

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU SONRASI İKİ FARKLI
STABİLİZASYON EĞİTİMİNİN DİZ KAS KUVVET GELİŞİMİNE
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Fzt. Gülcan HARPUT

**Spor Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2015

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU SONRASI İKİ
FARKLI STABİLİZASYON EĞİTİMİNİN DİZ KAS KUVVET
GELİŞİMİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Fzt. Gülcan HARPUR

**Spor Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Gül BALTACI**

**ANKARA
2015**

Anabilim Dalı :FİZYOTERAPİ ve REHABİLİTASYON
 Program :SPOR FİZYOTERAPİSTLİĞİ
 Tez Başlığı :ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU SONRASI İKİ FARKLI
 STABİLİZASYON EĞİTİMİNİN DİZKAS KUVVET GELİŞİMİNE
 ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
 Öğrenci Adı-Soyadı :GÜLCAN HARPUT
 Savunma Sınavı Tarihi :13.03.2015

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Nevin ERGUN
 Hacettepe Üniversitesi
 Tez danışmanı: Prof. Dr. Gül BALTACI
 Hacettepe Üniversitesi
 Üye: Prof. Dr. Volga BAYRAKCI TUNAY
 Hacettepe Üniversitesi
 Üye: Prof. Dr. Hamza ÖZER
 Gazi Üniversitesi
 Üye: Doç. Dr. Hayri Baran YOSMAOĞLU
 Başkent Üniversitesi

(İmza)

(İmza)

(İmza)

(İmza)

(İmza)

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

(İmza)

Prof.Dr. Ersin FADILLIOĞLU

Müdür

TEŞEKKÜR

Bir danışmandan çok daha ötesi... Hayatımın her aşamasında desteğini esirgemeyen, yol gösteren, akademisyen kimliğimin oluşmasında çok büyük emeği olan tez danışmanım sevgili Prof. Dr. Gül Baltacı'ya,

Akademik gelişimimde büyük katkıları olan, birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum sevgili hocalarım Prof. Dr. Nevin Ergun, Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay ve Doç. Dr. İrem Düzgün'e

Tezim için gerekli katılımcıların sağlanmasında yardımlarını esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Hamza Özer ve Prof. Dr. Özgür Ahmet Atay'a,

Farklı bir gözle, tez izleme jurimde sağladığı yorum ve katkılardan dolayı Doç. Dr. Baran Yosmaoğlu'na

Zor zamanlarımda dahi tebessüm etmemi sağlayan, varlıklarını her zaman ve her koşulda hissettiren can dostlarım Hande Güney, Burak Ulusoy, Erkan Kılınç ve Aynur Demirel'e,

Güleryüzlü, yardımsever, grup ve birlik olmanın harika bir duygu olduğunu gösteren sevgili ünite çalışma arkadaşlarım Damla Tok, Elif Turgut, Leyla Eraslan ve Taha İbrahim Yıldız'a

Gönüllü olarak tezimde yer alan değerli hastalarım,

TÜBİTAK BİDEB 2211-E Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında burs aldığım Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu-Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na (1649B031200027),

“Lisansüstü Öğrenim Projesi” kapsamında doktora tezimin basım masrafları için destek veren Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (014 T03 102 002),

Her koşulda yanımda olan, desteğiyle ve sevgisiyle beni yücelten sevgili eşim Harun Harput'a ve tüm aileme,

Sonsuz teşekkürler...

ÖZET

Harput G. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası İki Farklı Stabilizasyon Eğitiminin Diz Kas Kuvvet Gelişimine Etkilerinin Karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Fizyoterapistliği Doktora Tezi, Ankara, 2015. Bu çalışmanın amacı hamstring tendon otogrefti kullanılarak ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş bireylerde farklı kinetik halka pozisyonunda verilen stabilizasyon eğitiminin quadriceps ve hamstring kas kuvvet gelişimi üzerine etkisini araştırmaktır. 52 hasta randomize olarak 3 gruba ayrıldı. Grup 1 (n=17, yaş: 28.3±9.0 yıl, VKİ: 24.0±3.7 kg/m²) standart rehabilitasyona ek olarak izokinetik sistemde (ISOMED 2000) açık kinetik halka (AKH) stabilizasyon eğitimine, Grup 2 (n=18, yaş: 27.3±7.8 yıl, VKİ: 26.1±4.0 kg/m²) standart rehabilitasyona ek olarak fonksiyonel squat aletinde (Monitored Rehab System) kapalı kinetik halka (KKH) stabilizasyon eğitimine dahil edilirken, Grup 3 (n=17, yaş: 27.0±6.3 yıl, VKİ: 24.4±3.2 kg/m²) ise sadece standart rehabilitasyon programına dahil edildi. Stabilizasyon eğitimi, quadriceps ve hamstring kaslarının ko-kontraksiyonu ile birlikte 60° diz fleksiyonunda yapıldı. Stabilizasyon eğitimi cerrahi sonrası 1.ayda başlatıldı ve 8 hafta süreyle 3 gün/hf olacak şekilde yapıldı. Quadriceps ve hamstring kaslarının cerrahi sonrası 1, 3 ve 6.aydaki izometrik kas kuvvetleri ve kasların 6.aydaki 60°/s, 90°/s ve 180°/s'de konsentrik ve 90°/s'de eksentrik kas kuvvetleri izokinetik dinamometre ile ölçüldü. Verilerin analizinde 2 yönlü (Zaman X grup) tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi kullanıldı. Zaman ile grup arasındaki etkileşim quadriceps kuvvet gelişimi için anlamlı bulundu ($F_{(4,98)}= 2.75$, $p=0.03$). Eğitim sonunda, 1. ve 2. grubun quadriceps kuvveti 3. gruptan daha fazla bulunurken ($p<0.05$), 6. aydaki quadriceps kuvveti 1. grupta daha fazla bulundu ($p=0.03$). Diğer yandan, 1-3 aylar arasındaki quadriceps kas kuvvetindeki değişim 1. ve 2. grupta 3. gruba kıyasla daha fazla bulunurken ($p<0.05$), 3-6 aylar arasındaki quadriceps kuvvet değişimi gruplar arasında farklılık göstermedi ($p=0.04$). Hamstring kas kuvvet gelişimi için hiçbir grupta zaman ile grup etkileşimi anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 1.01$, $p=0.40$). Cerrahi sonrası 6. aydaki konsentrik ve eksentrik quadriceps ve hamstring kas kuvveti gruplar arasında farklılık göstermedi ($p>0.05$). Sonuç olarak, quadriceps kas kuvveti gelişiminde, AKH ve KKH pozisyonlarında yapılan stabilizasyon eğitimleri standart rehabilitasyona göre daha etkili bulundu. Bu nedenle, quadriceps kas kuvvetinin artırılması için dirençli hamstring quadriceps ko-kontraksiyon eğitimi ÖÇB cerrahisi sonrası rehabilitasyon programına dahil edilmelidir.

Anahtar kelimeler: Kas kuvveti, ön çapraz bağ, izometrik kontraksiyon, quadriceps, hamstring

Destekleyen Kurumlar: HÜ Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi, TÜBİTAK BİDEB 2211-E Yurtiçi Doktora Burs Programı.

ABSTRACT

Harput G. Comparison of different stabilization trainings' effects on knee strength recovery after anterior cruciate ligament reconstruction. Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Sports Physiotherapy PhD Thesis, Ankara, 2015. The aim of this study was to investigate the effects of different kinetic chain stabilization trainings on quadriceps and hamstring strength recovery in anterior cruciate ligament reconstructed patients with hamstring tendon autograft. 52 patients were randomly allocated into 3 groups. Group 1 (n=17, age: 28.3±9.0 yrs, BMI: 24.0±3.7 kg/m²) was included in both standard rehabilitation and open kinetic chain (OKC) stabilization training in isokinetic system (ISOMED 2000); Group 2 (n=18, age: 27.3±7.8 yrs, BMI: 26.1±4.0 kg/m²) was included in both standard rehabilitation and closed kinetic chain (CKC) stabilization training in functional squat system (Monitered Rehab System), while Group 3 (n=17, age: 27.0±6.3 yrs, BMI: 24.4±3.2 kg/m²) was only included in standard rehabilitation. 2 way repeated measures of ANOVA (time by group) was used for statistical analysis. Time by group interaction was found significant for quadriceps strength recovery ($F_{(4,98)}=2.75$, $p=0.03$). At the end of the training, quadriceps strength of Group 1 and Group 2 was greater than Group 3 ($p<0.05$), whereas only the strength of Group 1 was found greater at 6 months after surgery ($p=0.03$). On the other hand, quadriceps strength change from 1 month to 3 months was found greater in Group 1 and Group 2 compared to Group 3 ($p<0.05$) but strength changes from 3 months to 6 months was not found different among groups ($p=0.04$). There is no significant interaction between time and group for hamstring strength recovery ($F_{(4,98)}=1.01$, $p=0.40$). Concentric and eccentric strength of the muscles was not found different among groups ($p>0.05$). As a result, for quadriceps strength recovery, stabilization trainings in OKC and CKC positions were found more effective than standard rehabilitation. Therefore, resistive hamstring quadriceps co-contraction training should be included in ACL rehabilitation program so as to increase quadriceps strength.

Key words: Muscle strength, anterior cruciate ligament, isometric contraction, quadriceps, hamstring

Supporting Institutions: HU Scientific Research Projects Coordination Unit, TUBITAK BİDEB 2211-E National Scholarship Program for PhD student.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER	xi
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1.Ön Çapraz Bağ Anatomisi	4
2.2.Ön Çapraz Bağın Biyomekaniği	6
2.3.Ön Çapraz Bağ Yaralanma İnsidansı	7
2.4.Ön Çapraz Bağın Yaralanma Mekanizmaları	8
2.5. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarına Neden Olan Risk Faktörleri	8
2.6. Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Değerlendirme	12
2.6.1. Hikaye	12
2.6.2. Fizik Muayene	13
2.7.Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Tedavi	14
2.7.1. Konservatif Tedavi	16
2.7.2. ÖÇB Rekonstrüksiyonu	16
2.7.3. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Rehabilitasyon	18
2.8. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarından Sonrası Diz Eklem Stabilizasyonu:	
Hamstring Quadriceps Ko-Kontraksiyonu	19
2.9. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Diz Kas Kuvvet Gelişimi	21
3.BİREYLER VE YÖNTEM	23
3.1. Bireyler	23
3.2. Yöntem	25

	Sayfa
3.2.1 Çalışma Planı	25
3.2.2. Değerlendirmeler	25
3.2.3. Standart ÖÇB Rekonstrüksiyonu Sonrası Rehabilitasyon Protokolü	28
3.2.4. Açık Kinetik Halka Stabilizasyon Eğitimi	40
3.2.5. Kapalı Kinetik Halka Stabilizasyon Eğitimi	41
3.3. İstatistiksel Analiz	42
4. BULGULAR	43
4.1. Bireylerin Demografik Bilgileri	43
4.2. Ameliyatlı Dizdeki Zirve İzometrik Quadriceps Kas Kuvvet Gelişimi	44
4.3. Sağlam Dizdeki Zirve İzometrik Quadriceps Kas Kuvvet Gelişimi	46
4.4. İzometrik Zirve Quadriceps İndeksi (Qİ)'nin Gelişimi	48
4.5. Ameliyatlı Dizdeki Zirve İzometrik Hamstring Kuvvet Gelişimi	49
4.6. Sağlam Dizdeki Zirve İzometrik Hamstring Kuvvet Gelişimi	50
4.7. İzometrik Zirve Hİ'nin gelişimi	52
4.8. Ameliyatlı Diz Quadriceps Zirve Tork için Geçen Zamanın Gelişimi	53
4.9. Sağlam Diz Quadriceps Zirve Tork için Geçen Zaman	53
4.10. Ameliyatlı Diz Hamstrings Zirve Tork için Geçen Zamanın Gelişimi	54
4.11. Sağlam Diz Hamstrings Zirve Tork için Geçen Zamanın Gelişimi	54
4.12. Ameliyatlı Diz Ortalama İzometrik Quadriceps Kuvvet Gelişimi	55
4.13. Sağlam Diz Ortalama İzometrik Quadriceps Kuvvet Gelişimi	56
4.14. Ameliyatlı Diz Ortalama İzometrik Hamstring Kuvvet Gelişimi	56
4.15. Sağlam Diz Ortalama İzometrik Hamstring Kuvvet Gelişimi	57
4.16. Ameliyatlı ve Sağlam Dizde 6. Ay Konsentrik ve Eksentrik Quadriceps Kas Kuvveti	58
4.17. Ameliyatlı ve Sağlam Dizin 6. Ay Konsentrik ve Eksentrik Hamstring Kas Kuvveti	59
4.18. Qİ'nin 6. Ayda Konsentrik ve Eksentrik Değerleri	60
4.19. Ameliyatlı Dizde İzometrik Hamstring Quadriceps (H:Q) Oranının Gelişimi	62
4.20. Sağlam Dizdeki İzometrik H:Q Oranının Gelişimi	63
4.21. Ameliyatlı Diz 6. Aydaki Konsentrik, Fonksiyonel ve İzometrik H:Q Oranı	63
4.22. Sağlam Diz 6. Aydaki Konsentrik, Fonksiyonel ve İzometrik H:Q Oranı	64

	Sayfa
5. TARTIŞMA	66
6. SONUÇLAR	77
7. KAYNAKLAR	79
EKLER	
Ek 1. Etik Kurul Kararı	

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: yüzde
°	: derece
<	: küçüktür
>	: büyüktür
AKH	: açık kinetik kalka
AM	: anteromedial
ATT	: anterior tibial translasyon
H:Q	: hamstring quadriceps oranı
Hİ	: hamstring indeksi
HTG	: hamstring tendon grefti
HZTZ	: hamstring zirve torkuna ulaşmak için geçen zaman
IKDC	: International knee documentation comitee
KKH	: kapalı kinetik halka
MİİK	: maksimum istemli izometrik kontraksiyon
mm	: milimetre
mm ²	: milimetre kare
N	: Newton
ÖÇB	: ön çapraz bağ
PL	: posterolateral
Q	: quadriceps
Qİ	: quadriceps indeksi
s	: saniye
VKİ	: vücut kütle indeksi
VMO	: vastus medialis obliquus

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. ÖÇB (a) femoral ve (b) tibial yapışma yerleri	4
2.2. Sagittal düzlemde ÖÇB'nin anteromedial (AM) ve posteromedial (PM) demetlerinin diz fleksiyon ve ekstansiyonundaki dizilimi	5
2.3. ÖÇB'nin uzunluğu, genişliği ve kesit alanı	5
2.4. Anterior tibial translasyon yönünde verilen 110 N' luk kuvvete karşı ÖÇB'nin göstermiş olduğu kuvvet	7
2.5. Yana kesme hareketi sırasında valgus ve anterior tibial translasyon kuvvet kombinasyonu sonucu oluşan ÖÇB yaralanması	8
2.6. Tek demet anatomik rekonstrüksiyon tünel yerleri	18
2.7. Çift demet anatomik rekonstrüksiyon tünel yerleri	18
3.8. Çalışmanın akış çizelgesi	24
3.9. Topuk kaydırma egzersizi	30
3.10. Terminal izometrik egzersizi	30
3.11. Patellar mobilizasyon (a,b,c) ve skar doku mobilizasyonu (d)	30
3.12. Hamstring germe egzersizi	31
3.13. Düz bacak kaldırma egzersizi	31
3.14. Diz stabilizasyon eğitimi	31
3.15. Ekstansiyon askı egzersizi	31
3.16. Nöromusküler elektrik stimülasyonu	32
3.17. Midye egzersizi	32
3.18. Köprü kurma egzersizi	32
3.19. Ağırlık aktarma (a) ve yürüyüş eğitimi (b)	32
3.20. Dirençli dört yöne adım alma egzersizi	33
3.21. Dirençli VMO egzersizi	33
3.22. Dirençli düz bacak kaldırma	35
3.23. Dirençli köprü kurma	35
3.24. Sabit (a,b) ve hareketli zeminde (c) çift ayak squat egzersizleri	35
3.25. Merdiven eğitimi ve hamle egzersizi	35
3.26. Tekmeleme egzersizleri	36

Şekil	Sayfa
3.27. Kalistenik hamstring egzersizi	37
3.28. Bisiklet	37
3.29. Tek bacak eksentrik kuvvetlendirme	38
3.30. Hareketli zemin üzerinde köprü kurma egzersizi	38
3.31. Dirençli hamstring egzersizi	38
3.32. Tek bacak denge ve pertürbasyon eğitimi	39
3.33. AKH stabilizasyon eğitimi	40
3.34. KKH pozisyonunda stabilizasyon eğitimi	41
4.35. Ameliyatlı dizdeki quadriceps zirve izometrik kuvvetinin 1-3 ve 3-6 aylar arasındaki değişimi	46
4.36. Sağlam dizdeki quadriceps izometrik kuvvetinin 1-3 ve 3-6 aylar arasındaki değişimi	47
4.37. İzometrik zirve Qİ'nin gelişimi	48
4.38. Ameliyatlı dizdeki hamstring izometrik kuvvetinin 1-3 ve 3-6 aylar arasındaki değişimi	50
4.39. Sağlam dizdeki hamstring zirve izometrik kuvvetinin 1-3 ve 3-6 aylar arasındaki değişimi	51
4.40. Zirve İzometrik Hİ'nin gelişimi	52
4.41. Qİ konsentrik değeri	60
4.42. Hİ konsentrik değeri	61
4.43. Qİ ve Hİ eksentrik değerleri	61
4.44. Ameliyatlı dizde izometrik H:Q oranının gelişimi	62
4.45. Sağlam dizde izometrik H:Q oranının gelişimi	63
4.46. Ameliyatlı dizde 6.aydaki konsentrik, fonksiyonel ve izometrik H:Q oranı	64
4.47. Sağlam dizde 6.aydaki konsentrik, fonksiyonel ve izometrik H:Q oranı	65

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. ÖÇB yaralanmaları için teşhis ve tedavi algoritması	15
2.2. Patellar tendon ve hamstring tendon greftlerinin avantaj ve dezavantajları	17
4.3. Bireylerin demografik bilgileri	43
4.4. Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaralandıkları spora göre dağılım frekansı	43
4.5. Çalışmaya dahil edilen bireylerin dominant ve ameliyatlı ekstremiteye göre dağılım frekansı	44
4.6. Ameliyatlı dizin cerrahi sonrası 1., 3. ve 6. aylardaki zirve izometrik quadriceps kas kuvvetleri	45
4.7. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki zirve izometrik quadriceps kas kuvvetleri	47
4.8. Ameliyatlı dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki zirve izometrik hamstring kas kuvvetleri	49
4.9. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki zirve izometrik hamstring kas kuvvetleri	51
4.10. Ameliyatlı dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki izometrik quadriceps zirve torkuna ulaşmak için geçen zamanı	53
4.11. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki izometrik quadriceps zirve torkuna ulaşmak için geçen zamanı	53
4.12. Ameliyatlı dizin 1., 3. ve 6. aylardaki izometrik hamstring zirve torkuna ulaşmak için geçen zamanı	54
4.13. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylardaki izometrik hamstring zirve torkuna ulaşmak için geçen zamanı	55
4.14. Ameliyatlı dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki ortalama izometrik quadriceps kas kuvvetleri	55
4.15. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki ortalama izometrik quadriceps kas kuvvetleri	56
4.16. Ameliyatlı dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki ortalama izometrik hamstring kas kuvvetleri	57

Tablo	Sayfa
4.17. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki ortalama izometrik hamstring kas kuvvetleri	57
4.18. Ameliyatlı ve sağlam dizin 6. aydaki quadriceps konsentrik ve eksentrik kas kuvvetleri	58
4.19. Ameliyatlı ve sağlam dizin 6. aydaki hamstring konsentrik ve eksentrik kas kuvvetleri	59

1. GİRİŞ

Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) cerrahisi sonrası, rehabilitasyonun en önemli parçası quadriceps ve hamstring kas kuvvetlerinin restorasyonudur (1). Özellikle quadriceps kasının diz eklem stabilizasyonundaki rolünün büyük olması, quadriceps kas kuvvetinin fonksiyonel performans ve uzun dönem dizde osteoartrit gelişimi ile ilişkili olması, ÖÇB cerrahisi sonrası rehabilitasyonda primer olarak bu kasın tedavisine odaklanılmasına neden olmuştur (2-4). Diğer yandan, hamstring kasının ÖÇB ile sinerjist rolünün olması, bu kasın cerrahi sonrası kuvvetlendirilmesiyle birlikte iyileşmekte olan grefte olan yüklenmeleri azaltabileceğini göstermiştir (5). Bu nedenle, Hamstring Tendon Grefti (HTG) ile yapılan ÖÇB cerrahisi sonrası erken dönemde dōnor sahaya ve iyileşmekte olan grefte zarar vermeden quadriceps ve hamstring kas re-edükasyonunu ve kuvvetlendirmesini hedefleyen egzersiz protokolleri geliştirilmiştir.

