olarak elastografi ölçümleri, manuel ölçümler, anket ölçümleri ve muayenelerdir. Hastaların 3.haftaya kadar yaptıkları ev egzersizleri standart olarak oluşturulmuştur.

İkinci aşamada; hastalar post-op 3. haftada kliniğimizde rehabilitasyona başlamıştır. Post-op 1. ayda manuel ölçümler (çap ve kaliper), ultrason ile kalınlık ölçümleri, elastografi (Logiq S8 XD Clear Strain Elastografi-6-15 Matrix prob, 20 Shearwave-9-12 Mhz lineer prob, G.Kore, 2018) ile sertlik ölçümü ve IKDC-LYSHOLM ölçekleri uygulanmıştır. Post-op 2. ayda aynı işlemler tekrar edilmiştir. Hastalarakliniğimizde toplamda 6 hafta rehabilitasyon uygulandıktan sonra ev

egzersizi/salon egzersizi programı düzenlenerek takibe devam edilmiştir. Post-op 3.ayda aynı işlemler tekrar edilmiştir.

Üçüncü aşamada; veriler toplanmış ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada elastografik sertlik ölçüm değerleri, ultrasonografik kalınlık değerleri, manuel ölçümler, IKDC ve Lysholm ölçek değerlendirilmesi her hastaya 3 kez yapılmıştır. Ölçümler tek kişi tarafından standardizasyon sağlamak amacıyla günün aynı saatinde, aralarında 30 gün olacak şekilde, uyluğu sıkmayacak kıyafetler ve aynı yorgunluk düzeyiyle gerçekleştirilmiştir. 3. ölçümde de fizik tedavi seansının bitiminde ölçüm alınmıştır.

Manuel Ölçümler

3 farklı ölçüm yapılmıştır. Tüm ölçümler opere-sağlam olarak bilateral yapılmış olup her 3 seansta da tekrarlanmıştır.



Şekil 8: Manuel Ölçümler



Şekil 9: Manuel Ölçüm ile Kasların İşaretleme Yerleri

Uyluk Ortası Çap

Hasta sırtüstü pozisyonda yatarken Spina İliaka Anterior Superior ile patella süperioru arasındaki mesafenin % 50'si işaretlendikten sonra mezro ile işaretli bölgeden uyluk çap ölçümü yapıp kaydedilmiştir.



Şekil 10: Uyluk Ortası Çap Ölçümü

Patella 5 cm Üzeri Çap

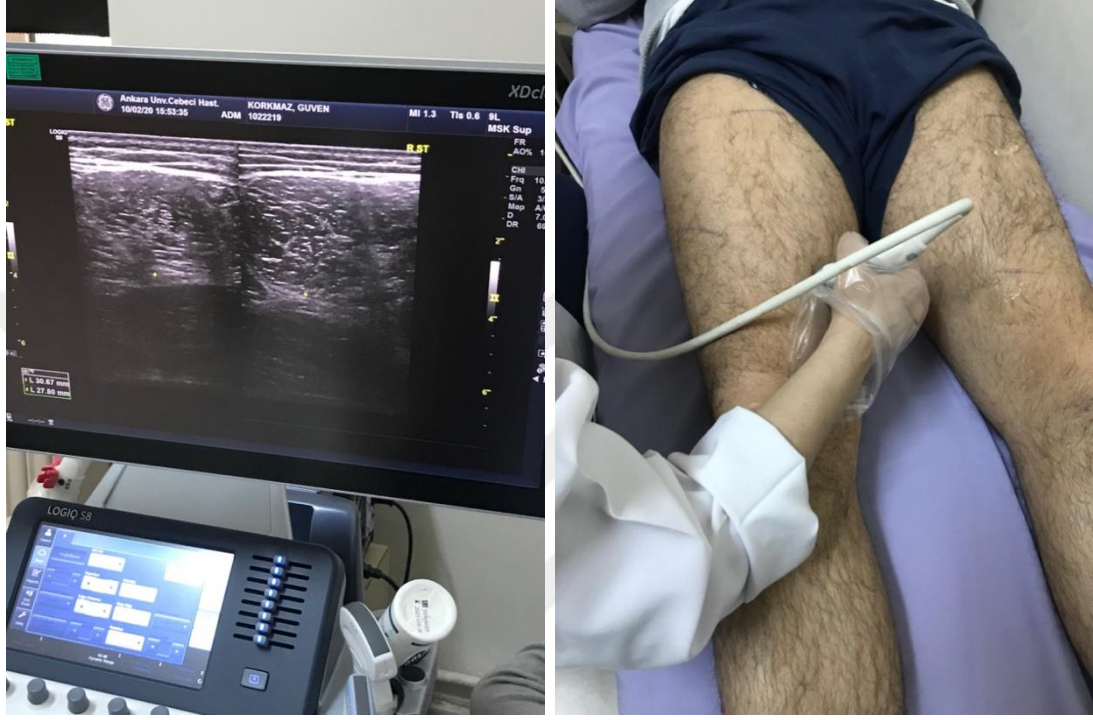
Hasta sırtüstü pozisyonda yatarken patella süperiorunun 5 cm üzeri işaretlendikten sonra işaretlenen bölgeden mezro ile uyluk çap ölçümü yapıp kaydedilmiştir.



Şekil 11: Patella 5 cm Üzeri Çap Ölçümü

Ultrasonografik Kalınlık Ölçümü

Uyluk çevresindeki 5 kasa yönelik kalınlık ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlerde kasların yerleri işaretlenmiş ve buralardan kas kalınlıkları ölçülmüştür. Kasların yerlerinin işaretlenmesi Seniam Kriterleri'ne göre belirlenmiştir.



Şekil 12: Ultrasonografik Kas Kalınlık Ölçümü

Seniam Kriterleri (Surface EMG for Non-invasive Assessment of Muscles):

- M. Rectus Femoris: SİAS ile patella superior faseti arasının % 50'si
- M. Vastus Medialis: Medial collateral ligament ile SİAS arasının % 80'i
- M. Vastus Lateralis: Patella lateral faset ortası ile SİAS arasının 2/3'ü
- M. Biceps Femoris: Tuber ischiadicum ile tibia lateral kondili arasının % 50'si
- M. Semitendinosus: Tuber ischiadicum ile tibia medial kondili arasının % 50'si



Şekil 13: Seniam Kriterlerine Göre Kas İzdüşüm Noktalarının İşaretlenmesi



Şekil 14: Elastografi ölçümleri

Anket Uygulamaları

Üç ölçümde de hastalara IKDC ve LYSHOLM ölçekleri doldurtulmuştur.

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel değeriendirilmesi SPSS for Windows 20 paket programı ile tamamlanmıştır. Opere veya sağlam ekstremitenin elastografi ve kalınlık ölçümlerinin kendi içinde değeriendirilmesinde Spearman sıralamalı korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Opere veya sağlam ekstremitenin manuel çap ölçümlerinin değeriendirilmesinde Spearman sıralamalı korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Ölçeklerin birbiri ile karşılaştırılması Spearman sıralamalı korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Opere ve sağlam ekstremitenin elastografi ve kalınlık ölçümlerinin değerielerinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Sonuçlar için anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir

Örneklem Büyüklüğü: %95 güç, 0,05 hata payı ve 0,4 etki büyüklüğü ve Spierman testi ile ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulabilmek için alınması gereken örneklem çapı 18 olarak hesaplanmıştır.

4.BULGULAR

Genel Bilgiler

Çalışma 19 denek ile tamamlanmıştır. Deneklerin yaş ortalaması $30,05 \pm 7,84$ yıl, boy ortalaması $180,5 \pm 5,63$ cm, ağırlık ortalaması $81,4 \pm 16,38$ kg, beden kitle indeksi (BKİ) ortalaması $25,1 \pm 4,22$ kg/m²'dir (**Tablo 3**).

Tablo 3. Gönüllülerin Genel Özellikleri

	Ortalama	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	30,05±7,84	18	40
Boy (cm)	180,1±5,63	171	189
Ağırlık (kg)	81,4±16,38	57	108
BKİ(kg/m ²)	25,1±4,22	17,5	31,5

BKİ: Vücut Kitle İndeksi

ÖÇB Rehabilitasyonun Elastografi Üzerine Etkisi

Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası 1. , 2. ve 3. aylarda elastografi ölçümleri, opere ve sağlam olmak üzere her iki tarafta da 5 farklı kas grubuna yönelik yapılmıştır. Hem opere ve hem de sağlam tarafta ÖÇB rehabilitasyonu sonrası elastografik sertlik derecesinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. ($p<0.05$)

Rectus Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Rectus Femoris kasının elastografi değerlerinde her iki diz için de 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Rectus Femoris kasının elastografi değerlerinde her iki diz içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$).**(Tablo 4) (Tablo 5)**

Tablo 4: Rectus Femoris Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Elastografi Ölçüm Değerleri

Elastografi ölçümü	*Opere Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Ortalama±Std. Sapma	p Değeri
RF1	12.36±3.14	14.66±3.14	0,005
RF2	14.63±3.43	17.07±3.73	0,196
RF3	16.66±4.46	17.59±4.1	0,037

RF: Rectus Femoris, * Ölçümler kPa cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 5: Rectus Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması

Elastografi	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
RF1-RF2	<0,001	0,048
RF1-RF3	<0,001	0,019
RF2-RF3	<0,001	0,001

RF: Rectus Femoris

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Vastus Medialis Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Vastus Medialis kasının elastografi değerlerinde opere dizde istatistiksel olarak anlamlı artış bulunmuştur ($p<0.05$). Sağlam dizde ise Vastus Medialis kasi elastografisinin 2. ölçüm ile 3. ölçüm arasındaki artışı istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ($p<0.05$). **(Tablo 6)(Tablo 7)**

Tablo 6: Vastus Medialis Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Elastografi Ölçüm Değerleri

