TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ÖN ÇAPRAZ BAĞ YARALANMASI ONARIMI SONRASI SPORA DÖNÜŞ ORANLARININ ARAŞTIRILMASI VE YARALANMA ÖNCESİ SPORTİF AKTİVİTE DÜZEYİNE DÖNÜŞÜN SAĞLANMASI

Dr. Selçuk GÜL

SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Bülent ÜLKAR

ANKARA
2019

KABUL VE ONAY

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN		
Adı, Soyadı	: SELÇUK GÜL	**Sınav tarihi:** 07/03/ 2019
Anabilim/Bilim Dalı	: SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI	
Tez Danışmanı	: PROF.DR. BÜLENT ÜLKAR	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER

Tezin Başlığı: Ön çarpraz bağ yaralanması onarımı sonrası spora dönüş oranlarının araştırılması ve yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine dönüşün sağlanması

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. Bülent ÜLKAR
Jüri Üyesi
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

Dr.Öğrt.Üyesi Gürhan DÖNMEZ
Jüri Üyesi
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bana hekimlik kişiliği, fikirleri, akademik çalışmaları ve böyle bir tezi sunmamda çok büyük yardımı olan akademik tez danışmanım sayın Prof. Dr. Bülent ÜLKAR'a

Yaptığımız çalışmalarda bilgi ve görüşlerinden yararlandığım değerli Öğretim Üyeleri Prof. Dr. Rüştü GÜNER'e, Prof. Dr. Ali Murat ZERGEROĞLU'na, Dr. Öğr. Üyesi M. Mesut ÇELEBİ'ye

Asistanlık dönemimde beraber mesai yaptığım değerli arkadaşlarım Dr. İsmail KAYA'ya, Dr. Gökhan BÜYÜKLÜOĞLU'na, Dr. Oğuz Kağan ÖZER'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 başta Arzu REYHAN'a, Hülya SAYKUN'a, Senem KOÇAK'a ve bölüm personelimize,

Her şeyin ötesinde, eğitim sürecim ve iş yaşamımda beni sürekli destekleyen canım aileme sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Selçuk GÜL

Ankara-2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

KABUL VE ONAY i

ÖNSÖZ ii

İÇİNDEKİLER iii

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi

ŞEKİLLER DİZİNİ ix

TABLOLAR DİZİNİ xi

1. GİRİŞ VE AMAÇ 1

2. GENEL BİLGİLER 3

2.1. Diz Eklemi Anatomisi 3

2.1.1. Diz Eklemini Oluşturan Kemikler 3

2.1.2. Diz Ekleminde Bulunan Eklemler 4

2.1.3. Diz Ekleminin Bağları 4

2.1.4. Diz Bölgesi Kaslar 6

2.1.5. Diz eklemindeki Diğer Yapılar 9

2.2. Ön Çapraz Bağ Anatomisi ve Biyomekaniği 10

2.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarının Risk Faktörleri 11

2.4. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarında Tedavi 12

2.5. Diz Yaralanmalarında Egzersiz 13

2.5.1. Statik Egzersiz (İzometrik Egzersizler) 14

2.5.2. Dinamik Egzersizler 14

2.5.2.1 Eklem Hareket Açıklığı (EHA) Egzersizi 14

2.5.1.2. Germe Egzersizleri 14

2.5.1.3. Direnç Egzersizleri 15

2.5.1.4. Açık ve Kapalı Kinetik Zincir Egzersizleri 18

2.5.1.5. Piliometrik Egzersizler 19

2.5.1.6. Reaktif Nöromusküler Egzersizler 19

2.6. Fonksiyonel Diz Rehabilitasyonu 21

2.6.1. Denge Eğitimi 21

2.6.2 Fonksiyonel Rehabilitasyonda Kullanılan Piliometrik Egzersizler 22

2.7. Spora Dönüş Kriterleri 22

2.7.1. Diz Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi 23

2.7.2. Sıçrama Performansının Değerlendirilmesi 23

2.7.3. Dengenin Değerlendirilmesi 24

2.7.4. Subjektif Diz Skalaları ve Psikolojik Durumun Değerlendirilmesi 24

2.8. Yüzeyel ve Kinezyolojik Elektromiyografi 25

2.8.1. EMG Sinyalinin Elde Edilmesi ve Kaydedilmesi 25

2.8.2. EMG Sinyalini Etkileyen Faktörler 26

2.8.3. EMG Sinyal Analizi 26

2.8.4. EMG Amplitüdü 26

2.8.5. Kas Kuvvetinin EMG ile İlişkisi 27

2.8.6. Spor Alanlarında Yapılan EMG Çalışmaları 27

3. GEREÇ VE YÖNTEM 29

4. BULGULAR 48

5. TARTIŞMA 73

6. SONUÇLAR 82

ÖZET 83

SUMMARY 84

KAYNAKLAR 85

EKLER

EK-1. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu 98

EK-2. Sosyodemografik-Klinik bilgi formu 104

EK-3. Lysholm Diz Skorlama Ölçeği 105

EK- 4. Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Spora Dönüş Ölçeği (ACL-RSI) 107

EK- 5. 2000 IKDC Subjektif Diz Değerlendirme Formu 109

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AÇB : Arka Çapraz Bağ

AKZE : Açık Kinetik Zincir Egzersizi

AMB : Anteromedial Bant

AVG : Ortalama

BBS : Biodex Balance System

BF : Biseps Femoris

BKİ : Beden Kitle İndeksi

BOSU : Both Sides Up Denge Egzersiz Aleti

cm : Santimetre

DENGE-AP : Antero-Posterior Denge

DENGE-ML : Medio-Lateral Denge

DENGE-T : Total Denge

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

Mv/sn : Milivolt/Saniye

N : Newton

Nm : Newton-metre

ÖÇB : Ön Çapraz Bağ

PE : Piliometrik Egzersizler

PLB : Posterolateral Bant

PNF : Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon

PT : Zirve Tork

PT/BW : Zirve Tork/Vücut Ağırlığı

RF : Rektus Femoris

RM : Repetition Maximum (Maksimum Tekrar)

RMS : Root Mean Square (Karekök ortalama)

RNE : Reaktif Nöromusküler Egzersizler

SEBT : Star Excursion Balance Test

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

SIAI : Spina İliaca Anterior İnferior

Sig : Significance=Anlamlılık

Sn **:** Saniye

ST **:** Semitendinosus

STD **:** Standart

TW **:** Total work

VM **:** Vastus Medialis

W **:** Watt

yEMG **:** Yüzeyel EMG

°/sn **:** Derece/saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1. Diz Eklem Anatomisinin Ön-Arka Görünümü (Netter) 5

Şekil 2. Kuadriseps Kas Grubu (Netter) 6

Şekil 3. Hamstring Kas Grubu (Netter) 6

Şekil 4. Propriyosepsiyon Mekanizması 20

Şekil 5. Bisiklet ile Isınma Egzersizi 30

Şekil 6. Alt Arka Adele Statik Aktif Germe 31

Şekil 7. Üst Arka Adele Statik Aktif Germe 31

Şekil 8. Kuadriseps Statik Aktif Germe 31

Şekil 9. Addüktör Kas Statik Aktif Germe 32

Şekil 10. Kalça Fleksör Kas Grubu Statik Aktif Germe 32

Şekil 11. EMG ile Eş Zamanlı Kuadriseps Kas Grubu Kuvvet Çalışması 33

Şekil 12. EMG ile Eş Zamanlı Hamstring Kas grubu Kuvvet Çalışması 33

Şekil 13. Bacak İtme Cihazında Kuvvet Çalışması 33

Şekil 14. Dört Yönlü Kuvvet Çalışması 34

Şekil 15. Squat Egzersizleri 34

Şekil 16. Denge Egzersizleri 36

Şekil 17. BOSU ile Yapılan Denge ve Propriyosepsiyon Çalışmaları 37

Şekil 18. Biodex Denge Cihazı ile Çalışmalar 38

Şekil 19. Ayaktayken Uzun Sıçrama 38

Şekil 20. Çeviklik Egzersizleri 39

Şekil 21. Üç Adım Sıçrama Egzersizi 39

Şekil 22. Sıçrama Kutu Egzersizleri 40

Şekil 23. Basamak Sıçrama Egzersizleri 40

Şekil 24. Sıçrama Testleri 41

Şekil 25. İzokinetik Kas Kuvvet Ölçümü 42

Şekil 26. EMG Cihazı Görselleri 43

Şekil 27. EMG Görsel Verileri 43

Şekil 28. SENIAM Kriterlerine Uygun Elektrot Yerleştirilmesi 44

Şekil 29. İzokinetik Test Sırasında EMG Verileri 45

Şekil 30. Bisiklet Egzersizi Sırasında EMG Verileri 45

Şekil 31. Leg Curl Egzersizi Sırasında EMG Verileri 46

Şekil 32. Squat Egzersizi Sırasında EMG Verileri 46

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No:

1. Tablo 1 Gönüllülerin Genel Özellikleri 48

2.Tablo 2 Egzersiz Programının Fonksiyonel ve Psikolojik Ölçekler Üzerine Etkisi 49

3. Tablo 3 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Total Denge Skoru Üzerine Etkisi 50

4. Tablo 4 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Anterior-Posterior Denge Skoru Üzerine Etkisi 51

5. Tablo 5 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Medio-Lateral Denge Skoru Üzerine Etkisi 52

6. Tablo 6 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi 53

7. Tablo 7 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi 54

8. Tablo 8 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi 55

9. Tablo 9 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi 56

10. Tablo 10 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi 57

11. Tablo 11 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi 58

12. Tablo 12 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi 59

13. Tablo 13 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi 60

14. Tablo 14 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi 61

15. Tablo 15 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi 62

16. Tablo 16 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi 63

17. Tablo 17 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi 64

18. Tablo 18 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Vastus Medialis Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi 65

19. Tablo 19 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Rektus Femoris Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi 66

20. Tablo 20 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Biseps Femoris Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi 67

21. Tablo 21 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Semitendinosus Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi 68

22. Tablo 22 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Vastus Medialis Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi 69

23. Tablo 23 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Rektus Femoris Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi 70

24. Tablo 24 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Biseps Femoris Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi 71

25. Tablo 25 Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Semitendinous Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi 72

GİRİŞ VE AMAÇ

Spora katılımın giderek artması beraberinde spor yaralanmalarında artışı da getirmektedir. Diz ekleminde pivot hareketlerinin kullanıldığı futbol, basketbol, kayak gibi sporlarda ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmaları da sık görülmektedir (1).

ÖÇB yaralanmalarının %50'den fazlası 15-25 yaş aralığındaki sporcularda ortaya çıkmaktadır. Yaralanma çoğunlukla temassız gerçekleşmektedir. Özellikle sıçrama, ani durma, dönme hareketlerinin olduğu sporlarda daha sık görülmektedir (2).

Dizde instabilitenin oluşmasına neden olan ön çapraz bağ hasarları kişide fonksiyonel kısıtlamalara yol açmaktadır. ÖÇB yaralanmaları en sık ayak yerle temas halindeyken dizin dış rotasyona zorlandığı ani durmalar, rotasyonlar ve yön değiştirme sonucu ortaya çıkan temassız valgus travmaları ile oluşmaktadır (3). ÖÇB diz kinetiğinde önemli bir göreve sahiptir. Tibianın öne gitmesini önlemekte ve dizin varus, valgus pozisyonlarında stabilizasyonunu sağlamaktadır (4). Bu nedenle ÖÇB yaralanması geçiren sporcularda fonksiyonel instabilite görülmektedir. Bu durumun sürmesi sekonder menisküs ve kıkırdak yaralanmalarına da neden olmaktadır (4).

ÖÇB tedavisinde cerrahi onarım ve sportif rehabilitasyon ön plandadır. Aktif spor yapan kişilerde çoğunlukla cerrahi onarım yapılmaktadır. Post-operatif rehabilitasyon da spora dönüş açısından çok önemlidir. Son 10 yılda ÖÇB yaralanmasının anatomik onarımı üzerinde fazlaca duruluyor olsa da henüz çözülememiş bazı problemler vardır. Yüksek yeniden yaralanma oranı ve özellikle profesyonel sporcularda yaralanma öncesi düzeyde spora dönüş oranlarının düşüklüğü bunların başlıcalarıdır. Yapılan bazı çalışmalarda yeniden yaralanma oranı %5 ile %20 arasında bulunmuştur (4). Yeniden yaralanma nedenlerinin başında erken spora dönüş gelmektedir. İlk 1 yıl içinde ÖÇB greftinin kopma olasılığı %50'dir. Öte yandan spora güvenli geri dönüş için gerekli olan koşulların araştırıldığı çok az sayıda kanıta dayalı çalışma bulunmaktadır. Güvenli spora dönüşte önemli faktörlerden biri de hastanın fonksiyonel durumudur. Farklı protokoller uygulanmakla birlikte hastaların %90'ı objektif değerlendirme olmadan spora geri dönmektedir. Spora dönüş kararı için sıklıkla kullanılan parametreler; operasyon sonrası geçen süre, Lachman ve "pivot

shift" testi negatifliği, hareket açıklığının tam olması ve uyluk ön-arka kas kuvvet oranıdır (2, 4, 5).

Spora dönüşte psikolojik faktörler de önemlidir. Hastalarda tekrar yaralanma korkusu (kinezyofobi) oldukça sık görülmektedir (5). Ayrıca özellikle profesyonel sporcuların birçoğu spora erken dönüş konusunda baskı altındadır (6).

ÖÇB onarımı sonrası rehabilitasyon süreci tamamlandığında hastaların %90'dan fazlasının normal diz fonksiyonlarına ulaştıkları görülmektedir. Fakat yaralanma öncesi düzeye dönüşün %40 ile %65 arasında kaldığı bildirilmiştir (7-9).

Sonuç olarak, ÖÇB onarımı geçiren sporcuların güvenli spora dönüşlerinin belirlenmesinde uygulanacak yöntem ve uygun zaman konusunda görüş birliği yoktur. Yalnızca fiziksel muayene, statik kuvvet ve eklem hareket açıklığı değerlendirmeleri yeterli olmayıp, yaralanmış sporcuların dinamik, fonksiyonel ve spora özgü gelişimlerinin de değerlendirildiği güvenli spora dönüş kriterlerinin oluşturulması gerekir. Bu süreci belirlerken psikolojik faktörler de dikkate alınmalıdır. ÖÇB onarımı sonrası rehabilitasyonda özellikle fonksiyonel egzersiz aşamasında kuadriseps, hamstring kas grubu kas aktivitelerinin EMG ile takip edildiği çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışma ile ÖÇB onarımı sonrası spora dönüşte çok önemli olduğu bilinen kuadriseps-hamstring kaslarının EMG ile fonksiyonel gelişimlerinin izlenmesi ve bu yöntemin spora dönüş kriterleri arasında yer alıp alamayacağının belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca ÖÇB onarımı geçirdikten sonra post-operatif tedavi protokülü tamamlanmış hastaların klinik ve fonksiyonel durumları ile sportif aktivite düzeylerinin değerlendirilmesi, ardından spora özgü hareketleri içeren özel bir tedavi protokolü ile hastaların gelişiminin EMG ile izlenmesi, bu uygulamanın yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine dönme üzerindeki etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diz Eklemi Anatomisi

Diz anatomisini oluşturan başlıca yapılar; femurun distal kısmı, tibianın proksimal parçası, patella, ön-arka çapraz bağlar, iç-dış yan bağlar ve iç-dış menisküs gibi yumuşak dokulardan oluşmaktadır. Ayrıca bu yapıları birbirine bağlayan patellofemoral ve tibiofemoral eklemler mevcuttur (10).

Diz ekleminin hareketleri genellikle fleksiyon ve ekstansiyon ile sınırlı iken, dizin 20 dereceden sonra gerçekleştirdiği fleksiyon hareketlerinde bir miktar medial ve lateral rotasyon görülmektedir. Özellikle diz eklemi bağlarının en gevşek olduğu 40 ile 90 derece fleksiyon açıları arasında diz eklemi rotasyon hareketleri daha belirgindir. (11).

2.1.1. Diz Eklemini Oluşturan Kemikler

Diz eklemi patella, tibia, femur ve direk olarak yapısına katılmasa da bağlar gibi yumuşak dokuların tutunduğu fibula tarafından oluşturulmaktadır (12).

Femur: Vücut uzunluğunun 1/4'ü kadar olan en kuvvetli kemiktir. Vertikal düzlemde on derecelik bir açı yapmaktadır. Proksimal bölümünde caput femoris, collum femoris ve büyük, küçük trokanter bulunmaktadır. Femurun alt kısmında dış ve iç kondilleri bulunmaktadır. Bu kondillerin yüzleri eklem kıkırdağı tarafından örtülmektedir (13).

Tibia: Tibianın femur gibi medial ve lateral kondilleri vardır ve bunlar femurla eklem yapmaktadır. Tibiofemoral eklem yüzünün ortasında eminensia interkondilaris bulunmaktadır. Bunun ön bölümüne ÖÇB, iç-dış menisküs ön boynuzları, arkasındaki interkondiler alana ise AÇB ve menisküslerin arka boynuzları yapışmaktadır (14).

Patella: En büyük sesamoid kemik olan patella kuadriseps femoris kirişi içinde bulunmaktadır. Sadece femur ile eklem yapmaktadır. Deri ile arasında bursa vardır. Arka yüz "facies articularis"i femurun patellar yüz oluğuna oturmaktadır. Patella diz

eklemini dış etkilerden korurken beraber kuadriseps femoris ile birlikte kasın kuvvetini arttırarak ekstansör mekanizmada rol oynamaktadır (15).

2.1.2. Diz Ekleminde Bulunan Eklemler

Patellofemoral Eklem: Patella ve femurun trokleası arasında oluşan bu eklem diz stabilitesinde ekstansör mekanizmadaki görevi nedeniyle primer rol oynamaktadır. Patellanın stabilitesinde kas, bağ ve kemik yapılar önemli rol oynar. Ek olarak, medial patellofemoral bağ (MPFL), medial patellomeniskal bağ, medial patellotibial bağ, ve lateral-medial retinaculum gibi yumuşak dokular da önemli rol oynamaktadır. MPFL patellanın laterale kaymasını önleyen primer yapıdır. Patella diz ekstansiyonu ile yukarıya diz fleksiyonu ile aşağıya doğru hareket eder. Rehabilitasyon sırasında uygulanan patellar mobilizasyon diz eklem hareket açıklığını geliştirmede yardımcı olmaktadır (16).

Tibiofemoral Eklem: Femur ve tibia kondillerinin eklem yapması ile oluşan bu eklem vücudumuzun ikinci büyük eklemidir. Femurun kondilleri tibianın platosu ile eklem yapmaktadır. Menisküsler eklem yüzeylerinin birbirine uyumunu arttırarak aynı zamanda diz ekleminde rotasyona da yardımcı olmaktadır (16).

Tibiofibular Eklem: Proksimal tibiofibular eklem dizin üçüncü eklemidir, primer görevi ayak ve bacaktan gelen torsiyonel kuvvetleri dağıtmaktır. Bu eklem alt ekstremitenin uyguladığı gerim kuvvetlerine karşı koymaktadır (16).

2.1.3. Diz Ekleminin Bağları

Dizin Eklem İçi Bağları: ÖÇB, AÇB, ön-arka meniskofemoral ligaman, lig. transversum genus

Dizin Eklem Dışı Bağları: : DYB, İYB, medial patellar retinaculum, lateral patellar retinaculum, patellar ligaman, lig. popliteum arcuatum

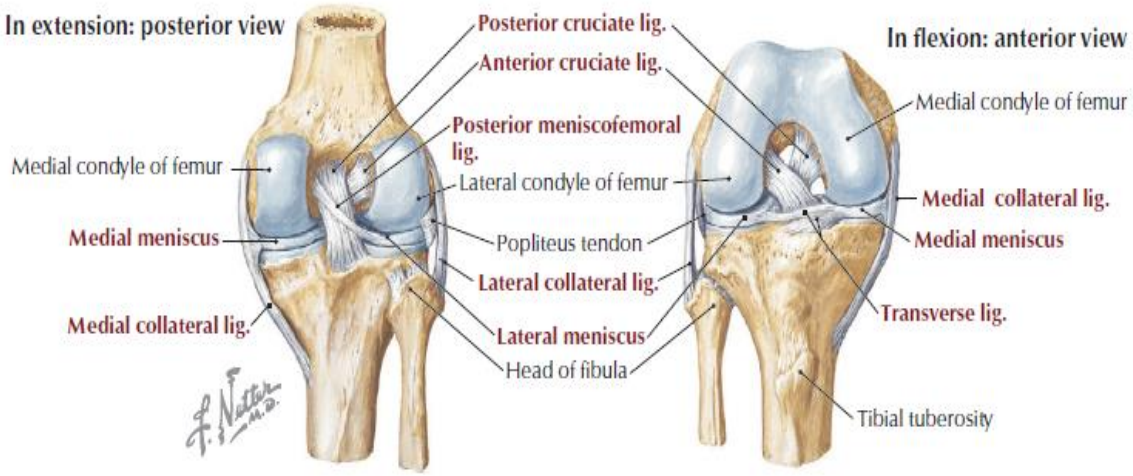
Ön Çapraz Bağ: Lateral femoral kondil ve tibianın interkondiler bölgesi arasında uzanan ÖÇB'nin ortalama uzunluğu 38 mm, genişliği ise 11 mm'dir. Esas fonksiyonu dizin tüm fleksiyon açılarında tibianın öne kaymasını engellemektir (17).

Arka Çapraz Bağ: Ortalama uzunluğu 38 mm ve genişliği 13 mm olan bu bağ dizin tüm fleksiyon açılarında tibianın arkaya kaymasını engellemektedir (17).

Meniskofemoral Bağlar: Ön ve arka olmak üzere iki kısımdan oluşan bu bağ dış menisküsün arka kısmı ve femurun iç kondili arasında seyreder. Ön ve arka bölümleri arka çapraz bağa göre tanımlanmıştır. Dış menisküsün arka boynuzunun hareketlerinin kontrol edilmesine yardımcı olurlar, aynı zamanda dizin posterior stabilitesine katkıda bulunurlar (17).