ÖÇB cerrahisi sonrası kas kuvvetinin restorasyonunda açık ve kapalı kinetik halka egzersizleri rehabilitasyon protokolleri içerisinde sıklıkla kullanılmaktadır (6,7). Açık kinetik halka (AKH) egzersizleri özel kas kuvvetlendirmesine daha çok yardımcı olurken, erken dönemde iyileşmekte olan grefte fazla stres uyguladığından bu dönemde çok tercih edilmemektedir (7,8). Diğer yandan kapalı kinetik halka (KKH) egzersizleri iyileşmekte olan grefte daha az stres uyguladığından ve hamstring quadriceps ko-kontraksiyonunu sağlayarak eklem stabilizasyonunu geliştirdiğinden erken dönemde daha çok tercih edilmektedir (8,9). Fakat, KKH egzersizlerinin tek başına quadriceps kasının optimal kuvvetlenmesi için yeterli olmadığı söylenmiştir (10). KKH ve AKH pozisyonlarındaki izometrik egzersizler ÖÇB cerrahisinden hemen sonra kas aktivitesini arttırmak, hamstring quadriceps ko-kontraksiyon sağlayarak eklem stabilitesini arttırmak ve kasları kuvvetlendirmek amaçlı izotonik egzersizlere kıyasla sıklıkla kullanılmaktadır (11). Fakat izometrik eğitimin etkisi eğitim yapılan diz eklem açısına özel olduğundan bütün eklem aralığını kapsayan etkileri görülmemektedir (12). Diğer yandan, eş zamanlı quadriceps ve hamstring kaslarının izometrik kontraksiyonları ÖÇB üzerine olan yüklenmeyi daha büyük ekstansiyon açılarında azaltabilirken, dirençle birlikte hamstring ve quadriceps kaslarının kuvvetlenmesini de sağlayabilmektedir (11,13).

Klinisyen ve akademisyenlerin rehabilitasyon protokollerini geliştirme yönündeki çalışmalarının yoğunluğuna rağmen, ÖÇB cerrahisi sonrası kas kuvvet defisitleri uzun süre devam etmektedir (14). Genellikle spora dönüş evresi olarak tanımlanan cerrahi sonrası 6. ayda quadriceps kas kuvvet defisiti %5-30 arasında değişebilirken, hamstring defisiti ise %9-13 olarak değişebilmektedir (15). Özellikle quadriceps kas kuvvetinde görülen bu defisit rehabilitasyon süresinin kısa olmasına, rehabilitasyonun yetersiz olmasına, kişinin yaşına, aktivite düzeyine ve vücut kütle indeksi gibi faktörlere göre değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (3,16). Ancak, kronik quadriceps kas kuvvetindeki defisit asıl nedeni cerrahi sonrası quadriceps kas aktivasyon yetersizliğine ve atrofisine bağlanmıştır (3,17). Hamstring kas kuvvetindeki defisit ise hamstring kasından greft alınmasına bağlı donor sahada meydana gelen nöral inhibisyona ve muskületendinöz yapılarıdaki değişen mekaniğe bağlanmaktadır (18). Fakat çalışmaların büyük çoğunluğu quadriceps kuvvet defisitine kıyasla hamstring kas kuvvetindeki defisit daha kısa sürdüğünü göstermektedir (16).

ÖÇB cerrahisi sonrası farklı eğitim protokollerinin kas kuvvet gelişimi üzerine etkisini gösteren takip çalışmaları literatürde az sayıdadır. Çalışmalarda genelde rehabilitasyon sonrası uzun dönem (> 6ay) konsentrik ve eksentrik kas kuvvet değerlerini belirtilirken (15,19,20), cerrahi sonrası erken dönemde (< 3ay) kas kuvvet değerleri ve gelişimleri hakkında yeterli bilgi yoktur (21-23). Eksentrik ve konsentrik kas testleri cerrahi sonrası iyileşmekte olan grefte zararlı olabileceğinden, izometrik kas testleri bu dönemde kas kuvvetini değerlendirmek için daha çok kullanılmaktadır (24,25). Erken dönemde kas kuvvet değerlerinin bilinmesi ve rehabilitasyon programlarının kişiye özel bireyselleştirilmesi uzun dönemde görülen kuvvet defisitlerinin önüne geçilmesini sağlayabilir. Bu çalışma HTG ile yapılmış ÖÇB cerrahisi sonrası farklı kinetik halka pozisyonunda eş zamanlı ve ilerleyici quadriceps ve hamstring izometrik kontraksiyonlarını içeren stabilizasyon egzersizlerinin erken ve geç dönem kas kuvvet gelişimi üzerine etkisini araştırmayı hedefledi. Oluşturulan stabilizasyon eğitimlerinin cerrahi sonrası erken dönemde kas aktivitesini fasilite edip, hamstring ve quadriceps ko-kontraksiyonu ile birlikte daha güvenli kas kuvvetlendirilmesini sağlayabileceği düşünüldü.

Hipotezler

H0: Açık ve kapalı kinetik halka pozisyonunda yapılan stabilizasyon eğitimleri ön çapraz bağ cerrahisi sonrası quadriceps ve hamstring kas kuvvet gelişimini etkilemez.

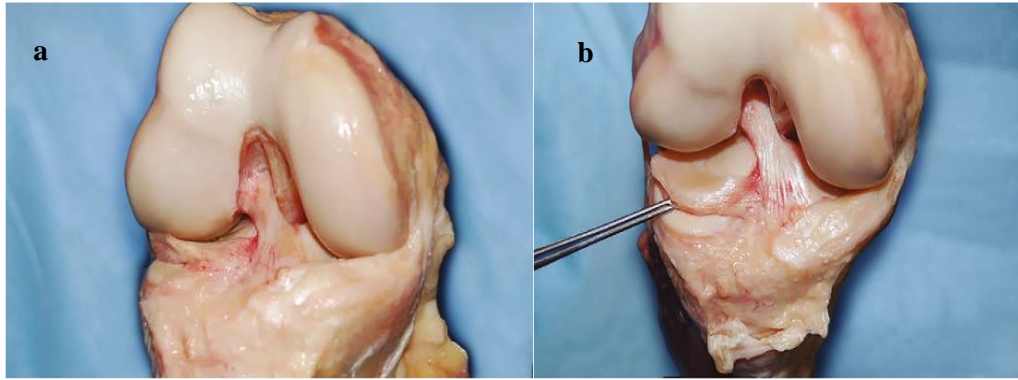
H1: Açık kinetik halka pozisyonunda yapılan stabilizasyon eğitimi standart rehabilitasyon programına göre quadriceps ve hamstring kas kuvvetini daha çok artırır.

H2: Kapalı kinetik halka pozisyonunda yapılan stabilizasyon eğitimi standart rehabilitasyon programına göre quadriceps ve hamstring kas kuvvetini daha çok artırır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Ön Çapraz Bağ Anatomisi

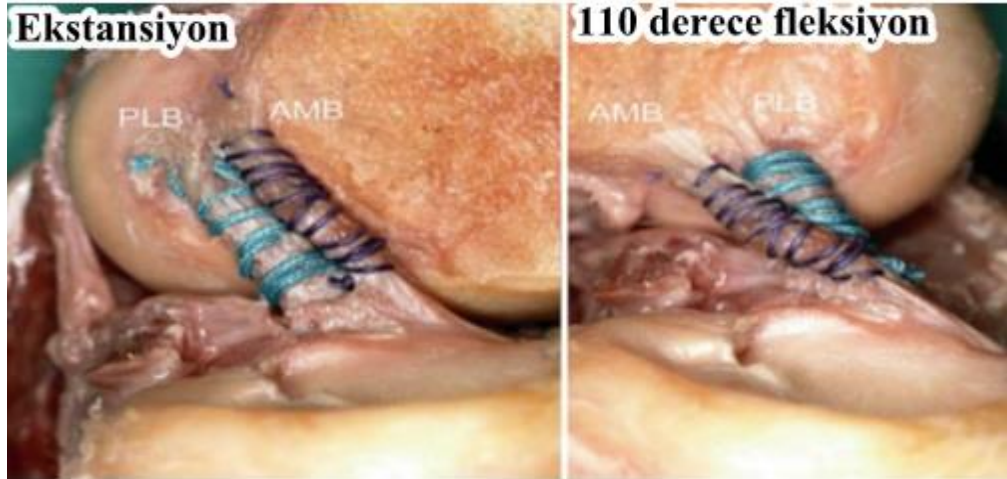
Ön çapraz bağ (ÖÇB) intraartiküler fakat ekstrasinovyal bir konnektif dokudur (26). Proksimalde, lateral femoral kondilin posteromedial kenarındaki boşluğa yapışır ve distale doğru oblik ve anteromedial yönde ilerleyerek tibial platodaki interkondiler boşluğun anterioruna yapışır (27) (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. ÖÇB (a) femoral ve (b) tibial yapışma yerleri (28)

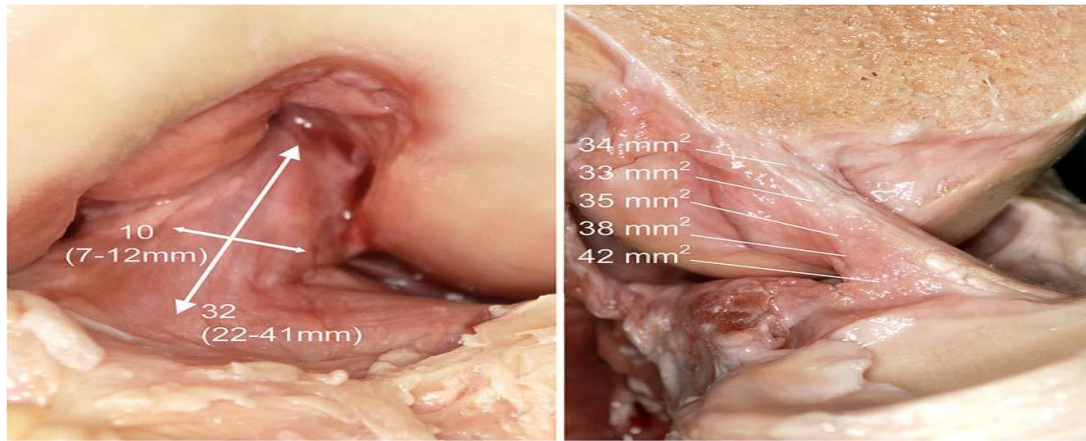
ÖÇB anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) olmak üzere iki fonksiyonel demetten oluşur (26,27,29). AM ve PL demetler tibial yapışma yerine göre adlandırılmıştır (27). AM demet femoral yapışma yerinin anterior ve proksimalinden başlar ve tibial yapışma yerinin anteromedialine insersio yapar. PL demet ise, femoral yapışma yerinin postero-distalinden başlar ve tibial yapışma yerinin posterolateraline insersio yapar (30). AM demet hem tibial hem de femoral yapışma yerlerinde PL demetten daha kalındır (30).

Femoral yapışma yerinde bu iki demetin oryantasyonu eklem hareketine bağlı olarak değişiklik gösterir. Ekstansiyon sırasında, PL demet AM demetin posteriorunda ve inferiorunda bulunurken, fleksiyon sırasında daha da derine ve inferiora doğru hareket eder (31) (Şekil 2.2). Diz ekstansiyona getirildiğinde, AM ve PL demetler birbirine paralel olarak uzanırlar. Bu pozisyonda PL demet gerginken, AM demet orta derecede gevşektir. Fleksiyon hareketi sırasında, femoral yapışma yeri horizontal pozisyona gelir; AM demet PL demet üzerinde lateral dönme hareketi yapar ve AM demetin gerilimi artarken, PL demet gevşemeye başlar (31).



Şekil 2.2. Sagittal düzlemde ÖÇB'nin anteromedial (AM) ve posteromedial (PM) demetlerinin diz fleksiyon ve ekstansiyonundaki dizilimi (a: fleksiyon, b: ekstansiyon)(31)

ÖÇB'nin tibial yapışma yeri femoral yapışma yerinden %120 daha büyüktür. ÖÇB'nin intraartiküler uzunluğu 22-41 mm ve ortalama genişliği 7-12 mm aralığındadır (29). Bağın kesitsel alanı femurdan tibiya doğru gittikçe artış gösterir. Bağın kesit alanı erkeklerde yaklaşık 47 mm² ve kadınlarda ise 36 mm²' dir (27) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. ÖÇB'nin uzunluğu, genişliği ve kesit alanı (29)

ÖÇB kuru ağırlığının dörtte üçü kadar yüksek organizasyonlu kollajen matriksten oluşur. % 90 Tip 1 kollajen ve % 10 Tip 3 kollajen içeriğine sahiptir (32). Bağın beslenmesi primer olarak orta geniküler arter ile sağlanırken, inferomedial ve

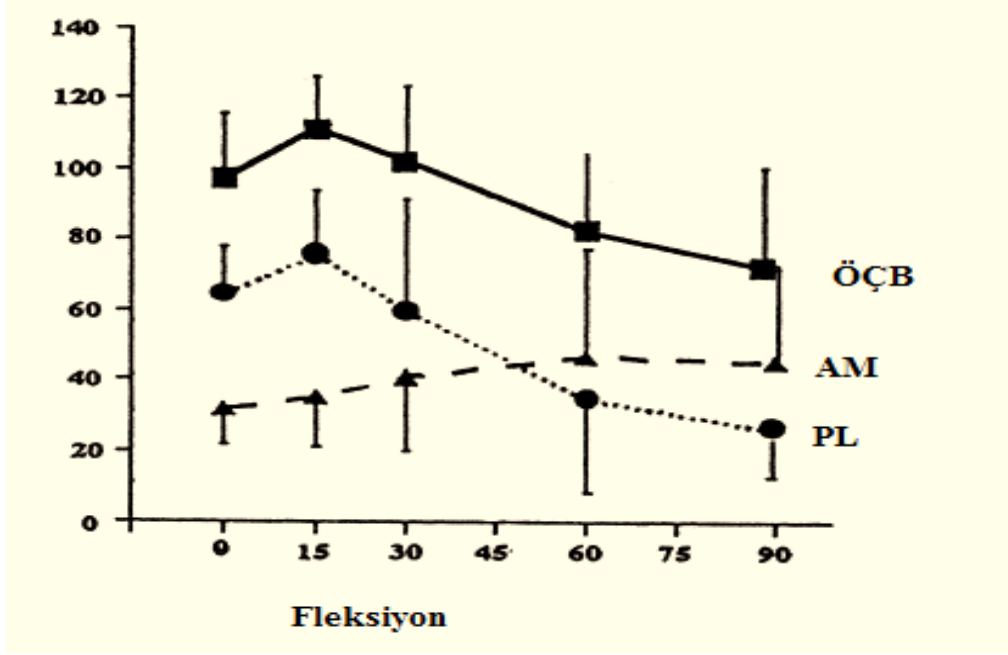
inferolateral geniküler arterler de bağın beslenmesine yardımcı olur (27). ÖÇB tibial sinirin posterior dalı ile inerve olur. Histolojik çalışmalar ÖÇB’da dört farklı mekanoreseptörün (ruffini ve pasini korpüskülleri, golgi benzeri organlar ve serbest sinir sonlanmaları) varlığını göstermiştir ve bu reseptörler propriosepsiyon açısından önemli role sahiptir (33). ÖÇB’da ağrı liflerinin varlığı tartışmalıdır. Fakat ağrı liflerinin az olması akut ÖÇB yaralanmasından hemen sonra neden ağrının çok az hissedildiğini açıklayabilir (34).

2.2. Ön Çapraz Bağın Biyomekaniği

ÖÇB’in primer görevi tibianın femur üzerindeki anterior translasyonunu kontrol etmektir (25,30,35-37). Bunun yanında, dize etkiyen rotasyonel kuvvetleri de kontrol eder (38,39). ÖÇB’in tibial eksternal rotasyondan ziyade tibial internal rotasyon hareketinde daha fazla gerildiği gösterilmiştir (38). Andersen ve Dyhre-Poulsen (35) ÖÇB’ı kopuk olan kişilerde sağlıklı kişilere göre 6 N kuvvete karşı tibial internal rotasyonun daha fazla olduğunu kaydetmişlerdir.

Her bir demet gerilme paternlerine göre diz eklem stabilitesini sağlar. Gabriel ve diğ. (40) kadavralar üzerinde yaptığı çalışmada, anterior tibial translasyon (ATT), valgus ve tibial internal rotasyon yönünde verilen kuvvete karşı PL ve AM demetlerin göstermiş oldukları dirençleri ölçmüşlerdir. Dizin tam ekstansiyon pozisyonunda PL demetinin, 60°-90° diz fleksiyonunda ise AM demetin direncinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır. 15° diz fleksiyonunda ise demetlerin göstermiş olduğu dirençler arasında herhangi bir farklılık bulmamışlardır.

Araştırmacılar AM ve PL demetlerinin kendilerine has yüklenmelere karşı verdikleri cevapların farklı olduğu konusunda hem fikirken, kombine diz hareketlerinde bu demetlerin en çok hangi hareketi kısıtladığı konusunda bir ortak fikre varılamamıştır. Fakat PL demetin rotasyonel kuvvetlere karşı diz stabilitesinin sağlanmasında daha çok görev aldığı düşünülmektedir (25). ÖÇB’in toplam gerilim kuvveti yaklaşık 2.200 N’dur. Ancak, yaşlanmayla ve tekrarlayıcı yüklenmelere bağlı olarak bu kuvvet değişebilir (36). ATT yönünde verilen pasif 110 N’luk kuvvete karşı ÖÇB’in en çok direnç gösterdiği açı 15° diz fleksiyonu ve en az direnç gösterdiği açı 90° diz fleksiyonudur (37) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Anterior tibial translasyon yönünde verilen 110 N' luk kuvvete karşı ÖÇB'ın göstermiş olduğu kuvvet (37)

2.3.Ön Çapraz Bağ Yaralanma İnsidansı

ÖÇB diz ekleminde en fazla yaralanan bağıdır (41). Amerika Birleşik Devletleri'nde yıllık yaklaşık 200.000 ÖÇB yaralanması meydana gelmekle birlikte, bu yaralanmaların %70'inin sportif aktiviteler sırasında oluştuğu gösterilmektedir (41). Temas olmadan oluşan ÖÇB yaralanmaları tüm yaralanmaların %70-84'üdür ve bu yaralanmalar sıçrama sonrası düşüş, ani durma ve dönme hareketleri içeren sporlarda daha fazla görülmektedir (42). Futbol sırasında oluşan yaralanmalar tüm yaralanmaların %53' ünü kapsamaktadır. Bunun yanında kayak ve jimnastik sporu ile uğraşan kişiler de ÖÇB yaralanmaları açısından büyük risk taşımaktadır (39). Yaralanmalar en fazla 15-45 yaş aralığında görülürken, yaralananların büyük çoğunluğu 25 yaş altındaki sporculardır (41). Kadınlar erkeklere göre futbol, voleybol ve basketbol müsabakalarında 2-8 kat daha fazla yaralanmaya maruz kalmaktadır (43). Fakat, erkeklerin riskli sporlara (Amerikan futbolu, futbol) katılımı daha fazla olduğundan, ÖÇB yaralanmaları toplamda erkeklerde daha çok görülmektedir (44).

2.4.Ön Çapraz Bağın Yaralanma Mekanizmaları

ÖÇB'in yaralanma mekanizmaları temaslı ve temassız olmak üzere iki başlık altında incelenir (44). Temaslı yaralanmalar, fiziksel temas içeren durumlarda, özellikle maç sırasında başka bir oyuncunun darbesi sonucu veya trafik kazalarında meydana gelmektedir. Temaslı yaralanmalar ÖÇB yaralanmalarının yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır (34,43,45).

Temas olmadan meydana gelen yaralanmalar en çok ani yön değiştirme, ani durma ile kombine kesme manevraları, sıçrama sonrası yere düşüş, ayak yerde sabitken ve diz tam ekstansiyonda iken dönme hareketleri sırasında oluşur (34,41). Ayrıca, diz hiperekstansiyon ve hiperfleksiyon durumlarında da ÖÇB yaralanmaları görülmektedir (41). Yaralanma manevralarının, dizde valgus/varus, tibial internal/eksternal rotasyon momentleri ve ATT kuvvetlerinin kombinasyonunu içerdiği görülmektedir. Boden ve diğ.(34), ÖÇB yaralanmalarının en çok ani yavaşlama hareketi sırasında yerle temas eden ekstremitede tama yakın ekstansiyon, tibial eksternal rotasyon ve valgus kollapsı sonucu meydana geldiğini video analiz sistemi ile ortaya koymuştur (Şekil 2.5). Kadınlar da ise valgus kollapsının ÖÇB yaralanmalarında primer mekanizma olduğu düşünülmektedir (34,41,43).



Şekil 2.5. Yana kesme hareketi sırasında valgus ve anterior tibial translasyon kuvvet kombinasyonu sonucu oluşan ÖÇB yaralanması (45)

2.5. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarına Neden Olan Risk Faktörleri

Risk faktörleri çevresel, anatomik, hormonal ve nöromusküler olmak üzere 4 başlık altında incelenebilir: (46)

- I. *Çevresel faktörler:* Hava şartlarının, zeminin ve ayakkabının ÖÇB yaralanmaları ile ilişkisi olduğu düşünülmektedir.