Elastografi ölçümü	*Opere Diz Ortalama $\pm$ Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama $\pm$ Std. Sapma	p Değeri
VM1	11. 58 $\pm$ 3.19	13.06 $\pm$ 2.95	<0,001
VM2	13.27 $\pm$ 3.52	16.07 $\pm$ 3.96	0,001
VM3	15.06 $\pm$ 2.98	16.7 $\pm$ 4.29	<0,001

VM: Vastus Medialis, * Ölçümler kPa cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 7: Vastus Medialis Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması

Elastografi	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
VM1-VM2	<0,001	0,278
VM1-VM3	0,007	0,94
VM2-VM3	0,03	<0,001

VM: Vastus Medialis

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Vastus Lateralis Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Vastus Lateralis kasının her iki diz için de elastografik ölçümlerde, 2. Ölçüm değeri 1. 'den, 3. ölçüm değeri ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Vastus Lateralis kasının elastografi değerlerinde her iki diz içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$). (**Tablo 8**) (**Tablo 9**)

Tablo 8: Vastus Lateralis Kasının Opere Ve Sağlam Tarafda 1. , 2. ve 3. Elastografi Ölçüm Değerleri

Elastografi ölçümü	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma	p Değeri
VL1	6.04±2.86	9.46±4.44	<0,001
VL2	7.91±3.20	10.54±5.14	0,001
VL3	8.98±3.71	10.65±5.01	<0,001

VL: Vastus Lateralis, * Ölçümler kPa cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 9: Vastus Lateralis Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması

Elastografi	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
VL1-VL2	<0,001	<0,001
VL1-VL3	<0,001	<0,001
VL2-VL3	<0,001	<0,001

VL: Vastus Lateralis

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Biceps Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması:

Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Biceps Femoris kası her iki diz için de elastografik ölçümlerde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Biceps Femoris kası elastografi değerlerinde her iki diz içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$). (Tablo 10)(Tablo 11)

Tablo 10:Biceps Femoris Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Elastografi Ölçüm Değerleri

Elastografi ölçümü	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma	p Değeri
BF1	15.44±5.49	19.09±7.16	<0,001
BF2	19.24±5.49	21. 73±7.79	0,001
BF3	20.08±5.69	21. 77±7.77	<0,001

BF: Biceps Femoris, * Ölçümler kPa cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 11: Biceps Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması

Elastografi	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
BF1-BF2	<0,001	<0,001
BF1-BF3	0,003	<0,001
BF2-BF3	<0,001	<0,001

BF: Biceps Femoris

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Semitendinozus Kasının 1. , 2. ve 3. Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması:

Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Semitendinozus kası her iki diz için de elastografik ölçümlerde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Semitendinozus kası elastografi değerlerinde her iki diz içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$). (Tablo 12)(Tablo 13)

Tablo 12: Semitendinozus Kasının Opere Ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Elastografi Ölçüm Değerleri

Elastografi ölçümü	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma	p Değeri
ST1	16.05±5.65	20.43±5.85	<0,001
ST2	20.28±5.72	24.56±6.67	<0,001
ST3	21. 37±5.46	26.27±7.07	<0,001

ST: Semitendinozus, * Ölçümler kPa cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 13: Semitendinozus Kasının 1. , 2. ve 3. Elastografi Değerlerinin Karşılaştırılması

Elastografi	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
ST1-ST2	<0,001	<0,001
ST1-ST3	0,023	0,011
ST2-ST3	0,002	<0,001

ST: Semitendinozus

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

ÖÇB Rehabilitasyonun Kas Kalınlığı Üzerine Etkisi

Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası 1. , 2. ve 3. aylarda ultrasonografik olarak kas kalınlık ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler opere ve sağlam olmak üzere her iki tarafta da 5 farklı kas grubuna yönelik yapılmıştır. Her iki tarafta belirgin anlamlı artış saptanmıştır.

Rectus Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Rectus Femoris kası opere diz için kas kalınlık değerlerinde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Sağlam dizde Rectus Femoris kas kalınlığının 2. ölçüm ile 3. ölçüm arasındaki artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). (Tablo 14)(Tablo 15)

Tablo 14: Rectus Femoris Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Ölçüm Değerleri

Kas Kalınlığı	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma	p Değeri
RF1	24.28±2.56	25.95±2.79	0,01
RF2	26.24±2.22	26.82±2.58	0,147
RF3	27.1±2.19	26.89±2.44	0,002

RF: Rectus Femoris, * Ölçümler mm cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 15: Rectus Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması

Kas Kalınlığı	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
RF1-RF2	0,013	0,001
RF1-RF3	0,009	0,059
RF2-RF3	0,021	0,086

RF: Rectus Femoris

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Vastus Medialis Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Vastus Medialis kası her iki diz için de kalınlık değerlerinde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Vastus Medialis kasının kalınlık değerlerinde her iki diz içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$). (Tablo 16)(Tablo 17)

Tablo 16: Vastus Medialis Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Ölçümleri

Kas Kalınlığı	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma	p Değeri
VM1	38.41±5.04	41. 75±3.99	0,009
VM2	39.93±4.85	42.25±3.39	0,022
VM3	41. 32±4.35	42.81±3.14	<0,001

VM: Vastus Medialis, * Ölçümler mm cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 17: Vastus Medialis Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması

Kas Kalınlığı	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
VM1-VM2	<0,001	<0,001
VM1-VM3	<0,001	0,002
VM2-VM3	<0,001	<0,001

VM: Vastus Medialis

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Vastus Lateralis Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Vastus Lateralis kasının her iki diz için de kalınlık değerlerinde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Vastus Lateralis kası kalınlık değerlerinde her iki diz içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$).**(Tablo 18)(Tablo 19)**

Tablo 18: Vastus Lateralis Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Ölçüm Değerleri

Kas Kalınlığı	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma	p Değeri
VL1	24.12±4.41	26.59±5.17	0,006
VL2	25.82±4.6	27.31±5.26	<0,001
VL3	26.47±4.8	27.33±5.26	<0,001

VL: Vastus Lateralis, * Ölçümler mm cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 19: Vastus Lateralis Kasının 1. ,2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması

Kas Kalınlığı	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
VL1-VL2	<0,001	<0,001
VL1-VL3	<0,001	<0,001
VL2-VL3	<0,001	<0,001

VL: Vastus Lateralis

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Biceps Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması:

Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Biceps Femoris kasının her iki diz için de kalınlık değerlerinde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Biceps Femoris kasının kalınlık değerlerinde her iki diz içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$). (Tablo 20)(Tablo 21)

Tablo 20: Biceps Femoris Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Ölçüm Değerleri

Kas Kalınlığı	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma	p Değeri
BF1	34.1±7.13	37.71±7.6	<0,001
BF2	37.54±7.24	39.43±7.02	<0,001
BF3	39.73±6.4	41.43±6.47	<0,001

BF: Biceps Femoris, * Ölçümler mm cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 21: Biceps Femoris Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması

Kas Kalınlığı	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
BF1-BF2	<0,001	<0,001
BF1-BF3	<0,001	<0,001
BF2-BF3	<0,001	<0,001

BF: Biceps Femoris

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Semitendinozus Kasının 1. , 2. ve 3. Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması:

Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Semitendinozus kasının her iki diz için de kalınlık değerlerinde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Semitendinozus kasının kalınlık değerlerinde her iki diz içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$). (Tablo 22) (Tablo 23)

Tablo 22: Semitendinozus Kasının Opere ve Sağlam Tarafta 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Ölçüm Değerleri

Kas Kalınlığı	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma	p Değeri
ST1	26.87±6.19	30.84±5.87	<0,001
ST2	28.53±5.76	31.44±5.9	<0,001
ST3	30.09±4.92	32.83±4.89	<0,001

ST: Semitendinozus, * Ölçümler mm cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 23: Semitendinozus Kasının 1. , 2. ve 3. Kas Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması

Kas Kalınlığı	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
ST1-ST2	<0,001	<0,001
ST1-ST3	<0,001	<0,001
ST2-ST3	<0,001	<0,001

ST: Semitendinozus

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Manuel Çap Ölçümleri: Patella 5 cm üzeri çap, ve uyluk ortası çap ölçümleri ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası istatistiksel olarak anlamlı artışla sonuçlanmıştır ($p<0.05$).

Patella 5cm Üzeri Çap'ın 1. , 2. ve 3. Değerlerinin Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası her iki diz için patella 5 cm üzeri çap değerlerinde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası patella 5 cm üzeri çap değerlerinde, her iki diz içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$). **(Tablo 25)**

Tablo 24: Patella 5 cm Üzeri Çap Ölçümleri

Patella 5cm Üzeri Çap	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma
1. ölçüm	40.79±3.55	42.74±3.65
2.ölçüm	41. 97±3.6	43.47±3.8
3.ölçüm	42.45±3.58	43.92±3.75

* Ölçümler cm cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 25: Patella 5cm Üzeri Çap'ın 1. , 2. ve 3. Değerlerinin Karşılaştırılması

Patella 5cm Üzeri Çap	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
1. Ölçüm-2.Ölçüm	<0,001	<0,001
1. Ölçüm-3.Ölçüm	<0,001	<0,001
2.Ölçüm-3.Ölçüm	<0,001	<0,001

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Uyluk Ortası Çap'ın 1. , 2. ve 3. Değerlerinin Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası her iki diz için de uyluk ortası çap değerlerinde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası uyluk ortası çap değerlerinde, her iki diz için de istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$). (**Tablo 27**)

Tablo 26:Uyluk Ortası Çap Ölçümleri

Uyluk Ortası Çap	*Opere Diz Ortalama±Std. Sapma	*Sağlam Diz Ortalama±Std. Sapma
1.ölçüm	54.5±6.12	56.68±5.5
2.ölçüm	55.95±5.8	57.74±5.5
3.ölçüm	57.03±5.42	58.53±5.45

* Ölçümler cm cinsinden hesaplanmıştır.