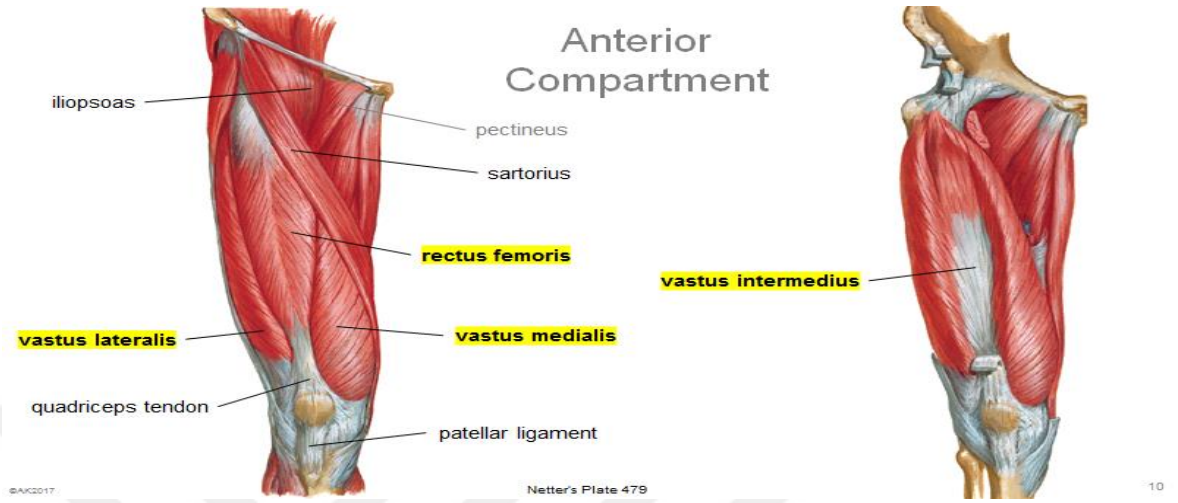
İç Yan Bağ: Femurun medial kondili ile tibia arasında seyretmektedir. Yüzeyel ve derin liflerden oluşan bu bağ iç bölgedeki en güçlü yapıdır (17).

Dış Yan Bağ: Femurun lateral kondili ile fibula arasında seyreder. Görevi dizin fleksiyon açılarında dizi varus streslerine karşı korumaktır. Diğer bir görevi de yüksek fleksiyon açılarında iç rotasyona karşı koymaktır (17)**.**

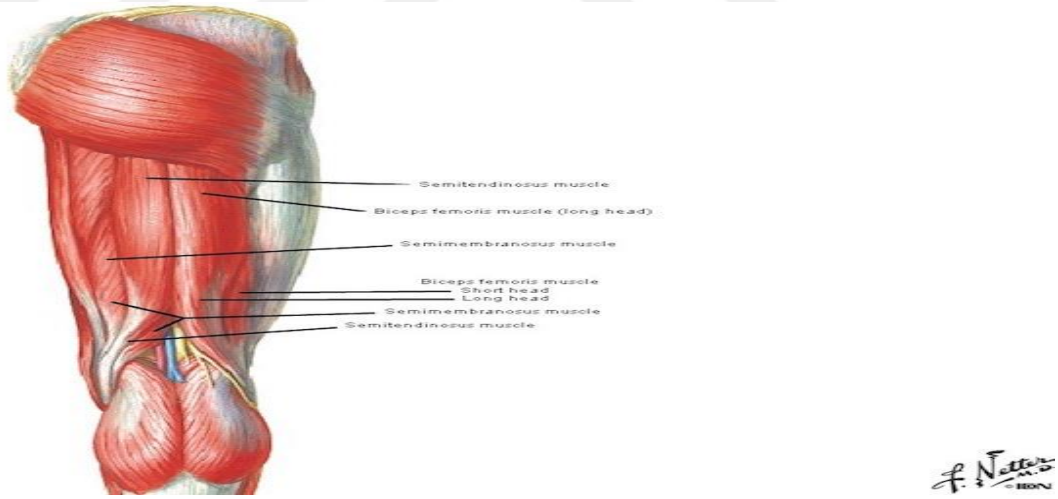


Şekil 1. Diz Eklem Anatomisinin Ön-Arka Görünümü (Netter)

2.1.4. Diz Bölgesi Kaslar



Şekil 2. Kuadriseps Kas Grubu (Netter)



Şekil 3. Hamstring Kas Grubu (Netter)

Ön-Üst Bölge Kasları

Rektus Femoris: Spina iliaka anterior inferiordan başlayıp patellar tendonla birlikte tuberositas tibiada sonlanmaktadır. Kalçayı fleksiyona ve dizi ekstansiyona getirmektedir. Kuadriseps kasları içinde kalça eklemini geçen tek kastır. Kalça

fleksiyonunda psoas, iliakus, sartorius, tensor fasya lataya yardımcı iken diz ekstansiyonunda ön plana çıkmaktadır. Ayrıca pelvisin anterior tiltine yardımcı olmaktadır. Vastus grubu kaslara kıyasla dizin ekstansiyonunda zayıf kalmaktadır. İnervasyonunu femoral sinir yapmaktadır (18).

Vastus Lateralis: Büyük trokanter, tuberositas glutea ve linea asperanın proksimal kısmından başlayıp tuberositas tibiada sonlanmaktadır. Diz ekstansiyonunda rol almaktadır. Vastus lateralis sıklıkla daha güçlü olan vastus medialis ile kıyaslanır. Bu iki kas arasındaki uyumsuzluk nedeniyle patella lateral tarafa çekilirse ağrı, kıkırdak yıpranmaları ve ileri dönemde dislokasyona neden olabilmektedir (18).

Vastus Medialis: Başlangıç noktası femur linea asperasının mediali ve intertrokanterik çizgi olan bu kas tibial tuberositasda sonlanmaktadır. Diz ekstansiyonunda rol almaktadır. Liflerinin yerleşimi nedeni ile vastus lateralisin laterale çekişini engellemektedir. VL ve VM arasındaki denge patellanın düzgün hareketine yardımcı olmaktadır (18).

Vastus İntermedius: Başlangıç noktası femur gövdesinin ön üçte iki proksimali olup tibial tuberositasta sonlanmaktadır. Dize ekstansiyon yaptırmaktadır (18).

Arka-Dış Bölge Kasları

Biseps Femoris: Çift başı olan bu kasın uzun başı iskial tuberositastan başlarken kısa başı linea asperanın dış kısmından başlar. Yapışma yeri fibula başıdır. Kalça fleksiyonu ve dış rotasyonu, diz fleksiyonu ve dış rotasyonunda görev almaktadır. Hamstring kaslarının en lateralde olanıdır. Postüral stabilizasyonda görev almaktadır. Rektus femoris gibi kalça ve diz eklemini geçmektedir. Posterior pelvik tiltin korunmasına yardım etmektedir. Fleksiyondaki dize ağırlık bindiğinde dizdeki rotasyon hareketi sayesinde hareket yönü değiştirilmektedir. Bu hareket pivot hareketi olarak bilinmektedir. Tenis, futbol gibi sporlarda ön plana çıkmaktadır (18).

Tensor Fascia Latae: İliak çıkıntıdan başlayıp iliotibial bant aracılığıyla tibianın lateral kondiline yapışmaktadır. Fonksiyonu kalça fleksiyonu, abdüksiyonu ve iç rotasyonudur (18).

Arka-İç Bölge Kasları

M. Gracilis: Pubik kolun alt kısmından başlayıp pes anserin tendonla birlikte tibianın iç kısmında sonlanmaktadır. Fonksiyonu kalçanın addüksiyon ve fleksiyonu, dizin fleksiyon ve iç rotasyonudur. Obturator sinir tarafından inerve olmaktadır. Pes anserin kasların merkezini oluşturmaktadır. Güçlü bir pes anserin grubu iç yan bağ yaralanmasına engel olabilmektedir (18).

M. Semitendinosis: İskial tuberositastan başlarken pes anserinusa katılarak tibianın iç kısmında sonlanır. Kalça ekstansiyonu ve iç rotasyonu, diz fleksiyonunda görev almaktadır. Postür stabilizasyonu ve posterior pelvik tiltin korunmasına yardım etmektedir. Pivot hareketinde ön plana çıkmaktadır (18).

M. Sartorius: SIAS'dan başlayıp pes anserin ile tibianın iç kısmında sonlanmaktadır. Vücudumuzdaki en uzun kastır ve terzi kası olarak da bilinmektedir. Bacak bacak üstüne atılırken ortaya çıkan diz fleksiyonunda kalça fleksiyonu, abdüksiyonu ve dış rotasyonunu gerçekleştirir. Kuvvetli olması iç yan bağ yaralanmalarının önlenmesine katkıda bulunmaktadır (18).

M. Semimembranosus: İskial tuberositastan başlayıp tibial kondilin iç-arka tarafına yapışmaktadır. Kalça ekstansiyonu ve iç rotasyonu, diz fleksiyonu, fleksiyondaki dizin iç rotasyonunda görev almaktadır. Hamstring kas grubunun en içte yer alanıdır. Hamstring kasları postüral stabilizasyonda kuadriseps kaslarına göre daha fazla görev almaktadır (18).

Arka-Alt Bölge Kasları

M. Gastroknemius: Femurun medial ve lateral kondillerinden başlayıp Aşil tendonu aracılığı ile kalkaneusun arka yüzeyine yapışmaktadır. Diz fleksiyonu ve ayak bileğinin plantar fleksiyonunda görev almaktadır. Ani güç gerektiren sprint, sıçrama gibi hareketlerde ön plana çıkmaktadır (18)**.**

M. Plantaris: Femurun lateral kondilinden başlayıp kalkaneus arka yüzünde sonlanmaktadır. Diz fleksiyonu ve ayak bileği plantar fleksiyonunda rol alır (18).

M. Popliteus: Lateral femoral kondilden başlayıp tibia proksimalinin arka yüzünde sonlanmaktadır. Dizin fleksiyon ve iç rotasyonunda görev almaktadır. Dizin arkasında çapraz uzanan bu kasın ana görevi tibiofemoral eklem kilitlenmesini çözmektir. Yani tibianın iç rotasyonunu ve dizin fleksiyonunu başlattığında hamstringlerin diz fleksiyonu ve rotasyonuna devam etmelerini sağlar (18).

2.1.5. Diz eklemindeki Diğer Yapılar

Menisküsler: Fibröz kıkırdaktan oluşmuş yarım ay şeklinde, eklem yüzlerinin uyumunu sağlayıp hareketin düzenli şekilde yapılmasına yardımcı olan yapılardır. Dış ve iç menisküsü önde transversum genu ligamanı birleştirmektedir (19).

Menisküs Lateralis: Tibia üzerinde iç menüsküse oranla daha fazla yer kaplayan dış menisküs C harfi şeklinde olup, ön ucu anterior interkondiler bölgeye tutunmaktadır. Arka ucu ise posterior interkondiler bölgeye tutunur. Dış menisküsün iki grup lif demeti bulunmaktadır. Biri arka çapraz bağ arkasında seyreden ligamentum meniskofemorale posterior (Wrisberg bağı) diğeri ise yine arka çapraz bağ önünde seyreden ligamentum meniskofemorale anteriordur. Bu bağların görevi popliteus kası ile beraber dış menisküsün arka kısmının hareketini kontrol etmektir (19).

Menisküs Medialis: Dış menisküse oranla ağzı daha açık, yarımay şeklindedir. Ön kısmı ön çapraz bağın ön tarafına tutunur, ön tarafın arka lifleri ise transversum genu ligamanı olarak uzanır ve dış menisküse tutunur. Arka tarafta ise posterior interkondiler bölgeye yapışır. Periferde fibröz kapsül ve iç yan bağa sıkıca tutunduğu için daha az hareketli olduğundan yırtılma ihtimali dışa göre daha yüksektir (19).

Bursalar: Diz eklemini çarpmalara karşı koruyan ön tarafta 4, dış tarafta 4, iç tarafta 5 bursa bulunmaktadır (19).

Ön Bölgede Bulunan Bursalar (19)

- Subkutan prepatellar bursa
- Subkutan infrapatellar bursa
- Bursa infrapatellaris profunda
- Suprapatellar bursa: Diz eklemi boşluğu ile ilişkilidir.

Dış Bölgede Bulunan Bursalar (19)

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

İç Bölgede Bulunan Bursalar (19)

- Bursa subtentinea musculi gastrocemii medialis
- Bursa anserine
- Bursa musculi semimembranosi
- İç yan bağ ve femur arasında olan bursa
- Çoğu zaman olan semimembranosus ve semitendinosis arasında olan bursa

2.2. Ön Çapraz Bağ Anatomisi ve Biyomekaniği

Femur ve tibia arasında uzanan çapraz bağlar tibial sonlanma yerlerine göre isimlendirilmektedir. ÖÇB ortalama 38 mm uzunluğunda 11 mm genişliğinde olup femur lateral kondilinin arkasındaki 2 cm'lik bölgeye yapışmaktadır. Tibiada ise medial tüberkülün ön-dış kısmındaki 3 cm'lik alana yapışmaktadır. Bu bölgenin femura oranla geniş olması nedeniyle daha sağlamdır. ÖÇB'nin yapışma yerlerine göre isimlendirilen iki ayrı fonksiyon gören lif grubu vardır. Bunlar tibianın ön-iç kısmına yapışan anteromedial bant (AMB) ile tibianın arka-dış kısmına yapışan posterolateral banttır (PLB). Fleksiyonda AMB gerkin iken ekstansiyonda PLB gergin olur. Bu sayede ÖÇB tibianın öne translasyonunu engellemektedir. Dizin her açısında bağın belirli bölümü gergindir (20-22).

ÖÇB beslenmesi ekstrasinoviyaldir ve anastomozlar tarafından sağlanmaktadır. Proksimal kısmını orta genikular arter, distal kısmını ise medial ve lateral inferior genikular arter beslemektedir. Femoral yapışma yerinden giren damarlar sinoviyum içinde dallanarak oluşan anastomozla tüm bağı beslemektedir. Bağın proksimal bölgesi daha iyi beslenmektedir ve kısmi ÖÇB yırtıklarının prognozunda önemli rol oynamaktadır. Tek başına hasar gören AMB yırtığında PLB beslenmesi korunduğu

için prognoz daha iyidir. Fakat özellikle PLB'nin yaralandığı hiperekstansiyon travmalarında bağın beslenmesi bozulduğu için prognoz daha kötüdür (22-24).

ÖÇB inervasyonu tibial sinirin dalı olan posterior artiküler sinir tarafından sağlanmaktadır. Eklem kapsülünü arka taraftan delerek bağa ulaşmaktadır (25).

ÖÇB diz stabilizasyonundaki görevini farklı mekanoreseptörler sayesinde yürütmektedir. Propriyoseptif görevleri olan reseptörlerin çoğu ruffini tipinde olup, pacini, golgi tendon organı ve serbest sinir uçları da diğerlerini oluşturmaktadır. Bu reseptörler özellikle bağın yapışma bölgelerinde daha fazla bulunmaktadır. Ruffini dizin ekstansiyonu sırasında oluşan gerilmeye karşı hassastır. Pacini ise dizin fleksiyonu sırasında oluşan basınca duyarlıdır. Serbest sinir sonlanmaları genel olarak inflamasyon ve ağrı hissinden sorumludur. Bunlar bazı peptidler salgılayıp greftin revaskülarizasyonunda da önemli rol oynarlar. Bağın onarılmadığı olgularda reseptör sayıları üç ay boyunca korunurken, üçüncü aydan sonra azalarak dokuzuncu ayda sadece serbest sinir uçları kalmaktadır (22,26,27).

ÖÇB dizin stabilizasyonundan birincil derecede sorumludur ve tibianın öne kaymasını engellemektedir. Bu göreve yardımcı olan diğer yapılar ise dizin farklı açılarında görev almaktadır. İkincil stabilizasyondan sorumlu olan dış yan bağ ve posterolateral yapılar ekstansiyonda, iç yan bağ, iç menisküs ve posteromedial kapsül fleksiyonun tüm açılarında; iliotibial band ve lateral kapsül ise 15 ile 90 derece arasında görev yapmaktadır (22).

2.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarının Risk Faktörleri (28)

Modifiye Edilemeyen Risk Faktörleri

- Yaş < 20
- Kadın cinsiyet
- Hormonal faktörler
- İnterkondiler bölge darlığı
- Genel ligaman laksitesi

- Pes pronatus valgus
- Ayak bileği veya diz kas-tendon yaralanma geçmişi
- Enfeksiyöz hastalıklar
- Kötü hava koşulları

Modifiye Edilebilen Risk Faktörleri

- Dinamik valgus
- Kötü kalça ve gövde kontrolü
- Kalça abdüktör ve diz fleksörlerinin zayıflığı
- Kas yorgunluğu
- Sıçrama sonrası düşüşte kalça ve diz fleksiyon zayıflığı
- Kötü kondisyon
- Propriyoseptif zayıflık
- Fleksörlerin gecikmiş aktivasyonu

2.4. 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. (29-30).

Hastaların akut dönem tedavisi şu basamaklardan oluşmaktadır (29-30):

- **Ağrı ve efüzyon kontrolü;** bu aşamada akut inflamasyonun bulgularının önlenmesi için soğuk uygulama, bandaj ve breysleme gibi kompresyon yöntemlerinden yararlanılmaktadır.
- **Hareket açıklığının sağlanması;** patellar mobilizasyon ile fleksiyon ve ekstansiyon kısıtlılığı ortadan kaldırılmalıdır.

- **Kas kuvvetinin geliştirilmesi;** ÖÇB'nin hasar gördüğü durumlarda ağrılı dönemde özellikle diz ekstansör kaslarda zayıflama meydana gelmektedir. Bu nedenle hastalara ilk dönemde ağrı ve efüzyon kontrolü sonrasında kuadriseps, hamstring, ve düz bacak kaldırma egzersizleri verilmektedir. Sağlıklı bireyde ekstansiyon kas grubunun fleksör kas gruba oranı 3/2 iken konservatif tedavi de amaç bu oranı 1/1' e ulaştırmaktır.
- **Fonksiyonel rehabilitasyon;** burada ki amaç tekrar yaralanma riskinin azaltılması ve günlük fiziksel aktivitede ki problemlerin önlenmesidir.

Cerrahi Tedavi

ÖÇB lezyonlarında diz ekleminde gelişen instabilite nedeniyle hastalarda güvensizlik ve boşluk hissi olmaktadır. İnstabilitenin devam etmesi sonucu cerrahi düşünülmeyen vakalarda sekonder kıkırdak ve menisküs hasarları oluşmakta ve diz ekleminde dejenerasyona yol açmaktadır. ÖÇB cerrahisi ilk dönemlerde genç, sportif aktivite düzeyi yüksek kişilere yapılmakta iken günümüzde cerrahi prosedürlerin gelişmesi, morbiditenin azalması, oluşan problemlerin daha iyi anlaşılması nedeni ile daha sık yapılmaktadır. Cerrahi endikasyonlar arasında (31-32);

- Sporcular
- Sportif aktivite düzeyi yüksek ve spora devam etmek isteyenler
- Eşlik eden menisküs yırtıkları
- ÖÇB'nin de olduğu çoklu bağ yaralanmaları
- Günlük yaşamda instabilitesi olan hastalar gösterilmektedir.

2.5. Diz Yaralanmalarında Egzersiz

Rehabilitasyon aşamasında yapılan egzersizler diz yaralanmalarının önlenmesinde önemli modalitelerden biridir. Diz yaralanması geçiren kişilerin egzersizleri fiziksel yetersizlikleri ve ihtiyaçları belirlendikten sonra bireysel olarak planlanabilmektedir. Detaylı ve doğru bir değerlendirme sonrası egzersizin tipi, yapılma sıklığı, yöntemi, süresi ve programın ileri aşamaları rehabilitasyonda önemli hedeflerdendir (33).

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 dayanıklılığı, propriyosepsiyonu da geliştiren nöromusküler ve fonksiyonel eğitimleri de içermesi şeklinde sınıflandırılabilmektedir (33).

Diz yaralanması ve bunun sonucunda operasyon geçiren kişilerde belirli bir dönem sonrası oluşan kuvvet kaybıyla birlikte egzersizle tekrar yaralanma korkusu olarak bilinen kinezyofobi oluşmaktadır. Eğer iyi bir egzersiz programı çizilirse nüks oranı azaltılmakta aynı zamanda kinezyofobinin önüne geçilmektedir (34).

2.5.1. Statik Egzersiz (İzometrik Egzersizler)

Eklem hareketi olmaksızın kas tonusunu artıran, kas boyunun sabit kaldığı egzersizdir. Kas kuvvetini artırma ve atrofiyi önlemede etkilidir. Eklem hareketi olmadığı için erken dönemde güvenle uygulanabilir ve efüzyonun azalmasına da yardımcı olur. Kassal dayanıklılığı geliştirmede ve fonksiyonel kuvveti artırmada yetersiz kalmaktadır. Bu egzersizde eksantrik kasılma gözlenmez (33,35).

2.5.2. Dinamik Egzersizler

2.5.2.1 Eklem Hareket Açıklığı (EHA) Egzersizi

Eklem hareketinin artırılması için aktif, aktif yardımlı ve pasif olarak uygulanan egzersiz tipidir. İmmobilizasyona bağlı olumsuz etkilerin önlenmesi için duyusal geri bildirim sağlamakta, dolaşımı olumlu etkilemektedir. Fonksiyonel hareketlerin geliştirilmesine, koordinasyon ve motor becerileri artırmaya katkıda bulunur (33).

2.5.1.2. Germe Egzersizleri

Eklem hareket açıklığının arttırılmasını, yaralanma nedeniyle boyunda kısalma olan yapıların uzamasını sağlayan egzersizlerdir. Germe egzersizleri esneklik ile ilişkilidir. Kasılmanın etkinliğini ve kuvvete karşı uyum yeteneğini artırır. Bu egzersizler aktif veya pasif olarak yapılabilir. Kısa ve uzun süreli, statik veya balistik olabilir. Balistik germeler kısa süren şiddetli germelerdir, kontrolsüz şekilde yapıldığı zaman yaralanmaya neden olabilmektedir (33,36).

American College of Sports Medicine (ACSM)‘nin germe egzersiz önerisi şu şekildedir (37):

- Sıklık: Haftada en az 2-3 kez
- Yoğunluk: Hafif rahatsızlık, gerginlik hissi oluşan noktaya kadar yapılmalıdır.
- Süre: Statik germelerde süre erişkinlerde 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.

Germe egzersizleri eklem hareket kısıtlılığını önlemenin yanı sıra kasta oluşan gerilimi ve kassal dengesizliği de önlemede de yararlı olur. Kaslarda oluşan gerginlik antagonist kaslarda kuvvet kaybına yol açmaktadır. Örneğin, hamstring gerginliği kuadriseps kas zayıflığına yol açabilmektedir. Yaralanmaların önlenmesi için germe egzersizlerinin ısınma ve soğuma aşamalarında programa eklenmesi gerekmektedir (33).