- a) Hava şartları: Orchard ve diğ.(47), yüksek buharlaşmanın olduğu ve yağmurun olmadığı yıllarda Amerikan futbol oyuncularında daha fazla ÖÇB yaralanması görüldüğünü savunmuşlardır. Bunun nedeni kuru havanın doğal çim ile ayakkabı arasındaki friksiyonu ve torsiyonel direnci arttırmasına bağlanmıştır.
- b) Zemin: Suni çimler doğal çimlere göre ayakkabı-zemin arasındaki friksiyonu arttırdığı için ÖÇB yaralanma olasılığını da arttırmaktadır (48). Hentbol oyuncuları üzerinde yapılan retrospektif çalışmada, yapay zeminde ÖÇB yaralanma oranının doğal ağaç zemine göre daha fazla bulunmuştur (49).
- c) Ayakkabı: Ayakkabılar zeminle olan fiksasyonu sağladığı için, ÖÇB yaralanmaları açısından potansiyel risk faktörü olarak görülmektedir. Kramponlardaki çivilerin uzunluğu, sıklığı ve yerleşimi ÖÇB yaralanmaları ile ilişkili bulunmuştur (50).
- II. *Anatomik faktörler*: Vücut Kütle İndeksi (VKİ), diz eklem laksitesi, Q açısı, interkondiler notch genişliği, ÖÇB büyüklüğü ve kuvveti, pelvis ve gövde anatomisi ve ayak pronasyonu alt başlıkları altında toplanmaktadır (41,51,52).
- a) VKİ: ÖÇB yaralanmaları ile artmış VKİ arasında ilişki tartışmalıdır (46). Artmış VKİ'nin kadın sporcularda sıçrama sonrası yere düşmede diz ekstansiyonunu arttırdığı ve böylece ÖÇB yaralanmasına neden olduğu gösterilmiştir (53).
- b) Eklem Laksitesi: Uhorchak ve diğ. (51), genel eklem laksitesi olan askeri öğrencilerin normal eklem laksitesi olan öğrencilere göre 4 yıl içinde 2.8 kat daha fazla ÖÇB yaralanması geçirdiklerini kaydetmiştir. Bunun yanında, antero-posterior diz eklem laksitesini ve genel eklem laksitesini kadınlarda erkeklere göre daha fazla bulmuşlardır. Diz eklem laksitesinin dinamik alt ekstremite hareketlerini değiştirdiği ve bu durumun ÖÇB'a aşırı stres uyguladığı düşünülmektedir (45).
- c) Pelvis ve gövde: Anterior pelvik tiltin kalçayı internal rotasyon, anteversiyon ve fleksiyon pozisyonuna getirmesi hamstring kaslarını uzatır ve zayıflatır (52). Hamstring kaslarının statik ve dinamik genu rekurvatumu, ve tibial anterior translasyonu kontrol ettiği düşünüldüğünde, bu kas grubunun zayıflaması ÖÇB

yaralanma riskini arttırmaktadır. Bunun yanında gluteal kasların moment kolunu da değiştirir. Ayrıca, anterior pelvik tilt ile birlikte dizde valgus açısı artar ve subtalar eklemdede aşırı pronasyon meydana gelir (54). Gluteus medius kasının dizdeki valgus kollapsını dengelemedeki büyük önemi göz önüne alındığında, anterior pelvik tilte bağlı gluteus medius kasının çekiş açısının değişmesi, ani yön değiştirme, kesme ve yere düşme anında dizde meydana gelen dinamik valgusu kontrol etme yeteneğini azaltmaktadır (49). Anterior pelvik tiltin ÖÇB yaralanmaları ile ilişkili olduğu düşünülse de, anterior pelvik tiltin kendisinin mi, yoksa fonksiyonel dizilim bozukluğunun mu ÖÇB yaralanmalarına neden olduğu konusunda fikir birliğine varılamamıştır (54).

- d) Quadriceps (Q) açısı: Yüksek Q açısının alt ekstremitte biyomekaniğini değiştirdiği, dizde statik ve dinamik valgus stresini arttırdığı düşünülmektedir (55). Diğer yandan, Q açısının büyük olduğu sporcularda pelvik genişliğinin femur boy uzunluğuna oranının da büyük olduğu ve bu oranın hem statik hem de dinamik valgusla ilişkili olduğu bulunmuştur (56). Shambaugh ve diğ.(57) 45 basketbol oyuncusunun Q açıları ile yaralanma oranlarını araştırmış ve Q açısı yüksek olanın daha fazla diz yaralanmalarına maruz kaldığını göstermiştir.
- e) İnterkondiler notch genişliği, ÖÇB boyutu ve kuvveti: ÖÇB yaralanma riski ile küçük tibial interkondiler notch genişliği arasında pozitif ilişki bulunmuştur (58). Diğer yandan, ÖÇB'nin enine kesiti ile notch genişliği arasında da ilişki bulunmuştur (59). Notch genişliğinin küçük olması ÖÇB'nin tibial eksternal rotasyon ve abduksiyon sırasında notch'un anterior ve posterior kenarları arasında sıkışmasına neden olur ve böylece ÖÇB yaralanmalarına zemin hazırlar (59). Kadınlarda ÖÇB'nin enine kesit alanı, boyutu, ağırlığı ve volümü erkeklere göre daha düşük bulunmuştur (60). Böylece, ÖÇB'nin elongasyona bağlı göstermiş olduğu direncin, yüklenme kapasitesinin ve enerji absorpsiyonun kadınlarda daha düşük olduğu varsayılmıştır (61).
- f) Ayak pronasyonu/naviküler düşüş: Ayaktaki pronasyonun artması ile tibial internal rotasyonu arttığı ve böylece ÖÇB yaralanmalarına neden olabileceği öne sürülmüştür (45,46,62). Woodfrod-Rogers ve diğ. (62) ÖÇB yaralanması geçirmiş sporcuların naviküler düşüklüğünü ve kalkaneal düzgünlüğünü

değerlendirmiş ve ölçüm sonuçlarını sağlıklı sporcularla karşılaştırmıştır. ÖÇB yaralanması geçirmiş bireylerde daha büyük derecede naviküler düşüş ve subtalar pronasyon bulmuşlardır.

III. *Hormonal faktörler*: ÖÇB dokusunda seks hormon reseptörlerinin varlığı her iki cinsiyette de bulunmuştur (63). Seks hormonlarının kollajen sentezinde düzenleyici rol oynaması, bağ yüklenmesinde etkili olduğunun düşünülmesi ve kadınlarda daha fazla ÖÇB yaralanmalarının görülmesi seks hormonlarının ÖÇB yaralanması ile ilişkisinin araştırılmasına neden olmuştur (45). Fakat, hala hormonların ÖÇB yaralanmaları ile ilişkisi üzerine kesin bilgiye varılmamıştır.

a) Hormonlar ve ÖÇB dokusu: ÖÇB dokusundan alınan hücrelerde östrojen ve progesteron reseptörleri bulunmuştur (63). Kadınlarda ÖÇB yaralanma oranı daha fazla olduğundan bu reseptörlerin daha çok kadınlarda yaralanmalarla ilişkili olabileceğini düşündürmüştür. Bu konu ile ilgili yapılan son derleme çalışmasında, ÖÇB yaralanmasının menstrüel siklusun en çok pre-ovulasyon fazında meydana geldiği gösterilmiştir. Bu fazda östrojen seviyesi düzenli olarak artış göstermektedir (54).

b) Seks hormonları ve laksite: Seks hormonlarının artmış anterior diz laksitesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Oral kontraseptif kullanımının kadın futbol oyuncularında ligament laksitesini azalttığı ve yaralanma oranını düşürdüğü gösterilmiştir (53).

c) Seks hormonları ve nöromusküler performans: Ovulasyon fazında, sağlıklı genç kadınlarda quadriceps kas kuvvetinin arttığı, kas relaksasyon zamanının düştüğü ve yorgunluğa direncin artırdığı bulunmuştur (53).

IV. Nöromusküler faktörler kontrollü laboratuvar çalışmaları ile araştırılmakta ve klinik gözlemlere kanıt düzeyi yüksek teorik açıklamalar sunulmaktadır (46).

a) Değişmiş hareket paternleri: Kadınlar erkeklerle kıyaslandığında, sıçrama sonrası düşme, kesme ve dönme hareketlerinde daha az diz ve kalça fleksiyonu, artmış diz valgusu, kalça internal rotasyonu, eksternal tibial rotasyon ve quadriceps aktivitesi sergilemektedir (64). Kadavra üzerinde yapılan çalışmalar, agresif quadriceps yüklenmesinin dizde ATT'ü artırdığı ve böylece ÖÇB yaralanma riskini de artırdığını varsaymaktadır (65).

Yorgunluğun da ÖÇB yaralanma riskini artırdığı düşünülmektedir. Chappell ve diğ. (66) rekreasyonel sporcularda alt ekstremite yorgunluğuna bağlı diz fleksiyon açısının azaldığını ve anterior tibial parçalama kuvvetinin ve diz varusunun arttığını bulmuştur.

- b) Değişmiş kas aktivasyon paternleri: Kesme ve yere düşme manevralarında quadriceps dominant aktivasyonun ÖÇB yaralanması için büyük risk oluşturduğu düşünülmektedir (46,64). Quadriceps aktivasyonunun artması ve hamstring aktivasyonunun düşmesi özellikle eksentrik aktiviteler sırasında ATT'ü artırabilmektedir (41).
- c) Yetersiz kas sertliği: Quadriceps ve hamstring kaslarının ko-kontraksiyonu diz eklemının dinamik stabilitesinde önemli rol oynar ve ligamentler üzerine gelen stresleri azaltır (45). Çalışmalar kadın sporcuların erkeklere göre daha az kas sertlikleri olduğunu göstermektedir (9,67). Harput ve diğ.(68), hamstring quadriceps ko-kontraksiyon oranının yana kesme hareketinde kadınlarda daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Erkekler alt ekstremite kaslarını daha erken aktive edebilmekte ve daha uzun eklem sertliğini koruyabilmektedir (9). Kadınlardaki bu azalmış sertlik ATT ve rotasyonel kuvvetler sırasında bulunmuştur (9).

2.6. Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Değerlendirme

ÖÇB yaralanmalarının çoğu iyi bir hikaye alımı ve fizik muayene ile teşhis edilebilir. Fakat parsiyel ÖÇB yırtığının fizik muayene ile tespit edilmesi zor olduğundan, MRI veya artroskopik girişimler ile tanı daha kesin konulabilmektedir.

2.6.1. Hikaye

Değerlendirmenin en önemli bölümü hastadan detaylı bir hikaye alınmasıdır. Hastalara yaralanmanın ne zaman ve nasıl meydana geldiği sorulmalıdır. Böylece yaralanma mekanizması hakkında bilgi sahibi olunur. Yaralanmanın temas ile mi, yoksa temas olmadan mı meydana geldiği sorgulanmalıdır. Temas olmadan meydana gelen akut izole ÖÇB yaralanması geçirmiş hastalar genellikle yaralanma sırasında “pop” sesi duyduklarını, bacaklarında boşalma meydana geldiğini ve yaralanma

sonrasında dizlerinde ödem ve ağrı oluştuğunu tariflemektedirler (69). Temas ile oluşan yaralanmaları tespit etmek önemlidir. Çünkü temas ile oluşan ÖÇB yaralanmaları ile birlikte çoğunlukla kollateral bağ yaralanmaları da görülmektedir (70). Yaralanma mekanizması ÖÇB'in hangi demetinin yaralandığına dair de bilgi verebilmektedir. AM demet daha çok yüksek enerjili aktivitelerde yaralanırken, PL bant yüksek enerjili olmayan ve rotasyonel hareketlerde yaralanmaktadır (71).

Daha önce geçirilmiş yaralanmalar ve alınmış tedaviler de sorgulanmalıdır. Hastanın yaşı, vücut kompozisyonu, fiziksel aktivite seviyesi tedavi aşamasında önemli rol oynamaktadır.

2.6.2. Fizik Muayene

Öncelikle dizde effüzyonun veya hemartrozun olup olmadığı incelenmelidir. Effüzyonun varlığı intra-artiküler diz patolojisinin bir göstergesidir (69).

Lachman, ön çekmece ve pivot shift testleri ÖÇB yaralanmalarına özel geliştirilmiş testlerdir. Lachman ve ön çekmece testi diğer dizle kıyaslamalı olarak yapılır.

Lachman testi: Hasta sırtüstü pozisyondayken dizi 20-30° fleksiyonuna getirilir. Test eden kişinin bir eli femuru sabitlerken, diğer el posterior proksimalden tibiayı anteriora doğru transle eder. Sağlam tarafla kıyaslandığında, tibianın daha çok anteriora transle olması ve yumuşak bir son nokta hissi testi pozitif yapar (72). Lachman testi %83-87 aralığında duyarlılık ve %92-95 aralığında spesifisite göstermektedir (73). Bu test, PL demet yırtıklarında daha güvenilirdir.

Ön çekmece testi: Hasta sırtüstü, kalça 45°, diz 90° fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlanır. Test eden kişi hastanın ayağını uyluğu ile sabitler, iki elini baldırın arkasında tibia proksimaline yerleştirir ve başparmaklarını tibial platonun üzerine koyar. Her iki el ile birlikte tibiaya anterior yönde kuvvet uygulanır ve meydana gelen yer değiştirme miktarı sağlam tarafla karşılaştırılır (72). Testin duyarlılığı %51-58 ve spesifisitesi %90-94 aralığında değişmektedir (73). Akut yaralanma sonrası meydana gelen ödem dizin 90° fleksiyon pozisyonuna izin vermeyebilir. Bunun yanında, hamstring spazmı ve ikincil stabilizatör bağlar dizin 90° fleksiyonda tibianın anterior translasyonunu kısıtlayabilmektedir. Bu nedenle ön çekmece testi,

kronik ÖÇB yaralanmalarında veya anestezi altında daha güvenilir sonuçlar vermektedir (73).

International Knee Documentation Committee (IKDC 2000)'ye göre ATT 0-2 mm ise normal, 3-5 mm ise normale yakın, 6-10 mm ise anormal ve 10 mm'den daha fazla ise aşırı anormal olarak kabul edilmektedir (74).

KT-1000, KT-2000, Kneelax artrometreler: Artrometreler ATT'ü objektif olarak ölçmek için geliştirilmiş cihazlardır. Lachman veya ön çekmece test pozisyonlarında kullanılabilirler. Fakat en çok Lachman test pozisyonunda kullanılmaktadır. 30° diz fleksiyonunda ATT yönünde 89 N kuvvet uygulandığında meydana gelen yer değiştirmenin >10 mm olması ve iki diz karşılaştırıldığında aradaki yer değiştirme farkının >3mm olması ÖÇB yetersizliğini göstermektedir (75).

Pivot shift test: Hasta sırtüstü pozisyonda iken test eden kişi bir elini dizin lateralinde diğer eli de ayak bileğinde olacak şekilde ekstansiyon pozisyonunda ekstremitayı tespit eder. Ayak bileğindeki el ile diz internal rotasyona alınır ve diz fleksiyona getirilirken diğer el ile dize valgus yönünde kuvvet uygulanır. ÖÇB yetersizliği durumunda, lateral tibial plato testin başlangıcında anterior yönde sublüksasyon olur ve bu sublüksasyon diz fleksiyon açısı 30-40° ye arttığında azalır. Sublüksasyon palpe edilebilir ve bazen sesli olabilir (72). IKDC 2000'ne göre kayma (+), sublüksasyonla birlikte belirgin ses (++), tibianın anterolateral sublüksasyonunda azalma meydana gelmeden önce lateral femoral kondilde anterior yönde kilitli kalması (+++) (74). Pivot shift testinin duyarlılığı %21-27, spesifisite oranı ise %96-99 aralığında değişmektedir (73).

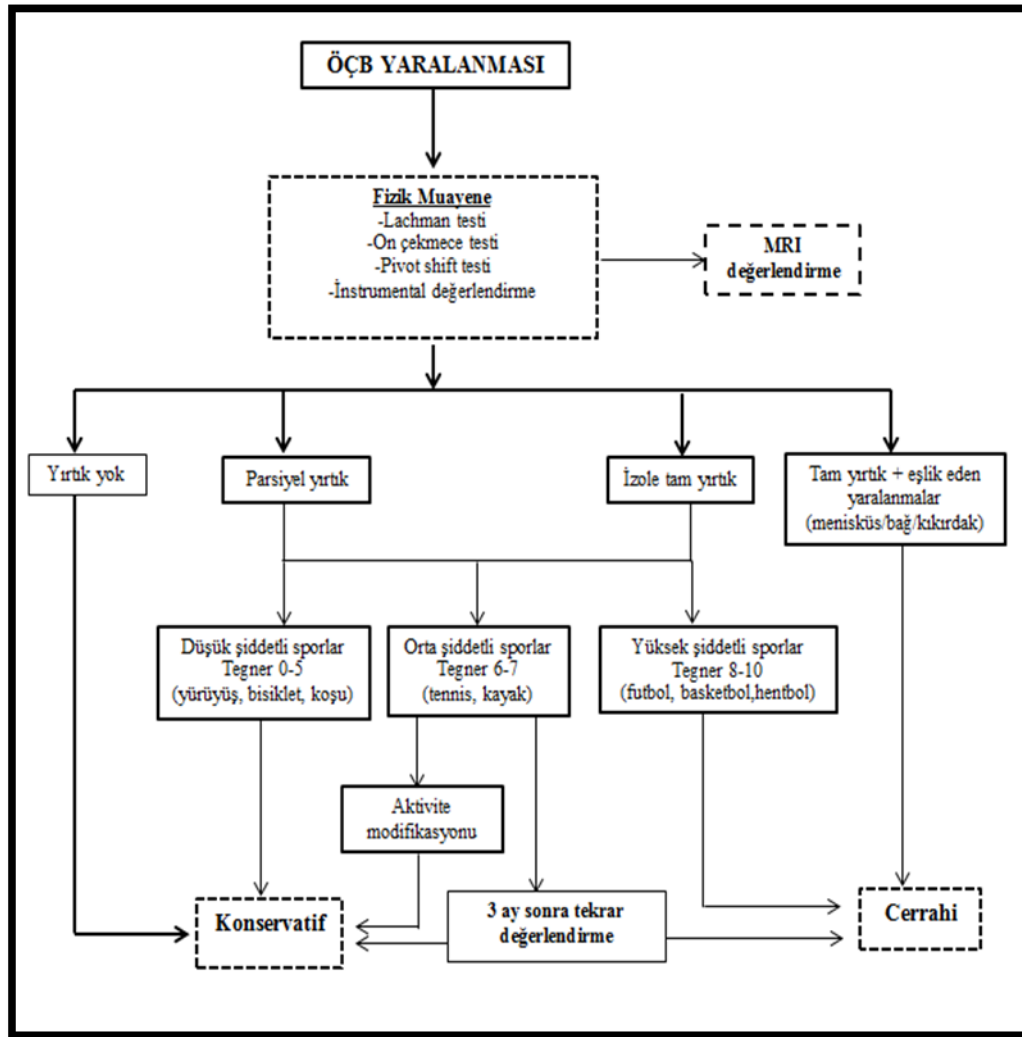
2.7.Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Tedavi

ÖÇB yetersizliği olan dize tedavi uygulanmadığında menisküs lezyonlarının daha fazla olduğu ve menisküslerin fonksiyonlarını görememesi nedeni ile sekonder kıkırdak lezyonlarının görüldüğü ortaya konmuştur (76). Fakat, ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası kıkırdak lezyonlarının önlendiğini gösteren yeterli kanıt bulunmamaktadır. Uzun dönem takip sonuçlarını veren çalışmalar ÖÇB yırtığı olan ve cerrahi olmamış hastalarda %24-86 aralığında anormal radyografik bulgulara rastlanmıştır (77). Diğer yandan, ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş hastalarda ise, bu

oran %10-71 aralığında bulunmuştur (78). Rekonstrüksiyon sonrası kıkırdak lezyonunun görülmesi parsiyel menisektomi yapılmasına bağlanmaktadır. ÖÇB yırtığı olmasa da parsiyel menisektomi yapılan dizde osteoartrit gelişimi sağlam tarafa kıyasla 3-7 kat daha fazladır (76).

Hastaların cerrahi veya konservatif tedaviye uygun olup olmadığı üzerine çeşitli algoritmalar oluşturulmuştur. Yüksek aktivite seviyesine sahip, tibial anterior laksitesi fazla olan ve çoklu diz yaralanması olan hastalar cerrahi açıdan uygun bulunmaktadır. Aktivite seviyesi düşük olan hastalar aktivite modifikasyonu ile birlikte konservatif tedavi yöntemleriyle tedavi olabilmektedir. Fakat, 3 ay konservatif tedavi sonucunda pivot shift test hala pozitifse, hastalara cerrahi önerilmektedir (79) (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. ÖÇB yaralanmaları için teşhis ve tedavi algoritması (79)



2.7.1. Konservatif Tedavi

Konservatif tedavinin amacı, ÖÇB yaralanmasından hemen sonra dizin fonksiyonel stabilitesini sağlayarak oluşabilecek yaralanmaların önüne geçilmesidir. Rehabilitasyonun ilk hedefi, hemartroz ve inflamatuvar sürecin kontrol altına alınmasıdır. Aktivite modifikasyonu ile birlikte, eğer eşlik eden başka yaralanmalar da varsa genelde hastalara dizdeki rotasyonu kontrol edecek dizlik önerilmektedir.