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 27:Uyluk Ortası Çap'ın 1. , 2. ve 3. Değerlerinin Karşılaştırılması

Uyluk Ortası Çap	Opere Diz p Değerleri	Sağlam Diz p Değerleri
1. Ölçüm-2.Ölçüm	<0,001	<0,001
1. Ölçüm-3.Ölçüm	<0,001	<0,001
2.Ölçüm-3.Ölçüm	<0,001	<0,001

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

IKDC ve Lysholm Ölçekleri'nin 1. , 2. ve 3. Değerlerinin Karşılaştırılması:

Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası her iki diz için de ölçeklerde, 2. ölçüm 1. 'den, 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur. Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası ölçeklerde, her iki diz için de istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0.05$). (Tablo 29)

Tablo 28: IKDC Ve Lysholm Ölçekleri

Ölçekler	IKDC Ortalama±Std. Sapma	LYSHOLM Ortalama±Std. Sapma
1. ölçüm	39.95±16.02	73.58±13.39
2.ölçüm	54.53±13.36	84.68±9.97
3.ölçüm	63.74±13.29	89.16±8.71

IKDC: International Knee Documentation Committee

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Tablo 29: IKDC ve Lysholm Ölçekleri'nin 1. , 2. ve 3. Değerlerinin Karşılaştırılması

Ölçümler	IKDC p Değerleri	Lysholm p Değerleri
1. ölçüm-2.ölçüm	0,001	0,017
1. ölçüm-3.ölçüm	0,021	0,003
2.ölçüm-3.ölçüm	0,003	0,001

IKDC: International Knee Documentation Committee

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Kasların 1. ,2. ve 3.Ölçümelerde Yüzdesel Artışlarının Kalınlık Elastografi Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası kalınlık ve elastografi karşılaştırıldığında 5 ayrı kas grubunda da ölçümler istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır ($p>0.05$). **(Tablo 30)**

Tablo 30: Kasların 1. ,2. ve 3. Ölçümelerde Yüzdesel Artışlarının Kalınlık Elastografi Karşılaştırılması

KALINLIK- ELASTOGRAFİ	KALINLIK- ELASTOGRAFİ 2/1 p değeri	KALINLIK- ELASTOGRAFİ 3/2 p değeri
RF	0,576	0,606
VM	0,444	0,276
VL	0,7	0,5
BF	0,367	0,336
ST	0,606	0,09

RF: Rectus Femoris, VM: Vastus Medialis, VL: Vastus Lateralis, BF: Biceps Femoris, ST: Semitendinosus

Ölçeklerin Yüzdesel Artışlarının Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası IKDC ve Lysholm ölçekleri karşılaştırılmıştır. Ölçekler arasında, 1. ve 2. ölçümler arasındaki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 2. ve 3. ölçümler arasındaki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). **(Tablo 31)**

Tablo 31: Ölçeklerin Yüzdesel Artışının Karşılaştırılması

Ölçekler	p Değerleri
IKDC 2/1-LYSHOLM 2/1	0,004
IKDC 3/2-LYSHOLM 3/2	0,833

IKDC: International Knee Documentation Committee

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Elastografi-Ölçek Karşılaştırılması: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası elastografi ile ölçeklerin karşılaştırılması istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). (Tablo 32)

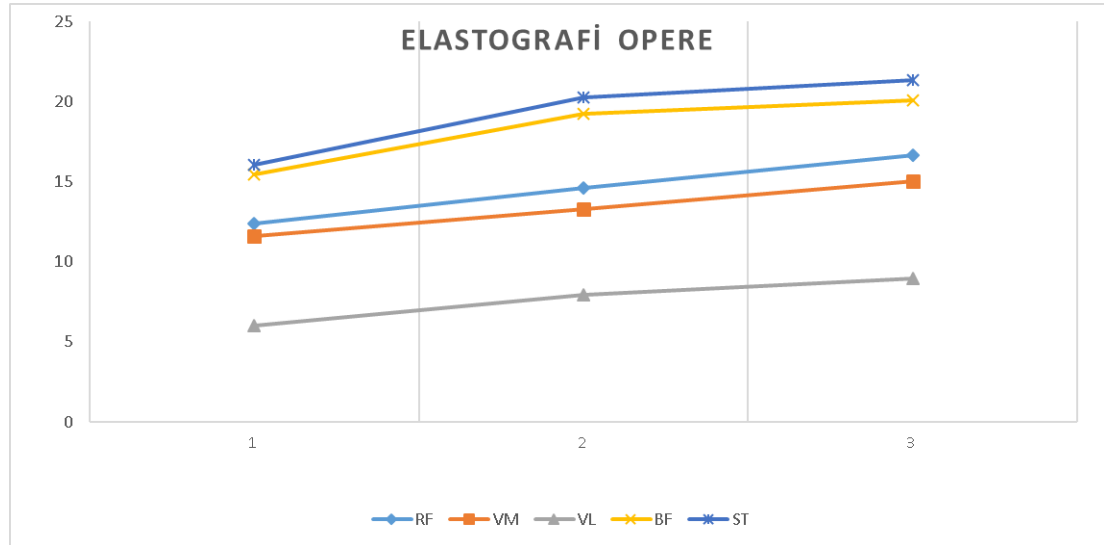
Tablo 32: Elastografi-Ölçek Karşılaştırılması

	p Değerleri
ELASTOGRAFİ-IKDC 2/1	0,204
ELASTOGRAFİ-IKDC 3/2	0,141
ELASTOGRAFİ-LYSHOLM 2/1	0,229
ELASTOGRAFİ-LYSHOLM 3/2	0,49

IKDC: International Knee Documentation Committee

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

Opere Dizde 5 Farklı Kasın Elastografi Gelişimi: 5 farklı kasın 1. , 2. ve 3. aylara göre elastografi gelişimi artış göstermiştir. (Şekil 15)



Şekil 15: Opere Dizde 5 Farklı Kasın Elastografi Gelişim Grafiği

Opere Dizde 5 Farklı Kasın Elastografi Yüzdesel Artışı: Ön çapraz bağ onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası Rectus Femoris, Vastus Lateralis, Biceps Femoris ve Semitendinosus kaslarının 1. ve 2. ölçümler arasındaki yüzde artışı, 2. ve 3. ölçümler arasındaki yüzde artıştan daha yüksek bulunmuştur. Vastus Medialis kasının 2. ve 3. ölçümler arasındaki yüzde artışı 1. ve 2. ölçümler arasındaki yüzde artıştan daha yüksek bulunmuştur. 1. ve 3. ölçümler arası yüzde artış düşünüldüğünde yüksekten düşüğe doğru sırasıyla VL(%53,74), ST(%44,84), RF(%39,11), BF(%38,1) ve VM(%36,03) şeklindedir.

Tablo 33: Opere Dizde 5 Farklı Kasın Elastografi Yüzdesel Artışı

ELASTOGRAFİ ARTIŞ YÜZDESİ	RF	VM	VL	BF	ST
ELASTOGRAFİ 2/1	20,12±17,79	16,29±18,5	34,53±23,39	29,45±25,73	31,44±31,08
ELASTOGRAFİ 3/2	16,45±27,86	18,24±23,79	14,93±19,05	6,7±22,31	9,63±25,41
ELASTOGRAFİ 3/1	39,11±36,08	36,03±29,76	53,74±33,55	38,1±26,6	44,84±51

RF: Rectus Femoris, VM: Vastus Medialis, VL: Vastus Lateralis, BF: Biceps Femoris, ST: Semitendinosus

Rakamlar ölçümlerin sırasını belirtmektedir. (1: 1. Ölçüm, 2: 2. Ölçüm, 3: 3. Ölçüm)

5. TARTIŞMA

Ön çapraz bağ onarımı sonrası rehabilitasyonun amacı hastanın diz fonksiyonlarını yaralanmadan önceki düzeye getirmektir. Post-op rehabilitasyonla ilgili birçok bilgi bulunmaktadır. Ancak bu bilgiler son 10 yılda epeyce bir değişikliğe uğramıştır (57).

Ön çapraz bağ onarımı sonrası oluşan kas kuvvet kayıplarının giderilmesi rehabilitasyonun en önemli bileşenlerindendir. İzokinetik testler tedavinin düzenlenmesinde ve tedavi etkinliğinde önemli göstergelerdendir (58). Spora geri dönüşte önemli kriterlerden biri, izokinetik kas kuvveti olarak değerlendirilmektedir. Ancak ilişkili yaralanmalar ve psikolojik faktörlerde spora geri dönüşü etkileyebilmektedir. Kas kuvveti olarak bakılacak olursa izokinetik ölçümlerde sağlam tarafa göre maksimum % 15'lik bir fark spora dönüş için yeterli olacağı düşünülmektedir(59).

Zhang ark.'larının yaptığı bir çalışmada, aşil tendon onarımı geçirmiş ve rehabilitasyon uygulanan 26 hastaya operasyondan sonraki 12., 24. ve 48. haftalarda aşil tendonu elastografisi yapılmıştır. Aşil tendon cerrahisi sonrası 3 ölçümde de elastografi değerlerinde artış kaydedilmiştir. Yine aynı çalışmada The American Orthopedic Foot and Ankle Score (AOFAS) ile elastografi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur (60).

Bu çalışmada elastografik olarak, 5 farklı kas grubu için cerrahi sonrası 1. ay, 2. ay, ve 3. ay değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. Zhang ark.'larının yaptığı çalışma ve bu çalışma birlikte değerlendirildiğinde elastografinin cerrahi sonrası iyileşmenin takibinde bir yöntem olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Bu çalışmada, Zhang ve ark.'larının yaptığı çalışmanın aksine fonksiyonel ölçek olan IKDC ve Lysholm ile elastografi karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır ($p>0.05$). Fonksiyonel ölçekler içerisinde hastayı zorlayıcı aktiviteler olan diz üzerine çökme, çömelme, sıçrama vb aktiviteler bulunmaktadır. Bu aktiviteler ilk 3 ayda hastalar tarafından yeterince tolere

edilemediği ve yapılamadığı için ölçeklerdeki artış yeteri kadar olmamıştır ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmaması buna bağlanmıştır.