2.5.1.3. Direnç Egzersizleri

Bu egzersizler kuvvet egzersizleri olarak da tanımlanmış olup, izotonik ve izokinetik egzersizleri içermektedir. Diz ekleminin 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/kuadriseps kuvvet oranları 0.5 ve 0.8 arasında değişmektedir. Diz yaralanmalarının önlenmesi için Hamstring/Kuadriseps (H/Q) kuvvet oranına odaklanmak daha etkili olabilir (38,39).

Kuvvet egzersizlerinin doğru şekilde yapılabilmesi için dikkat edilmesi gereken konular şunlardır (33):

- Yüklenme: Sabit ağırlık kullanılıp tekrar sayısı artırılabilir veya ağırlık artırılıp tekrar sayısı düşürülebilir.
- Şiddet: Set sayısı, tekrar sayısı ve direncin çarpılması ile hesaplanır.

- Tekrar sayısı: 8-12 tekrar (erişkinlerde kuvvet kazanımı), 10-15 tekrar (orta yaş ve yaşlılar için kuvvet kazanımı), 15-20 tekrar (kassal dayanıklılık kazanımı)
- Set sayısı: 2-4 set (erişkinler) 1 set (yeni başlayan veya yaşlılar)
- Yoğunluk: Kaldırılan ağırlık, direnç veya yük olarak tanımlanmaktadır. Direnç ne kadar yüksekse yoğunluk o kadar fazladır. Kuvvetlendirme için yoğunluk 1 RM (maksimum tekrar) yüzdeleri ve belirlenen oranda tekrar sayıları ile planlanmaktadır.

ACSM (American College of Sports Medicine) (40) kuvvet egzersizlerini;

- 1 RM'nin %60-%70'inde yapılan egzersizi orta-yüksek yoğunluklu kuvvet egzersizi (orta düzeyde aktif bireyler)
- 1 RM'nin %80 ve üzeri yapılan egzersizi yüksek-çok yüksek yoğunluklu kuvvet egzersizi (sporcular)
- 1 RM'nin %40-50'sinde yapılan egzersizi çok hafif-hafif yoğunluklu kuvvet egzersizi (sedanter, egzersize yeni başlayan, yaşlı bireyler)
- 1 RM'nin %50'sinin altında yapılan egzersizi hafif-orta yoğunluklu kassal dayanıklılık egzersizi olarak tanımlamıştır.

ACSM bu egzersizlere ilişkin aşağıdaki önerileri de sıralamıştır

- Toparlanma ve dinlenme dönemleri: Bölgesel kaslar için yapılan egzersizlerde setler arası dinlenme süresi 2-3 dakika olmalıdır. Şiddetli yoğunlukta yapılan egzersizlerde bu süre 4-5 dakika; düşük yoğunlukta ise 1-2 dk veya 30-60 sn olmalıdır. Birden fazla kas veya eklemin çalıştığı egzersizlerde (squat gibi) dinlenme süresi daha uzun tutulmalıdır.
- Süre: Egzersizin tipine göre değişmekle birlikte kuvvet antrenmanı ortalama 20-60 dk yapılmalı, 6-12 hafta sürmelidir.
- Sıklık: Haftada 2-3 gün yapılmalıdır.
- Yöntem: Vücut ağırlığı, serbest ağırlık, kuvvet cihazları, elastik bantlar gibi farklı materyaller kullanılarak yapılabilir.
- Periyotlama: Uzun zaman aynı programın uygulanması kuvvet artışında kayıp ve psikolojik yorgunluk oluşturmaktadır. Bunun engellenmesi için 3-4 haftada bir programların yeniden düzenlenmesi gerekir.

- Özelleşme: Spora özgü egzersizler planlanmalıdır.
- Geri dönüş özelliği: Çalışma bırakıldığında egzersiz öncesi düzeye dönüş olabileceği unutulmamalı, en az haftada bir kez egzersiz tekrarlanmalıdır.
- Fiziksel uygunluk: Bireylerin kapasiteleri belirlenmeli ve egzersizler buna göre planlanmalıdır.

Kuvvetlendirme egzersizlerinde başvurulacak yöntemler şunlardır (33);

- Tekli-Çoklu Setler
- DeLorme Tekniği
- Oxford Tekniği
- Piramid Tekniği
- Süper-setler
- Circuit Eğitim

İzotonik Egzersiz

Bu egzersiz tipinde kaldırılan yük sabitken kasa uygulanan kuvvet eklem hareket açıklığı boyunca değişmektedir. İzotonik egzersizler için vücut ağırlığı, kum torbaları, elastik bantlar, serbest ağırlıklar, hareket cihazları kullanılmaktadır. İzotonik egzersiz tipleri şunlardır:

- Konsantrik Egzersiz: Kasın başlangıç ve bitiş noktalarının birbirine yaklaşması sonucu kas boyunun kısalması ile oluşmaktadır. Kasta oluşan gerim karşı koyduğu kuvvetten fazladır.
- Eksantrik Egzersiz: Kasın başlangıç ve bitiş noktalarının birbirinden uzaklaşması ile kas boyunda uzama olmaktadır. Kas liflerinin uzaması ile daha fazla güç üretilebilmektedir. Eksantrik egzersizde konsantrik egzersize göre kaslar daha fazla kasılma potansiyeline sahiptir. Bu tip egzersizde kaslarda ağrı ve hassasiyet olabilmektedir. Daha az kas lifi ile daha az enerji harcanarak daha fazla güç üretebilmektedir.

İzotonik kuvvet programı hazırlanırken kullanılan yöntemlerden birisi De Lorme tekniğidir. Bu teknikte kişinin 10 tekrarlı kaldırabildiği maksimum ağırlık hesaplanır. Hesaplanan ağırlığın %50'si, %75'i ve %100'üyle kuvvet egzerszileri yaptırılır. De

Lorme'nin modifiye hali olan Oxford tekniğinde ise egzersizlere yüksek ağırlıkla başlanır, daha sonra düşük ağırlığa geçilir. Böylece ve daha kolay tolere edilebilmektedir (33, 35, 41, 42).

İzotonik egzersizler ÖÇB rehabilitasyonunda çokça kullanılmakta ve iyi sonuçlar alınmaktadır. Eksantrik egzersizlerin yaralanmaların önlenmesinde etkin olduğu dile getirilmektedir (43).

İzokinetik Egzersiz

Kaslar sabit açısal hızda farklı dirençlerle çalışmaktadır. İzokinetik egzersizler farklı eklem hareket açıklığında yapılabilir. Hem rehabilitasyon aşamasında hem de cerrahi sonrasında kullanılabilmektedir. İzokinetik egzersizler yavaş hızlarda kuvvet, yüksek hızlarda dayanıklılığı artırmada etkindir (43).

2.5.1.4. Açık ve Kapalı Kinetik Zincir Egzersizleri

Diz eklemi için yapılan açık kinetik zincir egzersizinde (AKZE) ayak yer ile temas etmeden yükler tibia tarafından dize aktarılarak diz ve çevresindeki kaslar çalıştırılmaktadır. Diz diğer eklemlerden bağımsız hareket etmektedir. Tek eklemin çalıştığı egzersiz tipidir. Örnek olarak diz ekstansiyon ve fleksiyon egzersizleri gösterilebilir. Rehabilitasyon programlarının erken dönemlerinde onarılmış bağa fazla yük bindirdiği için tercih edilmemektedir (44,45).

Kapalı kinetik zincir egzersizinde (KKZE) ayak yer ile temastadır, dizdeki hareket kalça ve ayak bileği ile birlikte yapılmaktadır. Örnek olarak squat, leg press ve lunge, bisiklet çevirme egzersizleri gösterilebilir. Bu egzersizler propriyosepsiyonu geliştirdiği, birden fazla eklemi içerdiğinden daha güvenli olduğu için rehabilitasyonun erken aşamalarında kullanılmaktadır (44).

ÖÇB onarımı sonrası erken dönem rehabilitasyonda AKZE yerine KKZE kullanılmasının diğer gerekçeleri şöyle sıralanabilir (45).

- Hamstring kasları kuadriseps ile eş zamanlı kasılmaktadır.
- Fonksiyonel aktivitelere daha yakın egzersizlerdir.
- Patellofemoral sorunlar daha az görülür.

- Öne tibial translasyonu azaltarak diz ekleminin stabilitesini artırmaktadır.

2.5.1.5. Piliometrik Egzersizler

Piliometrik egzersizler (PE) birim zamanda oluşacak gücü artırarak maksimum gücü açığa çıkaran egzersizlerdir. Kasın eksantrik kasılması ile birlikte ortaya çıkan elastik kuvvet konsantrik kasılmada yüksek oranda kuvvet ortaya çıkarır. Kinetik enerjinin verimli şekilde kullanılması ile patlayıcı sıçrama kuvveti geliştirilmektedir (46).

PE kassal elastikiyetin artmasına yardımcı olduğu gibi propriyoseptif duyunun gelişmesine de katkıda bulunmaktadır. Eksantrik yüklenmelerle birlikte kasta daha fazla motor ünite aktive olmakta ve enerji toplanmaktadır (33).

PE sportif performansı artırdığı gibi rehabilitasyonun spora dönüş aşamasında da oldukça etkilidir. Alt ekstremitede en sık kullanılan PE tipleri atlama ve sıçrama egzersizleridir. Düşük yoğunluklu dikey sıçramalar ile başlayıp kutu atlamaları ve yüksekten düşme atlaması gibi hareketler planlanmalıdır (47).

2.5.1.6. Reaktif Nöromusküler Egzersizler

Reaktif nöromusküler egzersiz eğitimi (RNE) etkilenmiş eklemde stabilitenin ve motor kontrolün sağlanmasında ön plana çıkmaktadır (48).

Nöromusküler kontrolde en önemli unsurlardan biri propriyosepsiyondur. Mekanoreseptörler eklem pozisyonunun ve hareketinin propriyoseptif bilgilerini taşıyan duyu reseptörleridir. Bu reseptörler arasında Pacini, Meissner, golgi tendon organı, kas iğciği hücreleri, Ruffini sinir sonlanmaları ve serbest sinir sonlanmaları yer almaktadır. Bu reseptörler nosiseptörlere göre merkeze daha hızlı ileti sağlamaktadır. Bu nedenle yaralanmaların önlenmesinde ağrı duyusu değil, propriyosepsiyon öne çıkmaktadır (49).

Spinal düzeyde kas stabilizasyonu sağlandıktan sonra beyincik, vestibüler, görsel ve somatosensöryel sistemler ile postür ve denge sağlanır. Son olarak da kortikal merkezler motor fonksiyonu kontrol etmektedir (33).

RNE eğitiminde dikkat edilmesi gerekenler konular şöyle sıralanabilir (33).

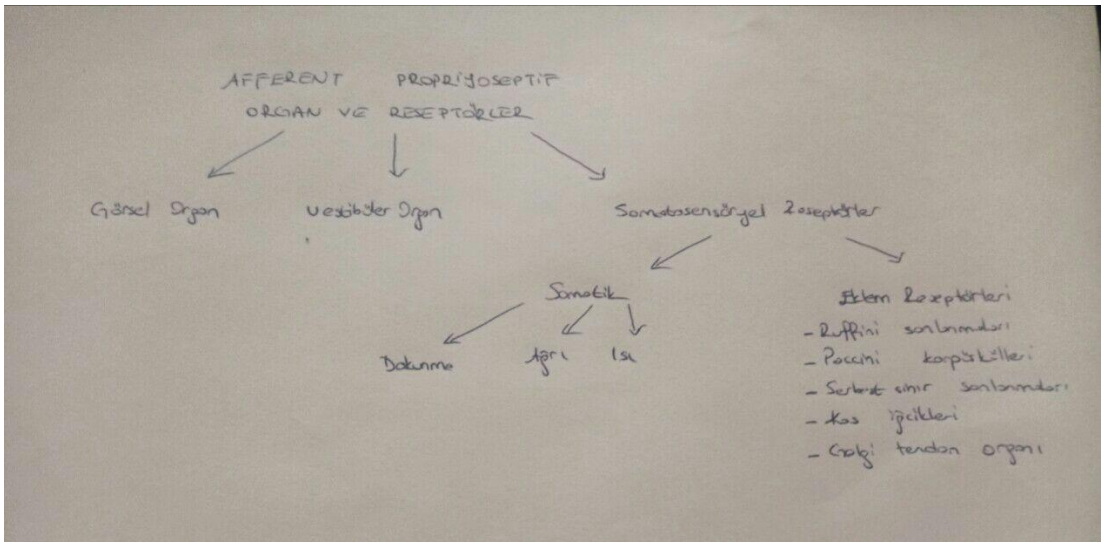
- Bilateralden unilaterale
- Desteksizden destekliye
- Minimal stresten maksimal strese
- Yavaş hızdan yüksek hıza
- Kademeli zorluktan ani zorluklara
- Basitten kompleks koordinasyona
- Kontrollüden kontrolsüz aktivitelere

  doğru geliştirilmelidir.

Propriyoseptif Egzersizler

Vücudun pozisyon duyusuna uygun motor yanıt verebilme yeteneğidir. Eklem pozisyon hissi ve hareketi, nöromusküler kontrolü de içine alan özelleşmiş bir duyu sistemidir (50).

Eklem hareketi, eklem pozisyon hissi, kas iğcikleri gibi reseptörlerden alınan bilgiler serebellar düzeyde değerlendirilmektedir. Ayrıca vestibüler ve görsel reseptörler de önemli rol oynamaktadır (51).



Şekil 4. Propriyosepsiyon Mekanizması

Propriyosepsiyon bilinçli ve bilinçsiz olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Bilinçli olan aktivite sırasında eklemin uygun hareketini sağlamakta, bilinçsiz proprioyosepsiyon ise reseptörler aracılığı ile uygun refleks cevabı başlatmaktadır (52).

2.6. Fonksiyonel Diz Rehabilitasyonu

Fonksiyonel rehabilitasyon spora dönüş sürecinde verilen egzersizleri tanımlamaktadır. Kuvvet, esneklik, denge, çeviklik, propriyosepsiyon ve nöromusküler kontrol egzersizleri bu süreçte birlikte yer alır. Rehabilitasyonun ilk aşamalarında kullanılan egzersizler günlük yaşam aktivitelerine yönelik olurken fonksiyonel rehabilitasyonda pivot hareketleri, koşma, ani duruş, yön değiştirme, sıçrama gibi aktivitelere dönüş hedeflenmekte ve tekrar yaralanma olasılığının azaltılması amaçlanmaktadır. Fonksiyonel rehabilitasyonun iki önemli hedefi eklem stabilizasyonunun sağlanması, aktivite sırasında eklem translasyonunun kontrol edilebilmesidir ve spora özgü becerilerin tekrar kazandırılmasıdır (53).

2.6.1. Denge Eğitimi

Postüral denge görsel, vestibüler ve propriyoseptif duyulardan gelen bilgilerle motor ve kognitif fonksiyonların entegrasyonunu sağlayarak denge durumunda kalma becerisidir. Denge egzersizleri sportif performansın artırılmasında, alt ekstremite yaralanmalarının önüne geçilmesinde ve nöromusküler fonksiyonun geliştirilmesinde rehabilitasyonun vazgeçilmez parçalarındandır (54-57).

Spor yaralanması riskinin azaltılması ve performansın artırılması için denge egzersizleri kuvvet ve piliometrik egzersizlerle beraber verilmelidir. Denge statik ve dinamik olarak ikiye ayrılmaktadır. Sportif performans sırasında gösterilen dengeye fonksiyonel denge de denilir. Statikten dinamiğe doğru geliştirilir (57).

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 (58).

Denge egzersizleri basitten zora doğru planlanmalıdır. Statik egzersizlerden dinamik egzersizlere geçiş yapılmalıdır. Egzersizler arasında dinlenmeye yeteri kadar yer verilmelidir. Egzersizler için farklı zeminler kullanılmaktadır. Sert zeminde başlayıp, denge tahtası, süngerler, BOSU gibi zeminlerde basitten zora doğru çok yönlü olarak planlanmalıdır. Gözler açık başlanan egzersizler gözler kapalı olarak yapılarak geliştirilebilir (33, 59, 60).

2.6.2. Fonksiyonel Rehabilitasyonda Kullanılan Piliometrik Egzersizler

Piliometrik egzersizlere başlanabilmesi için ağrı, ödem ve hareket kısıtlılığı olmaması, kuvvet egzersizlerininin orta seviyede yapılıyor olması, dayanıklılığın gelişmiş olması, denge egzersizlerinin yeterli düzeyde yapılıyor olması gerekir (46,62).

Piliometrik Egzersiz Çeşitleri (33,63).

- Çömelme sonrası sıçrama
- Bilateral mini sıçrama egzersizleri (öne-arkaya, sağa-sola)
- Yarı çömelme sonrası sıçrama
- Tek ayak submaksimal lateral sıçrama
- Durarak sıçrama
- Derin sıçrama

2.7. Spora Dönüş Kriterleri

Rehabilitasyon süreci verimli olsa da spora dönüş oranı beklenenden azdır. Özellikle de rekreasyonel sporcuların spora dönüş oranları oldukça düşüktür. Spora dönüşü etkileyen tüm faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (64,65).

Spora dönüşte öncelikli hedef sporcunun tekrar yaralanmasına engel olmaktır. Bu nedenle spora dönüş kriterleri ön plana çıkmaktadır. Bu kriterler fonksiyonel durumu, fiziksel, sosyal ve psikolojik objektif ve subjektif parametreleri içermektedir (33).

Diz yaralanmaları sonrası spora dönüş kriterleri genellikle aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (33,66-68).

- Hareketler sırasında ve ROM açılarında dizde ağrı olmaması
- ROM kısıtlılığı olmaması
- Dizde şişlik ve belirgin efüzyon olmaması
- Dizde instabilite, kilitlenme olmaması
- Esnekliğin sağlanmış olması
- Yapılan kas kuvveti değerlendirmesinde opere taraf kuadriseps ve hamstring kuvvetinin sağlam tarafa oranının %90 veya üzerinde olması
- Kardiyovasküler dayanıklılığın yeterli olması
- Denge ve propriosepsiyonun sağlam tarafla benzer düzeye gelmiş olması
- Sıçrama testlerinde etkilenmiş tarafın sağlam tarafa oranının %90 veya üzerinde olması
- Sıçrama biyomekaniğinin doğru olması
- Motivasyonun yüksek olması
- Subjektif diz değerlendirme skalalarından yüksek puan alınması
- Spora özel testlerde değerlerin normale yakın olması

2.7.1. Diz Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Objektif kuadriseps ve hamstring kas kuvvet oranları izokinetik dinamometre ile farklı açısal hızlarda eksantrik ve konsantrik olarak değerlendirilmektedir. Etkilenmiş tarafın sağlam tarafa oranı %90 ve üzerinde olmalıdır (67).

2.7.2. Sıçrama Performansının Değerlendirilmesi

Sıçrama testleri kuadrisepsin patlayıcı kuvvetinin yanında eklem stabilitesini, hareket korkusunu ve alt ekstremite mekaniğini de değerlendirmeye yardımcı olur.

Güvenli spora dönüş testleri içinde güvenirlilik ve geçerliliği gösterilmiş 4 tane sıçrama testi kullanılmaktadır (56,69-71).

- Tek adım sıçrama testi: Tek adım ile en fazla sıçrayacağı mesafe not edilir.
- Üç adım sıçrama testi: Tek ayak ile beklemeden üç kez sıçradığı mesafe not edilir.
- Çapraz sıçrama testi: Tek ayak ile çapraz şekilde üç adım ile kat ettiği mesafe not edilir.
- 6 metre sıçrama testi: Tek ayak ile 6 metreyi ne kadar sürede alacağı kaydedilir.

Sıçrama testlerinde hedef sağlam tarafın en az %90'ına erişmektir (67,72).

2.7.3. 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. İki taraf karşılaştırıldığında hedef sağlam tarafın en az %90'ına ulaşmak olmalıdır. Y denge testi ise SEBT'den farklı olarak anterior, posteromedial, posterolateral olmak üzere 3 yönde yapılmaktadır, ayrıca hareket edebilen bir platform içermektedir (73,74).

Dinamik postural stabilitenin ölçülmesinde kullanılan cihazlardan Biodex Balance System (BBS) ise denge performansını sayısal verilerle ortaya koyan bir cihazdır (75).

2.7.4. Subjektif Diz Skalaları ve Psikolojik Durumun Değerlendirilmesi

Bu skalalar hastanın semptomlarını, yaşam kalitesindeki farklılıkları ve dizin fonksiyonel durumunu ortaya koymak üzere hazırlanmış olup, spora dönüş kriterleri içinde de kullanılmaktadır (33). En sık kullanılan ölçekler şunlardır:

- IKDC Subjektif Diz Değerlendirme Skalası
- Lysholm Diz Skorlama Ölçeği
- Tegner Aktivite Skalası
- KOOS Skorlama Ölçeği
- Tampa Kinezyofobi Skalası

- Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Spora Dönüş Ölçeği (ACL-RSI)

2.8. Yüzeyel ve Kinezyolojik Elektromiyografi

Anatomik ve fizyolojik olarak insan hareketlerini inceleyen bilime kinezyoloji denir. Hareket sırasında iskelet kasının mekanik ve elektriksel özellikleri incelenmektedir. Yüzeyel EMG (yEMG) kinezyolojik EMG'nin uygulama biçimi olarak karşılık bulmaktadır. Deri üzerine uygulanan yüzeyel elektrotlarla kasın aksiyon potansiyellerini kaydetmektedir. Aynı zamanda kasın elektriksel aktivitesinin boyutunu ve zamanlama paternini diğer kaslarla ilişkili olarak gösterebilmektedir (76).

Kinezyolojik EMG, ağrısız ve zararsız bir yöntem olup kas işlevi hakkında bilgi vermektedir. Rehabilitasyon sürecinde kasların optimal çalışmasına katkıda bulunarak geri bidirim verme amacıyla kullanılabilir. Kronik ağrıların değerlendirilmesinde, kas yüklenmelerinin araştırılmasında da kullanılabilmektedir (76).

EMG'nin hareket analizi ile birlikte kullanılmasının gerekçeleri şunlardır (76,77);

- Kasın oluşturduğu kuvvetin belirlenmesi
- Kasın yorgunluğunun gösterilmesi
- Kasın aktivasyonu ile ilgili uyarının başlangıç ve bitiş zamanlarının belirlenmesi

2.8.1. EMG Sinyalinin Elde Edilmesi ve Kaydedilmesi

EMG sinyalinin elde edilirken sinyal/parazit oranı yüksek olmalıdır. Ayrıca alınan sinyalde distorsiyon olmamalıdır. Kayıt sırasında monopolar veya bipolar düzenler kullanılmaktadır. Monopolar kayıtta bir elektrot kasa, diğeri ise nötral bir bölge olan kemik üzerine yerleştirilmektedir. Bipolar kayıt ise izometrik olmayan kasılmalarda kullanılmaktadır (76).