Eklem hareket açıklığı egzersizleri hemen başlatılır ve özellikle skar doku formasyonuna bağlı diz ektansiyon kaybını önlemek için pasif tam ekstansiyon egzersizlerine odaklanılır. Tam ekstansiyonun kazanımı ayrıca quadriceps kasının aktivasyonu için önemlidir. Ağrı ve efüzyon azaldığında ve quadriceps kas kontrolü sağlandığında KKH egzersizleri başlatılır. Özellikle hamstring kasının aktivasyonunu ve kuvvetlendirilmesi sağlayan egzersizler ÖÇB yetersizliği olan hastalarda çok önemlidir. Çünkü hamstring kasları ÖÇB sinerjisti olarak ATT’u kontrol etmektedir. Diğer yandan, ÖÇB ile hamstring kası arasında refleks ark ilişkisi vardır (80). ÖÇB yırtığıyla birlikte proprioseptörlerin kaybına bağlı hamstring kasının ateşlenmesinde gecikmeler meydana gelmektedir. Hamstring kasının aktivasyonundaki bu gecikme ÖÇB’ a aktiviteler sırasında daha fazla stres yüklemektedir (81).

ÖÇB yaralanmasından sonra quadriceps kasında kuvvet kayıpları sıklıkla görülmektedir. Kuvvet kaybı refleks inhibisyona veya artrojenik kas inhibisyonuna bağlanmaktadır (82). Bu nedenle erken dönem inflamasyonun kontrol altına alınması ve ÖÇB’ a aşırı stres yüklemekten yapılan quadriceps kuvvetlendirme egzersizleri diz stabilizasyonu için büyük önem taşımaktadır.

2.7.2. ÖÇB Rekonstrüksiyonu

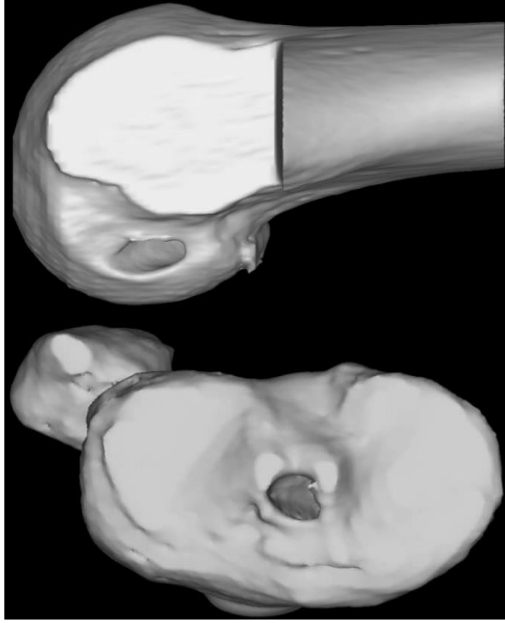
ÖÇB yırtığına bağlı meydana gelen diz instabilitesini tedavi etmek amaçlı bir kaç cerrahi teknik olmasına rağmen, standart cerrahi yöntem greft kullanılarak yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonlarıdır. ÖÇB rekonstrüksiyonunun amacı, diz stabilitesini ve normal diz kinematiklerini sağlamak ve ileride instabiliteye bağlı oluşabilecek dejeneratif değişiklikleri önlemektir (79).

Greftler 3 kategori altında toplanmaktadır: Ototreftler, allotreftler ve sentetik greftler. Rekonstrüksiyon için ideal greft olmamakla birlikte, otogreftler diğer greftlere göre daha çok tercih edilmektedir (83).

Patellar tendon (kemik-tendon-kemik) ve hamstring tendon greftleri ise en çok kullanılan otogreftlerdir. Her iki greftin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (83,84) (Tablo. 2.2.). Rekonstrüksiyonlar anatomik olacak şekilde tek demet veya çift demet yapılabilmektedir. (Şekil.2.6., 2.7).

Tablo 2.2. Patellar tendon ve hamstring tendon greftlerinin avantaj ve dezavantajları (83,84)

Greft Seçimi	Avantaj	Dezavantaj
Patellar tendon	<ul style="list-style-type: none"> -Her iki tünel de kemik-kemik iyileşmesi (daha hızlı) -ÖÇB ile benzer sertlik -ÖÇB ile benzer uzunluk 	<ul style="list-style-type: none"> -Çift demet rekonstrüksiyona çok uygun değil -Geniş insizyon sahası -Ön diz ağrısı -Patella kırık riski -ÖÇB'dan daha zayıf
Hamstring tendon	<ul style="list-style-type: none"> -Greft alımı kolay -Kozmetik açısından daha tercih edilir (insizyon daha küçük) -Minimal donor saha morbiditesi -ÖÇB ile benzer kuvvet -Daha az ekstansiyon kaybı -Daha hızlı quadriceps kas kuvvet kazanımı 	<ul style="list-style-type: none"> -İyileşmesi daha uzun (yumuşak doku-kemik iyileşmesi) -Tünelde genişleme riski yüksek -Greft uzunluğu tam kestirilememektedir -Sertliği ÖÇB'dan daha az -Hamstring kas aktivitesine dayalı sporlarda güvenilir değil



Şekil 2.6. Tek demet anatomik rekonstrüksiyon tünel yerleri



Şekil 2.7. Çift demet anatomik rekonstrüksiyon tünel yerleri

2.7.3. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Rehabilitasyon

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon protokolleri cerrahide kullanılan grefte, kişinin aktivite düzeyine ve yaşına, ÖÇB yaralanmasına eşlik eden diğer yaralanmalar gibi faktörlere göre farklılık gösterebilmektedir (6). Fakat rehabilitasyon protokollerinin hedefleri aynı maddeler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunlar; erken dönem normal eklem hareketliliğini ve tam diz ekstansiyonunu sağlamak, erken ağırlık aktarımını ile birlikte diz eklem stabilitesini restore etmek, kas kuvvetini kapalı ve açık kinetik halka egzersizleri ile iyileşen grefte aşırı strese neden olmadan artırmak ve ilerleyici nöromusküler eğitimler ile birlikte kişileri eski fiziksel aktivite seviyesine ulaştırmaktır (6).

Hastaların eski aktivite seviyesine dönmesi en az 6 ay alırken, hastanın yaralanmadan önceki aktivite düzeyi ve tekrar yaralanma korkusu (kinezyofobi) bu süreyi etkileyebilmektedir (85). Bunun yanında, erkek cinsiyet, 30 yaşından küçük olmak, yüksek aktivite seviyesine sahip olmak ve yaralanma ile cerrahi arasındaki süresinin 3 aydan az olması rehabilitasyon sonuçlarını olumlu etkilerken, sigara

kullanımı, yüksek VKİ, eklem hareket defisiti ve quadriceps kuvvet kaybı rehabilitasyonu negatif yönde etkilemektedir (86).

2.8. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarından Sonrası Diz Eklem Stabilizasyonu:

Hamstring Quadriceps Ko-Kontraksiyonu

Diz eklemi günlük aktiviteler sırasında büyük yüklenmelere maruz kalmaktadır. Bu yüklenmelere karşı diz stabilizasyonu eklem geometrisi, bağlar, kas aktivitesi ve vücut ağırlığı ile sağlanır. Bağların gerilimi, kasların eş zamanlı kasılması ile sağlanan eklem sertliği ve eklem yüzlerinin teması eklem stabilizasyonunda birlikte rol oynar (87).

ÖÇB üzerine yapılan histolojik çalışmalar, bağda mekanoreseptörlerin varlığını ortaya koymuştur. Bağda ve ekleme bulunan mekanoreseptörlerin proprioseptif bilgi sağlaması ve böylece nöromusküler kontrol mekanizmasında rol oynaması, ÖÇB yaralanmasından sonra dizde sadece biyomekaniksel bozukluğa neden olmaz. Ayrıca nöromusküler sistemde de bozukluklara neden olur (88). Johansson ve diğ. (89), eklem mekanoreseptörlerinin kas içiği aktivitesini ayarlayarak kas ko-kontraksiyonu etkilediğini söylemiştir. Fonseca ve diğ.(88), ÖÇB yaralanmasından sonra bireylerin pertürbasyonlar sırasında daha az kas ko-kontraksiyonu gösterdiğini göstermişlerdir. Bu sonuç, eklem ve bağdaki reseptörlerin eksternal yüklenmelere karşı kas ve eklem sertliğinin artırılmasında önemli rol oynadığını bir kez daha göstermiştir.

Ko-kontraksiyon eklem stabilitesini, yüklenmenin homojen dağılımını ve hareket kalitesini sağlamak amacıyla eklemi çevreleyen agonist ve antagonist kasların eş zamanlı olarak kasılmasıdır (5). Antagonist kasın aktivasyonunun artması eklem sertliğini artırır, agonist kas tarafından oluşturulan kuvvet outputunu ve net eklem momentini azaltır. ÖÇB yetersizliği durumunda, hamstring kaslarının aktivasyonu ekstansiyon hareketi sırasındaki ATT'ü limitlediği ve ÖÇB'a etkileyen kuvvetleri azalttığı gösterilmiştir (90). Bunun yanında, ÖÇB cerrahisi sonrası da yürüyüş, koşu ve sıçrama sonrası düşüşte hamstring aktivasyonunun ve hamstring ko-kontraksiyonunun arttığı gösterilmiştir (91). Hamstring kas aktivitesinin artması koruyucu bir mekanizma olarak değerlendirilmekte ve hamstring quadriceps ko-

kontraksiyonunun artması hamstring kas aktivasyonunun artmasına bağlanmaktadır (91).

İzole quadriceps kas aktivitesi ÖÇB gerilimini ve ATT'ü artırır. Kadavralarda izole izometrik quadriceps kasılması 0-80° diz fleksiyonunda anlamlı ATT'a neden olur. Diğer yandan, hamstring kas aktivitesi bu yüklenme sırasında ATT'ü azaltır (92). More ve diğ.(93) squat egzersiz simülasyonunda, 90 N hamstring yüklenmesinin 15-60° diz fleksiyonunda ÖÇB üzerine etkiyen kuvveti %40 azalttığını bulmuştur. Diğer çalışma ise hamstring kas aktivitesinin 15°, 30° ve 60° diz fleksiyonunda ÖÇB gerimini azaltmada etkili bulmuş ve bu nedenle bu açılarda hamstring quadriceps ko-kontraksiyonun ÖÇB'ı aşırı kuvvetlerden koruduğunu söylemiştir (94). Bu çalışmaların sonuçları özellikle post operatif dönemde iyileşmekte olan grefte aşırı stres uygulamadan egzersiz programının oluşturulmasında ve quadriceps kasının daha etkili bir biçimde kuvvetlendirilmesine yardımcı olabilmektedir (92).

KKH egzersizleri hamstring quadriceps ko-kontraksiyonunu artırdığı için, ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası quadriceps dominant aktiviteyi azaltmak için AKH egzersizlerine kıyasla daha çok kullanılır (9). Fakat, cerrahi sonrası KKH egzersizlerine hemen başlamak zor olduğu için, yatakta yapılabilinen “düz bacak kaldırma, quadriceps terminal izometrik” gibi AKH egzersizleri daha çok tercih edilir. Bu egzersizler daha çok quadriceps kasını cerrahi sonrası erken dönemde kuvvetlendirmek için kullanılır ve bu egzersizlerde hamstring aktivitesi quadriceps kasına kıyasla daha azdır.

Quadriceps izometrik egzersizleri 80° diz fleksiyonunda, daha fazla açılarda yapılırsa ÖÇB'da yüklenmeye neden olmamaktadır (92). Fakat, bu açılarda yapılan quadriceps izometrik egzersizlerinin cerrahi sonrası kas kuvveti üzerine etkisi tartışmalıdır. Quadriceps kasının her bir parçasının aktif olması için ekstansiyona daha yakın açılarda çalıştırılması gereklidir. Quadriceps izometrik kasılması sırasında hamstring kasının antagonist aktivitesinin artırılması 15-60° diz fleksiyonunda ÖÇB üzerine olan yüklenmeleri azalttığı gösterilmiştir. Yasuda ve Sasaki (11) hamstring ve quadriceps kaslarının eş zamanlı kasılmasıyla daha büyük ekstansiyon açılarında quadriceps izometrik egzersizlerinin ÖÇB cerrahisi sonrası erken dönemde güvenli bir şekilde kullanabileceğini söylemiştir.

2.9. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Diz Kas Kuvvet Gelişimi

Quadriceps ve hamstring kaslarındaki zayıflık ÖÇB yaralanması ve cerrahisi sonrası rehabilitasyonda en fazla uğraşılan durumlardır. Çalışmalar ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra quadriceps kas kuvvetinin fonksiyonel performans ile pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermiştir (2,95). Bu nedenle, kas kuvvetinin restorasyonu fonksiyonel kapasitesinin artırılması için çok önemlidir.

ÖÇB cerrahisi sonrası kas kuvvetindeki değişim quadriceps indeksi (Qİ) veya hamstring indeksi (Hİ) ile değerlendirilir. Bu indeks, ameliyatlı taraf kas kuvvetinin, sağlam taraf kas kuvvetine bölünmesi ve elde edilen değer 100 ile çarpılmasıyla hesaplanır (21). **[(Ameliyatlı taraf kas kuvveti/ sağlam taraf kas kuvveti) x 100= quadriceps veya hamstring indeksi.]** Kas kuvvet defisiti ise indeksin 100'den çıkarılmasıyla elde edilir. Normal dizlerde kas kuvvet defisiti %10'u geçmemektedir (96). Schmit ve diğ. (95), Qİ'i %90'dan büyük olanların fonksiyonel performansının daha iyi olduğunu bulmuşlardır. Fakat, rehabilitasyon yöntemlerinin gelişmesine rağmen, hala cerrahi sonrası kas kuvveti istenilen düzeye erişememektedir. Ameliyatlı dizdeki quadriceps kuvvet defisiti %5-40 arasında ve hamstring kuvvet defisiti ise %9-27 arasında değişebilmektedir (97). Spora dönmüş sporcularda yapılan değerlendirmede quadriceps defisitinin %20'i geçtiği gösterilmiştir (2). Ayrıca sağlam taraf dizde de kas kuvvet defisitleri görülmektedir.

Sağlam taraftaki kuvvet defisitleri cross-over inhibisyon, kondisyon eksikliği veya yetersiz kondisyona bağlanmaktadır (98). Kontralateral taraftaki bu kuvvet defisitleri rehabilitasyon sürecine sağlam tarafın da katılması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, ameliyatlı taraf kuvveti kontralateral tarafla kıyaslamının pek doğru sonuçlar ortaya koymadığını gösterebilmektedir (98). Diğer yandan, artrojenik kas inhibisyonunun, kas atrofisinin ve rehabilitasyon yokluğu/eksikliği cerrahi sonrası quadriceps zayıflığına neden olan faktörler olarak belirtilmiştir (3,17,98). Hamstring kasındaki zayıflık ise, HTG ile yapılan cerrahi sonrası donör sahanın etkilenmesine bağlı olarak meydana gelmektedir (18,52). Hamstring kuvvetindeki defisit özellikle büyük fleksiyon açılarında tespit edildiği görülmüştür (18). Çalışmalar genelde, kuvvet defisitinin alınan grefte göre değişiklik gösterdiğini, PTG'nin quadriceps kas kuvvet defisitine, HTG'nin ise, hamstring kasında kuvvet defisitine neden olduğunu göstermiştir (21).

Literatüre bakıldığında, ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası erken dönemde (<3 ay) kuvvet gelişimini gösteren çok sayıda çalışma yoktur. Bu nedenle spora dönüş evresinde hedeflenen bir değer olmasına rağmen, erken dönemde kas kuvvetinin hangi seviyelerde olması gerektiği belli değildir. Konsentrik veya eksentrik izokinetik testlerin erken dönemde yapılması iyileşmekte olan grefte zararlı olabileceğinden çalışmalar genelde izometrik kas kuvvet değerlendirmesi ile yapılmıştır. İzometrik testler maksimum istemli izometrik kontraksiyon (MİİK) şeklinde farklı tip tedavi yöntemlerini değerlendirmek için kullanılmıştır. PTG ile ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası QI'si 4. haftada % 39 (99) , 6. haftada % 46 (24) 12. hafta da ise % 61-76 (99,100) olarak belirtilmiştir. HTG ile ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası erken dönemde kuvvet gelişimini gösteren çalışmaya rastlanmamıştır.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

014 T03 102 002 kayıt numaralı doktora tezi araştırma projesi, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Komisyonu'nca 20 2014/13-1 karar numarası ile desteklendi. Ayrıca bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul'u tarafından etik açıdan uygun bulundu (GO 13/119-08).

3.1. Bireyler

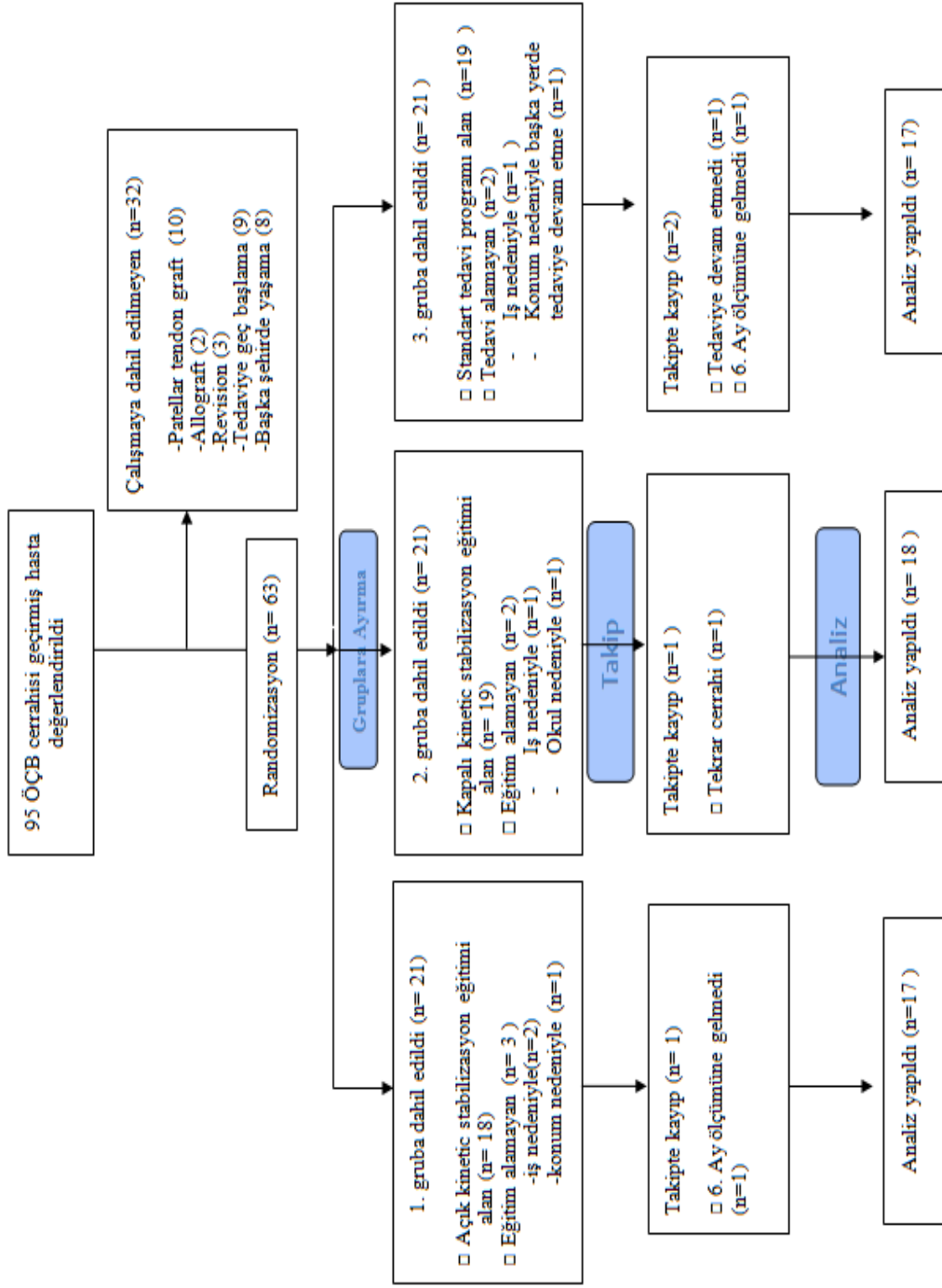
Bu çalışmaya hamstring tendon otogrefti ile tek demet anatomik ön çapraz bağ tamiri yapılmış hastalar dahil edildi. 95 hasta çalışma için değerlendirildi ve çalışma kriterlerine uyan 52 hasta çalışmaya dahil edildi (Şekil 3.8.). Hastaların çalışmaya dahil edilme ve edilmeme kriterleri aşağıdaki gibidir:

Çalışmaya dahil edilme kriterleri

1. 15-45 yaş arasında olmak
2. Hamstring tendon otogrefti ile ön çapraz bağ tamiri olmak
3. Tek taraflı ön çapraz bağ yaralanmasının olması
4. ÖÇB'de tam yırtığa eşlik eden minimal kollateral bağ ve birinci derece meniskal yırtıkların olması
5. Tamir sonrası bir hafta içinde ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon programına başlamak
6. Sağlam ekstremitede en az altı ay herhangi bir yaralanmanın olmaması

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri

1. Patellar tendon ve allogreft ile ön çapraz bağ tamirinin yapılması
2. Revizyon cerrahisinin olması
3. Sistemik ve nörolojik problemin olması
4. ÖÇB'ye ek olarak arka çapraz bağ yırtığının bulunması
5. Lateral ve medial kollateral bağlarda üçüncü derece yırtık ve belirgin eklem kıkırdak lezyonunun olması
6. Cerrahi sonrası üç ay boyunca rehabilitasyon programına düzenli katılmaması



Şekil 3.8. Çalışmanın akış çizelgesi

3.2. Yöntem

3.2.1 Çalışma Planı

Çalışmaya dahil edilen hastalar cerrahi sonrası birinci aya kadar standart ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon programına alındı. Hastalar cerrahi sonrası birinci aylarını doldurduklarında bilgisayar program destekli (Research randomizer, version 4.0) basit eşli randomizasyon yöntemi ile üç gruba ayrıldı (101).