Nomura ve ark.'larının yaptığı bir çalışmada, Semitendinosus grefti alınarak ÖÇB rekonstruksiyonu yapılmış 24 denekte, farklı açılarda 30°, 45°, 60°, 90° ve 105° izometrik kuvveti ile MRI'da fleksör kas hacmi arasındaki ilişki incelenmiştir. Opere tarafta ST hacim olarak sağlam taraftan daha küçük bulunmuş, ancak Semimembranosus ve Biceps Femoris kaslarında iki taraf arasında farklılık tespit edilmemiştir. İzometrik ölçümlerde ise 60°, 90° ve 105°'de opere tarafta sağlam tarafa oranla izometrik kuvvetlerde anlamlı düşüş bulunurken, 30 ve 45 derecelerde herhangi bir fark saptanmamıştır (61).

Bu çalışmada; 5 farklı kas grubu incelenmiştir ve her ölçümde de kas kalınlıkları sağlam tarafta daha yüksek olarak tespit edilmiştir. 1. ölçümden 3. ölçüme gidildikçe opere diz sağlam dize değer olarak yaklaşmış ancak 3. ay sonunda sağlam dize ulaşamamıştır. Bu bulgu literatürdeki çalışmalarla da uyumlu bulunmuştur.

Wu ve ark.'larının 40 sağlıklı, 13 plantar fasiit sorunu bulanan 53 hasta üzerinde yaptığı bir çalışmada; plantar fasiit sorunu bulanan olguların elastografik ölçümleri sağlıklı bireylere göre daha düşük bulunmuş. Bu çalışmada da gösterildiği gibi elastografi ölçümlerinin fizyolojik veya patolojik varyasyonları takip etmek için gelecekte umut vadeden bir yöntem olabileceği düşünülmektedir (62).

Hatta ve ark.'larının yaptığı Supraspinatus tendon yırtıklarının cerrahi onarımı sonrası tendon elastografisinin değerlendirildiği bir çalışmada, iki farklı cerrahi teknik (double-row (DR) and knotless transosseous-equivalent (KL-TOE) teknikleri) karşılaştırılmıştır. Buna göre orta ve büyük supraspinatus tendon yırtıklarının knotless transosseous-equivalent tekniği kullanıldığında daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu teknikte daha yüksek elastografi değerleri elde edilmiştir. Aynı zamanda operasyon sonrasında, operasyon öncesine göre her iki teknikte de elastografik ölçümler yüksek bulunmuştur (63). Bu bulgu; cerrahi öncesinde yırtık olan tendonun kontraktıl özelliğinin azalmasıyla, sonrasında cerrahi onarımla

kontraktıl özelliğın yeniden kazanılması ve elastografik değerklerin daha yüksek çıkmasıyla açıklanmaktadır.

Bu çalışmada, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunu takiben uygulanan rehabilitasyon sonucunda farklı kas gruplarına yapılan elastografik ölçümlerde zaman içinde artış tespit edilmiştir. Mevcut literatürler kas iskelet konusunda tendon elastografisi ile ilgiliyken, bu çalışma kas grupları üzerindeki elastografik değışikliğı göstermektedir ve rehabilitasyonda ki eksiklikleri belirlemeye yardımcı olacağı düşünülmektedir

Karagiannidis ve ark.'larının yaptığı bir çalışmada ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan bireylerin 1 yıl sonra, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek ST kas kalınlığı görüldüğü saptanmıştır. Ancak ÖÇB rekonstrüksiyonu ve kontrol grubu karşılaştırıldığında benzer pennasyon açısı (kas liflerinin tendona geliş açısı) saptanmıştır. Karagiannidis ve ark.'larının ifade ettiğı bu bulgu, ÖÇB rekonstrüksiyonunun ST kas göbeğı üzerinde bir etkiye sahip olduğunu, ancak kuvvet üretim kapasitesi üzerindeki etkisinin oldukça sınırlı olduğunu gösterdiğini savunmaktadır. Kas kalınlığının ÖÇB onarımlı hastalarda daha yüksek çıkma nedeninin kas hipertrofisi adaptasyonu olduğunu belirtmişlerdir. (64).

Papandrea ark.'ları alınan greftin eski halini kazanması ile ilgili yaptığı bir çalışmada, 40 hasta üzerinden Semitendinosus grefti ile ÖÇB onarımı yapılan hastalarda postop 1. , 2., 3., 6., 12., 18. ve 24. aylarda USG ile morfolojik ve kesitsel olarak inceleme yapılmıştır. Tendonun eski halini alması 18. ve 24. ay değerklerinde olduğu belirtilmektedir (65).

Suydam ve ark.'ları Semitendinosus grefti kullanılarak ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan bir çalışmada, tendondan operasyon öncesi ve sonrası elastografi ölçümleri yapılmıştır. Elastografik olarak sağlam bacakta ki ölçüm değerklerine 12 ay sonra dahi ulaşamadığı saptanmıştır (66).

Bu çalışmada, ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaların hepsi ST greft ile cerrahi olan hastalardan oluşmaktadır. Bu çalışmada Semitendinosus kası incelenmiş olup 1. ve 3. ölçüm karşılaştırıldığında kalınlıkta %14,77, elastografide %44,84'lük artış bulunmuştur. 3.ay sonunda opere diz hem kalınlık olarak hem de elastografik

olarak sağlam kas grubuna ulaşamamıştır. Mevcut bulgular literatürle de uyumlu bulunmuştur.

Ericsson ve ark.'larının 15 ÖÇB onarım hastası üzerinde yaptığı bir çalışmada diz ekstensör ve fleksör kaslarında opere tarafta sağlam tarafa göre kuvvet ölçümleri daha düşük bulunmuştur. Ortak bir açısal hız olan 60°/s'de yapılan izokinetik ölçümünde yaralanan dizlerde sağlam tarafa göre belirgin kas zayıflığı tespit edilmiştir (67).

Soderberg ve ark.'larının yaptığı bir çalışmada 9 ÖÇB onarımı hastasında 3 farklı fizyoterapist tarafından ölçümler arası güvenilirlik için çap ölçümü yapılmıştır. Ölçüm yerleri buna göre diz eklem hattı 15 cm altından, diz eklem hattı 5 cm üstünden, 10 cm üstünden, 15 cm üstünden ve uyluk ortası olarak belirlenmiştir. 3 farklı fizyoterapistin de ölçümleri birbirine göre tutarlı bulunmuş. Böylece ap ölçümleri hem rehabilitasyon hem de muayenelerde güvenilir olarak kullanılabilir sonucuna varılmıştır (68).

Marcon ve ark.'larının yaptığı, MR'da kuadriceps kası hacmi ile manuel çap ölçümlerini kıyaslayan bir çalışmada; eklem çizgisinin 10 cm, 15 cm ve 25 cm üstünden çap ölçümleri ile MR'da aynı bölgeden hacim hesaplaması karşılaştırılması yapılmıştır. Bunlar arasında korelasyonun anlamlı olduğu; en iyi korelasyonun ise 25 cm üstünden yapılan ölçüm olduğu bulunmuştur (69, 70).

George Arangio ve ark.'larının 33 hasta üzerinde yaptığı çalışmada ÖÇB onarımını takiben rehabilitasyon sonrasında uyluk manuel çap ölçümleri, MR ile yapılan hacim ölçümleri ve izokinetik kuvvet ölçümleri ile karşılaştırılmıştır. Manuel ölçümlerin hem MR ölçümüyle hem de kuvvetle korele olmadığı sonucuna varılmıştır (71).

Bu çalışmada; literatür göz önüne alındığında çap ölçümleri patella 5 cm üzerinden ve uyluk ortasından yapılmıştır. ÖÇB rehabilitasyonu sonrası uyluk ortası çap ölçümü 3 ölçümde de yapılmış olup istatistiksel olarak anlamlı artış tespit edilmiştir. Uyluk ortası manuel çap ölçümleri ÖÇB onarımı sonrası rehabilitasyon takibinde kullanılabilecek bir yöntem olacağı düşünölmektedir.

Creze ve ark.'larının yaptığı bir çalışmada, biceps braki elastografisinde enine kesit ve boyuna kesit ile elde edilen değerler karşılaştırılmış ve boyuna alınan kesitlerde enine alınana göre elastografik olarak 4 kat daha fazla sertlik değerleri elde edildiği sonucuna varılmıştır (52).

Bu çalışmada, ölçüm standardizasyonu sağlamak için hastaların her üç incelemesinde, önceden işaretlenmiş anatomik belirteçlere göre çizilmiş çizgiler dikkate alınmış olup prob açısı, 4 farklı kasta mümkün olduğunca kas oryantasyonuna ve cilde dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Vastus lateralis, ölçüm standardizasyonunu sağlamak amacıyla prob cilde dik olarak konumlandırılmıştır. Bu pozisyonda distal 2/3 uylukta, VL liflerinin görece oblik seyri nedeniyle bu kastan elastografik ölçümler kas liflerinin uzun aksına göre transvers-oblik düzlemde elde edilmiştir.

Zardi ve ark.'larının yaptığı Vastus medialis kası, quadriceps ve patellar tendon elastografisinin ölçüm güvenilirliğinin değerlendirildiği bir çalışmada uzman bir radyolog tarafından, her seferinde 5'er ölçüm alınarak kör olarak 2 set ölçüm yapılmıştır. İki ölçümde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma sonucunda ameliyattan önce-sonra ve rehabilitasyon izleminde bu üç yapının takibi yapılabileceği savunulmuştur (72).

Bu çalışmada ise literatürle uyumlu olarak her bölgeden 3'er ölçüm alınmış olup ortalaması kaydedilmiştir. Hastanın 2. ve 3. ölçümleri esnasında, ilk USG görüntüleri eş zamanlı olarak ikinci bir bilgisayar ekranından radyolog tarafından değerlendirilmiştir. Ardışık USG incelemelerinde prob açısı ve ölçüm yapılan bölgenin ilk ölçüm bölgesi ile aynı olmasına dikkat edilmiştir.