Yüzeyel elektrotlar gümüş, altın, çelik veya kalaydan yapılabilmektedir. Yüzeyel kayıtlarda hareket artefaktlarının önlenmesine dikkat etmek gerekir. Gümüş, gümüş-nitrat elektrotlar artefaktları azaltır. Hareket artefaktını önlemek için kabloların hareket etmemesi de gerekir. Kablo uzunluğu kısa tutulmalı, metal sargı ile korunmuş kablolar kullanılmalıdır (76).

Yüzeyel elektrotların kas üzerine yerleştirilmesi uygun verilerin alınmasında çok önemlidir. Tendon ve çevresinde kas liflerinin çapları azaldığı için EMG sinyal amplitüdü düşük olmaktadır. Başka kaslarla da etkileşim söz konusu olabilir, bu da sinyal karışıklığına yol açabilir. Kaslara yerleştirilen elektrotlar arası uzaklık, elektrot büyüklüğü de EMG sinyalini etkilemektedir. Yüzeyel elektrotların diğerlerinden farkı ağrısız ve kolay uygulanabilir olmasıdır (76).

2.8.2. EMG Sinyalini Etkileyen Faktörler

Elektrotların tipi, boyutu, aralarındaki mesafe, monopolar veya bipolar olması sinyali etkileleyen faktörler arasındadır. Subkutan yağ dokunun fazlalığı olumsuz etkilemektedir. Elektrot ve deri arayüzü arasındaki etkileşim önemlidir. Cilt uygun şekilde hazırlanmalıdır (76).

2.8.3. EMG Sinyal Analizi

EMG sinyali bilgisayar ekranından, osiloskoptan veya kağıt üzerine çizdirilmiş traselerden analiz edilebilir. Elde edilen sinyalin artefaktsız olup olmadığı, kas aktivitesinin varlığı ve aktivite varsa bunun süresi ve düzeyine dikkat etmek gerekmektedir. EMG sinyalinden alınacak en temel bilgi kasın hareket sırasında kullanılıp kullanılmadığıdır. EMG sinyalinin frekansı ve amplitüdür dikkate alınır. Kas aktivitesini gösteren amplitüdün belirleyicisi aktif motor ünite sayısıdır. Motor üniteler ne kadar aktifse EMG sinyalindeki dikenlerin ve dönüşlerin sayısında o kadar artış olmaktadır (76).

2.8.4. EMG Amplitüdü

EMG sinyalininin amplitüd değeri 0 ile 10 mV arasında değişmektedir. Çok sayıda motor ünitenin eş zamanlı ateşlenmesi durumunda değer artar. Kas aktivitesinin

belirli bir süre içindeki ortalama amplitüdünü elde etmek için sinyali rektifiye etmek gerekmektedir. Tam dalga rektifikasyonu negatif olan voltaj değerlerinin pozitif değerlere dönüştürülmesidir. Rektifikasyon sayesinde veriler sayısal olarak işlenebilir hale gelmektedir. Bazen rektifikasyon sonrası integrasyon işlemi de gerekmektedir. Böylece veriler kantifiye edilir. İntegrasyon bilgisayar algoritması aracılığıyla aktivitelerin toplanması işleminden ibarettir (76).

Popüler ve kabul gören başka bir yaklaşım ise RMS (root mean square)'dir. Ortalama karekök amplitüdün kaydedilmesi anlamına gelmektedir. Bütün aktivitelerdeki EMG sinyal verilerinin karelerinin alınmasından sonra ortalamalarının hesaplanarak karekökünün hesaplanması işlemidir. RMS yöntemi EMG sinyallerinin işlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biridir (76,78).

2.8.5. Kas Kuvvetinin EMG ile İlişkisi

Elektromiyografinin (EMG) sinyal amplitüdü analiz edilerek kas gücünün derecesine bakılabilmektedir. Sportif rehabilitasyonda yeterli kas gücünün saptanmasına yardımcı olabilir. Kas kuvveti ile birlikte kas yorgunluğu da değerlendirilebilir (76).

EMG kullanılarak kas aktivasyon zamanı ve yoğunluğu hakkında bilgiler toplanabilir. Böylece sporcuya özel programların düzenlenmesi ve bu programların denetlenmesinde katkı sağlanabilir (79).

2.8.6. Spor Alanlarında Yapılan EMG Çalışmaları

Farklı ROM açılarında yapılan diz ekstansör kaslarınının kuvvetiyle EMG analizi ile elde edilen verilerin korele olduğu gösterilmiştir. Rehabilitasyon sırasında hareketlerin denetlenmesi ve eklem pozisyonlarının belirlenmesinde EMG yardımcı bir araç olarak kullanılabilir (80).

8 haftalık bir çalışmada, diz ekstansörlerine yapılan eksantrik ve konsantrik egzersizlerden sonra hastaların EMG amplitüdlerinde artış gösterilmiş, eş zamanlı izokinetik verileri de anlamlı bulunmuştur (81).

Yapılan bir başka çalışmada ise hamstringlere yönelik farklı egzersizlerden hangisinin biseps femoris veya semitendinosu daha aktif çalıştırdığı EMG ile değerlendirilmiştir. Egzersizler düşük-orta-yüksek şiddette egzersizler olarak sınıflandırılmıştır. Örnek olarak lunge egzersizi düşük yoğunluklu grupta olup semitendinosusu daha aktif çalıştırmaktayken, Nordik eksantrik egzersizi orta yoğunlukta egzersiz olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada EMG analizinin rehabilitasyon planlanmasında ve yaralanmaları önleyici programların düzenlenmesinde yardımcı olabileceği belirtilmiştir (82).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda en az bir en fazla beş yıl önce ÖÇB onarımı sonrası sportif rehabilitasyon programına alınmış olup yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine dönememiş olan gönüllü hastalar katılmıştır. Çalışma etik kurul onayı (Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi klinik araştırmalar etik kurulu, 13 mart 2017, 05-224-17**)** alındıktan sonra çalışmaya alınma ölçütlerini karşılayan 28 gönüllü hasta ile gerçekleştirilmiştir. 4 hasta değişik gerekçelerle çalışmadan ayrıldığından 24 kişi ile tamamlanmıştır.

Çalışmaya alınma kriterleri şunlardır;

1. Yaş aralığının 18-35 yaş arasında olması
2. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda en az bir en fazla beş yıl önce ÖÇB onarımı sonrası sportif rehabilitasyon programına alınmış olması
3. Günlük yaşam aktivitelerinde herhangi bir sıkıntısı olmadığı halde yaralanma öncesi sportif aktiviteye düzeyine dönememiş olması
4. Alt ekstremiteye ait ek kemik, eklem ve kas yaralanması geçirmemiş olması
5. Hastanın çalışmaya katılmayı kabul etmesi ve bilgilendirilmiş olur formunu imzalaması

Çalışmaya katılan hastalara araştırmacı tarafından bilgi verilmiş ve klinik değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışma haftada 3 kez olmak üzere 8 hafta sürmüştür. Çalışmanın aşamaları aşağıda sıralanmıştır.

İlk aşamada; çalışma konusunda bilgilendirme, fiziksel muayene, antropometrik ölçümler ve oryantasyon eğitimi yapılmıştır. Oryantasyon eğitiminde uygulanacak rehabilitasyon programı, izokinetik kuvvet testleri, EMG (elektromiyografi), rehabilitasyon öncesi ve sonrası ölçümler hakkında bilgiler verilmiştir.

İkinci aşamada; IKDC, Lysholm, ACL-RSI ölçekleri uygulanmış, böylece hastaların fonksiyonel ve psikolojik durumları değerlendirilmiştir. Daha sonra EMG (Hercules Wearable EMG 2018 Ankara) ile birlikte izokinetik kas kuvveti ölçümleri eş zamanlı olarak her iki diz için karşılaştırmalı olarak uygulanmıştır. İzokinetik kas kuvveti ölçümü Biodex Isokinetic Systems Pro (Medical Systems, Shirley, NY, 11967,

USA) marka izokinetik dinamometre ile 60 derece/saniye hızda 5 tekrarlı ve 180 derece/saniye hızda 10 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Ayrıca Biodex Balance Sytems SD (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, 11967-0702, USA) ile denge testleri uygulanmıştır.

Üçüncü aşamada; katılımcılar önce 15 dk germe ve ısınma, 15 dk alt ekstremite izotonik kas kuvvet çalışması sonrası 30 dakika sürecek olan fonksiyonel kuvvetlendirme egzesizleri, denge ve propriosepsiyon egzersizleri, çeviklik, sürat ve piliometrik egzersizleri ve spora dönüş testlerini içeren "Ankara Tıp ÖÇB Onarımı Sonrası Spora Dönüş Test ve Çalışma Protokolü''ne alınmışlardır. Bu program haftada 3 kez uygulanmış ve 8 hafta devam etmiştir. Çalışmalar sırasında hamstring ve kuadriseps kaslarının elektromiyografik kayıtları egzersiz programına başlarken, birinci ayın sonunda ve ikinci ayın sonunda olmak üzere üç kez kayıt altına alınmıştır.

Dördüncü aşamada; ikinci aşamadaki test ve değerlendirmeler tekrar edilmiştir.

Beşinci aşamada; program öncesi ve sonrası elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

Çalışmaya aldığımız gönüllüler tedavi programına bisiklet ergometresi ile 5 dakika 50 watt dirençte ve 50 devirde ısınma egzersizleri ile başlamışlardır. Egzersiz programı çalışmayı yürüten spor hekimi tarafından izlenmiştir.



Şekil 5. Bisiklet ile ısınma egzersizi

Hastalara ısınma sonrası gastrosoleus, hamstring, addüktör, kuadriseps ve kalça fleksörlerine yönelik germe hareketleri uygulanmıştır.



Şekil 6. Gastrosoleus statik aktif germe



Şekil 7. Hamstring statik aktif germe



Şekil 8. Kuadriseps statik aktif germe



Şekil 9. Addüktör statik aktif germe



Şekil 10. Kalça fleksörleri statik aktif germe

Kuvvet egzersizleri RM değerleri belirlenerek planlanmıştır. 1 RM değeri bir tekrar için yapılabilecek maximum direnç miktarını göstermektedir. RM değerleri 1RM maximum direnç ile tekrarlamaya gerek kalmadan kas kuvvetini ölçmek için daha güvenli bir yöntemdir (83).

RM belirlenmesi De Lorme yöntemine göre yapılmıştır. Her hastanın 10 kez kaldırabildiği maximum ağırlık hesaplanmıştır. Daha sonra bu ağırlığın % 50'si, %75'i ve %100'ü ile 10 tekrar olacak şekilde egzersiz planlanlaması yapılmıştır. Haftalık takiplerde RM değerleri tekrar ölçülmüştür. Ölçüm değerlerine göre egzersizler tekrar planlanlanmıştır (84).

Uygulanan izotonik kuvvet egzersizleri aşağıda sıralanmıştır.



Şekil 11. EMG ile eş zamanlı kuadriseps kuvvet çalışması



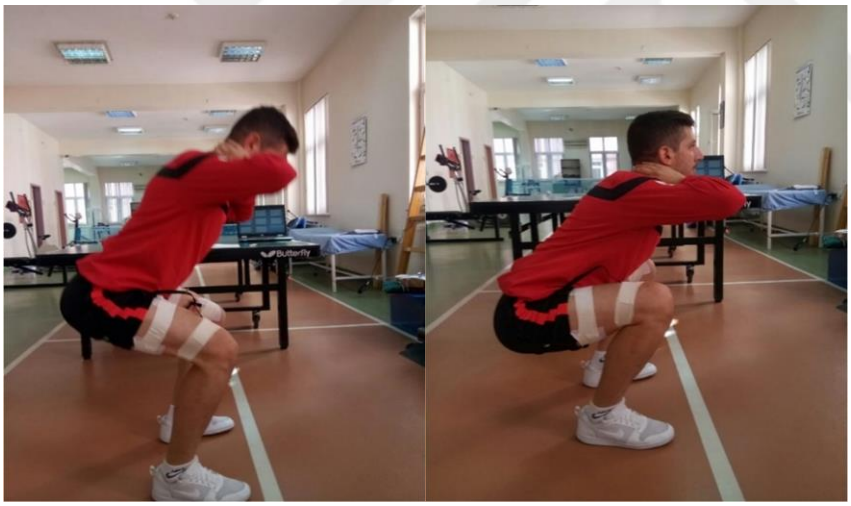
Şekil 12. EMG ile eş zamanlı hamstring kuvvet çalışması



Şekil 13. Bacak itme cihazında kuvvet çalışması



Şekil 14. Dört yönlü kuvvet çalışması



Şekil 15. Squat egzersizleri

Kuvvet egzersizleri sonrası denge ve propriyosepsiyon egzersizleri ile devam edilmiştir. Bu egzersizler denge tahtası ve BOSU (The BOSU® PRO Balance Trainer USA) ile yaptırılmıştır. BOSU ve stabilite eğitim materyallerinin çalışmalarda daha çok kullanıldığı görülmektedir (85). BOSU ve denge tahtaları ile 8 haftalık fonksiyonel ve statik denge eğitimi verilmiştir. Denge egzersizleri gözler açık ve kapalı, çift ve tek

bacak olarak uygulanmıştır. Her hareketin 30 sn sürmesi öngörülmüş ve 3 set olarak yapılmıştır.

Denge eğitim programının detayları aşağıda verilmiştir (86,87):

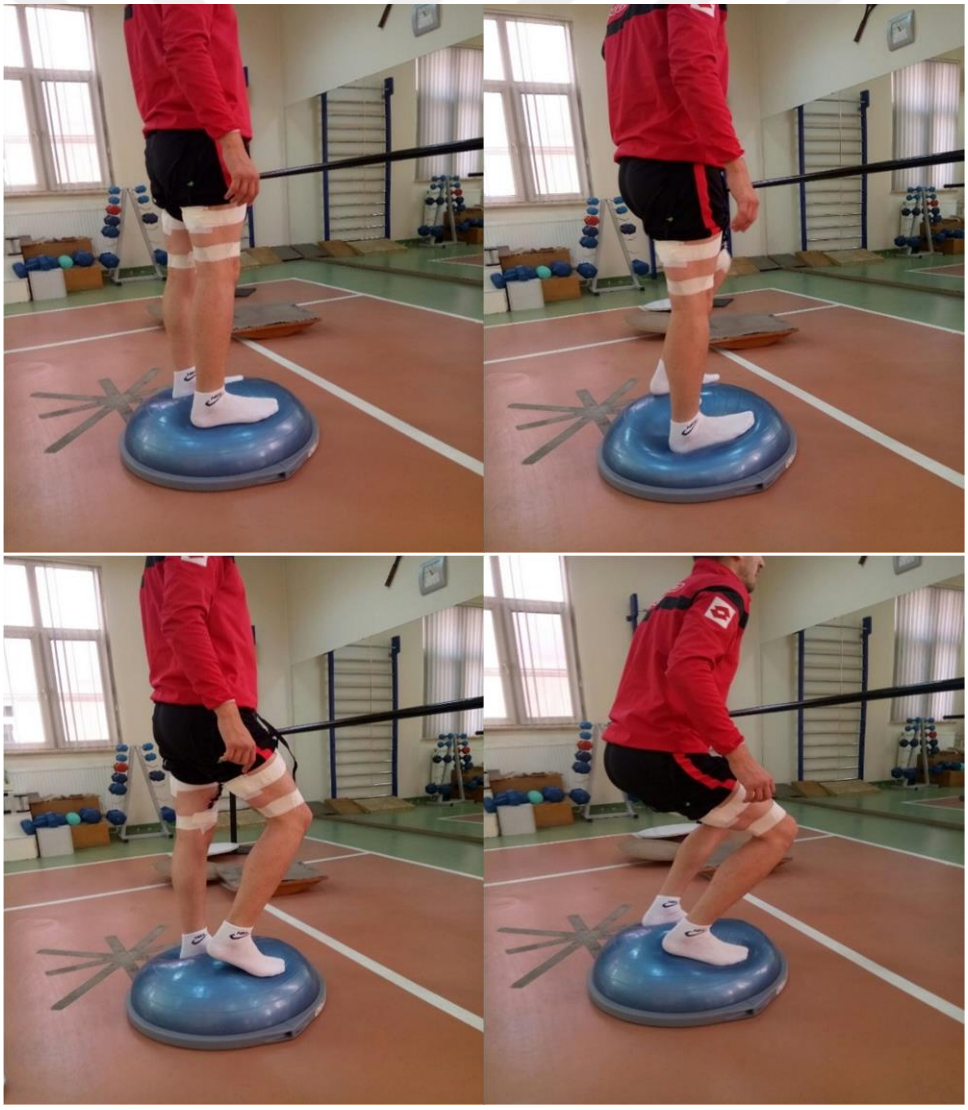
- Tek ve iki bacak ile denge tahtasında durma (gözler açık ve kapalı)
- BOSU ve stabilite süngeri üzerinde çift ve tek bacak üzerinde yarı çömelme (gözler açık ve kapalı)
- Çift bacak BOSU üzerinde spora özel aktiviteler (olduğu yerde koşu, tutma, fırlatma)

Kişilerin denge ölçümleri Biodex Balance Sytems SD (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, 11967-0702, USA) ile incelenmiştir. Kişilere Athletic Single Leg protokolü her iki diz için uygulanmıştır. Cihazın platformu 0-12 arası hareketlilik derecesine sahiptir. 12; en sabit platform iken, 0; en hareketli platformu oluşturmaktadır. Bu çalışmada 6. seviye dinamik denge testi kullanılmıştır. Hastalar iki diz içinde 20 sn boyunca desteksiz tek bacak üzerinde 3 set dengede durmaya çalışmışlardır. Set aralarında 10 sn dinlenme süreleri verilmiştir. Test tamamlandıktan sonra total, anterior-posterior ve medio-lateral skorlar olmak üzere 3 ayrı skor elde edilmiştir.





Şekil 16. Denge Egzersizleri





Şekil 17. BOSU ile denge ve propriyosepsiyon egzersizleri



Şekil 18. Biodex denge cihazı ile yapılan egzersizler

Piliometrik egzersizler sıçrama, atma, atlama gibi çalışmaları içeren patlayıcı kuvveti artırarak sportif performansı yükseltmeyi hedefleyen çalışmalardır. Kasın eksantrik kasılması sonucunda depolanan enerjiyle patlayıcı güç artmaktadır (88).

Kişilere çoğunlukla bu egzersizler 1. ayı tamamlandıktan sonra tedavi protokolüne eklenmiştir. Bunun belirlenmesinde kişilerin ara ölçümlerde kuvvet-denge parametreleri göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 19. Uzun sıçrama



Şekil 20. Çeviklik egzersizleri





Şekil 21. Üç adım sıçrama egzersizi

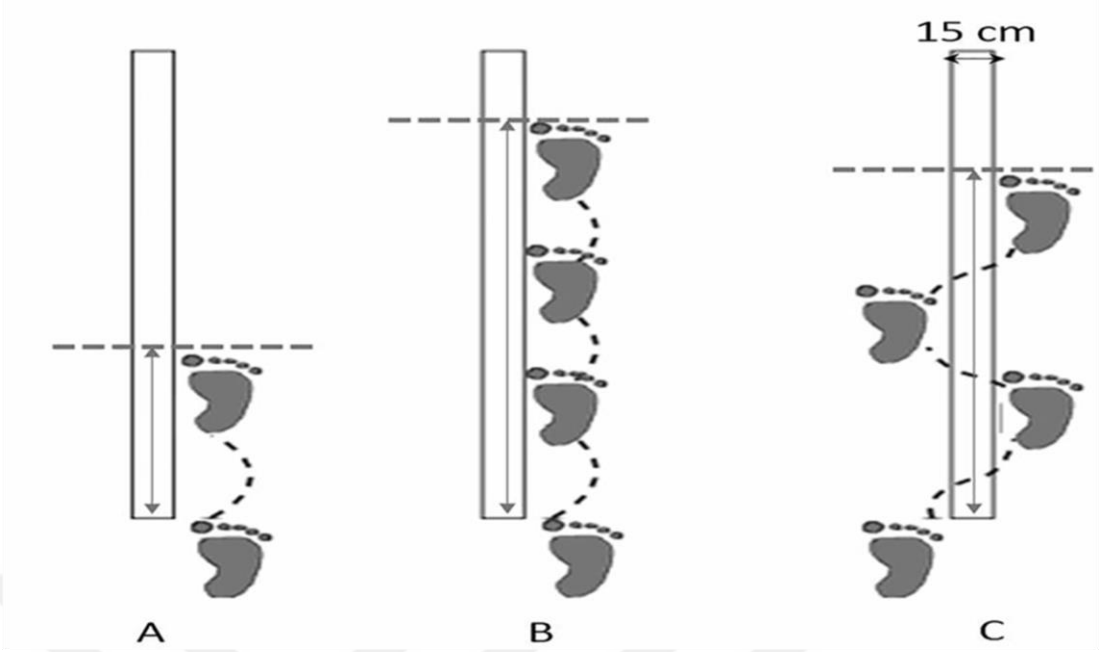




Şekil 22. Kutu üzerinden sıçrama egzersizleri



Şekil 23. Basamaklı sıçrama egzersizleri



Şekil 24. Spora dönüş sıçrama testleri: Tek adım ve üç adım ileri ve çapraz sıçrama

Uyluk Ön-Arka Kuvvet Ölçümleri

Hastaların kas kuvvet ölçümleri güvenirliliği saptanmış Biodex Isokinetic Systems Pro (Medical Systems, Shirley, NY, 11967, USA) izokinetik cihazı ile yapılmıştır (Drouin ve ark. 2003). Denekler izokinetik dinamometre ölçümleri 8 kanallı EMG elektrotları bağlı durumdayken alınmıştır. Cihazın koltuğuna oturan hastalar veri kaydedilme sırasında bel ve göğüsten destekli kemerlerle sabitlenmiştir. Ölçüm yapılan adele de femur distalinden kemerlerle desteklenmiştir. Cihazın kuvvet kolu lateral femoral kondilin lateralini gösterecek şekilde ayarlanmıştır. Eş zamanlı olarak ayak kuvvet kolu da lateral malleol proksimalinden sabitlenmiştir. Deneklerin diz fleksiyon ve ekstansiyon açıları ayarlanması sonrası eklemlerin sırayla çift taraflı olmak üzere izokinetik ölçüm kuvveti için 60 °/sn hızda 5 tekrar ve dayanıklılık için 180 °/sn hızda 10 tekrar yapılmıştır. Kuvvet ve dayanıklılık ölçümleri arasında 30 sn.dinlenme süresi verilmiştir. Her iki hızda konsantrik kuvvetleri değerlendirilen kişilerin üst ön-arka adele kuvvet ölçümleri 15 dk. da tamamlanmıştır.