1. Grup: standart rehabilitasyon programına ek olarak açık kinetik halka pozisyonunda stabilizasyon eğitimine alındı.

2. Grup: standart rehabilitasyon programına ek olarak kapalı kinetik halka pozisyonunda stabilizasyon eğitimine alındı.

3. Grup (kontrol grubu): sadece standart rehabilitasyon programı aldı.

Her üç grup cerrahi sonrası 1.aya eriştikten sonra 8 hafta boyunca haftada 3 gün olacak şekilde eğitim programı aldı. Eğitim tamamlandıktan sonra hastalar ev programı ile takip edilip cerrahi sonrası altıncı aylarında kontrole çağrıldı.

3.2.2. Değerlendirmeler

a. Bireylerin Fiziksel Özellikleri

Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik özellikleri (yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, vücut kütle indeksi, dominant ve etkilenen ekstremite, yaralanma ve ameliyat tarihleri, yaralandıkları spor, daha önceki var olan kas iskelet sistemi yaralanmaları, yaralanmadan önceki aktivite seviyeleri (Tegner skoru)) kaydedildi. Dominant ekstremite, hastaların topa vuruş bacakları veya sıçrama bacakları olarak tanımlandı.

b. Kas Kuvvet Ölçümü

Quadriceps ve hamstring kaslarının izometrik kas kuvveti cerrahi sonrası birinci, üçüncü ve altıncı ayda yapıldı. Konsentrik ve eksentrik kas testleri ise sadece cerrahi sonrası altıncı ayda yapıldı. Kas kuvveti izokinetik dinamometre (IsoMed®2000 D&R GmbH, Almanya) ile ölçüldü.

b.1. İzometrik Kas Testi

İzometrik kas testine başlamadan önce hastalar koşu bandında kendi seçtikleri hızda beş dakikalık ısınma yürüyüşü yaptılar. Daha sonra yatış pozisyonunda her iki ekstremitede hamstring germe egzersizi yaptılar. Germeler üç yöne (yukarı, sağ çapraz ve sol çapraz) 5 tekrarlı ve tekrarlar 20 s olacak şekilde yapıldı.

Hastalar izokinetik dinamometre koltuğuna gövde dik, kalça 90° fleksiyonda olacak şekilde oturtuldu ve testler sırasında oluşabilecek kompensatur hareketlerin engellenmesi amacıyla sistemin bantları ile her iki omuzdan ve karından hastalar koltuğa sabitlendi. Dinamometrenin hareket merkezi lateral femoral kondil hizasında olacak şekilde ayarlandı. Hastaların dizi 60° diz fleksiyon pozisyonunda, izokinetik sistemin kuvvet kolu ile lateral malleolun iki cm üzerinde olacak şekilde sabitlendi. (95). Test için 60° diz fleksiyon pozisyonunun seçilme nedeni, erken dönemde bu pozisyonda yapılan izometrik testlerin iyileşmekte olan ön çapraz bağ greftine minimal stres uygulaması, hamstring kasının bu açıda ko-kontraktif kasılma yeteneklerinin artması ve bu pozisyonda yapılan izometrik hamstring kasılmasının donör sahaya zarar vermeyeceğinin düşünülmesidir.

Testler her hasta için önce etkilenmemiş tarafta yapıldı. Teste başlamadan önce hastalara test prosedürü detaylı bir şekilde anlatıldı ve testler bir kere pratik edildi. Quadriceps izometrik kas testi için hastadan beş saniye boyunca bacağına maksimum kuvvetle yukarı doğru itmesi istendi. Hamstring kas testi içinse, bacağına maksimum kuvvetle aşağı doğru çekmesi istendi. Test sırasında hareket artefaktını minimize etmek için testen önceki son iki saniyede hastadan düzenli olarak kas kuvvetini arttırması ve test başlandığında kas kuvvetini maksimum seviyeye çıkarması istendi. Test, her bir kas için üç tekrarlı yapıldı ve tekrarlar arasında yorgunluğun etkisini azaltmak için iki dakika dinlenme süresi verildi.

b.2. Konsentrik ve Eksentrik Kas Testi

Konsentrik quadriceps ve hamstring kas testi cerrahi sonrası 6.ayda 0-90° diz fleksiyon aralığında, 180°/s, 90°/s ve 60°/s açısal hızlarda yapıldı. Teste başlamadan önce izometrik test protokolünde uygulanan ısınma ve germe programına ek olarak quadriceps germe egzersizi eklendi. Testi pratik etmek amacıyla hastadan her iki açısal hızda beş tekrarlı olacak şekilde maksimum kuvvetle bacağıyla yukarı itmesi

ve beklemeden hızlı ve kuvvetli bir şekilde aşağı çekmesi istendi. İki dakika dinlenme süresinden sonra, 180°/s açısal hızda 10 tekrarlı quadriceps ve hamstring konsentrik kas testi yapıldı. Testler arası 1 dk dinlenme süresi verildi. Ardından, aynı test 60 °/s'de 6 tekrarlı olacak şekilde yapıldı. Teste önce etkilenmemiş tarafla başlandı.

Eksentrik kas testi 30-90° diz fleksiyon aralığında 90°/s açısal hızda 6 tekrarlı yapıldı. Quadriceps kas testi için 30° diz fleksiyonunda başlatıldı. Sistem hastanın bacağına fleksiyona doğru çekerken, hastadan bu kuvvete karşı bacağına yukarı doğru iterek maksimum direnç göstermesi istendi. Hamstring kas testi ise 90° diz fleksiyon pozisyonunda başlatıldı. Sistem hastanın bacağına ekstansiyona doğru iterken, hastadan bacağına aşağıya doğru çekerek maksimum direnç göstermesi istendi.

b.3. Kas Kuvveti Test Parametreleri

İzometrik Kas Testi Parametreleri

- 1., 3. ve 6. ay quadriceps ve hamstring zirve tork, ortalama tork, zirve torkun gösterildiği zaman, Quadriceps İndeksi (Qİ) ve Hamstring İndeksi (Hİ), H:Q oranı
- 1. aydan 3. aya kadar meydana gelen quadriceps ve hamstring zirve tork ve ortalama tork değişim miktarı
- 3. aydan 6. aya kadar meydana gelen quadriceps ve hamstring zirve tork ve ortalama tork değişim miktarı

Konsentrik ve Eksentrik Test Parametreleri

- 180°/s, 90°/s ve 60°/s hızlarda konsentrik quadriceps ve hamstring zirve torku
- 180 °/s, 90 °/s ve 60°/s hızlarda konsentrik Qİ ve Hİ
- 90°/s hızda eksentrik quadriceps ve hamstring zirve torku
- 90°/s hızda eksentrik Qİ ve Hİ
- 90°/s hızda hamstring quadriceps kuvvet (H:Q) oranı
Qİ ve Hİ aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

İndex (%) = (etkilenmiş taraf zirve tork/ etkilenmemiş taraf zirve tork) x 100

Hamstring Quadriceps Kuvvet Oranı: (Hamstring zirve tork/quadriceps zirve tork) x 100

3.2.3. Standart ÖÇB Rekonstrüksiyonu Sonrası Rehabilitasyon Protokolü

Hastalar cerrahi sonrası birinci aya kadar standart ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon programına alındı. Birinci aydan sonra kontrol grubu standart protokole devam ederken, birinci ve ikinci grup standart protokole ek olarak farklı kinetik halka pozisyonunda stabilizasyon eğitimine dahil edildi. Birinci grup açık kinetik halka pozisyonunda eğitim alırken, ikinci grup kapalı kinetik halka pozisyonunda eğitim aldı. Eğitim sekiz hafta boyunca haftada üç gün olacak şekilde planlandı. Rehabilitasyon programına ek olarak bütün gruplara standart bir ev programı verildi ve aylık olarak ev programı yeniden oluşturuldu.

Evre 1: 0-4 Hafta

Amaç

1. Ödem ve ağrı kontrolünü sağlamak
2. 0° ekstansiyon, 90° fleksiyon eklem açıklığını sağlamak
3. Greft iyileşmesini desteklemek için dizlik kullanımı
 - Dizlik 0-2 haftalarda 0° ekstansiyonda ve 90° fleksiyonda kilitli
 - 2-4 haftalar arasında eklem hareket açıklığı kazanımına bağlı olarak fleksiyon derece arttırmak
4. Rehabilitasyon süreci hakkında hastaları bilgilendirmek
5. Erken ağırlık aktarımını sağlamak
 - 0-1 hafta çift koltuk değneği ile hastanın tolere edebildiği kadar ağırlık aktarımı
 - 1-2 hafta tek koltuk değneğiyle tam ağırlık aktarma. Quadriceps kas kontrolünün sağlanmasıyla koltuk değneklerinin bırakılması. 4. haftanın sonunda koltuk değneksiz normal yürüyüş paterninin kazanılmasını sağlamak

Tedavi

1. 0-1 hafta, 2 saatte bir 15 dakika soğuk uygulama. Ödem kontrolü sağlandığında egzersizlerden önce ve sonra 15 dakika soğuk uygulama.

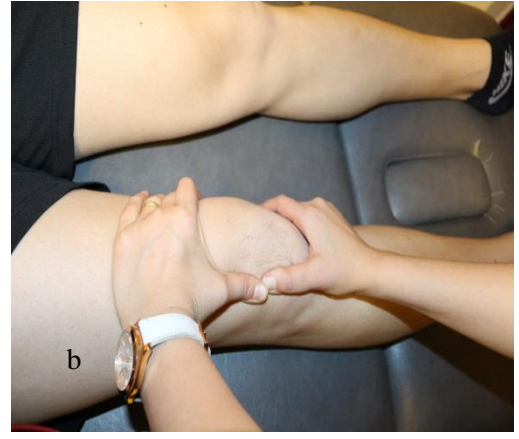
2. 0-1 hafta ödem kontrolü ve dolaşımı arttırmak için ayak bileği pompalama egzersizi (3 set 20 tekrar, günde 5 defa)
3. Diz fleksiyon açısını arttırmak için topuk kaydırma egzersizi ve oturmada diz fleksiyon egzersizi (Şekil 3.9)
4. Vastus Medialis Obliquus (VMO) kasının aktivasyonunun artırılması için 0-30° diz fleksiyon açıklığında terminal izometrik egzersiz (Şekil 3.10)
5. Patellar mobilizasyon ve skar doku mobilizasyonu (Şekil 3.11)
6. Hamstring germe egzersizi (Hamstring tendon greftinin alınmasına bağlı olarak donör sahaya fazla stres uygulamamak için egzersize 2. haftada başlandı) (Şekil 3.12.)
7. Quadriceps kas aktivitesini ve kuvvetini arttırmak için düz bacak kaldırma egzersizi (Şekil 3.13.)
8. Hamstring quadriceps ko-kontraksiyonunu ve proprioseptif girdiyi arttırmak için egzersiz topu üzerinde 60° diz fleksiyon pozisyonunda submaksimal quadriceps ve hamstring izometrik egzersizler (Şekil 3.14)
9. Ekstansiyon eklem hareket kaybını önlemek için ekstansiyon askı egzersizi (Askı egzersizine 2. hafta başlandı, günde iki defa 15 dk) (Şekil 3.15)
10. VMO kas reedükasyonu için nöromüsküler elektrik stimülasyonu (Şekil 3.16)
11. Transversus abdominis ve multifidus kas kokontraksiyon eğitimi ile Kor bölge kaslarının kuvvetlendirilmesi için stabilizasyon egzersizleri (Transversus abdominis kasma eğitimi, köprü kurma, gluteus medius kası için midye egzersizi) (Şekil 3.17-18)
12. Ağırlık aktarma ve yürüyüş eğitimi (Şekil 3.19)
13. Kapalı kinetik halkada düzgün ağırlık aktarımını sağlamak ve erken dönem kas kuvvetini arttırmak için elastik dirençli dört yönlü ayakta adım alma egzersizi (Şekil 3.20)
14. Kapalı kinetik halkada son 30° ekstansiyonda dirençli VMO kuvvetlendirme egzersizi (Şekil 3.21)



Şekil 3.9. Topuk kaydırma egzersizi



Şekil 3.10. Terminal izometrik egzersizi



Şekil 3.11. Patellar mobilizasyonu (a,b,c) ve skar doku mobilizasyonu (d)



Şekil 3.12. Hamstring germe egzersizi

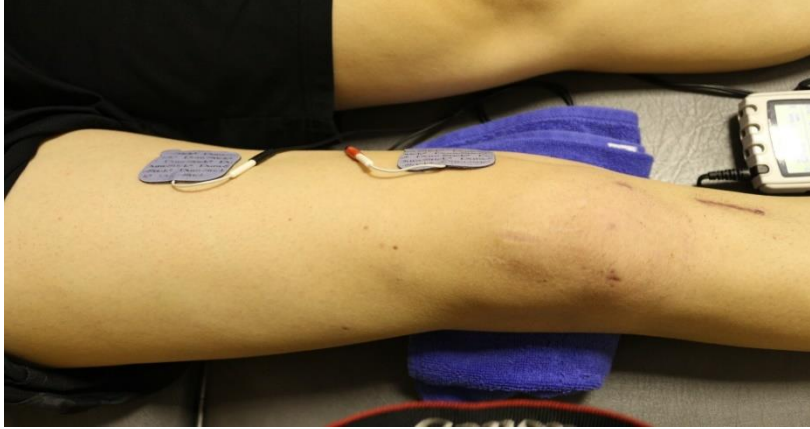
Şekil 3.13. Düz bacak kaldırma egzersizi



Şekil 3.14. Diz stabilizasyon eğitimi



Şekil 3.15. Ekstansiyon askı egzersizi



Şekil 3.16.
Nöromüsküler
elektrik
stimülasyonu



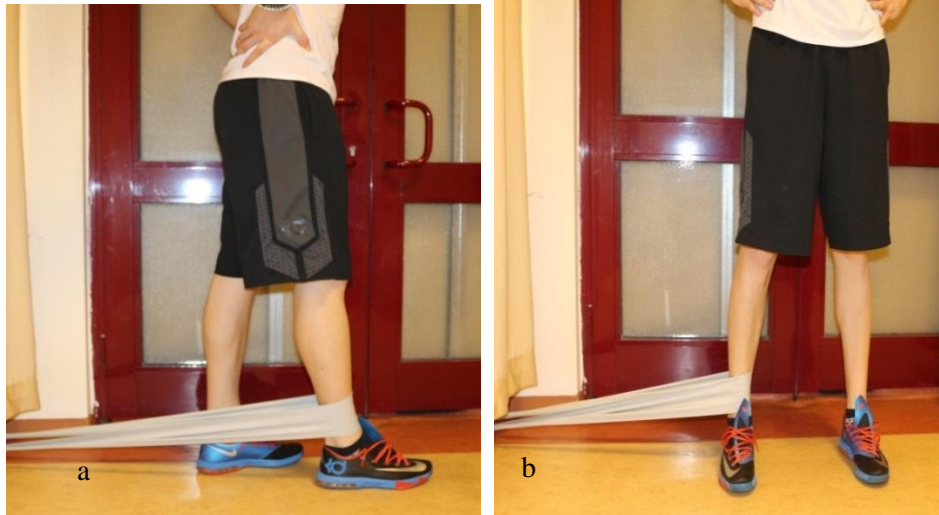
Şekil 3.17.Midye egzersizi



Şekil 3.18. Köprü kurma egzersizi



Şekil 3.19. Ağrlık aktarma (a) ve yürüyüş eğitimi (b)



Şekil 3.20. Dirençli dört yöne adım alma egzersizi (a, öne; b, yana; c, arkaya; d, içe adım alma)



Şekil.3.21. Dirençli VMO egzersizi

Evre 2: 4-8 Hafta

Amaç

- Tam ekstansiyonun korunması, fleksiyon açısının diğer dizle aynı değere gelmesinin sağlanması
- Ağrısız tam ağırlık aktarımının sağlanması ve kapalı kinetik halka egzersizleriyle diz stabilitesinin artırılması
- Normal yürüyüş ve dengenin sağlanması
- Esnekliğin artırılması
- Kor kaslarının kuvvetlendirilmesi

Tedavi

1. Patellar mobilizasyon ve skar dokuya friksiyon masajı
2. 3 yönlü hamstring germe egzersizi
3. Dirençli tek bacak kaldırma egzersizi (Şekil 3.22)
4. Dirençli kor stabilizasyon eğitimi (Şekil 3.23)
5. Diz stabilitesinin sağlanması, hamstring quadriceps ko-kontraksiyonun artırılması, proprioseptif girdinin sağlanması ve kas kuvvetinin artırılması için kapalı kinetik halka egzersizleri (Şekil 3.24-25)
 - çift ayak mini-squat
 - merdiven inme ve çıkma egzersizleri
 - öne ve yana hamle egzersizi
6. Elastik dirençli tekmeleme egzersizleri (Şekil 3.26)

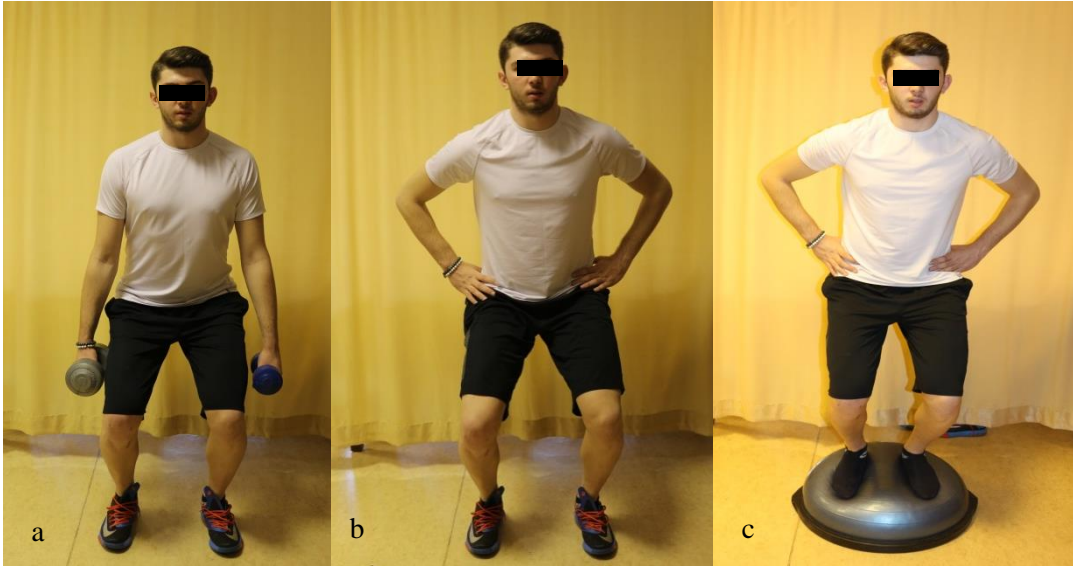
KKH egzersizlerinin zorluk derecesi haftada bir artırıldı. 1. hafta vücut ağırlığıyla sabit zeminde, 2. hafta denge tahtası üzerinde, 3. hafta denge tahtası üzerinde gözler kapalı, 4 hafta dirençli gözler açık ve kapalı
7. 0-90° kalistenik hamstring açık kinetik halka egzersizi (Şekil 3.27)
8. Orta dirençli sabit bisiklet eğitimi (Şekil 3.28)