Abbey C. ve ark.'ları MRI ile quadriceps kesit alanı ve atrofisini incelemiş, bunun izometrik dinamometre cihazında ölçülen izometrik kuvvet ile korelasyonunu değerlendirmiştir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonundan altı ay sonra quadriceps kesit alanı ile kas kuvveti arasında güçlü şekilde ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (73).

Andonian ve ark.'larının yaptığı dayanıklılık egzersizinin elastografik kas ölçümü değişikliğini gösteren bir çalışmada maraton sporcusu 50 gönüllü; yarıştan önce, yarışın ortasında, yarış bitiminde ve yarış bitiminden 48 saat sonra ölçüme

alınmış ve Rectus Femoris, Vastus Medialis ve Vastus Lateralis kasları incelenmiştir. En yüksek elastografi değerleri koşu ortasında yapılan ölçümlerde bulunurken, koşu bitiminden 48 saat sonra yapılan ölçümlerdeki elastografi değerlerinin koşu öncesine döndüğü görülmüştür (74).

Bu çalışmada ise uygulanan rehabilitasyonla 2.aydaki elastografi ölçümleri 1. aydan yüksek, 3. aydaki ölçüm ise 2. aydaki ölçümden yüksek bulunmuş olup literatürle uyumlu bulunmuştur. Andonian ve ark.'larının yaptığı çalışmada koşu ortası değerler gözönüne alındığında en yüksek elastografi değerleri rectus femoriste elde edilirken bu çalışmada da benzer bulgu elde edilmiştir. O çalışmada en düşük değerler vastus medialiste alınırken bu çalışmada vastus lateralislerden elde edilmiştir. Andonian ve ark.'larının çalışması ve bu çalışma beraber değerlendirildiğinde elastografik ölçümler kasın sertliğindeki fizyolojik veya patolojik varyasyonları takip etmek için gelecekte umut vadeden bir yöntem olabileceği düşünülmektedir.

Taş ve ark.'larının 12 hasta üzerinden yaptığı bir çalışmada, 2 farklı radyolog tarafından rectus femoris ve patellar tendon elastografisi yapılmış ve ölçümler arası güvenilirlik bakılmış. Bu çalışma gözlemciler arası güvenilirliğin mükemmel olduğunu göstermiştir (75).

Heales ve ark.'larının 13 sağlıklı birey üzerinde yaptığı bir çalışmada; rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis ve patellar tendon elastografisi ölçümü yapılmış. Ölçümler maksimum eksantik kasılma yapılmadan önce, hemen sonra ve 48 saat sonra şeklinde 3 farklı zamanda kaydedilmiştir. Buna göre maksimum eksantik kasılmadan hemen sonra rectus femoris ve patellar tendon elastografileri en yüksek bulunurken, vastus medialis ve lateraliste kasılma öncesi ve sonrası ölçümlerde herhangi bir fark saptanmamıştır (76).

Domire ve ark.'ları tibialis anterior kası üzerine yaptıkları çalışmada yaş arttıkça elastografik olarak sertlik değerlerinin azaldığı sonucuna varmıştır (77). Domire ve ark.'larının çalışmasının aksine İtoigawa ve ark.'ları yaptığı bir çalışmada yaş ile elastografik sertlik değeri arasında ilişki olmadığını söylemişlerdir (78). Aynı

çalışmada cinsiyetler karşılaştırılmış ve erkek cinsiyetin kadın cinsiyetten daha yüksek elastografik sertlik değerleri saptanmıştır (78).

Helfenstein-Didier ve ark.'larının yaptığı çalışmada aşıl tendonu elastografisinin pasif dorsifleksiyonla arttığı; aynı zamanda tendonun proksimalinden ölçülen değerlerin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (79).

Aubry ve ark.'larının yaptığı, aşıl tendinopatili ve sağlam aşıl tendonu olan 2 grubun karşılaştırıldığı çalışmada; tendinopatili grubun daha düşük elastografi değerlerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır (80).

Yanagisawa ve ark.'larının yaptığı bir çalışmada sağlıklı gönüllülere biceps curl egzersizi yaptırılıp elastografisine bakılmıştır. Ölçümler egzersize başlamadan hemen önce, egzersizin bitiminde ve 30 dakika sonra şeklinde 3 farklı şekilde yapılmış. Buna göre en yüksek elastografik değer egzersizin hemen bitiminde ölçülen değerken en düşüğü egzersiz öncesi ölçüm bulunmuştur (81)

Ewertsen ve ark.'larının yaptığı çalışmada; quadriceps, gastrokinemius ve biceps kasları elastografik olarak incelenmiştir. Ölçüm noktasının cilde olan uzaklığı yani derinliğin ölçüm değerlerini değiştirdiği sonucuna varılmış. Buna göre ölçülen kasın derinliği arttıkça elastografik değerlerin düştüğü belirlenmiştir(82). Mevcut literatür gözönüne alındığında ve derinliğin değerleri değiştirdiği düşünüldüğünde, bu çalışmada ölçümlerin doğruluğu için her üç ölçümde de aynı yerden ve aynı derinlikten ölçüm yapılmıştır.

Botanlıoğlu ve ark.'larının yaptığı, patellofemoral ağrı sendromlu hastalar ile kontrol grubunun karşılaştırıldığı çalışmada vastus lateralislerin elastografik ölçüm değerleri her iki grupta benzer olduğu ancak patellofemoral ağrı sendromlu grubun vastus medialis elastografisi ölçüm değerlerinin belirgin olarak daha düşük olduğu saptanmıştır. (83).

Bu çalışma, Botanlıoğlu ve ark.'larının yaptığı çalışmada olduğu gibi tedavideki hastaların elastografi ile takibinin yapılabileceğini, kas gelişimlerinin seri ölçümlerle değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada elastografik ölçümlerde 1. ölçüm ile 3. ölçüm arasındaki yüzde artışlara bakıldığında en fazla elastografik yüzdesel artış VL’de bulunmuştur. 2. sırada ise grefti kullanılan semitendinosus kası yer almaktadır. 1. ve 2. ölçümler arası yüzdesel artış, 2. ve 3. ölçümler arası yüzdesel artıştan daha yüksektir. Bu bulgu, hastaların 1. ve 2. ölçümler arasında kliniğimizde rehabilitasyona gelmesiyle, 2. ölçümden 1 hafta sonra ev egzersizi şeklinde devam etme ile açıklanmaktadır.



Çalışmanın Sınırlılıkları

1. Bu çalışmaya 19 hasta alınmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalar daha geniş popülasyonla değerlendirilirse sonuçlar farklı çıkabilir.
2. Çalışmaya alınan tüm hastalar erkektir. Bundan sonra yapılacak çalışmalara kadın hasta da alınırsa sonuçlar farklı çıkabilir.
3. Kişisel faktörler sonuçları etkilemiş olabilir. Hastalara standart egzersiz tedavisi verilmesine rağmen; boş zaman aktivitelerinin değişiklik göstermesi, günlük yaşamdaki aktivite düzeyleri ve egzersize uyumları değişiklik gösterebilmektedir. Bunlar sonuçları etkilemiş olabilir.
4. Çalışmaya alınanlar rekreatif düzeyde egzersize katılımı olan hastalardır. Bundan sonra yapılacak çalışmaların profesyonel sporcularda yapılması halinde sonuçlar farklı çıkabilir.

Çalışmanın Güçlü Yanları

1. Çalışmaya alınan tüm hastalara standart rehabilitasyon programı verilmiştir. 6 hafta kliniğimizde tedaviye alınmış olup aynı program uygulanmıştır.
2. Çalışmaya katılan hastaların hepsinin ÖÇB rekonstrüksiyonu ST greft kullanılarak aynı cerrahi teknikle yapılanlardan seçilmiştir.

6. SONUÇLAR

1. Elastografi son dönemde kas iskelet sisteminde kullanımı artan bir yöntemdir. Hastalıkların veya yaralanmaların tanı, tedavi ve izleminde kullanılmaktadır. ÖÇB onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrasında quadriceps ve hamstring gruplarına yönelik yapılan elastografi izleminde 2. ölçüm 1. ölçümünden, 3. ölçüm ise 2. ölçümünden daha yüksek bulunmuştur. Bu 3 ölçümdeki elastografi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur. ÖÇB onarımını takiben uygulanan rehabilitasyonun takibinde elastografinin kullanılabilir bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

2. ÖÇB onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası ultrasonografik olarak kalınlık değerlerinde 2. ölçüm 1. ölçümünden, 3. ölçüm ise 2. ölçümünden daha yüksek bulunmuştur. Bu 3 ölçümdeki kas kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı artış bulunmuştur.

3. ÖÇB onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası elastografi ile kalınlık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır.

4. ÖÇB onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası fonksiyonel ölçeklerin değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış bulunmuştur.

5. ÖÇB onarımını takiben uygulanan rehabilitasyon sonrası fonksiyonel ölçekler ile elastografi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır.