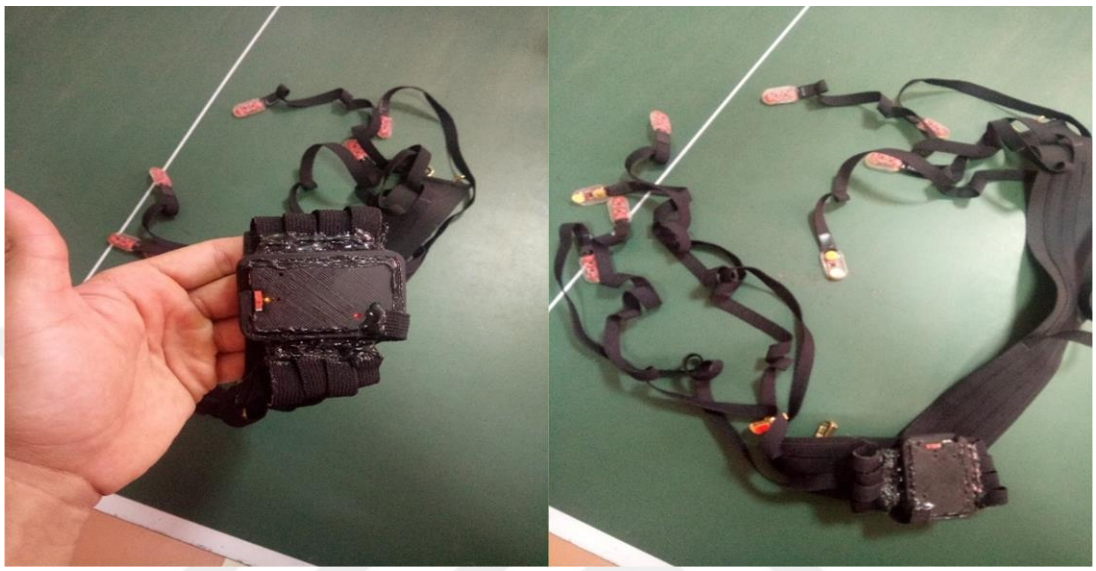
Şekil 25. İzokinetik kas kuvvet ölçümü

Hastaların İzokinetik Test, Denge Testi ve Fonksiyonel Hareketleri Sırasında Kuadriseps ve Hamstring EMG Ölçümleri

Gönüllülerden egzersiz salonumuza uygun spor ayakkabı, esnek şort ve t-shirt giymeleri istenmiştir. Ölçümlerimizde 8 kanallı EMG cihazı (Hercules Wearable EMG) kullanılmıştır. Programın başında, birinci ve ikinci ay sonunda olmak üzere ölçümler 3 kez tekrarlanmıştır. 4 elektrot sağlam olan tarafa 4 elektrot operasyon geçirmiş ekstremiteye yerleştirilmitir. Ölçüm alınan kaslar rektus femoris, vastus medialis, biseps femoris ve semitendinosus olmak üzere çift taraflı olarak incelenmiştir. Bu kaslardan verileri alabilmek için kullanılan elektrotlar bakır çekirdekli, altın kaplamalı olup SENIAM kriterlerine uygun planlanmıştır. Elektrotlar kasların seyrine olabildiğince paralel bir şekilde, elektrotlar arası mesafe 2 cm olarak bağlanmıştır. Kaslara elektrotların yerleşim yerleri ve yapılan cilt temizliği SENIAM (Surface EMG for Non-invasive Assessment of Muscles) protokolü uygulanarak yapılmıştır.

EMG cihazı katılımcının beline göre ayarlanarak sabitlenmiştir. Elektrotlar ve ana ünite bağlantı kabloları yapacağımız fonksiyonel hareketler sırasında oluşacak artefaktı engellemek için flasterlerle sabitlenmiştir. Cihazın referans ana ünitesi uyluk kaslarının ölçümleri olması nedenli krista iliaka üzerine yerleştirilmiştir.

Elektromiyografik veriler cihazın ölçüm sırasında wiFİ aracılığı ile laptopa aktarılmış, hareket sırasında takip edilmiş ve kayıtları alınmıştır. Daha sonra alınan EMG değerleri EMG yazılım programı ile değerlendirilmiştir. Kaslardan alınan EMG verileri RMS değerleri, maksimum voltaj ve ortalama voltaj olarak ifade edilmiştir.



Şekil 26. EMG cihazı görselleri



Şekil 27. EMG görsel verileri



Şekil 28. SENIAM kriterlerine uygun elektrot yerleştirilmesi

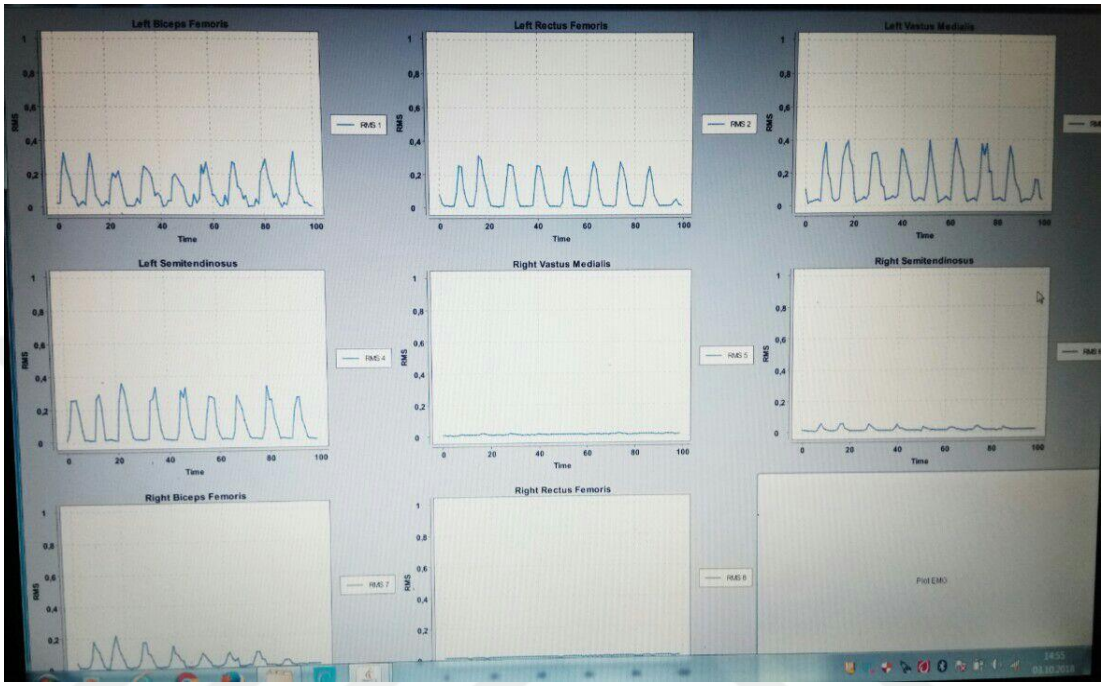
SENIAM kriterlerine uygun elektrot yerleştirilmesi aşağıdaki şekilde uygulanmıştır:

- Kanal 1: M. Vastus medialis: İç yan bağ'ın ön sınırı ile SIAS arasındaki çizginin %80'i üzerine
- Kanal 2: M. rektus femoris: SIAS ve patella'nın üst fasetini birleştiren çizginin ortası
- Kanal 3: M. biseps femoris: İskial tuberositas ile tibia'nın lateral kondilini bileştiren çizginin ortası
- Kanal 4: M. semitendinosis: İskial tuberositas ile tibia'nın medial kondilini birleştiren çizginin ortası

Hastalardan EMG ölçümleri aşağıdaki belirli hareketler sırasında alınmıştır:

- Bisiklet ergometresinde 10 dk 50 watt dirençte ve 50 devirde ısınma egzersizi sırasında
- Denge testi uygulaması sırasında (Biodex Balance Systems)
- İzokinetik kuvvet testi sırasında

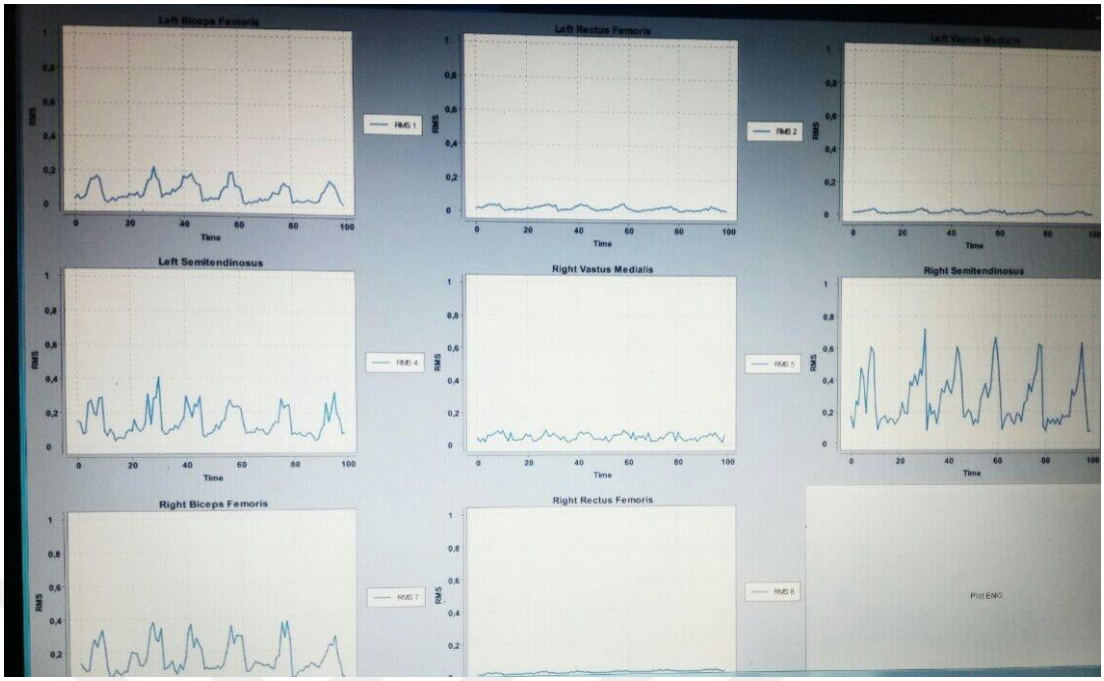
- Fonksiyonel kuvvet egzersizleri sırasında: Squat, leg curl, leg extension, leg press, 4 yönlü kalça egzersizi
- Spora dönüş testlerinden olan 3 adım sıçrama testi sırasında



Şekil 29. İzokinetik Test Sırasında EMG Verileri



Şekil 30. Bisiklet Egzersizi Sırasında EMG Verileri



Şekil 31. Leg Curl Egzersizi Sırasında EMG Verileri



Şekil 32. Squat Egzersizi Sırasında EMG Verileri

3.1. İstatiksel Analiz

Verilerin istatiksel değerlendirilmesi SPSS for Windows 20 paket programı ile tamamlanmıştır. Uygulanan programda psikolojik ve fonksiyonel ölçekler, izokinetik parametreler, denge parametreleri ve EMG verilerinin egzersiz programının öncesinde, birinci ve ikinci ay sonunda toplam 3 kez ölçümleri alınmıştır.

Fonksiyonel ve psikolojik ölçeklerin değerlendirilmesinde Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi kullanılmıştır.

Opere veya sağlam ekstremitenin denge, izokinetik ve EMG ölçümlerinin kendi içinde değerlendirilmesinde Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi kullanılmıştır.

Opere ve sağlam ekstremitenin denge, izokinetik ve EMG değerlerinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

EMG RMS değerleri ve izokinetik kuvvet ölçümlerinin korelasyonu Spearman'ın sıralamalı korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir.

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

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

4. BULGULAR

Genel Bilgiler

Çalışma 24 gönüllü ile tamamlanmıştır. Katılımcıların yaş ortalaması 26,2±5,8 yıl, boy ortalaması 176,5±5,8 cm, ağırlık ortalaması 78,6±12,2 kg, beden kitle indeksleri (BKİ) 25,1±3,1 kg/m² ve operasyon sonrası tarihleri 19±10,4 olarak bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Gönüllülerin Genel Özellikleri

	Ortalama±Std. Sapma	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	26,2±5,8	18	35
Boy (cm)	176,5±5,8	163	189
Ağırlık (kg)	78,6±12,2	52	104
BKİ (kg/m²)	25,1±3,1	19,3	32
O T(ay)	19±10,4	12	60

BKİ: Vücut Kitle İndeksi, OT: ÖÇB onarımı sonrası geçen ortalama süre

Egzersiz Programının Fonksiyonel ve Psikolojik Ölçekler Üzerine Etkisi: Kişilerin psikolojik ve fonksiyonel ölçekler ile değerlendirilmesinde Lysholm, IKDC, ACL-RSI skaları kullanılmış ve alınan ölçümler arasında belirgin artışlar olmuştur. Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen veriler Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu analiz sonucunda egzersiz öncesi ve sonrası değerlendirmelerde anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Egzersiz Programının Fonksiyonel ve Psikolojik Ölçekler Üzerine Etkisi

	Ortalama±Std. Sapma		p değerleri
Lysholm-1	83,2±11,7	Lysholm1-Lysholm2	**<0,001**
Lysholm-2	90,4±8,2	Lysholm1- Lysholm3	<**0,001**
Lysholm-3	94,5±4,5	Lysholm2-Lysholm3	0,091
IKDC-1	62,5±16,8	IKDC1-IKDC2	**0,002**
IKDC-2	75,3±12	IKDC1-IKDC3	**<0,001**
IKDC-3	84,5±10,4	IKDC2-IKDC3	**0,002**
ACL-RSI-1	40,2±22,2	ACLRSI1-ACLRSI2	**0,001**
ACL-RSI-2	54,3±19,4	ACLRSI1-ACLRSI3	**<0,001**
ACL-RSI-3	64,5±19,9	ACLRSI2-ACLRSI3	**0,006**

ACL-RSI: Ön Çapraz Bağ Yaralanması sonrası Spora Dönüş Ölçeği

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Total Denge Skoru Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen total denge skorları Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Total Denge Skoru Üzerine Etkisi

Ortalama Total Denge Skorları	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
DENGE_O1	2,12±0,67	2,16±0,87	0,535
DENGE_O2	1,85±0,63	1,77±0,52	0,909
DENGE_O3	1,48±0,43	1,52±0,50	0,780

Total Denge Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
DENGE_O1-DENGE_O2	0,154	**0,035**
DENGE_O1-DENGE_O3	**<0,001**	**<0,001**
DENGE_O2-DENGE_O3	**0,015**	0,291

O: Overall

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Anterior-Posterior Denge Skoru Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen anterior-posterior denge skorları Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Anterior-Posterior Denge Skoru Üzerine Etkisi

Ortalama Antero-Posterior Denge Skorları	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
DENGE_AP1	1,40±0,51	1,54±0,73	0,812
DENGE_AP2	1,26±0,49	1,12±0,35	0,385
DENGE_AP3	0,95±0,35	1,02±0,39	0,450

Antero-Posterior Denge Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
DENGE_AP1-DENGE_AP2	0,745	**0,018**
DENGE_AP1-DENGE_AP3	**<0,001**	**0,001**
DENGE_AP2-DENGE_AP3	**0,003**	0,937

AP: Anterio-Posterior

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Medio-Lateral Denge Skoru Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen medio-lateral denge skorları Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Medio-Lateral Denge Skoru Üzerine Etkisi

Ortalama Medio-Lateral Denge Skorları	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
DENGE_ML1	1,28±0,38	1,17±0,42	0,295
DENGE_ML2	1,06±0,33	1,13±0,38	0,351
DENGE_ML3	0,92±0,25	0,88±0,31	0,533

Medio-Lateral Denge Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
DENGE_ML1-DENGE_ML2	**0,028**	0,980
DENGE_ML1-DENGE_ML3	**<0,001**	**0,003**
DENGE_ML2-DENGE_ML3	0,154	**0,028**

ML: Medio-Lateral

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 60 °/sn hızda yapılan ekstansiyon zirve tork değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 60 °/sn Açısal Hızda Ekstansiyon Ortalama Zirve Tork (Nm) Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Nm)	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Nm)	p Değerleri
60EXT-PT1**	151±46,4	190±47,1	**0,006**
60EXT-PT2	191±52,3	210±42,3	0,149
60EXT-PT3	206±52,1	228±49,5	0,170

İzokinetik Zirve tork Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
PT1-PT2	**0,002**	0,337
PT1-PT3	**<0,001**	**<0,001**
PT2-PT3	0,091	**0,003**

EXT-PT: Ekstansiyon Zirve Tork, PT: Zirve Tork

** Mann Whitney U testi Anlamlı Ölçümler (p <0,05)

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 60 °/sn hızda yapılan ekstansiyon zirve tork/vücut ağırlığı değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı farklar saptanmıştır (Tablo 7).

Tablo 7. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 60 °/sn Açısal Hızda Ekstansiyon Ortalama Zirve Tork (Nm)/Vücut Ağırlığı (kg) Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
60EXT-PT/BW1**	193±60,5	243±58,9	**0,006**
60EXT-PT/BW2**	243±54,8	269±44	**0,048**
60EXT-PT/BW3	263±53,1	292±48,2	0,066

İzokinetik Zirve Tork (Nm)/Vücut Ağırlığı(kg) Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
PT/BW1- PT/BW2	**0,003**	0,447
PT/BW1- PT/BW3	**<0,001**	**<0,001**
PT/BW2- PT/BW3	**0,042**	**0,004**

EXT-PT/BW: Ekstansiyon Pik Tork/Vücut Ağırlığı

** Mann Whitney U testi Anlamlı Ölçümler (p <0,05)

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 60 °/sn hızda yapılan ekstansiyon total work değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 60 °/sn Açısal Hızda Ekstansiyon Ortalama Total Work Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Joule)	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Joule)	p Değerleri
60EXT-TW-1**	657±215	802±227	**0,032**
60EXT-TW-2	778±224	832±200	0,409
60EXT-TW-3	807±272	894±226	0,161

İzokinetik Total Work Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
TW1- TW2	**0,003**	1,000
TW1-TW3	**<0,001**	**0,028**
TW2-TW3	1,000	**0,028**

EXT-TW: Ekstansiyon Total Work, TW: Total Work

** Mann Whitney U testi Anlamlı Ölçümler (p <0,05)

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 60 °/sn hızda yapılan fleksiyon zirve tork değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 60 °/sn Açısal Hızda Fleksiyon Ortalama Zirve Tork Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Nm)	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Nm)	p Değerleri
60FLEX-PT1	73±19,2	82±20,8	0,208
60FLEX-PT2**	79±18,2	90±18,8	**0,044**
60FLEX-PT3	90±22,3	100±26,3	0,161

İzokinetik Zirve tork Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
PT1-PT2	0,660	**0,012**
PT1-PT3	**<0,001**	**<0,001**
PT2-PT3	**0,004**	0,130

FLEX-PT: Fleksiyon Zirve Tork, PT: Zirve Tork

** Mann Whitney U testi Anlamlı Ölçümler (p <0,05)

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 60 °/sn hızda yapılan fleksiyon zirve tork/vücut ağırlığı değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 60 °/sn Açısal Hızda Fleksiyon Ortalama Zirve Tork (Nm)/Vücut Ağırlığı Değerleri (kg)	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
60FLEX-PT/BW1	94±24,3	103±18,5	0,130
60FLEX-PT/BW2	102±20,6	115±16,4	**0,016**
60FLEX-PT/BW3	115±25	128±24,7	0,055

İzokinetik Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
PT/BW1-PT/BW2	0,745	**0,028**
PT/BW1-PT/BW3	**<0,001**	**<0,001**
PT/BW2-PT/BW3	**0,003**	0,091

FLEX-PT/BW: Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 60 °/sn hızda yapılan fleksiyon total work değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 60 °/sn Açısal Hızda Fleksiyon Ortalama Total Work Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Joule)	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Joule)	p Değerleri
60FLEX-TW1	349±101	396±120	0,232
60FLEX-TW2**	362±95	419±101	**0,037**
60FLEX-TW3	382±115	440±135	0,143

İzokinetik Total Work Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
TW1-TW2	0,078	**0,049**
TW1-TW3	**<0,001**	**<0,001**
TW2-TW3	**0,015**	0,291

FLEX-TW: Fleksiyon Total Work, TW: Total Work

** Mann Whitney U testi Anlamlı Ölçümler (p <0,05)

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 180 °/sn hızda yapılan ekstansiyon zirve tork değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 12).

Tablo 12. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 180 °/sn Açısal Hızda Ekstansiyon Ortalama Zirve Tork Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Nm)	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Nm)	p Değerleri
180EXT-PT1**	108±34,3	126±31,4	**0,045**
180EXT-PT2	127±34	139±27,3	0,108
180EXT-PT3	146±37,8	158±32,2	0,240

İzokinetik Zirve tork Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
PT1-PT2	**0,023**	0,091
PT1-PT3	**<0,001**	**<0,001**
PT2-PT3	**0,003**	**<0,001**

EXT-PT: Ekstansiyon Zirve Tork, PT: Zirve Tork

** Mann Whitney U testi Anlamlı Ölçümler (p <0,05)

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 180 °/sn hızda yapılan ekstansiyon zirve tork/vücut ağırlığı değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 13).

Tablo 13. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 180 °/sn Hızda Ekstansiyon Ortalama Zirve Tork (Nm)/Vücut Ağırlığı Değerleri (kg)	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
180EXT-PT/BW1**	137±42,6	161±37,8	**0,042**
180EXT-PT/BW2**	163±38,8	180±31	**0,039**
180EXT-PT/BW3	187±41,2	202±33,1	0,085

İzokinetik Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
PT/BW1- PT/BW2	0,076	0,130
PT/BW1- PT/BW3	**<0,001**	**<0,001**
PT/BW2- PT/BW3	**0,003**	**0,001**

EXT-PT/BW: Ekstansiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı

** Mann Whitney U testi Anlamlı Ölçümler (p <0,05)

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 180 °/sn hızda yapılan ekstansiyon total work değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 14).

Tablo 14. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 180 °/sn Açısal Hızda Ekstansiyon Ortalama Total Work Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Joule)	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Joule)	p Değerleri
180EXT-TW1	983±338	1149±338	0,063
180EXT-TW2	1142±377	1253±326	0,284
180EXT-TW3	1333±325	1447±286	0,146

İzokinetik Total Work Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
TW1-TW2	0,091	-0,337
TW1-TW3	**<0,001**	**<0,001**
TW2-TW3	**0,007**	**0,003**

EXT-TW: Ekstansiyon Total Work, TW: Total Work

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 180 °/sn hızda yapılan fleksiyon zirve zork/vücut ağırlığı değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 15).