Şekil 3.22. Dirençli düz bacak kaldırma



Şekil 3.23. Dirençli köprü kurma



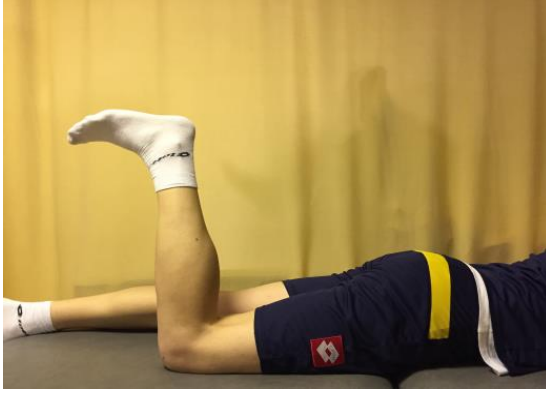
Şekil 3.24. Sabit (a,b) ve hareketli zeminde (c) çift ayak squat egzersizleri



Şekil 3.25. Merdiven eğitimi ve hamle egzersizi



Şekil 3.26. Tekmeleme egzersizleri (a: öne, b: yana, c: geri, d: içeri)



Şekil 3.27. Kalistenik hamstring egzersizi



Şekil 3.28. Bisiklet

Evre 3: 8-12 hafta

Amaç

- Tam normal eklem hareket açıklığını kazanmak
- Kuvvet, endurans ve dengeyi geliştirmek, hastaları fonksiyonel aktivitelere hazırlamak. Ayakta eksentrik kas kontrolünü sağlamak
- Ligamentizasyon süresince grefte aşırı stres vermektten kaçınmak
- Patellofemoral eklemi koruyarak kas kuvvetinin KKH ve AKH egzersizleri ile artırmak

Tedavi

1. Kapalı kinetik halkada dirençli eksentrik quadiceps ve hamstring egzersizleri (Şekil 3.29)
2. Hareketli zemin üzerinde kor stabilizasyon egzersizleri (Şekil 3.30)
3. Açık kinetik halkada dirençli hamstring egzersizi (Şekil 3.31)
4. Stabil olmayan denge platformları üzerinde tek bacak denge ve pertürbasyon eğitimi (Şekil 3.32)



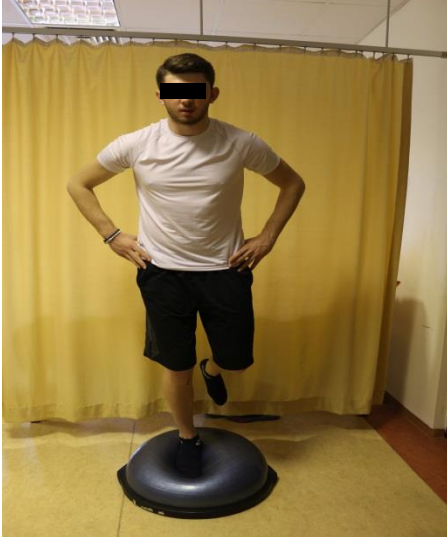
Şekil 3.29. Tek bacak eksentrik kuvvetlendirme



Şekil 3.30. Hareketli zemin üzerinde köprü kurma egzersizi



Şekil 3.31. Dirençli hamstring egzersizi

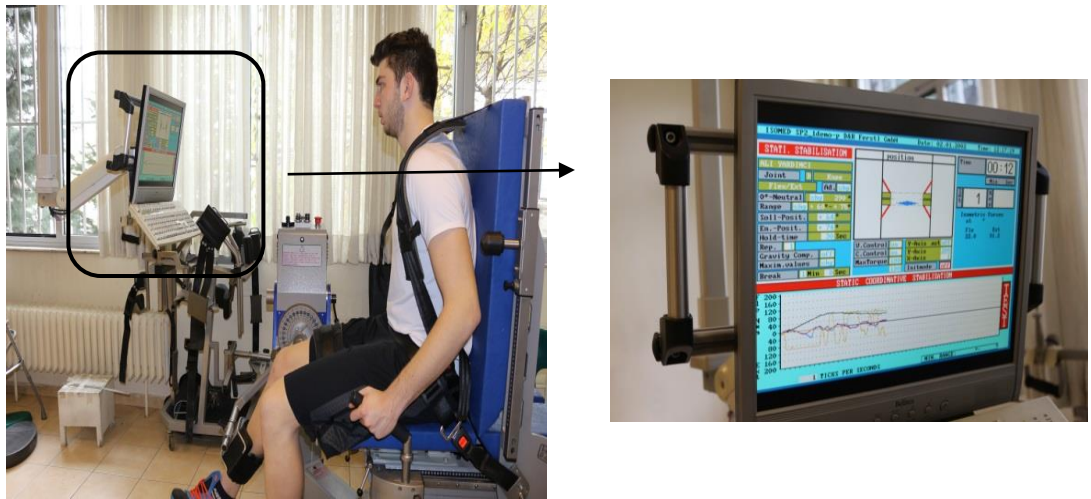


Şekil 3.32. Tek bacak denge ve pertürbasyon eğitimi

3.2.4. Açık Kinetik Halka Stabilizasyon Eğitimi

AKH stabilizasyon eğitimi için izokinetik sistemin koordinasyon ve stabilizasyon eğitim programı kullanıldı. Bu eğitim, diz 60° fleksiyon pozisyonunda quadriceps ve hamstring kaslarının ko-kontraksiyonu sağlamak, hamstring kasının ko-aktif özelliğini arttırarak quadricepsin ATT yönünde vermiş olduğu stresi azaltarak quadriceps kas kuvvetinin daha etkin artırılması ve cerrahi sonrası erken dönemde her iki kas grubunun aktivasyon düzeyinin artırılması amacıyla planlandı.

Hastalar izometrik kas testinin yapıldığı pozisyonda izokinetik sistemin koltuğuna sabitlendi. Hastanın dizi 60° diz fleksiyonunda olacak şekilde pozisyonlandı. Eğitime başlamadan önce hastanın quadriceps ve hamstring kaslarının MİİK'ları ölçüldü. Kasların maksimum kuvvetinin %50'sinde eğitim uygulandı. Sistem, eğitimde esnasında hastanın bacağına hem ekstansiyon hem de fleksiyon yönünde direnç uyguladı. Hastalardan quadriceps ve hamstring kaslarını eş zamanlı kasarak ekranda gördükleri mavi ibreyi sistem tarafından uygulanan dirence karşı 30 s boyunca orta noktada tutması istendi. Hem görsel hem de sözel geri bildirim ile, hastaların eğitimi doğru bir şekilde yapması sağlandı. Quadriceps ve hamstring kaslarının MİİK'leri her seansta ölçüldü ve eğitim bu değerlere göre planlandı. Eğitim 10 tekrar ve her tekrar 30 s olacak şekilde haftada 3 kez yapıldı (Şekil 3.33).



Şekil 3.33. AKH stabilizasyon eğitimi

3.2.5. Kapalı Kinetik Halka Stabilizasyon Eğitimi

KKH pozisyonunda stabilizasyon eğitimi için bilgisayar destekli horizontal leg press aleti olan fonksiyonel squat sistem (Monitered Rehab System, Harlem, Hollanda) kullanıldı. Eğitime başlamadan önce hastanın etkilenmiş bacağı ile 60° diz fleksiyonunda maksimum tutabildiği ağırlık hesaplandı. Bu ağırlığın %50'si eğitimde kullanıldı. Her eğitim seansında maksimum ağırlık tekrar hesaplandı. Eğitim sırasında hastadan ağırlıkla birlikte 30 s boyunca dizini 60° diz fleksiyon pozisyonunda tutması istendi. Pozisyonu sabit tutarken, hamstring ve quadriceps kaslarını istemli olarak kasmaı istendi. Eğitim 10 tekrarlı ve her tekrar 30 s olacak şekilde haftada 3 gün yapıldı.



Şekil 3.34. KKH pozisyonunda stabilizasyon eğitimi

3.2.6. Rehabilitasyon sonrası ev programı

Hastalar cerrahi sonrası 3. aydan sonra ev programı ile takip edildi. Ev programı aylık olarak düzenlendi. 3. aydaki ev programı dirençli quadriceps ve hamstring AKH egzersizleri, plyometrik egzersizler, ilerleyici dirençli core stabilizasyon egzersizleri ve yürüyüş programını içerdi. 3. ay ev programına ek olarak 4. ayda koşu eğitimine ve 5. ayda ise çeviklik eğitimine başlandı.

3.3. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizinde SPSS (SPSS 15.0, Inc, Illinois, Chicago) programı kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığı “Kolmogorov-Smirnov” testi, histogram ve kutu-çizgi grafikleri incelenerek karar verildi. Verilerin tanımlayıcı istatistiği ortalama ve standart sapma ile hesaplandı.

Gruplar arası ameliyatlı ve sağlam dizin 1., 3. ve 6. aydaki izometrik kuvvetlerini, H:Q oranlarını, zirve tork için geçen zamanı ve kuvvet değişimlerini (1. aydan 3. aya, 3. aydan 6. aya), karşılaştırmak için 2 yönlü tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (1 grup içi faktör, 1 gruplar arası faktör) ve ikili grup karşılaştırmalarda Bonferroni post hoc test kullanıldı.

Gruplar arası ameliyatlı ve sağlam dizin konsentrik ve eksentrik kas kuvvetini ve H:Q oranını karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi ve ikili grup karşılaştırmalarda Tukey post-hoc test kullanıldı.

Uygun örneklem sayısının belirlenmesinde, Mei-Hwa ve diğerlerinin çalışması temel alındı (102) Quadriceps konsentrik kuvveti üzerine kapalı kinetik halka egzersiz eğitiminin etki büyüklüğü 0.50 alınarak, %80 güçle ve 0.05 α hata katsayısı ile grup başına en az 14 hasta olacak şekilde bu çalışmanın örneklem büyüklüğü hesaplandı.

4. BULGULAR

4.1. Bireylerin Demografik Bilgileri

Grupların fiziksel özellikleri (yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, VKİ), yaralanmadan önceki Tegner skorları ve yaralanmadan cerrahiye kadar geçen süreleri arasında farklılık bulunmadı (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Bireylerin demografik bilgileri

GRUP	Yaş (yıl)	Boy Uzunluğu (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)	VKİ (kg/m ²)	Tegner Skoru	Yaralanmadan cerrahiye kadar geçen süre (ay)
Grup 1 (n=17)	28.3±9.0 (17-43)	180.0±4.3 (174-187)	78.2±14.2 (61-111)	24.0±3.7 (18.7-31.7)	6.2 ±1.3 (5-8)	10.8±11.3 (1-36)
Grup 2 (n=18)	27.3±7.8 (16-39)	178.4±7.7 (165-190)	82.6±16.9 (52-116)	26.1±4.0 (19.7-36)	6.1±1.3 (5-8)	7.8±13.2 (1-48)
Grup 3 (n=17)	27.0±6.3 (17-35)	177.6±4.6 (170-187)	77.3±11.6 (55-97)	24.4±3.2 (19.0-30.3)	6.3±1.3 (5-8)	8.5±9.8 (1-36)
P değeri	0.88	0.48	0.49	0.23	0.97	0.76

Gruplara göre yaralanmanın meydana geldiği spor ve yaralanan ekstremitenin dominant ekstremitenin dağılım frekansı Tablo 4.4. ve Tablo 4.5.'de gösterildi.

Tablo 4.4. Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaralandıkları spora göre dağılım frekansı

SPOR	1. Grup (n=17)	2. Grup (n=18)	3. Grup (n=17)	Toplam (n=52)
Amerikan Futbolu	1 (%5.8)	-	-	1(%1.9)
Futbol	14 (%82.4)	13 (%72.2)	14 (%88.4)	41 (%81.9)
Voleybol	-	-	2 (%11.6)	2 (%3.8)
Basketbol	-	3 (%16.3)	-	3 (5.8)
Hentbol	-	1 (%5.5)	-	1 (%1.9)
Kayak	-	-	1 (%5.8)	1 (%1.9)
Çim hokeyi	-	1 (%5.5)	-	1 (%1.9)
Motor	2 (%11.8)	-	-	2 (%3.8)

Tablo 4.5. Çalışmaya dahil edilen bireylerin dominant ve ameliyatlı ekstremiteye göre dağılım frekansı

GRUP	DOMİNANT		AMELİYATLI	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Grup 1 (n=17)	15 (%88.2)	2 (%11.8)	10 (%58.8)	7 (%42.8)
Grup 2 (n=18)	13 (%72.2)	5 (%27.8)	10 (%55.5)	8(%44.5)
Grup 3 (n=17)	14 (%82.3)	3 (%17.7)	9 (%52.9)	8 (%47.1)
Toplam (n=52)	42 (%80.8)	10 (%19.2)	29 (%55.7)	23 (%44.3)

4.2. Ameliyatlı Dizdeki Zirve İzometrik Quadriceps Kas Kuvvet Gelişimi

Zaman (1., 3. ve 6. ay) ile grup (1. grup, 2. grup ve 3. grup) arasındaki etkileşim, quadriceps izometrik kas kuvveti için anlamlı bulundu ($F_{(4,98)}= 2.75$, $p=0.03$).

Cerrahi sonrası 1. aydaki quadriceps izometrik kuvveti gruplar arası farklılık göstermezken (Grup 1-2, $p=0.99$, Grup 1-3, $p=0.72$, Grup 2-3, $p=0.73$), 3. aydaki quadriceps kuvveti 1. grup ile 3. grup ve 2. grup ile 3. grup arasında farklılık gösterdi ($p=0.003$, $p=0.04$, sırasıyla). 1. ve 2. grubun izometrik quadriceps kuvveti 3. gruptan daha fazla bulundu. Diğer yandan, 1. grup ile 2. grup arasında kas kuvveti farklı bulunmadı ($p=0.27$).

Cerrahi sonrası 6. ayda ise, 1. grubun kuvvet değeri 3. gruptan fazla bulunurken ($p=0.03$), 2. grup ile 3. grup arasında ve 1. ile 2. grup arasında kas kuvveti farklı bulunmadı ($p=0.35$, $p=0.88$, sırasıyla)

Zamana bağlı izometrik quadriceps kuvveti grupların kendi içinde de farklılık gösterdi. 1.ve 2. grupta 3. ay quadriceps kuvveti 1. aydan fazla iken ($p<0.001$), 6. aydaki kuvvet değeri 3. ay ile benzer bulundu ($p=0.28$, $p=0.26$, sırasıyla). Diğer yandan, 3. grubun kuvvet değerleri 1., 3. ve 6. aylar arasında farklılık gösterdi. (1-3 ay, $p<0.001$, 3-6 ay , $p=0.008$). 6. ay kuvveti 3. aydan, 3. ay kuvveti ise 1. aydan fazla bulundu (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Ameliyatlı dizin cerrahi sonrası 1., 3. ve 6. aylardaki zirve izometrik quadriceps kas kuvvetleri

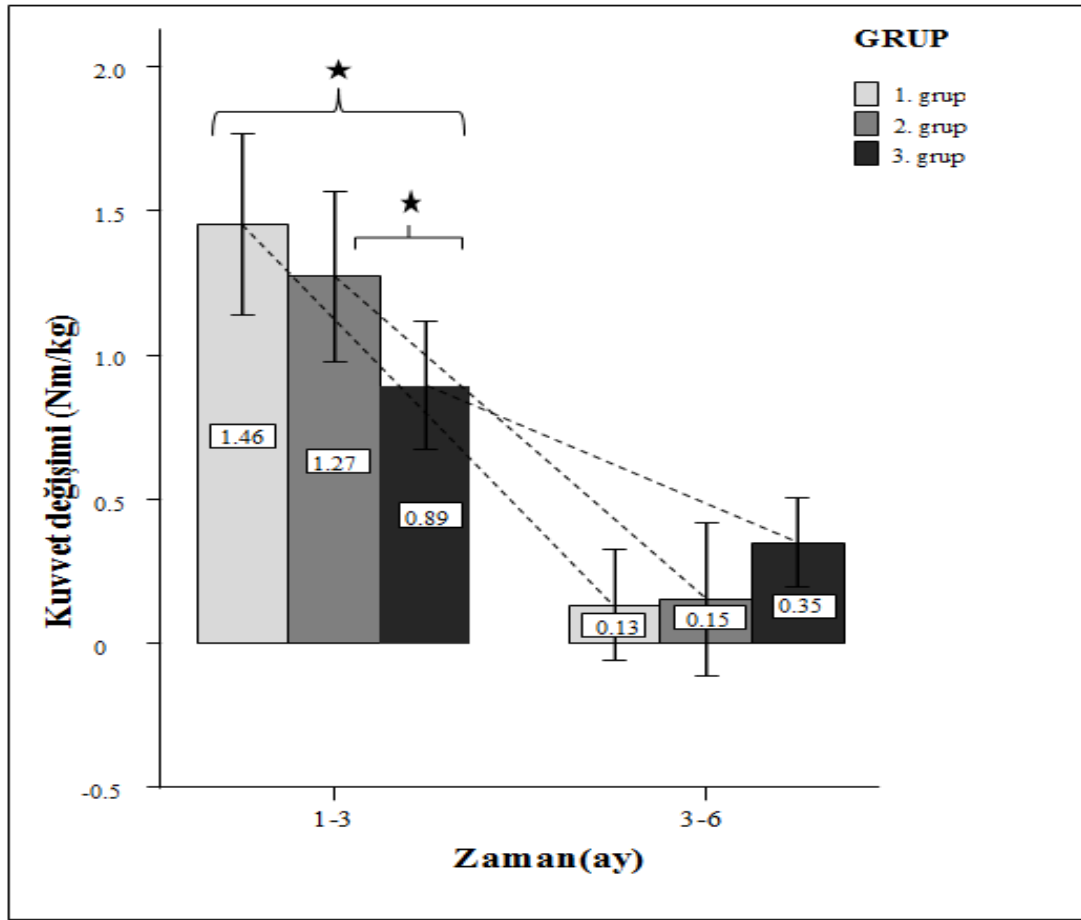
GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	1.39±0.58* (0.67-2.49)	2.85±0.53* (2.06-3.70)	3.02±0.57 (2.24-4.06)	<0.001
2. grup (n=18)	1.39±0.47* (0.75-2.23)	2.67±0.57* (1.95-3.89)	2.83±0.64 (1.77-4.21)	<0.001
3. grup (n=17)	1.33±0.50* (0.64-2.49)	2.24±0.37* (1.46-2.92)	2.54±0.28* (2.12-3.22)	<0.001
p değeri	0.92	0.003	0.04	-

* p<0.05

Zaman (1-3, 3-6 aylar) ve grup (1. grup, 2. grup ve 3. grup) arasında etkileşim quadriceps zirve izometrik kas kuvvet değişimi için anlamlı bulundu ($F_{(2,49)}= 3.91$, $p=0.02$).

1.aydan 3.aya kadarki (1-3) quadriceps kas kuvvetindeki değişim, 1. ile 3. grup arasında ve 2. ile 3. grup arasında farklılık gösterdi ($p=0.005$, $p=0.05$, sırasıyla). 1-3 aylar aralığındaki quadriceps kuvvet değişimi 1. ve 2. grupta daha fazla bulunurken kuvvet değişimi iki grup arasında farklı bulunmadı ($p=0.33$).

3. aydan 6. aya kadar ki (3-6) quadriceps kuvvet değişimi gruplar arasında farklılık göstermedi ($p=0.41$) (Şekil 4.35).