ÖZET

Giriş: Günümüzde spora katılım artışı ile birlikte ÖÇB (Ön Çapraz Bağ) onarımı cerrahisi sayısı artmaktadır. Cerrahi olan hastaların spora geri dönüşünde rehabilitasyon önemli bir yer tutmaktadır. Rehabilitasyonun takibinde manuel çap ölçümleri, ultrasonografik olarak kalınlık ölçümleri, kuvvet ölçümleri yapılmaktadır. Kas iskelet sisteminde son yıllarda kullanımı artan yöntemlerden biri de elastografi'dir. Elastografi ile kasın sertliği değerlendirilebilmekte ve tedavi yanıtının takibinde elastografinin kullanılabilir bir yöntem olabileceği düşünülmektedir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 18-40 yaş arasında ÖÇB onarımı geçirmiş hastalar dahil edilmiştir. Hastalara rutin ÖÇB protokolü ile rehabilitasyon verilmiş ve post op 1. , 2. ve 3. aylarda elastografi ölçümü yapılmıştır. Ölçüm yapılan kaslar Rectus Femoris, Vastus Medialis, Vastus Lateralis, Biceps Femoris ve Semitendinosus kaslarıdır. Ek olarak aynı kaslardan ultrasonografik olarak kalınlık ölçümü de yapılmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Elastografik olarak değerler 2. ölçüm 1. 'den yüksek; 3. ölçüm ise 2.'den daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Uygulanantedavi ile kasın elastografi değerleri artmıştır. Elastografi değerlerinde sağlam ve opere diz kıyaslandığında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Aynı zamanda ultrasonografik olarak kas kalınlığı ölçülmüş olup bunda da istatistiksel anlamlı artış söz konusudur ($p<0,05$). Ancak elastografi ile kalınlık ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Sonuç: Elde edilen verilerle ÖÇB onarımı sonrası uygulanan rehabilitasyon ile elastografi ölçümleri artmaktadır. Yaralanmaların tanı, takip ve tedavi sürecinde elastografinin kullanılabilir bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elastografi, Ultrasonografi, ÖÇB onarımı, Rehabilitasyon

SUMMARY

Introduction: Today, with the increasing participation of sports, the number of ACL (Anterior Cruciate Ligament) repair surgery is increasing. Rehabilitation has an important role on return to sports of patients who had surgery. In the follow-up of rehabilitation, manual diameter measurements, sonographic thickness measurements and strength measurements are performed. One of the methods for musculoskeletal system that has been used more in recent years is elastography. Muscle stiffness can be evaluated with elastography and it is a method that can be used in the follow-up of the treatment response.

Material and Method: Patients aged 18-40 years who had undergone ACL repair were included in the study. Rehabilitation was performed with our routine ACL protocol, and stiffness was measured by elastography at the 1st, 2nd, and 3rd months after the operation. Measured muscles are Rectus Femoris, Vastus Medialis, Vastus Lateralis, Biceps Femoris and Semitendinosus muscles. In addition, thickness measurements of the same muscles were made ultrasonographically. The data obtained were evaluated statistically.

Results: The second measurement was elastographically higher than the 1st; and the third measurement was found higher than the 2 ($p < 0.05$). The treatment given increased the stiffness of the muscle. A significant difference was found when comparing the healthy and operated knees ($p < 0.05$). At the same time, muscle thickness was measured ultrasonographically, showing a significant increase ($p < 0.05$). However, the correlation between elastography and thickness is not significant ($p > 0.05$).

Conclusion: With the data obtained, elastographic stiffness measurements increase with ACL rehabilitation. Elastography is thought to be a method that can be used in the diagnosis, follow-up and treatment of injuries.

Keywords: Elastography, Ultrasonography, ACL repair, Rehabilitation

KAYNAKLAR

1. Wright RW, Haas AK, Anderson J, Calabrese G, Cavanaugh J, Hewett TE, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: *MOON guidelines*. Sports Health. 2015;**7(3)**:239-43.
2. Saka T. Principles of postoperative anterior cruciate ligament rehabilitation. *World journal of orthopedics*. 2014;**5(4)**:450.
3. Drakonaki E, Allen G, Wilson D. Ultrasound elastography for musculoskeletal applications. *The British journal of radiology*. 2012;**85(1019)**:1435-45.
4. Drakonaki E, Allen G, Wilson D. Real-time ultrasound elastography of the normal Achilles tendon: reproducibility and pattern description. *Clinical radiology*. 2009;**64(12)**: 1196-202.
5. D. T. Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi ANKARA 2013.
6. N. REHA TANDOĞAN AMA. DİZ CERRAHİSİ. Ankara: Haberal Eğitim Vakfı, Yeni Fersa Matbaası; 1999. 520 p.
7. Netter FH. CIBA collection of medical illustrations Vol 1 musculoskeletal system. Summit, N.J: CIBA; 1987.
8. Brukner P. Brukner & Khan's clinical sports medicine. Volume 1, Volume 1. Australia: McGraw-Hill Education; 2017.
9. TUNAY VB EZ, YILDIZ C. Alt Ekstremitte Yaralanmalarında Rehabilitasyon Hipokrat Kitapevi; 2017. 185-93 p.
10. Cael C. Functional anatomy. Philadelphia Lippincott: Williams & Wilkins; 2012.
11. Arıncı K, Elhan A. Anatomi : kemikler, eklemler, kaslar, iç organlar 2014.
12. Amis A, Dawkins G. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1991;**73(2)**: 260-7.
13. Clarke HD, Hentz JG. Restoration of femoral anatomy in TKA with unisex and gender-specific components. *Clinical orthopaedics and related research*. 2008;**466(11)**: 2711-6.
14. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica. 2000.

15. Journal of bone & joint surgery. *Journal of bone & joint surgery*. 2012;Anterior Cruciate Ligaments: **87**: 1882-3.
16. KENNEDY JC, WEINBERG HW, WILSON AS. The anatomy and function of the anterior cruciate ligament: as determined by clinical and morphological studies. *JBJS*. 1974;**56(2)**: 223-35.
17. Young SW, Valladares RD, Loi F, Dragoo JL. Mechanoreceptor reinnervation of autografts versus allografts after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2016;**4(10)**: 2325967116668782.
18. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance. *The American journal of sports medicine*. 1982;**10(6)**:329-35.
19. Strobel M, Stedtfeld H-W. Diagnostic evaluation of the knee: *Springer Science & Business Media*; 2012.
20. Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical I diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *The American journal of sports medicine*. 1976;**4(2)**:84-93.
21. Staubli H. Stress radiography to document cruciate ligament function. *SPORTS MEDICINE AND ARTHROSCOPY REVIEW*. 1997;**5(1)**:1-10.
22. Magee DJ. Orthopedic physical assessment: *Elsevier Health Sciences*; 2013.
23. Jakob RP, Hassler H, Staeubli H-U. Observations on rotatory instability of the lateral compartment of the knee: experimental studies on the functional anatomy and the pathomechanism of the true and the reversed pivot shift sign. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1981;**52(sup191)**:1-34.
24. Rosenberg T, Paulos L, Parker R, Coward D, Scott S. The forty-five-degree posteroanterior flexion weight-bearing radiograph of the knee. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1988;**70(10)**:1479-83.
25. Ciccotti MG, Lombardo SJ, Nonweiler B, Pink M. Non-operative treatment of ruptures of the anterior cruciate ligament in middle-aged patients. Results after long-term follow-up. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1994;**76(9)**:1315-21.
26. Cosgarea AJ, Sebastianelli WJ, DeHaven KE. Prevention of arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction using the central third patellar tendon autograft. *The American journal of sports medicine*. 1995;**23(1)**:87-92.

27. Graf BK, Ott JW, Lange RH, Keene JS. Risk factors for restricted motion after anterior cruciate reconstruction. *Orthopedics*. 1994;**17(10)**:909-12.
28. Shelbourne KD, Foulk DA. Timing of surgery in acute anterior cruciate ligament tears on the return of quadriceps muscle strength after reconstruction using an autogenous patellar tendon graft. *The American journal of sports medicine*. 1995;**23(6)**:686-9.
29. Fu FH, Schulte KR. Anterior cruciate ligament surgery 1996: State of the art? *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 1996;**325**:19-24.
30. G. B. Diz Yaralanmalarında Rehabilitasyon.1. baskı: Hipokrat Kitapevi; 2016.
31. Hall CM, Brody LT. Therapeutic Exercise: Moving Toward Function: *Lippincott Williams & Wilkins*; 2005.
32. American College of Sports M, Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: *Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins*; 2010.
33. Frizziero A, Trainito S, Oliva F, Nicoli Aldini N, Masiero S, Maffulli N. The role of eccentric exercise in sport injuries rehabilitation. *British medical bulletin*. 2014;**110(1)**.
34. EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ. Ergen E, editor: Nobel Basımevi.
35. Beaulieu SA. The relationship between the Functional Movement Screen and Star Excursion Balance Test: California University of Pennsylvania; 2012.
36. Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Physical therapy*. 1995;**75(8)**:699-706.
37. Gruber M, Gruber SB, Taube W, Schubert M, Beck SC, Gollhofer A. Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. *Journal of strength and conditioning research*. 2007;**21(1)**:274-82.
38. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*. 1990;**18(3)**:292-9.
39. Van Grinsven S, Van Cingel R, Holla C, Van Loon C. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2010;**18(8)**:1128-44.

40. Thomeé R, Kaplan Y, Kvist J, Myklebust G, Risberg MA, Theisen D, et al. Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2011;**19(11)**:1798.
41. Ko J. Comparison Kinematic Patterns between the Star Excursion Balance Test and Y-Balance Test in Elite Athletes. *한국운동역학회지*. 2017;**27(3)**:165-9.
42. Martino F, Silvestri E, Grassi W, Garlaschi G. Musculoskeletal sonography: technique, anatomy, semeiotics and pathological findings in rheumatic diseases: Springer Science & Business Media; 2007.
43. Kane D, Grassi W, Sturrock R, Balint P. A brief history of musculoskeletal ultrasound: 'From bats and ships to babies and hips'. *Rheumatology*. 2004;**43(7)**:931-3.
44. McDonald DG, Leopold GR. Ultrasound B-scanning in the differentiation of Baker's cyst and thrombophlebitis. *The British journal of radiology*. 1972;**45(538)**:729-32.
45. Scheel AK, Schmidt WA, Hermann KA, Bruyn GA, D'Agostino M-A, Grassi W, et al. Interobserver reliability of rheumatologists performing musculoskeletal ultrasonography: results from a EULAR "Train the trainers" course. *Annals of the rheumatic diseases*. 2005;**64(7)**:1043-9.
46. Scanlan KA. Sonographic artifacts and their origins. *AJR American journal of roentgenology*. 1991;**156(6)**:1267-72.
47. Gennisson J-L, Deffieux T, Fink M, Tanter M. Ultrasound elastography: principles and techniques. *Diagnostic and interventional imaging*. 2013;**94(5)**:487-95.
48. Taylor L, Porter B, Rubens D, Parker K. Three-dimensional sonoelastography: principles and practices. *Physics in Medicine & Biology*. 2000;**45(6)**:1477.
49. Ophir J, Alam SK, Garra BS, Kallel F, Konofagou EE, Krouskop T, et al. Elastography: imaging the elastic properties of soft tissues with ultrasound. *Journal of medical ultrasonics*. 2002;**29(4)**:155.
50. Domenichini R, Pialat J-B, Podda A, Aubry S. Ultrasound elastography in tendon pathology: state of the art. *Skeletal radiology*. 2017;**46(12)**:1643-55.
51. Taljanovic MS, Gimber LH, Becker GW, Latt LD, Klauser AS, Melville DM, et al. Shear-wave elastography: basic physics and musculoskeletal applications. *Radiographics*. 2017;**37(3)**:855-70.