Tablo 15. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 180 °/sn Açısal Hızda Fleksiyon Ortalama Zirve Tork Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Nm)	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Nm)	p Değerleri
180FLEX-PT1	60±14,8	67±17,4	0,174
180FLEX-PT2	64±14,2	70±15,1	0,236
180FLEX-PT3	76±20	79±17,3	0,557

İzokinetik Zirve Tork Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
PT1-PT2	0,447	1,000
PT1-PT3	**<0,001**	**0,001**
PT2-PT3	**0,018**	**0,004**

FLEX-PT: Fleksiyon Zirve Tork, PT: Zirve Tork

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 180 °/sn hızda yapılan fleksiyon zirve tork/vücut ağırlığı değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 16).

Tablo 16. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 180 °/sn Açısal Hızda Fleksiyon Ortalama Zirve Tork (Nm)/Vücut Ağırlığı Değerleri (kg)	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
180FLEX-PT/BW1	77±17,9	85±21,6	0,122
180FLEX-PT/BW2	82±15,6	89±13,9	0,170
180FLEX-PT/BW3	98±25,4	101±17,5	0,327

İzokinetik Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
PT/BW1-PT/BW2	0,745	1,000
PT/BW1-PT/BW3	**<0,001**	**0,007**
PT/BW2-PT/BW3	**0,003**	**0,007**

FLEX-PT/BW: Fleksiyon Zirve Tork/Vücut Ağırlığı

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen 180 °/sn hızda yapılan fleksiyon total work değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 17).

Tablo 17. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Fleksiyon Total Work Değerleri Üzerine Etkisi

İzokinetik 180 °/sn Açısal Hızda Fleksiyon Ortalama Total Work Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Joule)	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma (Joule)	p Değerleri
180FLEX-TW1	499±155	543±181	0,523
180FLEX-TW2	542±148	626±178	0,087
180FLEX-TW3**	635±172	733±169	**0,048**

İzokinetik Total Work Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
TW1-TW2	0,937	0,447
TW1-TW3	**<0,001**	**<0,001**
TW2-TW3	**<0,001**	**0,004**

FLEX-TW: Fleksiyon Total Work, TW: Total Work

** Mann Whitney U testi Anlamlı Ölçümler (p <0,05)

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Vastus Medialis Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen vastus medialis kasının EMG RMS değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 18).

Tablo 18. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Vastus Medialis Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi

Vastus Medialis Kasının Ortalama RMS Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
RMS-VM 1	55±26	57±29,2	0,765
RMS-VM 2	66±30	72±23,8	0,157
RMS-VM 3	83±29,2	88±30,6	0,523

EMG RMS Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
VM1-VM2	0,250	0,337
VM1-VM3	**<0,001**	**<0,001**
VM2-VM3	**0,002**	**0,006**

RMS-VM: Root Mean Square Vastus Medialis, VM: Vastus Medialis

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Rektus Femoris Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen rektus femoris kasının EMG RMS değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 19).

Tablo 19. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Rektus Femoris Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi

Rektus Femoris Kasının Ortalama RMS Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
RMS-RF1	44±14,8	52±22,4	0,252
RMS-RF2	51±15,1	54±20	0,564
RMS-RF3	59±14,9	62±16,6	0,710

EMG RMS Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
RF 1-RF2	0,582	1,000
RF 1-RF3	**<0,001**	**<0,001**
RF 2-RF3	**0,002**	0,063

RMS-RF: Root Mean Square Rektus Femoris, RF: Rektus Femoris

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Biseps Femoris Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen biseps femoris kasının EMG RMS değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 20).

Tablo 20. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Biseps Femoris Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi

Biseps Femoris Kasının Ortalama RMS Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
RMS-BF-1	49±14,7	47±11	0,926
RMS-BF-2	55±15,2	53±17,8	0,359
RMS-BF-3	62±16,6	60±16,4	0,657

EMG RMS Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
BF1-BF2	1,000	0,250
BF1-BF3	**0,007**	**<0,001**
BF2- BF3	**0,028**	**0,028**

RMS-BF: Root Mean Square Biseps Femoris, BF: Biseps Femoris

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Semitendinosus Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen semitendinosus kasının EMG RMS değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 21).

Tablo 21. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Semitendinosus Kasının EMG RMS Değerleri Üzerine Etkisi

Semitendinosus Kasının Ortalama RMS Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
RMS- ST1	38±12,2	46±15	0,059
RMS- ST2	52±16,1	51±17,5	0,820
RMS- ST3	59±17,9	58±11,6	0,877

EMG RMS Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
ST1- ST2	**0,018**	0,745
ST1- ST3	**<0,001**	**0,004**
ST2- ST3	0,182	0,130

RMS-ST: Root Mean Square Semitendinosus, ST: Semitendinosus

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Vastus Medialis Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen vastus medialis kasının EMG ortalama voltaj değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 22).

Tablo 22. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Vastus Medialis Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi

Vastus Medialis Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
AVG -VM1	27±11,6	27±12,4	0,749
AVG -VM2	31±11,9	30±9,7	0,967
AVG -VM3	37±13	38±13,8	0,910

EMG AVG Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
VM1-VM2	0,745	0,337
VM1-VM3	**<0,001**	**<0,001**
VM2-VM3	**0,012**	**0,023**

AVG-VM: Ortalama Voltaj Değeri Vastus Medialis, VM: Vastus Medialis

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Rektus Femoris Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen rektus femoris kasının EMG ortalama voltaj değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 23).

Tablo 23. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Rektus Femoris Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi

Rektus Femoris Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
AVG -RF1	17±4,9	19±6,9	0,439
AVG -RF2	19±6,8	20±8	0,902
AVG -RF3	23±5,6	26±7,1	0,332

EMG AVG Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
RF 1- RF 2	0,660	1,000
RF 1- RF 3	**0,001**	**0,004**
RF 2- RF 3	0,063	**0,006**

AVG-RF: Ortalama Voltaj Değeri Rektus Femoris, RF: Rektus Femoris

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Biseps Femoris Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen biseps femoris kasının EMG ortalama voltaj değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 24).

Tablo 24. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Biseps Femoris Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi

Biseps Femoris Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
AVG -BF1	19±4,1	20±4,3	0,788
AVG -BF2	22±6,4	21±7,6	0,643
AVG -BF3	27±8,8	26±8,2	0,813

EMG AVG Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
BF 1- BF2	0,937	1,000
BF 1- BF3	**<0,001**	**<0,001**
BF 2- BF3	**0,001**	**<0,001**

AVG-BF: Ortalama Voltaj Değeri Biseps Femoris, BF: Biseps Femoris

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

Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Semitendinosus Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen semitendinosus kasının EMG ortalama voltaj değerleri Friedman sıralamalı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda opere ve sağlam ekstremitenin 1. ve 3. ölçümleri arasında daha anlamlı farklılıklar saptanmıştır (Tablo 25).

Tablo 25. Egzersiz Programının Opere ve Sağlam Ekstremitede Semitendinous Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri Üzerine Etkisi

Semitendinosus Kasının EMG Ortalama Voltaj Değerleri	Opere Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	Sağlam Ekstremite Ortalama Değerleri±Std.Sapma	p Değerleri
AVG - ST1	18±3,4	19±5,9	0,703
AVG - ST2	21±5,7	19±5,2	0,353
AVG - ST3	25±7,3	24±4,7	0,781

EMG AVG Ölçümleri Arası Karşılaştırma	Opere Ekstremite p Değerleri	Sağlam Ekstremite p Değerleri
ST 1- ST 2	0,130	1,000
ST 1- ST 3	**<0,001**	**<0,001**
ST 2- ST 3	0,130	**0,006**

AVG-ST: Ortalama Voltaj Değeri Semitendinosus, ST: Semitendinosus

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

5. TARTIŞMA

Son dönemlerde spora katılan kişi sayısının ve oranlarının artmasıyla birlikte spor yaralanmalarında da artış görülmektedir. Spor yaptığını iddia eden kişilerin çoğu inaktif bir yaşam tarzı sürmekte, haftada bir veya iki kez spor salonlarında veya halı sahalarda sportif aktivitede bulunmaktadırlar. Bu kişilerin yaralanma olasılığı profesyonel sporculara göre daha fazla olmaktadır. Sadece A.B.D'de her yıl yaklaşık 200.000 ÖÇB onarımı yapılmaktadır (89,90).

ÖÇB operasyonu sonrası spora dönüş oranlarının düşük olması ve re-rüptür oranının artması operasyon sonrası tedavinin önemini artırmıştır. Uygulanan rehabilitasyon programları ve spora dönüş kriterlerinde belirsizlik devam etmektedir. Fiziksel muayene, statik kuvvet ve eklem hareket açıklığı değerlendirmeleri spora dönüş zamanını belirlemekte yetersiz kalmaktadır. Spora dönüş sürecinin temel belirleyicilerinden olan psikolojik faktörler de çoğu zaman ihmal edilmektedir (91,92).

Sporcuların ÖÇB onarımını takiben spora dönüş aşamasında, yalnızca operasyon sonrası geçen süre dikkate alınmamalıdır. Spora dönüş için fiziksel ve psikolojik hazırlık çok önemlidir ve erken dönüş, tekrarlayan yaralanmalar için risk faktörüdür (93).

ÖÇB onarımı sonrası yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine dönüşü engelleyen birçok neden vardır. Diz fonksiyonlarındaki yetersizlik ve kinezyofobi bunlar arasındaki en sık nedenler olarak gösterilmektedir (94).

Gobbi ve Francisco, ÖÇB onarımından sonra spora dönenlerin uygulanan psikovitalite anketinde spora dönemeyen kişilere göre anlamlı şekilde daha yüksek puan aldıklarını belirterek, yaralanma öncesi aktivite düzeyine dönmek için daha büyük motivasyon gerektiğini belirtmişlerdir (95).

ÖÇB operasyonu sonrası spora katılım oranlarının azalmasında en yaygın faktör yeniden yaralanma korkusu olarak gösterilmiştir. Operasyon sonrası rehabilitasyon tamamlandığında opere ekstremitenin fonksiyonel durumunun iyi olmasına karşın yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine dönüş oranlarının düşük olmasında psikolojik faktörler ön plana çıkmaktadır. ÖÇB yaralanması ve onarımı sonrasında

yaralanma öncesi sportif aktivite dönüş oranı ile ilgili bilgiler sınırlıdır ve daha detaylı çalışmaların planlanması gerektiği vurgulanmaktadır (96,97).

Bu çalışmaya dahil edilen 24 kişinin çalışma başlangıcında elde edilen verileri incelendiğinde, sağlam ekstremiteye kıyasla opere ekstremitede kuvvet ve denge kayıpları gösterilmiştir. Fonksiyonel ve psikolojik ölçeklerin skorları katılımcıların çoğunda düşük bulunmuştur.

ACL-RSI anketi, spora dönüşte psikolojik faktörlerin etkinliğini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir (93). Bu faktörlerin değerlendirilmesi amacıyla Tampa kinezyofobi ölçeği ve Emotional Responses of Athletes to Injury Scale (Sporcuların Yaralanma Anketine Emosyonel Yanıtları) ERAIQ anketi de kullanılmaktadır (98).

Langford ve arkadaşları (98) ile Webster ve arkadaşları (94) ACL-RSI ölçeğinde daha yüksek puan alan sporcuların spora dönemeyen sporculara göre daha yüksek puan aldıklarını belirtmişlerdir. ÖÇB onarımı sonrası spora dönenler ile dönemeyenler arasında ERAIQ ölçeği sonuçları açısından fark bulunamamıştır (98). Kvist ve arkadaşları ise yaralanma öncesi düzeyde spora dönemeyen katılımcıların Tampa kinezyofobi ölçeği ile elde edilen skorlarının anlamlı ölçüde yüksek olduğunu belirtmişlerdir (99).

681 hasta ile yapılan bir çalışmada ÖÇB onarımı sonrası ACL-RSI skorunun 2 yılık izlem sürecinde belirgin olarak arttığı gözlemlenmiştir. Yaralanma öncesi aktivite düzeyine dönen sporcuların %60'ının 2. yıl sonunda ortalama skorları 75 olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın sonunda spora dönüş açısından ACL-RSI skorunun 60'ın üzerinde olmasının hedeflenmesi gereği vurgulanmıştır (100).

Bu çalışmada da başlangıç ve 8. hafta skorları karşılaştırıldığında ACL-RSI skorunun 40'tan 64,5'a yükseldiği görülmüştür. Skorlar tedavi programına başlamadan önce 40,2±22,2, 4.hafta sonunda 54,3±19,4, 8.hafta sonunda ise 64,5±19,9 olarak kaydedilmiştir. 4 haftalık egzersiz programı sonrası elde edilen skorun spora dönüş için yeterli olmadığı, 8 haftalık fonksiyonel tedavi programı ile Sadeqı ve arkadaşlarının çalışmalarında belirtilen hedef skorun (60) üzerine çıkıldığı ve bu katılımcılar için spora dönüşün mümkün olabileceği anlaşılmıştır.

Gokeler ve arkadaşlarının 22 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada kas yorgunluğu ile sıçrama testleri ve ACL-RSI skorları arasında korelasyon gösterilmiştir. ACL-RSI ölçeğinden alınan 56 puandan düşük skor yaralanma riskinin arttığını göstermekte ve klinisyenlere risk altındaki sporcuları tanımada yardımcı olabilmektedir (101).

Yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine dönemeyen kişilerin değerlendirildiği bir çalışmada yeniden yaralanma korkusu spora dönememe nedenleri arasında %19 ile ilk sırayı almıştır. Diğer nedenler arasında operasyon sonrası gelişen kısıtlılıklar %13, iş kaybı korkusu ise %11 ile sıralanmıştır (102).

Rehabilitasyon programları düzenlenirken belli dönemlerde psikolojik değerlendirmelerin de yapılması yararlı olacaktır. ACL-RSI ölçeği bu bağlamda kullanışlı ve iyi adapte edilmiş bir araç olarak gösterilmektedir (103).

Hastaların fonksiyonel durumunun ve tedavi etkinliğinin belirlenmesinde birden fazla değerlendirme aracı bulunmaktadır. Bunlar arasında Lysholm ve Tegner ölçekleri, IKDC değerlendirme formu ve Cincinnati aktivite skorlaması bulunmaktadır (90). Çok sayıda değerlendirme ölçeği ortaya çıktığı için AOOSM (American Orthopedics Sports Medicine Society) ve ESSKA (European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy) tarafından IKDC değerlendirme sistemi oluşturulmuştur (90). Bu skorlama sistemleri bilimsel çalışmaların ve tedavilerin değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir (104).

Lysholm diz skoru puanlaması 0-100 arasında değişmektedir. Yüksek puanlar iyi sonucu göstermektedir. 95-100 puan mükemmel, 84-94 puan iyi, 65-83 puan orta, <65 puan ise kötü olarak değerlendirilmektedir (106). Bu çalışmada katılımcıların Lysholm skorları incelendiğinde çalışmanın başında ortalama skor 83,2±11,7(orta), 4. hafta sonunda 90,4±8,2(iyi), 8. hafta sonunda 94,5±4,5(mükemmel) bulunmuştur. Başlangıçta elde edilen değerlere göre 4. hafta sonundaki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır.

Nacitarha ve arkadaşları ÖÇB cerrahisi geçiren 22 hastayı 6 ay takip ve tedavinin etkinliğini incelemişlerdir. Fonksiyonel değerlendirilme için Lysholm skalasını kullanmışlar ve 6. ay skorlarının anlamlı şekilde yüksek olduğunu bulmuşlardır (105).

IKDC ortalama skorları çalışmanın başında ortalama 62,5±16,8, 4. Haftada 75,3±12, çalışma sonunda ise 84,5±10,4 bulunmuştur. İlk 4 haftada görülen gelişim ve ikinci 4 haftada elde edilen sonuçlar istatiksel olarak anlamlıdır.

ÖÇB operasyonlarından sonra oluşan kas kuvvet kayıpları iyi tanımlanmalıdır. İzokinetik testler bu anlamda tedavinin düzenlenmesinde ve etkinliğinin belirlenmesinde bize yardımcı olmaktadır (107).

Kvist ve arkadaşları ÖÇB onarımı sonrası spora dönüş kararında opere ile sağlam ekstremite arasındaki farkın en fazla %15 olması gerektiğini belirtmiş ve operasyon sonrası spora dönüşte en önemli parametrelerden biri olduğunu vurgulamışlardır (108).

İzokinetik testlerde zirve tork, toplam iş, ortalama güç gibi parametreler yer almaktadır. Bunlar arasında zirve tork değeri sık kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan parametreler zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığıdır (109).

Tedavi ile ekstremiteler arası farkın %10'un altına indirilmesi hedeflenmektedir. Zirve tork/vücut ağırlığı parametresi, izokinetik ölçüm değerlerinin kişiye özgü hale getirilmesinde ve karşılaştırmalı değerlendirmelerde kullanılmaktadır (110)

İzokinetik testlerde farklı açısal hızlar kullanılmaktadır. Genel olarak 60°/sn ile 180°/sn arasında ölçüm yapılmaktadır (111).

Bu çalışmada izokinetik konsantrik kas kuvvet ölçümleri 2 farklı açısal hızda (60°/sn, 180°/sn) yapılmıştır. İzokinetik ölçüm parametrelerinden zirve tork, zirve tork/vücut ağırlığı, toplam iş değerleri incelenmiştir. Birinci ölçümlerde opere ve sağlam ekstremite arasında izokinetik kas kuvvetlerinin anlamlı ölçüde farklı olduğu saptanmıştır. Çalışmanın bitiminde, 8. haftada elde edilen izokinetik kuvvet verilerinin 4. haftada elde edilen verilere göre anlamlı ölçüde yüksek olduğu görülmüş, ancak çalışma başlangıcında alınan ölçümlerle kıyaslandığında son ölçümlerde elde edilen verilerin anlamlılık derecesi daha da yüksek bulunmuştur.

8 hafta süren antrenmanlarda anlamlı ölçüde kas hipertrofisi oluştuğu ve belirgin kuvvet artışı sağlanabildiği belirtilmektedir (90). Bu çalışma için de 8 haftalık bir egzersiz protokolü belirlenmiştir. Egzersiz programına başlarken, 4. hafta sonunda ve 8. hafta sonunda olmak üzere 3 kez ölçümler yapılmıştır. Kuvvet, denge ve EMG

parametrelerinde 8.hafta sonunda elde edilen verilerin 4. hafta elde edilen verilere göre istatiksel olarak anlamlı ölçüde geliştiği gösterilmiştir.

Operasyon sonrası ortaya çıkan kuvvet kayıplarının 2 yıldan daha fazla devam ettiği gösterilmiştir (112).

Ageberg ve arkadaşları, hamstring ve kuadriseps kas kuvveti kayıplarının 3 yıla kadar devam edebileceğini göstermişlerdir (113).

Lautamies ve arkadaşları da ÖÇB onarımından 5 yıl sonra dahi kuadriseps ve hamstring kas kuvveti kaybının devam ettiğini göstermişlerdir (114).

Dinamik denge; yaralanmalarının önlenmesinde ve postürün korunmasında ön plana çıkmaktadır. Dinamik dengenin bozulması ön çapraz bağ yaralanması açısından risk yaratmaktadır (115).

Cooper ve arkadaşları ön çapraz bağ yaralanmalarında denge ve propriyosepsiyon kayıplarının etkili olduğunu ve yaralanma sonrasında da dengede önemli kayıpların görüldüğünü belirtmişlerdir (116).

ÖÇB üzerindeki yükün azaltılmasında, dizin yeniden yaralanmalarının önlenmesinde, stabilizasyonunun sağlanmasında ve diz kas kuvvetinin artırılmasında ÖÇB onarımı sonrası denge eğitimi rehabilitasyonun vazgeçilmez parametrelerdendir (117).

Dinamik ve statik dengenin ölçümü için farklı yöntemler ve cihazlar kullanılmaktadır. Cachupe ve arkadaşları deneklerin tek ayak üzerindeki dengelerini değerlendirdikleri çalışmalarında Biodex Balance Systems SD cihazının güvenirliliğini göstermişlerdir. Bu sistemde elde edilen skorların yüksek olması denge bozukluğunun göstergesidir (118)

Mohammadi ve arkadaşları genç erkek sporcularda yaptıkları çalışmada 6 haftalık kuvvet antrenmanlarının bacak kuvvetini artırdığını, dinamik ve statik dengeyi iyileştirdiğini göstermişlerdir (119).

Paterno ve arkadaşları genç kadın sporcularda nöromusküler antrenmanların denge parametreleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada “Biodex Balance Systems Athletic Single Leg test” protokolünü kullanarak 3 ayrı denge skorunu

değerlendirmişlerdir. 6 haftalık nöromusküler antrenman sonrası overall ve anterior-posterior denge skorlarında fark saptanırken medio-lateral denge skorlarında farklılık bulunmamıştır (120).

Bu çalışmada da "Athletic Single Leg test protokolü" kullanılmış, ilk 4 haftada sağlam ekstremitede anlamlı gelişme saptanmış, ikinci 4 haftalık periyotta bu fark devam etmiştir. Opere ekstremitede ise ilk 4 haftalık bölümde fark saptanmazken ikinci 4 haftada anlamlı farklar saptanmıştır. Çalışmanın başlangıcı ile 8.haftanın sonunda elde edilen denge skorlarında istatistiksel olarak anlamlı iyileşme görülmüştür.

Anterior-posterior skorlar incelediğinde total denge skorlarına benzer sonuçlar saptanmıştır. İlk 4 hafta sağlam ekstremitede anlamlı gelişme saptanmış olmasına rağmen opere ekstremitede farklılık saptanmamıştır. Opere ekstremitede ilk 4 haftalık dönemde fark saptanmazken ikinci 4 haftalık dönemde anlamlı farklar gösterilmiştir. Çalışmanın başlangıcında ve 8.haftanın sonunda elde edilen veriler 4.haftaya göre daha anlamlı bulunmuştur.

Medio-lateral denge skorları incelendiğinde ilk 4 hafta opere ekstremitede farklar saptanmış, ikinci 4 haftada da anlamlı farklar ortaya konulmuştur. Sağlam ekstremitede ise ilk 4 hafta fark bulunamamış, ikinci 4 haftada anlamlı fark saptanmıştır. Çalışmanın başlangıcında ve 8.haftanın sonunda elde edilen veriler 4.haftadaki verilere göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha iyi bulunmuştur.