* $p < 0.05$

Şekil 4.35. Ameliyatlı dizdeki quadriceps zirve izometrik kuvvetinin 1-3 ve 3-6 aylar arasındaki değişimi

4.3. Sağlam Dizdeki Zirve İzometrik Quadriceps Kas Kuvvet Gelişimi

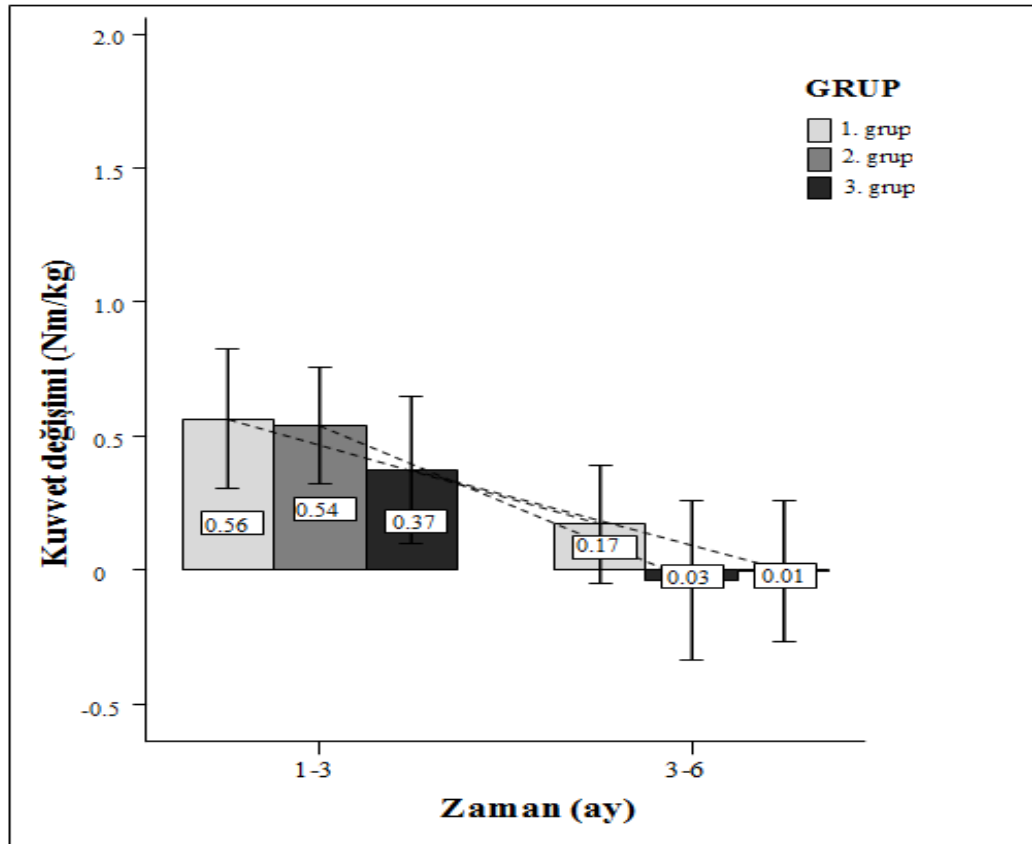
Zaman (1., 3. ve 6. ay) ve grup (1. grup, 2. grup ve 3. grup) arasındaki etkileşim, quadriceps zirve izometrik kuvveti için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)} = 1.43$, $p = 0.23$). Zamanın temel etkisi quadriceps izometrik kas kuvveti için anlamlı bulundu ($F_{(2,98)} = 33.9$, $p < 0.001$). 3. ay quadriceps kuvveti 1. aydan fazla bulunurken ($p < 0.001$), 6. ay kuvveti 3. aydan farklı bulunmadı ($p = 1.00$).

Tablo 4.7. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki zirve izometrik quadriceps kas kuvvetleri

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	2.81±0.50* (1.75-3.67)	3.37±0.51* (2.33-4.17)	3.54±0.68 (2.04-4.94)	<0.001
2. grup (n=18)	2.79±0.83* (1.71-5.00)	3.33±0.83* (2.17-6.07)	3.29±0.42 (2.43-4.16)	<0.001
3. grup (n=17)	2.74±0.26* (2.28-3.13)	3.08±0.45* (2.32-4.48)	3.09±0.39 (2.58-3.76)	0.007
p değeri	0.95	0.36	0.04	-

* p<0.05

Zaman (1-3, 3-6 aylar) ile grup arasında etkileşim quadriceps zirve izometrik kas kuvvet değişimi için anlamlı bulunmadı ($F_{(2,49)} = 0.38$, $p=0.69$) (Şekil 4.36).

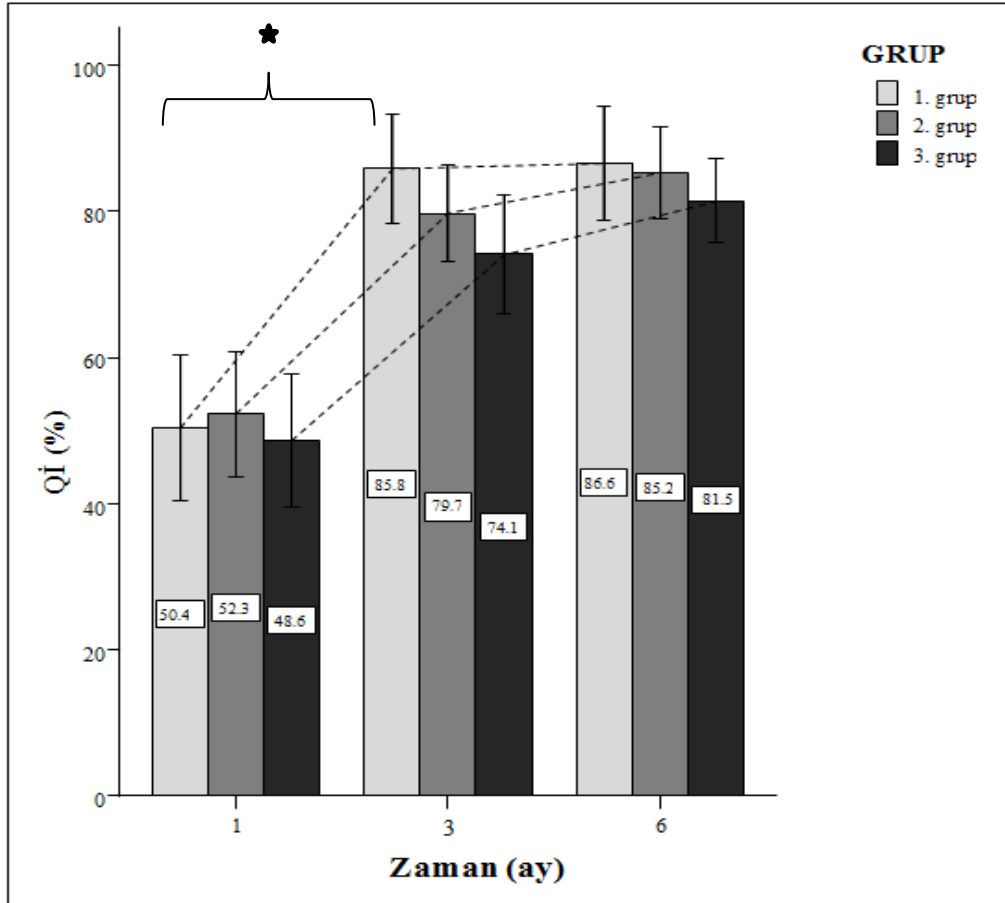


Şekil 4.36. Sağlam dizdeki quadriceps izometrik kuvvetinin 1-3 ve 3-6 aylar arasındaki değişimi

4.4. İzometrik Zirve Quadriceps İndeksi (Qİ)'nin Gelişimi

Zaman ile grup arasındaki etkileşim Qİ için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)} = 0.94$, $p=0.47$). Zamanın temel etkisi Qİ için anlamlı bulundu ($F_{(2,98)} = 135.8$, $p<0.001$)

1. aydaki Qİ 3.ay ve 6.ay Qİ'nden daha düşük bulunurken ($p<0.001$), 3. ay ve 6. ay arasında farklılık bulunmadı ($p=0.06$) (Şekil 4.37).



* $p<0.05$

Şekil 4.37. İzometrik zirve Qİ'nin gelişimi

4.5. Ameliyatsız Dizdeki Zirve İzometrik Hamstring Kuvvet Gelişimi

Zaman (1., 3. ve 6. ay) ve grup (1. grup, 2. grup ve 3. grup) arasındaki etkileşim, hamstring zirve izometrik kuvveti için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 1.01$, $p=0.40$).

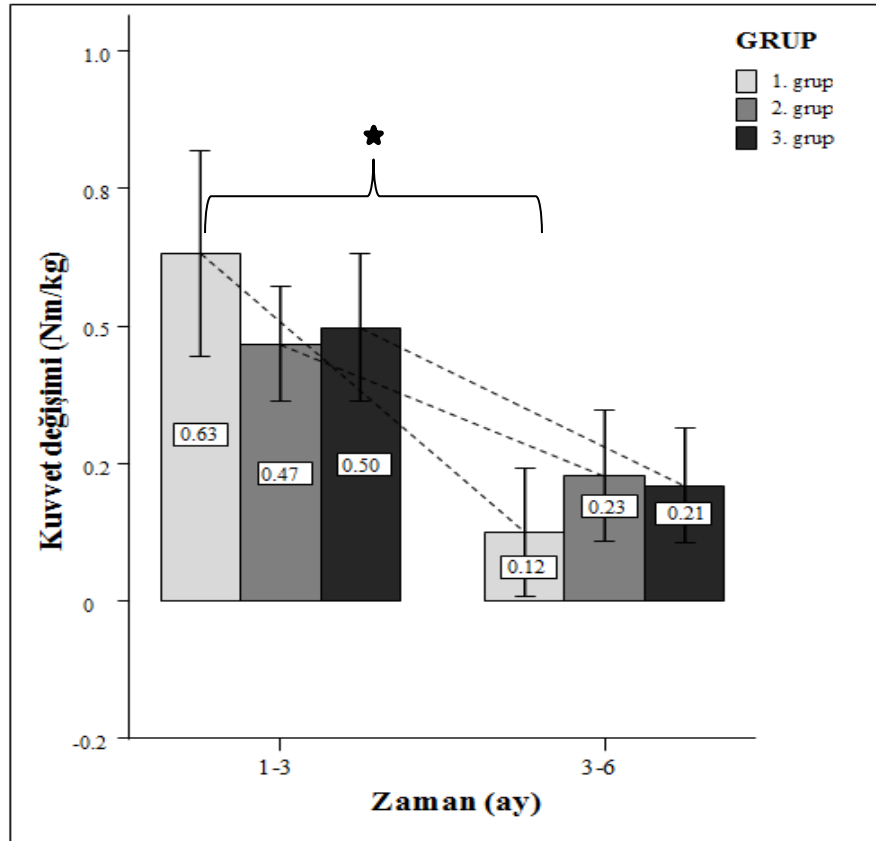
Zamanın temel etkisi hamstring izometrik kas kuvveti üzerine anlamlı bulundu ($F_{(2,98)}= 203.6$, $p<0.001$). 6. aydaki hamstring kas kuvveti 3. aydan, 3. aydaki kas kuvveti ise, 1. aydaki kas kuvvetinden büyük bulundu ($p<0.001$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Ameliyatsız dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki zirve izometrik hamstring kas kuvvetleri

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	1.05±0.23* (0.56-1.35)	1.68±0.39* (0.87-2.65)	1.81±0.37* (0.99-2.36)	<0.001
2. grup (n=18)	1.01±0.24* (0.69-1.70)	1.48±0.27* (1.11-2.03)	1.71±0.29* (1.07-2.29)	<0.001
3. grup (n=17)	1.14±0.28* (0.52-1.57)	1.62±0.34* (1.07-2.28)	1.83±0.32* (1.37-2.35)	<0.001
p değeri	0.34	0.18	0.50	-

* $p<0.05$

Zaman (1-3, 3-6 aylar) ve grup (1. grup, 2. grup ve 3. grup) arasında etkileşim hamstring izometrik kas kuvvet değişimi bakımından anlamlı bulunmadı ($F_{(2,49)}= 2.01$, $p=0.15$). Zamanın temel etkisi hamstring kuvvet değişimi için etkili bulundu. ($F_{(1,49)}= 34.1$, $p<0.001$). 1. aydan 3. aya kadar olan hamstring kuvvetindeki değişim, 3. aydan 6. aya kadar olan değişimden fazla bulundu. ($p<0.001$) (Şekil 4.38).



* $p < 0.05$

Şekil 4.38. Ameliyatlı dizdeki hamstring izometrik kuvvetinin 1-3 ve 3-6 aylar arasındaki değişimi

4.6. Sağlam Dizdeki Zirve İzometrik Hamstring Kuvvet Gelişimi

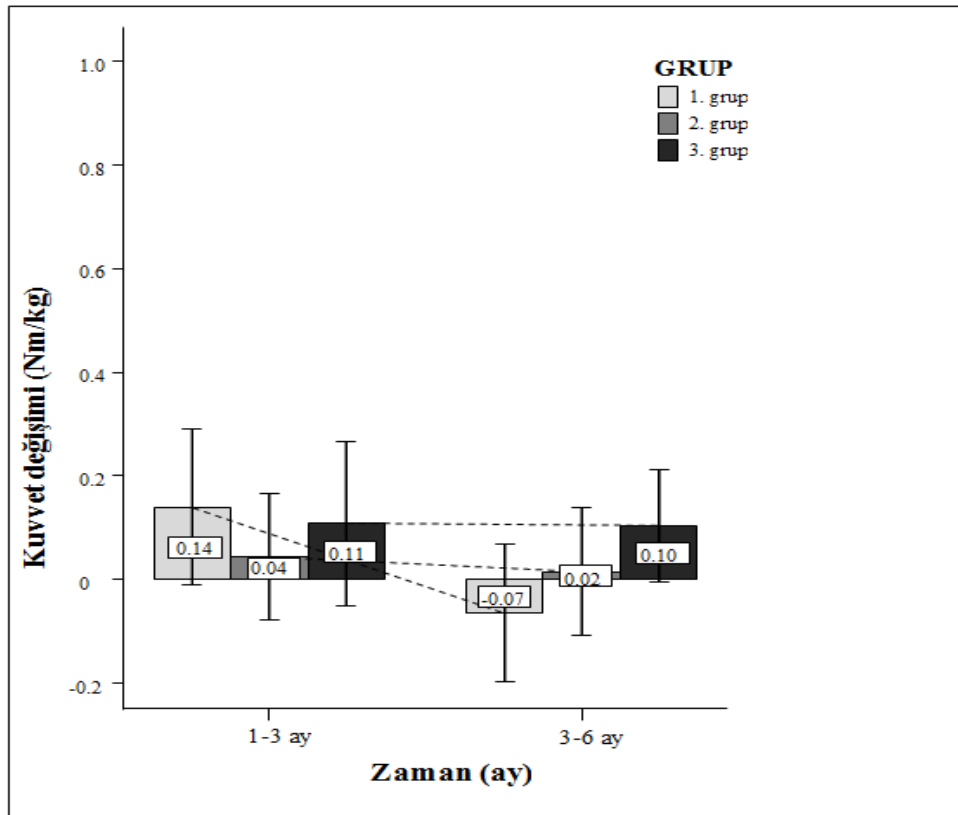
Zaman (1., 3. ve 6. ay) ve grup (1. grup, 2. grup ve 3. grup) arasındaki etkileşim, hamstring izometrik kuvveti açısından anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)} = 1.47$, $p = 0.22$).

Zamanın temel etkisi hamstring izometrik kas kuvveti üzerine anlamlı bulundu ($F_{(2,98)} = 5.97$, $p = 0.004$). 3. aydaki hamstring kuvveti 1. aydan daha büyük bulunurken ($p = 0.04$), 3. ay ile 6. ay arasında hamstring kuvvetinde farklılık bulunmadı ($p = 1.00$) (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki zirve izometrik hamstring kas kuvvetleri

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	2.01±0.31 (1.38-2.52)	2.15±0.31 (1.71-2.61)	2.08±0.38 (1.41-2.69)	0.14
2. grup (n=18)	1.89±0.33 (1.31-2.38)	1.94±0.33 (1.38-2.39)	1.95±0.35 (1.32-2.72)	0.59
3. grup (n=17)	1.93±0.28 (1.47-2.43)	2.02±0.29 (1.49-2.65)	2.13±0.23 (1.73-2.48)	0.007
p değeri	0.52	0.14	0.24	-

Zaman (1-3, 3-6 aylar) ve grup (1. grup, 2. grup ve 3. grup) arasında etkileşim hamstring izometrik kas kuvvet değişimi için anlamlı bulunmadı ($F_{(2,49)}=1.04$, $p=0.36$). Zamanın temel etkisi de hamstring kuvvet değişimi üzerinde etkili bulunmadı. ($F_{(1,49)}=1.41$, $p=0.24$) (Şekil 4.39).

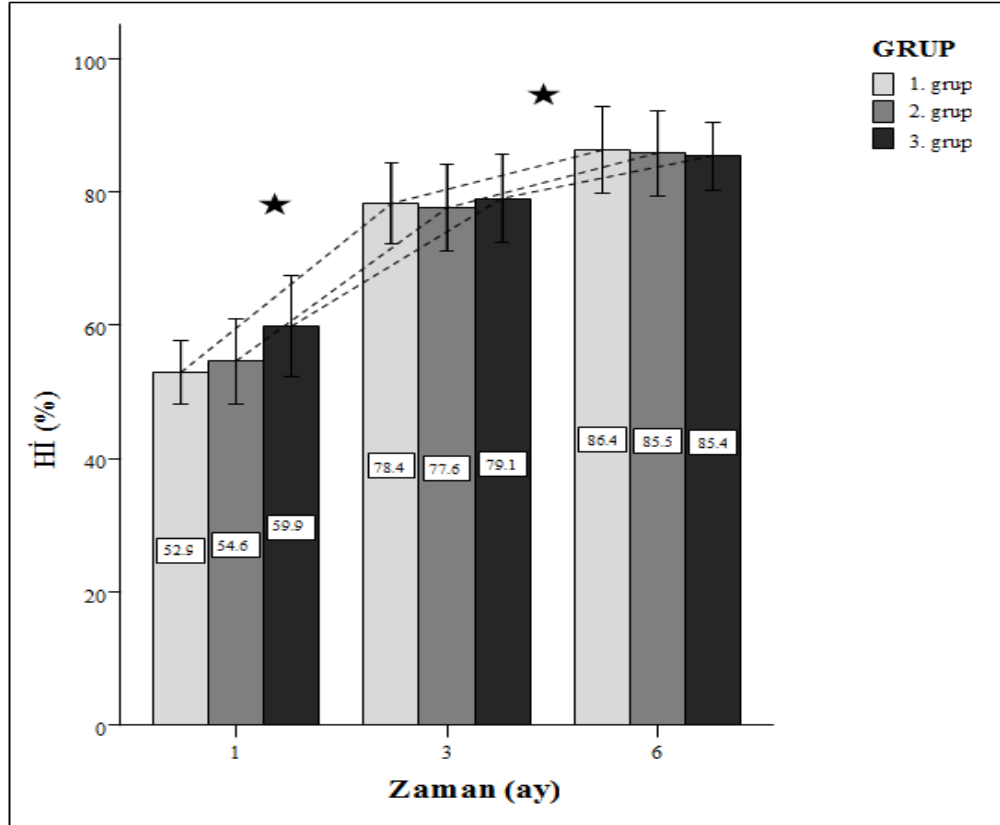


Şekil 4.39. Sağlam dizdeki hamstring zirve izometrik kuvvetinin 1-3 ve 3-6 aylar arasındaki değişimi

4.7. İzometrik Zirve Hİ'nin gelişimi

Zaman ile grup arasındaki etkileşim Hİ için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 1.16$, $p=0.33$). Zamanın temel etkisi Hİ için anlamlı bulundu ($F_{(2,98)}= 190.8$, $p<0.001$).

6. aydaki Hİ'si 3. aydan ve 3. aydaki Hİ ise 1. aydan daha fazla bulundu ($p<0.001$) (Şekil 4.40).