52. Creze M, Nordez A, Soubeyrand M, Rocher L, Maître X, Bellin M-F. Shear wave sonoelastography of skeletal muscle: basic principles, biomechanical concepts, clinical applications, and future perspectives. *Skeletal radiology*. 2018;**47(4)**:457-71.
53. Slane LC, Martin J, DeWall R, Thelen D, Lee K. Quantitative ultrasound mapping of regional variations in shear wave speeds of the aging Achilles tendon. *European radiology*. 2017;**27(2)**:474-82.
54. Porta F, Damjanov N, Galluccio F, Iagnocco A, Matucci-Cerinic M. Ultrasound elastography is a reproducible and feasible tool for the evaluation of the patellar tendon in healthy subjects. *International journal of rheumatic diseases*. 2014;**17(7)**:762-6.
55. Şendur HN, Cindil E, Cerit M, Demir NB, Şendur AB, Oktar SÖ. Interobserver variability and stiffness measurements of normal common extensor tendon in healthy volunteers using shear wave elastography. *Skeletal radiology*. 2019;**48(1)**:137-41.
56. Kreplin K, Bruno M, Raya JG, Adler RS, Gyftopoulos S. Quantitative assessment of the supraspinatus tendon on MRI using T2/T2* mapping and shear-wave ultrasound elastography: a pilot study. *Skeletal radiology*. 2017;**46(2)**:191-9.
57. Cavanaugh JT, Powers M. ACL rehabilitation progression: where are we now? *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2017;**10(3)**:289-96.
58. Yoon T, Hwang JW. Comparison of eccentric and concentric isokinetic exercise testing after anterior cruciate ligament reconstruction. *Yonsei medical journal*. 2000;**41(5)**:584-92.
59. Kvist J. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. *Sports Medicine*. 2004;**34(4)**:269-80.
60. Nomura Y, Kuramochi R, Fukubayashi T. Evaluation of hamstring muscle strength and morphology after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2015;**25(3)**:301-7.
61. Ericsson YB, Roos EM, Frobell RB. Lower extremity performance following ACL rehabilitation in the KANON-trial: impact of reconstruction and predictive value at 2 and 5 years. *Br J Sports Med*. 2013;**47(15)**:980-5.
62. Soderberg GL, Ballantyne BT, Kestel LL. Reliability of lower extremity girth measurements after anterior cruciate ligament reconstruction. *Physiotherapy Research International*. 1996;**1(1)**:7-16.

63. Marcon M, Ciritsis B, Laux C, Nanz D, Nguyen-Kim TDL, Fischer MA, et al. Cross-sectional area measurements versus volumetric assessment of the quadriceps femoris muscle in patients with anterior cruciate ligament reconstructions. *European radiology*. 2015;**25**(2):290-8.
64. Hioki M, Furukawa T, Akima H. Estimation of muscle atrophy based on muscle thickness in knee surgery patients. *Clinical physiology and functional imaging*. 2014;**34**(3):183-90.
65. Arangio GA, Chen C, Kalady M, Reed III JF. Thigh muscle size and strength after anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1997;**26**(5):238-43.
66. Karagiannidis E, Kellis E, Galanis N, Vasilios B. Semitendinosus muscle architecture during maximum isometric contractions in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction and controls. *Muscles, ligaments and tendons journal*. 2017;**7**(1):147.
67. Papandrea P, Vulpiani MC, Ferretti A, Contedua F. Regeneration of the semitendinosus tendon harvested for anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation using ultrasonography. *The American journal of sports medicine*. 2000;**28**(4):556-61.
68. Suydam SM, Cortes DH, Axe MJ, Snyder-Mackler L, Buchanan TS. Semitendinosus tendon for ACL reconstruction: regrowth and mechanical property recovery. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2017;**5**(6):2325967117712944.
69. Thomas AC, Wojtys EM, Brandon C, Palmieri-Smith RM. Muscle atrophy contributes to quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of science and medicine in sport*. 2016;**19**(1):7-11.
70. Andonian P, Viallon M, Le Goff C, de Bourguignon C, Tourel C, Morel J, et al. Shear-wave elastography assessments of quadriceps stiffness changes prior to, during and after prolonged exercise: a longitudinal study during an extreme mountain ultra-marathon. *PLoS One*. 2016;**11**(8).
71. Ewertsen C, Carlsen JF, Christiansen IR, Jensen JA, Nielsen MB. Evaluation of healthy muscle tissue by strain and shear wave elastography–Dependency on depth and ROI position in relation to underlying bone. *Ultrasonics*. 2016;**71**:127-33.

72. Botanlioglu H, Kantarci F, Kaynak G, Unal Y, Ertan S, Aydingoz O, et al. Shear wave elastography properties of vastus lateralis and vastus medialis obliquus muscles in normal subjects and female patients with patellofemoral pain syndrome. *Skeletal radiology*. 2013;**42**(5):659-66.
73. Taş S, Onur MR, Yılmaz S, Soylu AR, Korkusuz F. Shear wave elastography is a reliable and repeatable method for measuring the elastic modulus of the rectus femoris muscle and patellar tendon. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2017;**36**(3):565-70.
74. Heales LJ, Badya R, Ziegenfuss B, Hug F, Coombes JS, van den Hoorn W, et al. Shear-wave velocity of the patellar tendon and quadriceps muscle is increased immediately after maximal eccentric exercise. *European journal of applied physiology*. 2018;**118**(8):1715-24.
75. Domire ZJ, McCullough MB, Chen Q, An K-N. Feasibility of using magnetic resonance elastography to study the effect of aging on shear modulus of skeletal muscle. *Journal of applied biomechanics*. 2009;**25**(1):93-7.
76. Itoigawa Y, Takazawa Y, Maruyama Y, Yoshida K, Sakai T, Ichimura K, et al. A new technique of surgical planning for anterior cruciate ligament reconstruction: Feasibility assessment of shear wave elastography to tendon of semitendinosus muscle. *Clinical Anatomy*. 2018;**31**(3):404-8.
77. Zhang L-n, Wan W-b, Wang Y-x, Jiao Z-y, Zhang L-h, Luo Y-k, et al. Evaluation of elastic stiffness in healing Achilles tendon after surgical repair of a tendon rupture using in vivo ultrasound shear wave elastography. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*. 2016;**22**:1186.
78. Helfenstein-Didier C, Andrade R, Brum J, Hug F, Tanter M, Nordez A, et al. In vivo quantification of the shear modulus of the human Achilles tendon during passive loading using shear wave dispersion analysis. *Physics in Medicine & Biology*. 2016;**61**(6):2485.
79. Aubry S, Nueffer J-P, Tanter M, Becce F, Vidal C, Michel F. Viscoelasticity in Achilles tendonopathy: quantitative assessment by using real-time shear-wave elastography. *Radiology*. 2015;**274**(3):821-9.

80. Yanagisawa O, Niitsu M, Kurihara T, Fukubayashi T. Evaluation of human muscle hardness after dynamic exercise with ultrasound real-time tissue elastography: a feasibility study. *Clinical radiology*. 2011;**66(9)**:815-9.
81. Wu C-H, Chang K-V, Mio S, Chen W-S, Wang T-G. Sonoelastography of the plantar fascia. *Radiology*. 2011;**259(2)**:502-7.
82. Hatta T, Giambini H, Hooke AW, Zhao C, Sperling JW, Steinmann SP, et al. Comparison of passive stiffness changes in the supraspinatus muscle after double-row and knotless transosseous-equivalent rotator cuff repair techniques: a cadaveric study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2016;**32(10)**:1973-81.
83. Zardi EM, Franceschetti E, Giorgi C, Palumbo A, Franceschi F. Reliability of quantitative point shear-wave ultrasound elastography on vastus medialis muscle and quadriceps and patellar tendons. *Medical ultrasonography*. 2019;**21(1)**: we50-5.

EKLER

EK-1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ARAŞTIRMANIN ADI:

Ön çarpaz bağ onarımı sonrasında kuadriseps ve hamstring kaslarının elastografik değerlendirilmesi

ARAŞTIRMANIN KOLAY ANLAŞILIR ADI:

ÖÇB (Ön çarpaz bağ) onarımı sonrası elastografik değerlendirme

ARAŞTIRMANIN AMACI:

Çalışmamızın amacı; ÖÇB onarımı yapılan hastaların post op (ameliyat sonrası) 1. 2. ve 3. aydaki elastografik ölçümlerin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması

SORUMLU ARAŞTIRMACI:

Prof. Dr. R.GÜNER- Tez Danışmanı

Uzm. Dr. Zehra AKKAYA- Yardımcı Tez Danışmanı

ARAŞTIRMANIN YÜRÜTÜLECEĞİ YER:

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı

ARAŞTIRMANIN TANITIMI VE KATILIMCI DAVETİ

Sayın gönüllü,

Size doktorunuz tarafından rehabilitasyon aşamaları, çap ölçümleri, fonksiyonel ölçekler, yüzeysel ultrasonografi ve elastografik ölçümler hakkında bilgi verildi. Elastografik olarak operasyon sonrası 1. , 2. ve 3. aylarda değerlendirmeler yapılacak ve süreç içindeki kas gelişiminiz belirlenecektir. Aynı zamanda ameliyatınızda kullanılan hamstring tendonun kasına da bakılacaktır. Bunlara çevre çap ölçümleri eklenecektir. Ek olarak fonksiyonel skalalar ile aralıklı takiplerinizi yapılacaktır.