Bu sonuçlar bize denge kayıplarının giderilmesi için en az 8 haftalık egzersiz programının gerekli olduğunu göstermektedir. Dolayısı ile uyguladığımız 8 haftalık egzersiz programının yeterli olduğu düşünülmektedir.

ÖÇB onarımı sonrası rehabilitasyon sürecinde kuadriseps ve hamstring aktivitelerinin elektromiyografik ölçümlerle izlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Egzersiz sırasında kastaki aktivitenin elektromiyografik olarak ölçülmesi ve verilerin sağlam ekstremite bulguları ile eş düzeye gelmesinin spora dönüş zamanının objektif bir belirleyicisi olabileceği düşünülmüştür. Bunun yanında, spora özgü hareketleri içeren özel bir tedavi protokolü geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

Andersen ve arkadaşlarının çalışmasında nöromusküler kontrolün geliştirilmesi için dörtlü egzersiz (kuadriseps egzersizi, patellar mobilizasyon, stabilizasyon egzersizi, pelvik köprü egzersizi) programı ile 4 açık kinetik zincir kuvvet egzersizinin (halterle serbest squat, leg press, leg extension, leg curl) etkinlikleri incelenmiştir (121). 13 erkek hasta ile yapılan bu çalışmada egzersizler sırasında kuadrisepsin dört bileşenine ait nöromusküler aktivasyon EMG RMS skoru ölçülmüştür. Her iki egzersiz protokolünün de EMG ölçümlerinde anlamlı fark yarattığı saptanmıştır. Yazarlar kas kitlesi ve gücünün artırılması için rehabilitasyon programlarına yüksek dirençli açık kinetik zincir egzersizlerinin özellikle dahil edilmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir (121). Bu çalışmada da benzer tipte egzersizler kullanılmış ve egzersiz programı sonunda yapılan ölçümlerde vastus medialis ile rektus femoris RMS skorlarında belirgin farklılıklar saptanmıştır.

Bandy ve arkadaşları 101 kadın hasta üzerinde farklı açılarda kuadriseps kasına yönelik 8 haftalık izometrik egzersiz programı uygulayıp bu egzersizlerin EMG aktivitesi üzerindeki etkinliğini incelemişlerdir (122). Aynı zamanda izokinetik zirve tork değerlerine de bakmışlardır. Her iki değerlendirmede de 8 hafta sonunda anlamlı farklar görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu çalışmada da yapılan EMG ölçümleri ve izokinetik değerlendirmelerin istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler gösterdiği saptanmıştır.

Carvalho ve arkadaşları diz ekstansörlerinin eksantrik ve konsantrik egzersizlerinin EMG amplitüdlerinde artışa yol açtığını göstermişlerdir (81). Eş zamanlı yapılan izokinetik kuvvet ölçümleri ile EMG amplitüdlerinin anlamlı ölçüde korele olduğunu da bulmuşlardır. Bu çalışmada EMG RMS değerleri ile izokinetik kas kuvvetlerinin korelasyonu incelenmiş, ancak anlamlı korelasyon saptanmamıştır. Bunun nedeninin izokinetik ölçümlerin anlık zirve değerleri ölçülebilirken, EMG aktivitelerinin egzersiz boyunca kaydedilmesi nedeniyle anlık eş zamanlı ölçümlerin ayrıştırılamaması olduğu düşünülmüştür.

Malliaropoulos ve arkadaşları verilen hamstring egzersizlerinin biseps femoris ve semitendinosus kasları üzerindeki etkinliğini EMG analizi ile değerlendirmişlerdir (82). Egzersizler EMG analizi sonuçlarına göre düşük, orta ve yüksek şiddetli olarak sınıflandırılmıştır. Lunge egzersizleri düşük yoğunluklu bulunmuş olup,

semitendinosusun öne çıktığı görülmüş, nordik eksantrik egzersizlerinin ise orta yoğunlukta olduğu belirlenmiş, biseps femoris aktivitesinin öne çıktığı gösterilmiştir. Dolayısı ile EMG ile elde edilen verilerin rehabilitasyon programlarının düzenlenmesinde ve egzersizlerin yaralanmaları ortaya çıkarmasını önlemede etkili olabileceği ifade edilmiştir (82).

Kadağan'ın yapmış olduğu uzmanlık tezi çalışmasında fonksiyonel egzersizler sırasında yapılan EMG ölçümleri ve izokinetik kuvvetler arasında korelasyon gösterilememiştir (123). Kadağan'ın çalışması ile bizim çalışmamız bu açıdan benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmada 4. ve 8. hafta ölçümleri karşılaştırıldığında EMG verilerinde başlangıç ölçümlerine göre anlamlı gelişmeler görülmüştür. Aynı zamanda egzersizler sırasında alınan EMG ölçümleri ile kas yorgunluğunun izlenmesi mümkün olmuştur. Kas kuvvetindeki gelişim de somut biçimde ortaya konmuştur. Öte yandan, hedef kastan alınan ölçümlerle bu kasların yeterli düzeyde devreye girip girmediğini gözlemek ve alınan geribildirimlerle doğru hareketin yapılması yönünde hastaya yardımcı olmak mümkün görünmektedir. Bu çalışmada 1. ve 3. ölçümlerdeki EMG ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmış olması 8 haftalık egzersiz etkinliğinin istenen düzeye yakın olduğunu göstermektedir. Bu sonuç rehabilitasyon sırasında alınan dinamik EMG ölçümlerinin spora dönüş zamanını belirlemekte yardımcı olabileceğini düşündürmüştür. Bu düşünceyi doğrulamak için EMG ölçüm sonuçlarının izokinetik kuvvet ölçüm sonuçlarıyla korelasyonu araştırılmıştır. Her ne kadar hem izokinetik test sonuçlarında hem de EMG ölçümlerinde belirgin gelişme görülmüş olsa da ikisi arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Dolayısı ile EMG'nin spora dönüş kriterleri arasında yer alamayacağı, ancak rehabilitasyonda geri bildirim aracı olarak kullanılabileceği düşünülmüştür. Öte yandan, kuvvet çalışmaları sırasında kas yorgunluğunun belirlenmesi ve rehabilitasyon etkinliğinin artırılması amacına hizmet edebileceği düşünülmüştür. Bunun için EMG cihazlarının kullanıcı dostu giyilebilir teknolojilere dönüşmesi ve çok sayıda çalışma yapılması gerekmektedir.

8 hafta sonunda programı tamamlayan katılımcıların 1 ay sonra yapılan kontrollerinde yaralanma öncesi aktivite düzeyine dönüp dönemedikleri

sorgulanmıştır. 18 hastadan olumlu yanıt alınırken, 6 hastada belirgin ilerleme kaydedilmiş olmasına karşın istenen düzeyde spora katılım sağlanamadığı görülmüş ve 2 aylık programın tekrarlanması planlanmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmada uygulanan 8 haftalık egzersiz programının hastaların çoğunun yaralanma öncesi aktivite düzeyine dönmelerini sağladığı, bu hastaların subjektif sorgulama ölçekleriyle elde edilen sonuçlarının, kuvvet, denge ve EMG testlerinde elde edilen verilerinin anlamlı ölçüde gelişme gösterdiği görülmüştür. EMG verilerindeki gelişmenin izokinetik kuvvet ölçümleri ile bir ölçüde benzerlik gösterdiği, ancak aralarında anlamlı derecede korelasyon bulunmadığı saptanmıştır.

Bu çalışmanın başlıca kısıtlılıkları aşağıda sıralanmıştır.

1. Çalışmaya katılan hasta sayısı sınırlıdır, daha fazla hastayla yapılması sonuçları etkileyebilirdi.

2. EMG parametrelerinin her bir harekette ayrı ayrı incelenmesi ve izokinetik ölçümlerle eş zamanlı anlık veriler alınabilmesi ikisi arasında anlamlı ölçüde korelasyon bulunmasını sağlayabilirdi.

3. Tedavi protokolünün daha uzun süre uygulanması sonuçları olumlu etkileyebilirdi.

4. EMG cihazının giyilebilir teknolojiye uygun olarak geliştirilmesi kullanımını kolaylaştırabilir, ölçüm sonuçlarının daha hassas kaydedilmesine yardımcı olabilirdi.

6. SONUÇLAR

1. ACL-RSI ölçeği ile elde edilen veriler psikolojik faktörlerin spora dönüşte önemli rol oynayabileceğini ortaya koymuştur.
2. Uygulanan sekiz haftalık egzersiz programı hem opere hem de sağlam ekstremitelerde kuvvet ve dayanıklığı arttırmaktadır.
3. Uygulanan egzersiz programının yaralanma öncesi aktivite düzeyine dönüşü sağlamak amacıyla kullanılabileceği elde edilen izokinetik, denge, EMG parametreleri ve fonksiyonel skorlamalar ile gösterilmiştir.
4. EMG cihazının rehabilitasyon sırasında hasta ve terapiste geribildirim verebileceği, kuvvet artışı ve kas yorgunluğunun takibinde kullanılabileceği düşünülmüştür.
5. EMG ve izokinetik kuvvet verileri arasında anlamlı korelasyon gösterilememiştir.
6. Çalışmanın sınırlılıkları göz önüne alınarak planlanacak yeni çalışmalarla yaralanma öncesi aktivite düzeyine dönüş zamanı objektif verilere dayanılarak belirlenebilir.

ÖZET

Objektif: Spora katılımın artması spor yaralanmalarında da artışı beraberinde getirmektedir. ÖÇB yaralanmaları en sık görülenlerdendir. Dizde instabiliteye yol açarak fonksiyonel kısıtlılıklara yol açmaktadır. Post-operatif rehabilitasyon süreci spora dönüş açısından çok önemlidir. Bu çalışmanın amacı ÖÇB operasyonu sonrası spora dönemeyen rekreasyonel sporculara spora özgü hareketleri içeren özel bir tedavi protokolü geliştirip uygulamak, bu uygulamanın yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine dönme üzerindeki etkinliğini ortaya koymaktır. Dinamik EMG analizlerinin spora dönüş kriterleri arasında yer alıp alamayacağı araştırılacaktır.

Gereç ve Yöntem: 18-35 yaş arasında ÖÇB operasyonu geçiren 24 erkek rekreasyonel sporcu kabul edilmiştir. 8 haftalık izole kuvvet, denge, piliometrik, propriyoseptif egzersizleri içeren egzersiz programı uygulanmıştır. Hastalar egzersiz programı öncesi, ortası ve sonrasında psikolojik ve fonksiyonel ölçeklerle değerlendirilmiştir. İzokinetik kuvvet testi, denge testi, kuvvet egzersizleri sırasında eş zamanlı EMG aktivitesi ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler istatiksel olarak değerlendirilmiştir. (SPSS 24.0).

Bulgular: Egzersiz programının öncesinde, ortasında ve sonunda elde edilen ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında kuvvet, denge testi ve EMG verilerinde anlamlı farklılıklar ortaya konulmuştur ($p<0,05$). Psikolojik ve fonksiyonel skorlarda da anlamlı gelişmeler görülmüştür ($p<0,05$). EMG verileri ve izokinetik kuvvet verileri arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p>0.05$).

Sonuçlar: Psikolojik faktörlerin spora dönüşte önemli rol oynadığı gösterilmiştir. Uygulanan çok yönlü egzersiz programının spora dönüşte kullanılabileceği izokinetik, denge, EMG parametreleri ve fonksiyonel dönüş testleri ile gösterilmiştir. EMG analizinin spora dönüş kriterleri arasında yer alamayacağı, ancak egzersiz etkinliğinin ve kas yorgunluğunun takibinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: EMG, Ön Çapraz Bağ Rehabilitasyonu, Spora Dönüş Testleri

SUMMARY

Objective: Sports injuries are increased due to the increased sports participation in the recent years. Among these ACL injuries are quite common. Anterior cruciate ligament damage leads to instability and results with functional limitations. For this reason, post-operative rehabilitation is crucial in terms of return to sports. The aim of this study is to develop a rehabilitation protocol which includes sports-specific movements and apply it to recreational athletes who can not succesfuly return to sports after ACL surgery

Materials and Methods: 24 male recreational athletes aged 18-35 years who underwent ACL surgery were included. An 8 weeks of exercise program has been implemented that was composed of isolated force, balance, plyometric and proprioceptive exercises. Psychological and functional scales were applied before and after the program. Isokinetics, balance, and concurrent EMG activities were measured. Statistical analysis has been performed (SPSS 24.0).

Results: Significant differences were found between the strength, balance tests and EMG data obtained before, during and after the exercise program ($p<0.05$). There were significant differences between psychological and functional scales, as well ($p <0.05$). There was no correlation between EMG and isokinetic force data ($p> 0.05$).

Conclusion: Psychological factors play an important role in the return to sports. Isokinetic force and balance measurements, EMG parameters and functional test scores have revealed that the exercise program can be used in making the decision for return to sports. It is thought that EMG analysis can be used in proper movement management during rehabilitation, implementing strength development an in monitoring muscle fatigue.

Key Words: EMG, Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation, Return to Sports Tests

KAYNAKLAR

1. VAN KAMPEN A. (2013). The knee joint in sports medicine. *International Orthopaedics*, **37(2)**: pp.177-179.

2. ARDEM CL, TAYLOR NF, FELLER JA, WHITEHEAD TS, WEBSTER KE. Psychological Responses Matter in Returning to Preinjury Level of Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 2013;**41(7)**:1549-58.

3. ASLAN A, ÖZER Ö, BAYDAR ML, YORGANCIGİL H, ÖZERDEMOĞLU RA, AYDOĞAN NH. Ön çapraz bağ yaralanmalari: Otogreft ve allogreft seçenekleriyle cerrahi tedavi klinik sonuçlari etkiler mi? *Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergi*si, 2012; **18(2)**: 153-161.

4. PETERSEN W, TAHERI P, FORKEL P, ZANTOP T. Return to play following ACL reconstruction: a systematic review about strength deficits. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2014;**134(10)**:1417-28.

5. FLANIGAN DC, EVERHART JS, PEDROZA A, SMITH T, KADEING CC. Fear of reinjury (kinesiophobia) and persistent knee symptoms are common factors for lack of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 2013;**29(8)**:1322-9.

6. HERBST E, HOSER C, HILDEBRANDT C, RASCHNER C, HEPPERGER C, POINTNER H, FINK C. Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part II: clinical application of a new test battery. Knee *Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 2015;**23(5)**:1283-91.

7. ARDEM CL, TAYLOR NF, FELLER JA, WEBSTER KE. Return-to-Sport Outcomes at 2 to 7 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 2012;**40(1)**:41-8.

8. ARDEM CL, TAYLOR NF, FELLER JA, WHITEHEAD TS, WEBSTER KE. Sports Participation 2 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Athletes Who Had Not Returned to Sport at 1 Year:A Prospective Follow-up of Physical Function and Psychological Factors in 122 Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 2015;**43(4)**:848-56.

9. GRASSI A, ZAFFAGNINI S, MUCCIOLI GMM, NERI MP, DELLA VILLA S, MARCACCI M. After revision anterior cruciate ligament reconstruction, who returns to sport? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine,* 2015;**49**:1295-1304.

10. TANER D. Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. Ankara 2013.

11. SIMON RR, KOENIGSKNECHT SJ, STEVENS C. Emergency orthopedics: The extremities. 2nd ed. Norwalk: Appleton & Lange; 1987.

12. INSALL JN, KELLY MA. Anatomy. In: Insall JN, Windsor RE, Scott WN, Kelly MA,Aglietti P (Eds). Surgery of the knee. Vol: 2, 2nd edition, Churchill Livingstone,New York, 1993: 1-20.

13. ARINCI K, ELHAN A. (2014). Anatomi 1. cilt. 5. baskı. Ankara: Gunes Kitabevi, pp.22-23.

14. NETTER F. The Ciba Collection of Medical llustrations, Musculosceletal System. vol1, p: 106-107, 1987.

15. ARINCI K, ELHAN A. (2014). Anatomi 1. cilt. 5. baskı. Ankara: Gunes Kitabevi, pp.24.

16. TUNAY VB, ERDEN Z, YILDIZ C . (2017). Alt Ekstremite Yaralanmalarında Rehabilitasyon. Hipokrat Kitabevi, p. 185-186.

17. TUNAY VB, ERDEN Z, YILDIZ C . (2017). Alt Ekstremite Yaralanmalarında Rehabilitasyon. Hipokrat Kitabevi, p. 189-193

18. CAEL C. (2012). Functional anatomy. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.

19. ARINCI K, ELHAN A. (2014). Anatomi 1. cilt. 5. baskı. Ankara: Gunes Kitabevi, p.102-103.

20. AMIS AA, DAWKINS GPC: Functional Anatomy of the Anterior Cruciat Ligament. *The Journal of Bone and Joint Surgery,* 1991:**73-B/2**;260-267.

21. CLARKE HD, SCOTT WN, INSALL JN, PEDERSEN HB, MARH KR, VIGORITA VS, CUSHNER FD. Anatomy Surgery of the Knee, 3th Edition. Insall – Scott 2001; 13-76.

22. HUREL C, CELEBI G: ÖÇB Anotomik ve Biomekanik Özellikleri ve Diz Kinematiğindeki Rolü. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica,* 1999:**33-5**: 369-373.

23. ANNA EF, DAVID SJ, FRANCESCO G: Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Bone-Patellar Tendon-Bone Compared with Double Semitendinosus and Gracilis Tendon Grafts F. Giron replies: *The Journal of. Bone Joint Surgery American Volume* Aug 2005; **87**: 1882 - 1883.

24. HARNER CD, GIFFIN JR, DUNTEMAN RC,ANNUNZIATA CC, FRIEDMAN MJ: Evaluation and Treatment of Recurrent Instability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction *The Journal of. Bone Joint Surgery American Volume* Nov 2000; **82**: 1652.

25. KENNEDY JC, WEINBERG HW, WILSON AS: The anatomy and function of the anterior cruciate ligament as determined by clinical and morphological studies. *The Journal of. Bone Joint Surgery* **56 A**: 223-25, 1974.

26. DENTI M., MONTELEONE M, BERARDI A, PANNI AS: Anterior cruciate Ligament Mechanoreceptors Histologic studies on lesions and reconstruction *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1994:308;29-32.

27. KENNEDY JC, ALEXANDER IJ, HAYES KC: Nerve Supply of The Human Knee and Its Functional Importance. *American Journal of Sports Medicine* **10:**329-335,1982.

28. MEHL J, DIERMEIER T, HERBST E, IMHOFF A, STOFFELS T, ZANTOP T, PETERSEN W, ACHTNICH A. (2017). Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG) *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **138(1)**, pp.51-61.

29. CICCOTTI MG, LOMBARDO SJ, NONWEILLER B, PINK M: Non-Operative Treatment of Ruptures of the Anterior Cruciate Ligament in Middle-Aged Patients *The Journal of. Bone Joint Surgery* 1994: **76-A/9**; 1315-1321.

30. YERCAN H, AYDOGDU S: ÖÇB Yaralanmalarının Konservatif Tedavisi. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* 1999: **33-5**;389-395.

31. FU F, SCHULTE K: Anterior Cruciate Ligament Surgery. *Clinical Orthopaedics And Related Research* 1996; Number 325, pp 19-24.

32. ALTINEL E, ÖZDEMIR H: ÖÇB yaralanmalarında doğal seyir. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* 1999:33-5; 381-384.

33. BALTACI G. (2016). Diz Yaralanmalarında Rehabilitasyon. 1. baskı. Hipokrat Kitabevi, pp.133-153.

34. HARTIGAN E, LYNCH A, LOGERSTEDT D, CHMIELEWSKI T, SNYDER-MACKLER L. (2013). Kinesiophobia After Anterior Cruciate Ligament Rupture and Reconstruction: Noncopers Versus Potential Copers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, **43(11)**, pp.821-832.

35. HALL MC: Therapeutic Exercise Moving Toward Function. 2nd ed, LWW 2005: p. 57–87, s. 229–244.

36. THOMPSON W, GORGON N, PESCATELLO LS. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams& Wilkins; 2009. p. 253-5.

37. SAINZ DE BARANDA P, AYALA F (2010). Chronic Flexibility Improvement After 12 Week of Stretching Program Utilizing the ACSM Recommendations: Hamstring Flexibility. *International Journal of Sports Medicine*, **31(06)**, pp.389-396.

38. SHIN C (2008). Isokinetic Strength of Quadriceps and Hamstring, Hamstrings/Quadriceps Ratios in Elite Sports Athletes. *Korean Journal of Physical Anthropology*, **21(4)**, p.351.

39. PORTES E, PORTES L, BOTELHO V, SOUZA PINTO S (2007). Isokinetic torque peak and hamstrings/quadriceps ratios in endurance athletes with anterior cruciate ligament laxity. Clinics vol.62 no.2 São Paulo 2007.

40. RIEBE D, EHRMAN J, LIGUORI G,MAGAL M. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 10th ed. 2018.

41. BEYAZOVA M, GOKCE KUTSAL Y: Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Cilt 1, Güneş Kitapevi,2000: s. 318–326. .

42. PRENTICE E.W: Techniques in Musculoskeletal Rehabilitation. McGraw-Hill 2001: s.59–83, s.153–167.

43. FRIZZIERO A, TRAINITO S, OLIVA F, NICOLI AN, MASIERO S, MAFFULLI N (2014). The role of eccentric exercise in sport injuries rehabilitation. *British Medical Bulletin*, Volume 110, Issue 1, 1 June 2014, Pages 47–75.

44. TASKIRAN E, TOROS T. Ön Çapraz Bağ Cerrahisinde Karşılaşılan Komplikasyonlar ve Önlenmesi. N Reha Tandoğan (Ed). Ön Çapraz Bağ Cerrahisi, Sim Matbaacılık. Ankara 2002, 143-152.

45. FLEMING B, OKSENDAHL H, BEYNNON B. (2005). Open or Closed Kinetic Chain Exercises After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, **33(3)**, pp.134-140.

46. CHMIELEWSKI T, MYER G, KAUFFMAN D, TILLMAN S. (2006). Plyometric Exercise in the Rehabilitation of Athletes: Physiological Responses and Clinical Application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, **36(5)**, pp.308-319.

47. ASADI A, ARAZI H, YOUNG W, DE VILLAREAL E. (2016). The Effects of Plyometric Training on Change-of-Direction Ability: A Meta-Analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **11(5)**, pp.563-573.

48. HEWETT T, PATERNO M, MYER G. (2002). Strategies for Enhancing Proprioception and Neuromuscular Control of the Knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **402**, pp.76-94.

49. GRIFFIN LE. (2003). Neuromuscular Training and Injury Prevention in Sports, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **409**, pp.53-60.

50. LEPHART SM, PINCIVERO DM, GIRALDO JL, FU FH: The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *American Journal of Sports Med*icine **25**: 130-7, 1997.