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilecektir. 3 farklı zamanda Radyoloji kliniğine gidilip uyluk ön ve arkasından elastografik ölçüm yapılacaktır. Çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden erişkin bireyler alınacaktır. Çalışmaya katılacak gönüllüler, araştırmacılar tarafından hazırlanacak çeşitli formları dolduracaklardır. Aynı zamanda gönüllülerin

muayenesi yapılacak ve çalışmaya engel bir durumları olup olmadığı tespit edilecektir. Çalışma süresi toplam amaliyattan sonra 12 haftadır.

Çalışmada öncelikle size ait bazı bilgiler (yaş, cinsiyet, hastalık öyküsü vb) sorulacaktır. Boyunuz ve kilonuz ölçülecek ve beden kitle indexiniz (BKİ : Vücut ağırlığının boyunuzun karesine bölünmesi ile elde edilen değer) hesaplanacaktır. Çalışmaya engel bir sağlık probleminizin varlığı hastalık öykünüz ve tam fizik muayene ile değerlendirilecektir. Rehabilitasyona 6 hafta alınacaksınız ve 12. haftada son ölçümünüz için polikliniğimize kontrole geleceksiniz.

Bu araştırmaya katılıp katılmama kararı verebilmeniz için riskleriniz ve kazançlarınız hakkında yeterli bilgi sahibi olmanız gereklidir. Bu bilgilendirilmiş gönüllü olur formu size bu amaçla bilgi vermek üzere hazırlanmıştır. Aynı zamanda araştırma grubumuzun bir üyesi de size bilgi verecektir. Bu görüşmede araştırmanın bütün yönleri tanıtılacaktır.

PROSEDÜRLERİN TANIMLANMASI

1. Aşama:

Klinik Değerlendirme:

Tam bir fizik muayeneden geçirileceksiniz. Takiben ortopedik muayeneniz yapılacaktır.

Kişisel ve Klinik Verilerin Toplanması:

Çalışmaya katılmayı kabul ederseniz size araştırmacı tarafından yaş, cinsiyet, hastalık öyküsü gibi özelliklerin kaydedildiği bir veri formu uygulanacak, boyunuz ve kilonuz ölçülecek. Bu uygulama yaklaşık 15 dakika sürecektir.

Oryantasyon Eğitimi:

Yapılacak testler; elastografi için size bilgi verilecek ve sorularınız cevaplanacaktır.

2. Aşama:

ÖÇB (Ön çapraz bağ) rehabilitasyonu için rutin program uygulanacaktır. Hastalar haftada en az 3 gün kliniğimize gelecektir. Operasyon sonrası 1. , 2. ve 3. aylarda ölçümler yapılacaktır.

3. Aşama:

Elde edilen sonuçlar değerlendirilecek, size de bilgi verilecektir.

RİSKLER VE GÜÇLÜKLER

Muayene ve Uygulamalar:

Bu çalışma sırasında yapılacak işlemler ile ilgili sizinle konuşulacak ve size çeşitli testler uygulanacaktır. Bu testlerin herhangi bir hastalığa yol açma riski bulunmamaktadır.

YARARLARI

Çalışmada elde edilecek sonuçlarla mevcut durumunuz değerlendirilecek, eksiklikleriniz saptanacaktır. Uygulanacak fonksiyonel rehabilitasyon programı ile fonksiyonel ve psikolojik olarak durumunuzu iyileştirme amaçlanmaktadır. Testlerin tekrarı ile bu hedefe ne ölçüde ulaşabildiğimiz görülecek, bu da güvenli spora dönüşünüz için yol gösterici olacaktır. Elastografik ölçümlerle kasınızdaki sertlik derecesine bakılacaktır.

ÇALIŞMANIN MASRAFLARI

Çalışmanın size ya da sosyal güvenlik kurumunuza herhangi bir mali yükü bulunmamaktadır.

GİZLİLİK

Bu çalışmada sağlanan tüm bilgiler gizli tutulacak ve sadece araştırmacıların bilgisine sunulacaktır. Bu çalışmadan herhangi bir rapor veya yayın yapılması halinde okuyucuların sizleri tanımasına yol açacak bilgilere yer verilmeyecektir.

GÖNÜLLÜ KATILIM

Çalışmaya katılmamayı da seçebilirsiniz. Eğer kabul ederseniz çalışma süresince herhangi bir zamanda ayrılma isteğiniz olumlu karşılanacaktır. Katılmamayı veya ayrılmayı seçmeniz halinde doktorlarımız ve hastanemiz ile olan ilişkileriniz bu durumdan hiçbir şekilde etkilenmeyecektir.

ÇALIŞMADAN ÇIKARILMA

Tıbbi ya da ruhsal durumunuz nedeni ile tedavi ekibi tarafından araştırmadan çıkarılmanız söz konusu olabilir. Bu durumda bilgilendirme yapılarak karar tarafınıza iletilecektir.

SORULAR

Bu formda bazı tıbbi tanımlar kullanılmıştır. Lütfen anlamadığınız herhangi bir konu hakkında soru sormaktan çekinmeyiniz ve karar vermeden önce bu formu dikkatlice ve istediğiniz sürece inceleyiniz.

Konuyla ilgili başka sorunuz varsa Dr. İsmail KAYA'yı **0312-5957125** nolu telefondan dilediğiniz zaman arayabilirsiniz.

İZİN ONAYI

Ben _____ toplam 4(dört) sayfadan oluşan bu formu okudum. Formun içeriğinde açıklanan çalışmanın özelliklerini tamamen anladım. Bu çalışmanın temel prensipleri, olası zararları, tarafıma ayrıntılı olarak açıklandı ve sorularım yanıtlandı. Kendi özgür irademle, “Ön çarpraz bağ onarımı sonrasında kuadriseps ve hamstring kaslarının elastografik değerlendirilmesi” adlı çalışmaya hasta grubu üyesi olarak katılmayı kabul ettiğimi ve bu formun bir kopyasının bana verildiğini aşağıdaki imzamla beyan ederim.

İmza:

Tarih:

Çalışma yürütücüsünün ya da bilgilendirilmiş onayı alan kişinin imzası:

Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin imzası:

EK-2: Sosyodemografik-Klinik Bilgi Formu

SOSYODEMOGRAFIK-KLINİK BİLGİ FORMU

Tarih:

Adı – Soyadı:

TC Kimlik No:

Tel.no:

Adres:

Cinsiyeti:

1. Yaş

2. Kilo:

3. Boy:

4. Beden Kitle İndeks:

5. Dominant Alt Ekstremité:

6. Önceki yaralanma (lar):

7. Sürekli kullandığı ilaçlar:

8. Yaralanma tarihi:

9. Ameliyat tarihi:

10. Ameliyatın Gerçekleştiği Hastane :

11. Ameliyatı Gerçekleştiren Cerrah:

12. Ek Hastalık:

FİZİK MUAYENE:

EK-3: Lysholm Diz Skorlama Ölçeği

LYSHOLM DİZ SKORLAMA ÖLÇEĞİ

Aksama (5 puan)

- Yok 5
- Hafif veya belirli aralıklarla 3
- Ciddi veya her zaman 0

Destek (5 puan)

- Yok 5
- Baston veya koltuk değneği 2
- Üzerine basmak imkansız 0

Dizde Kilitlenme Hissi (15 Puan)

- Kilitlenme veya takılma hissi yok 15
- Takılma hissi var fakat kilitlenme yok 10
- Kilitlenme

☐ Bazen 6

☐ Sık 2

- Muayenede eklem kilitli 0

Boşalma (Dizin öne doğru kayması) (25 puan)

- Boşalma hissi hiç kesinlikle yok 25
- Zorlayıcı veya sportif aktiviteler de bazen 20
- Zorlayıcı veya sportif aktiviteler de sık 15
- Günlük aktivitelerde bazen 10
- Günlük aktivitelerde sık 5
- Her adımda 0

Merdiven çıkma (10 puan)

- Problem yok 10
- Hafif problem var 6

- Tek bacak atarak çıkabilmek 2
- İmkansız 0

Çömelle (5 puan)

- Problem yok 5
- Hafif problem var 4
- 90'den sonra problem var 2
- İmkansız 0

Şişlik (10 puan)

- Yok 10
- Zorlayıcı aktiviteler ile 6
- Basit zorlanmalar ile 2
- Devamlı 0

Ağrı (25 puan)

- Yok 25
- Sürekli değil, zorlayıcı aktiviteler sırasında hafif 20
- Zorlayıcı aktiviteler sırasında belirgin 0
- 2km'den (30 dakika) fazla yüründüğünde belirgin 10
- 2km'den (30 dakika) az yüründüğünde belirgin 5
- Devamlı

TOPLAM PUAN

EK-4: 2000 IKDC SUBJEKTİF DİZ DEĞERLENDİRME FORMU

Tam Adınız

Bugünün Tarihi:

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 ?

Hayal edilebilen 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

En kötü ağrı Ağrı 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.

1

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?

		Pek zorlamıyor	Az miktarda zorluyor	Orta miktarda zorluyor	Ciddi düzeyde zorluyor	Yapamıyorum
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 sorunlu 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 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Yapamıyorum Kısıtlılık yok

ŞU ANKİ DİZ FONKSİYONU

Günlük Aktiviteleri 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Yapamıyorum Kısıtlılık yok