51. ERGEN E, ULKAR B,ERASLAN A. (2007). Proprioception and Coordination. *Turkish Journal of Sports Medicine*. **42**. 57-83.

52. SMITH RL, BRUNOLLI J: Shoulder kinesthesia after anterior glenohumeral joint dislocation. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, **69**: 106-12, 1989.

53. LEPHART SM, HENRY TJ (1995) Functional rehabilitation for the upper and lower extremity. *Orthopedic Clinics of North America* **26(3)**:579–592.

54. HOWE TE, ROCHESTER L, JACKSON A, BANKS PM, BLAIR VA. Exercise for improving balance in older people. Cochrane Database Syst Rev. 2007; **17(4):**CD004963.

55. RUGELJ D. The effect of functional balance training in frail nursing home residents. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2010; **50(2)**: 192-97.

56. REID A, BIRMINGHAM T, STRATFORD P, ALCOCK G,GIFFIN J. (2007). Hop Testing Provides a Reliable and Valid Outcome Measure During Rehabilitation

After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Physical Therapy*, **87(3)**:pp.337-349.

57. BEAULIEU SA. The relationship between the Functional Movement Screen and Star Excursion Balance Test. 2012. PhD Thesis. California University of Pennsylvania.

58. NICHOLS DS, GLENN TM, HUTCHINSON KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Physical Therapy* 1995;**75**:699-706.

59. DONNELY C, ELLIOTT B, DOYLE T, FINCH C, DEMPSEY A, LLOYD D. (2015). Changes in muscle activation following balance and technique training and a season of Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **18(3)**: pp.348-352.

60. GRUBER M, GRUBER SB, TAUBE W, SCHUNBERT M, BECK SC, GOLLHOFER A. Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 2007;**21(1)**:274-82.

61. CHU DA. Jumping Into Plyometries. Leisure Press, Champing. Ilinois. s.1-18, 25-75, California, 1992.

62. ALBERT M. (1991). Eccentric muscle training in sports and orthopaedics. New York: Churchill Livingstone.

63. DAVIES G, RIEMANN BL, MANSKE R. Current Concepts of Plyometric Exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015;**10(6)**:760-786.

64. BARBER-WESTIN S, NOYES F. (2011). Factors Used to Determine Return to Unrestricted Sports Activities After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy*: *The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, **27(12)**: pp.1697-1705.

65. ARDEM C, TAYLOR N, FELLER J, WHITEHEAD T,WEBSTER K. (2013). Psychological Responses Matter in Returning to Preinjury Level of Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, **41(7)**: pp.1549-1558.

66. MYKLEBUST G. (2005). Return to play guidelines after anterior cruciate ligament surgery. *British Journal of Sports Medicine*, **39(3)**: pp.127-131.

67. THOMEE R, KAPLAN Y, KVIST J, MYKLEBUST G, RISBERG M, THEISEN D, TSEPIS E, WERNER S, WONDRASCH B, WITVROUW E. (2011).

Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **19(11)**: pp.1798-1805.

68. YABROUDI M, IRRGANG J. (2013). Rehabilitation and Return to Play After Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clinics in Sports Medicine*, **32(1)**: pp.165-175.

69. NOYES F, BARBER S, MANGINE R. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American Journal of Sports Medicine*, **19(5)**:pp.513-518.

70. GREENBERGER H, PATERNO M. (1995). Relationship of Knee Extensor Strength and Hopping Test Performance in the Assessment of Lower Extremity Function. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, **22(5)**:pp.202-206.

71. BARBER SD, NOYES FR, MANGINE RE, MCCLOSKEY J, HARTMAN W. Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1990 **(255)**:204-14.

72. TEYHEN DS, ROBERTSON J. Return to Sport: When Should an Athlete Return to Sport After an ACL Surgery? (2011). *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* **41(6)**:pp.388-388.

73. KO J. (2017). Comparison Kinematic Patterns between the Star Excursion Balance Test and Y-Balance Test in Elite Athletes. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, **27(3)**: pp.165-169.

74. KWON Y, Williams BD. (2017). The effect of variable rest intervals and chronic ankle instability on triplanar ankle motion during performance of the Star Excursion Balance Test. *Human Movement Science*, **52**: pp.143-150.

75. MOHAMMADI-RAD S, SALAVATI M, EBRAHIMI-TAKAMJANI I, AKHBARI B, SHERAFAT S, NEGAHBAN H, LALI P, MAZAHERI M. (2016). Dual-Tasking Effects on Dynamic Postural Stability in Athletes With and Without Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Sport Rehabilitation*, **25(4)**:pp.324-329.

76. AKYUZ G: Elektrodiagnoz. Guneş Kitabevi 2003: s.129 – 153.

77. TANIGUCHI R, NAKAMURA R,KASAI T. (1984). Influence of Arm Positions on Emg-Reaction Time of the Biceps Brachii for Elbow Flexion and Forearm Supination. *Perceptual and Motor Skills*, **59(1)**: pp.191-194.

78. KARABULUT D, ORTES F, ARSLAN Y,ADLI M. (2017). Comparative evaluation of EMG signal features for myoelectric controlled human arm prosthetics. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, **37(2)**: pp.326-335.

79. GLOUSMAN R (1993). Electromyographic Analysis and Its Role in the Athletic Shoulder. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, NA(288), pp.27-34.

80. OLIVEIRA A, CORVINO R, GONCALVES M, CAPUTO F, DENADAI B. (2012). Maximal Isokinetic Peak Torque and EMG Activity Determined by Shorter Ranges of Motion. *Human Movement*, **13(2)**.

81. CARVALHO A, CASEROTTI P, CARVALHO C, ABADE E, SAMPAIO J. (2014). Effect of a Short Time Concentric Versus Eccentric Training Program on Electromyography Activity and Peak Torque of Quadriceps. *Journal of Human Kinetics*, **41(1)**:pp.5-13.

82. MALLIAROPOULOS N, PANAGIOTIS T, JURDAN M, VASILIS K, DEBASISH P, PETER M, TSAPRALIS K. (2015). Muscle and intensity based hamstring exercise classification in elite female track and field athletes: implications for exercise selection during rehabilitation. *Journal of Sports Medicine*, p.209.

83. TAYLOR J, FLETCHER J. Correlation between the 8-repetition maximum test and isokinetic dynamometry in the measurement of muscle strength of the knee extensors: A concurrent validity study. *Physiotherapy Theory and Practice*, **29(4)**: pp.335-341.

84. DA SILVA D, CURTY V, AREAS J, SOUZA S, HACKNEY A, MACHADO M. Comparison of DeLorme with Oxford resistance training techniques: effects of training on muscle damage markers. *Biology of Sport*, **27(2)**: pp.77-81. .

85. GONCALVES DFF, RICCI NA, COIMBRA AMV. Functional balance among older adults from the community. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 2009; **13(4)**:316-23.

86. LEPHART SM, PRINCIVERO DM, GIRALDO JL, FU FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *American Journal of Sports Medicine* 1997; **25**: 130-7.

87. BALTACI G, HARPUT G, HAKSEVER B, ULUSUOY B, OZER H. Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: prospective, randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy* 2013; **21(4)**: 880-7.

88. BAYRAKTAR I. (2010). Farklı Branşlarda Pliometrik. Ankara: Ata Ofset Matbaacılık, s.9,11,19,21-22.

89. PASCHOS, Nikolaos K.; HOWELL, Stephen M. Anterior cruciate ligament reconstruction: principles of treatment. *EFORT open reviews*, 2016, **1.11**: 398-408.

90. TANDOGAN NR. Ön Çapraz Bağ Cerrahisi. Spor Yaralanmaları Artroskopi ve Diz Cerrahisi Derneği Yayınları, 2002, Ankara, Sim Matbaası, ISBN: 975- 92647-0-6.

91. AYENI, Olufemi R; et al. Pivot shift as an outcome measure for ACL reconstruction: a systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2012, **20.4:** 767-777.

92. MYER, Gregory D; et al. No association of time from surgery with functional deficits in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: evidence for objective return-to-sport criteria. *The American journal of sports medicine*, 2012, **40.10:** 2256-2263.

93. RAOUL, T. Is there a correlation between the psychological ACL-RSI score and isokinetic and neuromuscular functional performance tests of the knee following primary anterior cruciate ligament reconstruction?. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2018**, 61:** e75.

94. WEBSTER, Kate E; FELLER, Julian A.; LAMBROS, Christina. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Physical therapy in sport*, 2008, **9.1:** 9-15.

95. GOBBI, Alberto; FRANCISCO, Ramces. Factors affecting return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring

graft: a prospective clinical investigation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2006, **14.10:** 1021-1028.

96. MYKLEBUST, Grethe, et al. Clinical, functional, and radiologic outcome in team handball players 6 to 11 years after anterior cruciate ligament injury: a follow-up study. *The American journal of sports medicine*, 2003, **31.6**: 981-989.

97. KVIST, Joanna. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. *Sports Medicine*, 2004, **34.4**: 269-280.

98. LANGFORD, Jennifer L; WEBSTER, Kate E; FELLER, Julian A. A prospective longitudinal study to assess psychological changes following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *British journal of sports medicine*, 2009, **43. 5:** 377-378.

99. KVIST, Joanna, et al. Fear of re-injury: a hindrance for returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 2005, **13.5:** 393-397.

100. SADEQI, Mansour, et al. Progression of the psychological ACL-RSI score and return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective 2-year follow-up study from the French Prospective Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Cohort Study (FAST). *Orthopaedic journal of sports medicine*, 2018, **6.12:** 2325967118812819.

101. GOKELER, A, et al. Effect of fatigue on landing performance assessed with the landing error scoring system (less) in patients after ACL reconstruction. A pilot study. *International journal of sports physical therapy*, 2014, **9.3:** 302.

102. ARDERN, Clare L, et al. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *British Journal of Sports Medicine*, 2011, **45.7**: 596-606.

103. RAOUL, Tiana, et al. Are athletes able to resume sport at six-month mean follow-up after anterior cruciate ligament reconstruction? Prospective functional and psychological assessment from the French Anterior Cruciate Ligament Study (FAST) cohort. *The Knee*, 2019, **26.1:** 155-164.

104. JOHNSON, David S; SMITH, Roger B. Outcome measurement in the ACL deficient knee—what's the score? *The Knee*, 2001, **8.1:** 51-57.

105. NACITARHA V, HIZMETLI S, KAPTANOGLU E,ELDEN H, MESTCI E, OZYURT M. Ön çapraz bağ tamiri sonrası uygulanan hızlandırlmış rehabilitasyon programının sonuçları. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi* 1999;**1**:31-6.

106. BRIGGS, Karen K, et al. Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee score and Tegner activity scale for patients with meniscal injury of the knee. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 2006, **88.4:** 698-705.

107. YOON, Tae; HWANGE, Jin Won. Comparison of eccentric and concentric isokinetic exercise testing after anterior cruciate ligament reconstruction. *Yonsei medical journal*, 2000, **41.5:** 584-592.

108. Kvist, J. (2004) Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation. *Sports Medicine*, **34 (4),** 269-280.

109. PELEGRINELLI, Alexandre RM, et al. isokinetic muscle performance after anterior cruciate ligament reconsruction: A case-control study. *International journal of sports physical therapy*, 2018, **13.5:** 882.

110. KELLIS, ELEFTHERIOS; BALTZOPOULOS, Vasilios. Muscle activation differences between eccentric and concentric isokinetic exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 1998, **30.11:** 1616-1623.

111. DVIR, Z: İsokinetics, Muscle Testing, Interpretations and Clinical Aplication. 2 nd ed, s. 137–167.

112. VAIRO, Giampietro L, et al. Neuromuscular and biomechanical landing performance subsequent to ipsilateral semitendinosus and gracilis autograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2008, **16.1:** 2-14.

113. AGEBERG, Eva, et al. Knee extension and flexion muscle power after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon graft or hamstring tendons graft:

a cross-sectional comparison 3 years post surgery. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2009, **17.2:** 162-169

114. LAUTAMIES, Riitta, et al. Isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength and knee function 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon autografts. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2008, **16.11:** 1009-1016.

115. ALONSO, Angelica Castilho; GREVE, Júlia Maria D.'Andréa; CAMANHO, Gilberto Luis. Evaluating the center of gravity of dislocations in soccer players with and without reconstruction of the anterior cruciate ligament using a balance platform. *Clinics*, 2009, **64.3:** 163-170.

116. COOPER, R. L; TAYLOR, N. F; FELLER, J. A. A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Research in sports medicine*, 2005, **13.2:** 163-178.

117. HEIJNE, Annette; WERNER, Suzanne. A 2-year follow-up of rehabilitation after ACL reconstruction using patellar tendon or hamstring tendon grafts: a prospective randomised outcome study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2010, **18.6:** 805-813.

118. CACHUPE, Wendy JC, et al. Reliability of biodex balance system measures. *Measurement in physical education and exercise science*, 2001, **5.2:** 97-108.

119. MOHAMMADI, V; ALIZADEH, M; GAIENI, A. The effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, **31:** 247-250.

120. PATERNO, Mark V, et al. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2004, **34. 6:** 305-316.

121. ANDERSEN LL: Neuromuscular Activation in Conventional Therapeutic Exercises and Heavy Resistance Exercises: Implications for Rehabilitation, *Physical Therapy*, Volume 86; 5, 2006: s. 683-697.

122. BANDY WD, HANTEN WP: Changes in Torque and Electromyographic Activity of the Quadriceps Femoris Muscles Following Isometric Training; *Physical Therapy*; Vol 73; 7, July 1993: s. 455- 465.

123. KADAGAN SM (2009) Ön Çapraz Bağ Tamiri Sonrası Uygulanan Rehabilitasyon Programı Kapsamında Alt Extremite Kaslarının Elektromiyografik Aktivitesindeki Gelişmenin Kuvvet, Propriyosepsiyon ve Fonksiyonel Kapasite ile İlişkisi. Uzmanlık Tezi: Bursa.

EKLER

EK-1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ARAŞTIMANIN ADI:

Ön çarpraz bağ yaralanması onarımı sonrası spora dönüş oranlarının araştırılması ve yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine dönüşün sağlanması

ARAŞTIRMANIN KOLAY ANLAŞILIR ADI:

ÖÇB onarımı yapılan hastaların spora dönüş süreçlerinin araştırılması ve iyileştirilmesi

ARAŞTIRMANIN AMACI:

Çalışmamızın amacı; psikolojik, dinamik, fonksiyonel ve spora özgü becerileri değerlendirmek, spora özgü hareketleri içeren özel bir tedavi protokolü geliştirip uygulamak, bu uygulamanın yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine güvenli dönme üzerindeki etkinliğini ortaya koymaktır.

SORUMLU ARAŞTIRMACI:

Prof. Dr. B.ÜLKAR

ARAŞTIRMANIN YÜRÜTÜLECEĞİ YER:

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı

ARAŞTIRMANIN TANITIMI VE KATILIMCI DAVETİ

Sayın gönüllü,

Size doktorunuz tarafından çalışma, izokinetik egzersizleri ve elektromiyelografi (EMG) hakkında bilgiler verilecektir. Son zamanlarda bazı bilimsel araştırmalarda

ÖÇB yaralanması sonrası eski seviye spora dönüşte yeterli oranın sağlanmadığı görülmekte olup bu oran yaklaşık %40-60 arasındadır.Bu çalışma sizin yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyinize güvenli dönme üzerindeki etkinliğini ortaya koymaktır. Aynı zamanda program öncesi ve sonrası izokinetik cihazımız ile kuvvet farkınız incelenecek programın kuvvet aşısından yararlı olup olmadığı ile ilgili bilgi toplanacaktır.EMG ile ön ve arka uyluk kaslarınızın dinamik fonksiyonel durumu incelenecek olup çalışma öncesi ve sonrası karşılaştırma yapılacaktır. Ek olarak hastalarda hedefimiz psikolojik olarak güvenli spora dönebileceklerini skalalar ile değerlendirilerek sağlamaktır.

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilecektir. 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 8 haftadır.

Çalışmada öncelikle size ait bazı bilgiler (yaş, cinsiyet, hastalık öyküsü vb) sorulacaktır. Boyunuz ve kilonuz ölçülecek ve beden kitle indexiniz (BKİ: Vücut ağırlığınızın boyunuzun karesine bölünmesi ile elde edilen değer) hesaplanacaktır. Çalışmaya engel bir sağlık probleminizin varlığı hastalık öykünüz ve tam fizik muayene ile değerlendirilecektir. Çalışmaya toplam 8 hafta ve haftada en az 3 gün katılacaksınız. Çalışma ortalama 1, 5-2 saat sürecektir.

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 bir 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; EMG (Elektromiyografi) ile kasınızın egzersiz sırasındaki sinyaline bakılacak ve karşılaştırma yapılacak izokinetik kuvvet testi dediğimiz sabit hızda kasınızın belirli açılarda kasılmasını sağlayarak kuvvetine bakılacak size bilgi verilecek ve sorularınız cevaplanacaktır.

2. AŞAMA:

Isınma Egzersizi: Test öncesi vücut ısısının yükseltilmesi amacıyla bisiklet ile 50 watt ve 50 devirde 5 dakika ısınma egzersizi yapılacaktır.

İzokinetik egzersiz: İzokinetik dinamometre ile uyluk ön ve arka adelelerinizin kas kuvvetlerine bakılacaktır. Her iki diz için önce 60 derece/saniye hızda 5, 180 derece/saniye hızda 10 tekrarlı uygulanacaktır**.**

Ölçekler ile fonksiyonel ve psikolojik durum değerlendirilmesi: Kullanacağımız ölçekler ile fonksiyonel ve spora dönüş açısından psikolojik değerlendirmeler yapılacaktır.

EMG (Elektromiyografi): EMG ile fonksiyonel rehabilitasyon programı uygulanmadan önce ve sonra uyluk ön ve arka grup kaslarınızın aktif hareket halinde fonksiyonel ölçümleri yapılacaktır.

3. AŞAMA:

Oluşturduğumuz fonksiyonel rehabilitasyon programı ile haftada en az 3 olmak kaydı ile 8 hafta takip edileceksiniz. Bu program içinde fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizlerini, denge ve eklem pozisyon duyusu egzersizlerini, çeviklik, sürat ve patlayıcı kuvvet egzersizlerini içermektedir.

4. AŞAMA:

8 haftalık rehabilitasyon programı sonrası ölçekler tekrarlanacak, izokinetik kuvvet testleri, EMG ile kasların dinamik fonksiyonel değerlendirilmesi yapılacaktır.

5. 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. Bisiklet ile yapılacak ısınma egzersizi sizi biraz yoracak ve terletecektir, fakat herhangi bir olumsuz etki yaratmayacaktır. Size uygulanacak testlerden izokinetik kas kuvvet ölçüm egzersizi sırasında yorgunluk hissedebilirsiniz, bu durumda istediğiniz zaman testi yarıda bırakıp çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz.

YARARLARI:

Çalışmada elde edilecek sonuçlarla mevcut durumunuz değerlendirilecek, eksikliklerini saptanacaktır. Uygulanacak özel fonksiyonel rehabilitasyon programı ile fonksiyonel ve psikolojik olarak durumunuzu iyiliştirme amaçlanmaktadır. Testlerin

tekrarı ile bu hedefe ne ölçüde ulaşabildiğimiz görülecek, bu da güvenli spora dönüşünüz için yol gösterici olacaktır.

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 proje yöneticisi Dr. Selçuk Gül'ü 0312-5957125 nolu telefondan dilediğiniz zaman arayabilirsiniz.

İZİN ONAYI

Ben _____toplam 5(beş) 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 yaralanması onarımı sonrası spora dönüş oranlarının araştırılması ve yaralanma öncesi sportif aktivite düzeyine dönüşün sağlanması" adlı çalışmaya hasta grubu üyesi olarak katılmayı kabul ettiğimi ve bu formun bir kopyasının bana verildiğini aşağıdaki imzamla beyan ederim.

Gönüllünün;

Ad:

Soyadı:

İmza:

Tarih:

Proje yürütücüsünün ya da bilgilendirilmiş onayı alan kişinin;

Adı:

Soyadı:

Tarih:

İmza:

EK-2: Sosyodemografik-Klinik Bilgi Formu

SOSYODEMOGRAFİK-KLİNİK BİLGİ FORMU

Tarih:

Adı – Soyadı:

TC Kimlik No:

Adres:

Tel.no:

1. Cinsiyeti:

2. Doğum tarihi:

3. Kilo:

4. Boy:

5. Beden Kitle İndeks:

6. Dominant Alt Ekstremite:

7. Önceki yaralanma (lar):

8. Geçirdiği önemli hastalıklar:

9. Sürekli kullandığı ilaçlar:

10. Yaralanma tarihi:

11. Menisküs onarımı:

12. Ameliyat sonrası spora dönüş zamanı:

13. Spora dönmedi veya dönemediyse gerekçesi:

14. Şu anda yapmış olduğun spor, fiziksel aktivite:

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

Çömelme (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: Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Spora Dönüş Ölçeği

Duygular

1. Sporunuzu yaparken endişeleniyor musunuz?

0_____10

2.Sporunuzu yaparken sürekli dizinizi düşünmek sinirinizi bozuyor mu?

0

_____10

3. Sporunuzu yaparken kendinizi rahat hissediyor musunuz?

0_____10

4.Sporunuzu yaparken dizinizi yeniden yaralamaktan korkuyor musunuz?

0_____10

5. Sporunuzu yaparken dizinizi kazayla sakatlamaktan korkuyor musunuz?

0_____10

Performansta Kendine Güven

6. Sporunuzu yaparken dizinizin boşalmayacağı konusunda kendinize güveniyor musunuz?

0_____10

7. Dizinizden endişe etmeden sporunuzu yapacağınıza güveniyor musunuz?

0_____10

8. Baskı altında dizinizin dayanabileceği konusunda kendinize güveniyor musunuz?

0_____10

9. Daha önceki spora katılım düzeyinizde performansa ulaşabileceğiniz konusunda kendinize güveniyor musunuz?

0_____10

10. Sporunuzda iyi performans gösterme yeteneğinizde kendinize güveniyor musunuz?

0_____10

Risk Değerlendirmesi

11. Sporunuza katılarak dizinizi yeniden yaralayabileceğinizi düşünüyor musunuz?

0_____10

12. Yeniden ameliyat olma ve rehabilitasyon görme düşünceleri sizi spor yapmaktan alıkoyuyor mu?

0 _____10

EK-5: 2000 IKDC SUBJEKTİF DİZ DEĞERLENDİRME FORMU

Tam Adınız

Bugünün Tarih: Gün/ Ay Yıl

Yaralanma Tarihi: Gün/ Ay Yıl

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

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	Yapamı yorum
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