* $p<0.05$

Şekil 4.40 Zirve İzometrik Hİ'nin gelişimi

4.8. Ameliyatlı Diz Quadriceps Zirve Torka Ulaşmak için Geçen Zamanın Gelişimi

Zaman ile grup etkileşimi ve zamanın temel etkisi quadriceps zirve torku için geçen zaman için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 0.49$, $p=0.75$, $F_{(2,98)}= 1.64$, $p=0.20$, sırasıyla) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Ameliyatlı dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki izometrik quadriceps zirve torkuna ulaşmak için geçen zamanı

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	3.31±1.17 (0.53-4.80)	3.29±1.02 (1.13-4.60)	3.07±1.34 (0.73-4.73)	0.69
2. grup (n=18)	3.37±1.19 (0.74-4.80)	3.29±1.01 (1.40-4.67)	2.81±0.95 (1.53-4.80)	0.06
3. grup (n=17)	3.77±1.05 (1.07-4.90)	3.82±0.99 (1.20-4.80)	3.75±0.82 (2.47-4.73)	0.98
p değeri	0.44	0.23	0.03	-

4.9. Sağlam Diz Quadriceps Zirve Torka Ulaşmak için Geçen Zamanın Gelişimi

Zaman ile grup etkileşimi ve zamanın temel etkisi quadriceps zirve torku için geçen zaman için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 0.91$, $p=0.46$, $F_{(2,98)}= 0.46$, $p=0.63$, sırasıyla) (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki izometrik quadriceps zirve torkuna ulaşmak için geçen zamanı

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	3.28±1.01 (1.40-4.93)	3.09±1.38 (0.73-4.93)	3.09±1.25 (0.67-4.73)	0.76
2. grup (n=18)	2.94±0.89 (1.07-4.47)	3.17±0.96 (1.87-4.87)	3.09±1.38 (1.87-4.87)	0.28
3. grup (n=17)	3.51±0.68 (2.20-4.80)	3.42±0.86 (1.73-4.67)	3.28±0.79 (1.60-4.60)	0.48
p değeri	0.13	0.69	0.52	-

4.10. Ameliyatlı Diz Hamstrings Zirve Torka Ulaşmak için Geçen Zamanın Gelişimi

Zaman ile grup etkileşimi hamstring zirve torku için geçen zaman (HZTZ) için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 0.87$, $p=0.49$) Zaman temel etkisi HZTZ için anlamlı bulundu ($F_{(4,98)}= 5.39$, $p=0.01$). 1. aydaki HZTZ, 6. aydaki HZTZ' den daha büyük bulundu ($p=0.01$). 1. ay ile 3. ay ($p=0.22$) ve 3. ay ile 6. ay ($p=0.36$) arasında farklılık bulunmadı (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Ameliyatlı dizin 1., 3. ve 6. aylardaki izometrik hamstring zirve torkuna ulaşmak için geçen zamanı

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	2.46±1.05 (1.27-4.50)	2.00±1.08 (0.21-4.07)	1.96±1.18 (0.14-4.53)	0.32
2. grup (n=18)	2.57±1.12 (0.60-4.40)	2.68±1.16 (0.80-4.33)	2.21±0.19 (0.13-4.47)	0.26
3. grup (n=17)	3.11±1.02 (1.40-4.80)	2.59±1.23 (0.27-4.40)	2.23±0.23 (0.41-4.60)	0.007
p değeri	0.17	0.18	0.76	-

4.11. Sağlam Diz Hamstrings Zirve Torka Ulaşmak için Geçen Zamanın Gelişimi

Zaman ile grup arasındaki etkileşim hamstring zirve torku için geçen zaman için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 2.34$, $p=0.06$). Zamanın temel etkisi HZTZ için anlamlı bulundu ($F_{(2,98)}= 6.86$, $p=0.002$). 1. aydaki HZTZ 3. aydan ve 6. ay HZTZ'den daha fazla bulunurken ($p=0.03$, $p=0.004$, sırasıyla), 3. ay ile 6. ay arasında HZTZ bakımından farklılık bulunmadı ($p=1.00$) (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylardaki izometrik hamstring zirve torkuna ulaşmak için geçen zamanı

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	2.36±0.99 (0.80-4.00)	1.95±0.78 (0.40-3.47)	1.34±0.69 (0.47-3.00)	0.002
2. grup (n=18)	2.25±1.01 (0.40-3.73)	1.99±1.04 (0.43-4.07)	1.89±0.84 (0.40-3.33)	0.27
3. grup (n=17)	2.23±0.97 (0.1-4.33)	1.73±1.09 (0.20-4.67)	2.08±1.10 (0.40-4.33)	0.18
p değeri	0.93	0.74	0.06	-

4.12. Ameliyatsız Diz Ortalama İzometrik Quadriceps Kuvvet Gelişimi

Zaman ile grup etkileşimi ortalama izometrik quadriceps kuvveti için anlamlı bulundu ($F_{(4,98)}= 2.60$, $p=0.04$). 1. ay kas kuvveti gruplar arasında farklılık göstermezken ($p>0.05$), 3. aydaki quadriceps kuvveti 1. grupta 3. gruba kıyasla daha fazla bulundu ($p=0.007$). 1. grup ile 2. grup ve 2. grup ile 3. grup arasında quadriceps kuvveti farklı bulunmadı ($p=1.00$, $p=0.07$, sırasıyla).

Grupların kendi içinde zamana bağlı kuvvet gelişimi farklılık gösterdi. 1. ve 2. grupta quadriceps kuvveti 3. ayda 1. aya kıyasla daha fazla iken ($p<0.001$), 3. ve 6. aydaki kuvvet değerleri birbiri ile farklılık göstermedi ($p=0.09$, $p=0.08$, sırasıyla) 3. grupta ise 6. ay quadriceps kuvveti 3. aydan ($p<0.001$), 3. ay kuvveti ise 1. aydan daha fazla bulundu ($p<0.001$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Ameliyatsız dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki ortalama izometrik quadriceps kas kuvvetleri

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	1.22±0.57* (0.48-2.50)	2.57±0.49* (1.84-3.53)	2.77±0.54 (1.97-3.75)	<0.001
2. grup (n=18)	1.23±0.43* (0.68-1.93)	2.40±0.61* (1.69-3.78)	2.60±0.65 (1.31-3.94)	<0.001
3. grup (n=17)	1.13±0.49* (0.54-2.23)	2.00±0.39* (1.29-2.76)	2.28±0.36* (1.65-3.04)	<0.001
p değeri	0.84	0.007	0.03	-

* $p<0.05$

4.13. Sağlam Diz Ortalama İzometrik Quadriceps Kuvvet Gelişimi

Zaman ile grup etkileşimi ortalama izometrik quadriceps kuvveti için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 1.68$, $p=0.16$). Zamanın temel etkisi anlamlı bulundu ($F_{(2,98)}= 48.7$, $p<0.001$). 6. aydaki quadriceps kuvveti 3. aydan fazla bulunurken ($p<0.001$), 3. ay ile 1. ay arasında quadriceps kuvveti bakımından farklılık bulunmadı ($p=0.46$) (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki ortalama izometrik quadriceps kas kuvvetleri

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	2.43±0.55 (1.53-3.36)	3.08±0.52 (1.91-3.80)	3.25±0.70 (1.69-4.53)	<0.001
2. grup (n=18)	2.50±0.84 (1.51-4.79)	3.09±0.83 (1.89-5.85)	3.07±0.47 (2.27-4.39)	<0.001
3. grup (n=17)	2.44±0.31 (1.75-2.98)	2.77±0.40 (1.95-3.80)	2.92±0.44 (2.42-3.78)	0.001
p değeri	0.93	0.24	0.21	-

4.14. Ameliyatlı Diz Ortalama İzometrik Hamstring Kuvvet Gelişimi

Zaman ile grup etkileşimi ortalama izometrik quadriceps kuvveti için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 1.38$, $p=0.25$). Zamanın temel etkisi anlamlı bulundu ($F_{(2,98)}= 188.18$, $p<0.001$). 6. aydaki kuvvet 3. aydan, 3. aydaki kuvvet ise 1. aydan büyük bulundu ($p<0.001$) (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Ameliyatlı dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki ortalama izometrik hamstring kas kuvvetleri

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	0.92±0.21 (0.46-1.25)	1.55±0.38 (0.81-2.47)	1.66±0.37 (0.92-2.44)	<0.001
2. grup (n=18)	0.87±0.21 (0.59-1.51)	1.32±0.27 (0.85-1.84)	1.56±0.23 (1.23-2.04)	<0.001
3. grup (n=17)	1.00±0.27 (0.38-1.40)	1.45±0.34 (0.92-2.19)	1.66±0.33 (1.11-2.26)	<0.001
p değeri	0.26	0.13	0.54	-

4.15. Sağlam Diz Ortalama İzometrik Hamstring Kuvvet Gelişimi

Zaman ile grup etkileşimi ortalama izometrik hamstring kuvveti için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 0.61$, $p=0.66$). Zamanın temel etkisi anlamlı bulundu ($F_{(2,98)}= 7.77$, $p=0.001$). 6. aydaki kuvveti 1. aydan büyük bulunurken ($p=0.001$), 3. ay ile 1. ay ve 6. ay ile 3. ay arasında farklılık bulunmadı ($p=0.06$, $p=0.64$, sırasıyla) (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Sağlam dizin 1., 3. ve 6. aylarındaki ortalama izometrik hamstring kas kuvvetleri

GRUP	1. ay (Nm/kg)	3. ay (Nm/kg)	6. ay (Nm/kg)	p değeri
1. grup (n=17)	1.79±0.31 (1.24-2.33)	1.95±0.32 (1.41-2.39)	1.95±0.36 (1.36-2.51)	0.03
2. grup (n=18)	1.72±0.30 (1.12-2.20)	1.80±0.29 (1.27-2.27)	1.82±0.33 (1.20-2.55)	0.33
3. grup (n=17)	1.77±0.26 (1.28-2.11)	1.84±0.29 (1.22-2.29)	1.93±0.22 (1.56-2.35)	0.04
p değeri	0.75	0.31	0.35	-

4.16. Ameliyatlı ve Sağlam Dizde 6. Ay İzokinetik Konsentrik ve Eksentrik Quadriceps Kas Kuvveti

Ameliyatlı dizin 180°/s, 90°/s ve 60°/s açısal hızlardaki konsentrik quadriceps kuvveti gruplar arasında farklılık göstermedi ($p=0.71$, $p=0.77$, $p=0.47$, sırasıyla).

90°/s açısal hızdaki eksentrik quadriceps kuvveti de gruplar arası farklılık göstermedi ($p=0.36$).

Sağlam dizin 180°/s, 90°/s ve 60°/s açısal hızlardaki konsentrik quadriceps kuvvet gruplar arası farklılık göstermedi ($p=0.72$, $p=0.86$, $p=0.23$, sırasıyla).

90°/s açısal hızdaki eksentrik quadriceps kuvveti de gruplar arası farklılık göstermedi ($p=0.46$) (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Ameliyatlı ve sağlam dizin 6. aydaki quadriceps konsentrik ve eksentrik kas kuvvetleri

Zirve Tork	Diz	1. grup (n=17)	2.grup (n=18)	3.grup (n=17)	p değeri
60°/s konsentrik Quadriceps (Nm/kg)	Ameliyatlı	2.11±0.77 (1.18-4.05)	2.01±0.66 (1.00-3.60)	1.85±0.29 (1.40-2.40)	0.47
	Sağlam	2.57±0.44 (1.49-3.19)	2.49±0.46 (1.95-3.65)	2.32±0.34 (1.73-2.85)	0.23
90°/s konsentrik Quadriceps (Nm/kg)	Ameliyatlı	2.51±1.02 (0.85-4.70)	2.40±0.97 (1.00-4.98)	2.88±0.55 (1.41-3.49)	0.77
	Sağlam	3.00±0.93 (1.55-4.37)	2.91±0.95 (1.54-5.12)	2.85±0.54 (1.86-3.90)	0.86
180°/s konsentrik Quadriceps (Nm/kg)	Ameliyatlı	1.56±0.53 (0.88-2.77)	1.51±0.51 (0.51-2.68)	1.44±0.24 (0.94-1.75)	0.71
	Sağlam	1.85±0.43 (0.83-2.56)	1.89±0.33 (1.46-2.46)	1.80±0.23 (1.33-2.29)	0.72
90°/s eksentrik Quadriceps (Nm/kg)	Ameliyatlı	2.88±1.04 (1.21-5.02)	2.61±1.03 (1.12-4.35)	2.43±0.51 (1.87-3.66)	0.36
	Sağlam	3.47±0.75 (2.05-4.81)	3.26±0.83 (2.05-5.29)	3.18±0.41 (2.48-4.12)	0.46

4.17. Ameliyatlı ve Sağlam Dizin 6. Ay Konsentrik ve Eksentrik Hamstring Kas Kuvveti

Ameliyatlı dizin 180°/s, 90°/s ve 60 °/s açısal hızlardaki konsentrik hamstring kuvveti gruplar arası farklılık göstermedi (p=0.59, p=0.99, p=0.60, sırasıyla). 90 °/s açısal hızdaki eksentrik quadriceps kuvveti de gruplar arası farklılık göstermedi (p=0.90).

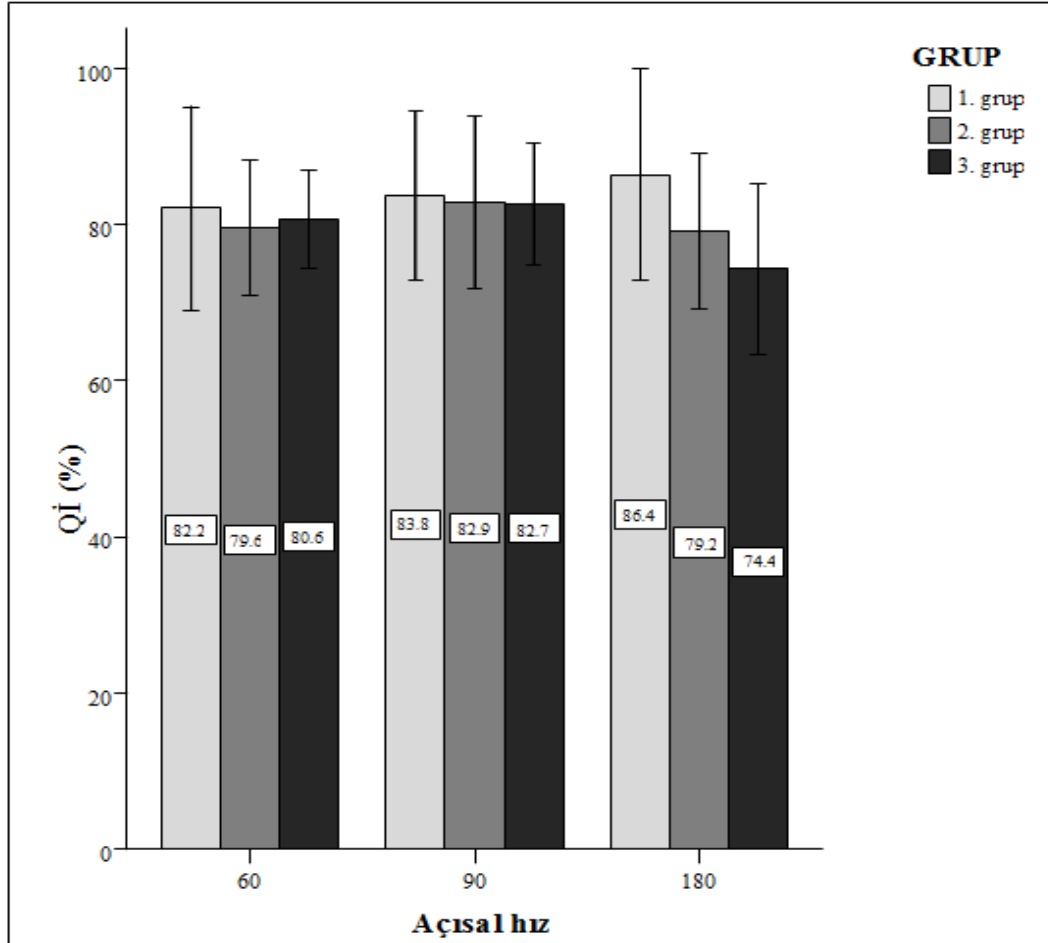
Sağlam dizin 180°/s, 90 °/s ve 60 °/s açısal hızlardaki konsentrik hamstring kuvvet gruplar arası farklılık göstermedi (p=0.74, p=0.75, p=0.77, sırasıyla). 90 °/s açısal hızdaki eksentrik quadriceps kuvveti de gruplar arası farklılık göstermedi (p=0.46) (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Ameliyatlı ve sağlam dizin 6. aydaki hamstring konsentrik ve eksentrik kas kuvvetleri

Zirve tork	Diz	1. grup (n=17)	2.grup (n=18)	3.grup (n=17)	p değeri
60°/s konsentrik Hamstring	Ameliyatlı	1.67±0.54 (1.06-2.81)	1.59±0.45 (1.00-2.91)	1.61±0.18 (1.14-1.91)	0.60
	Sağlam	1.73±0.41 (1.06-2.68)	1.82±0.41 (1.16-2.91)	1.74±0.21 (1.22-2.00)	0.77
90°/s konsentrik Hamstring	Ameliyatlı	1.77±0.41 (1.13-2.84)	1.78±0.39 (1.04-2.49)	1.78±0.29 (1.27-2.33)	0.99
	Sağlam	2.02±0.52 (1.08-3.23)	1.99±0.46 (1.31-3.02)	1.91±0.32 (1.39-2.72)	0.75
180°/s konsentrik Hamstring	Ameliyatlı	1.37±0.37 (0.86-2.29)	1.27±0.28 (0.83-1.69)	1.36±0.20 (1.02-1.65)	0.59
	Sağlam	1.41±0.28 (1.00-2.14)	1.38±0.28 (0.93-1.91)	1.36±0.20 (1.02-1.65)	0.74
90°/s eksentrik Hamstring	Ameliyatlı	1.94±0.36 (1.12-2.44)	1.99±0.37 (1.32-2.81)	1.95±0.31 (1.5-2.44)	0.90
	Sağlam	2.20±0.36 (1.58-2.71)	2.40±0.61 (1.69-4.21)	2.25±0.36 (1.69-3.14)	0.46

4.18. Qİ'nin 6.Ayda Konsentrik ve Eksentrik Değerleri

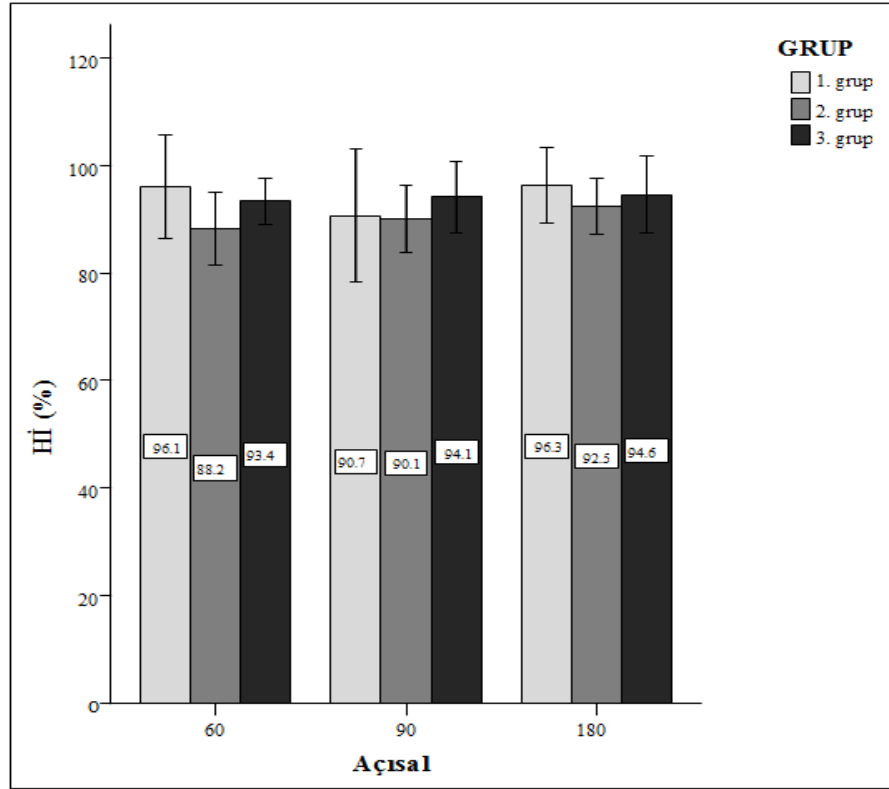
180°/s, 90°/s ve 60°/s açısız hızlardaki konsentrik quadriceps kuvveti gruplar arası farklılık göstermedi ($p=0.30$, $p=0.98$, $p=0.92$, sırasıyla) (Şekil 4.41).



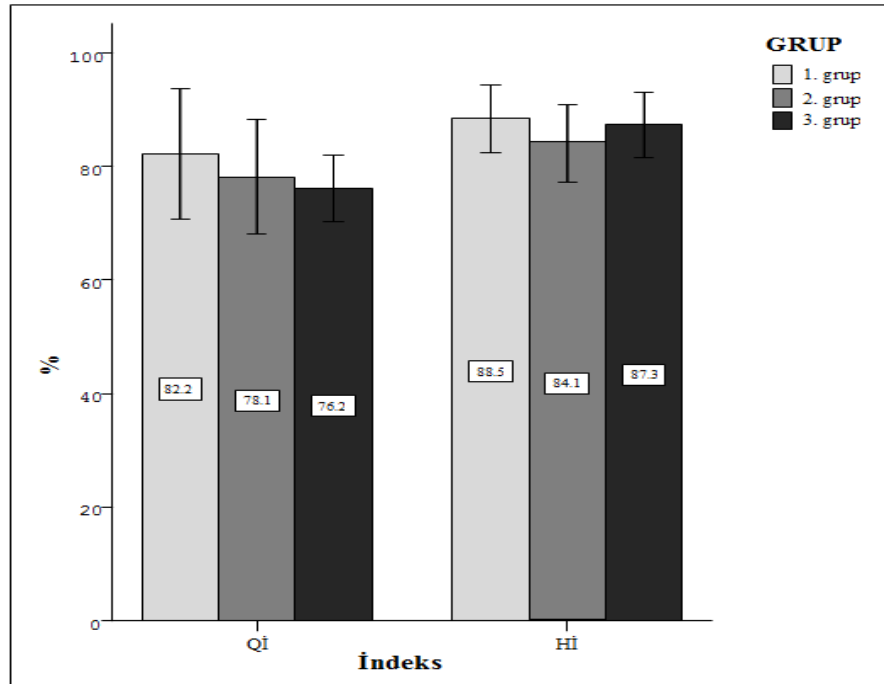
Şekil 4.41. Qİ konsentrik değeri

180°/s, 90°/s ve 60°/s açısız hızlardaki konsentrik Hİ gruplar arası farklılık göstermedi ($p=0.68$, $p=0.76$, $p=0.25$, sırasıyla) (Şekil 4.42).

90°/s açısız hızdaki eksentrik Qİ ve Hİ de gruplar arası farklılık göstermedi ($p=0.6$, $p=0.55$, sırasıyla) (Şekil 4.43).



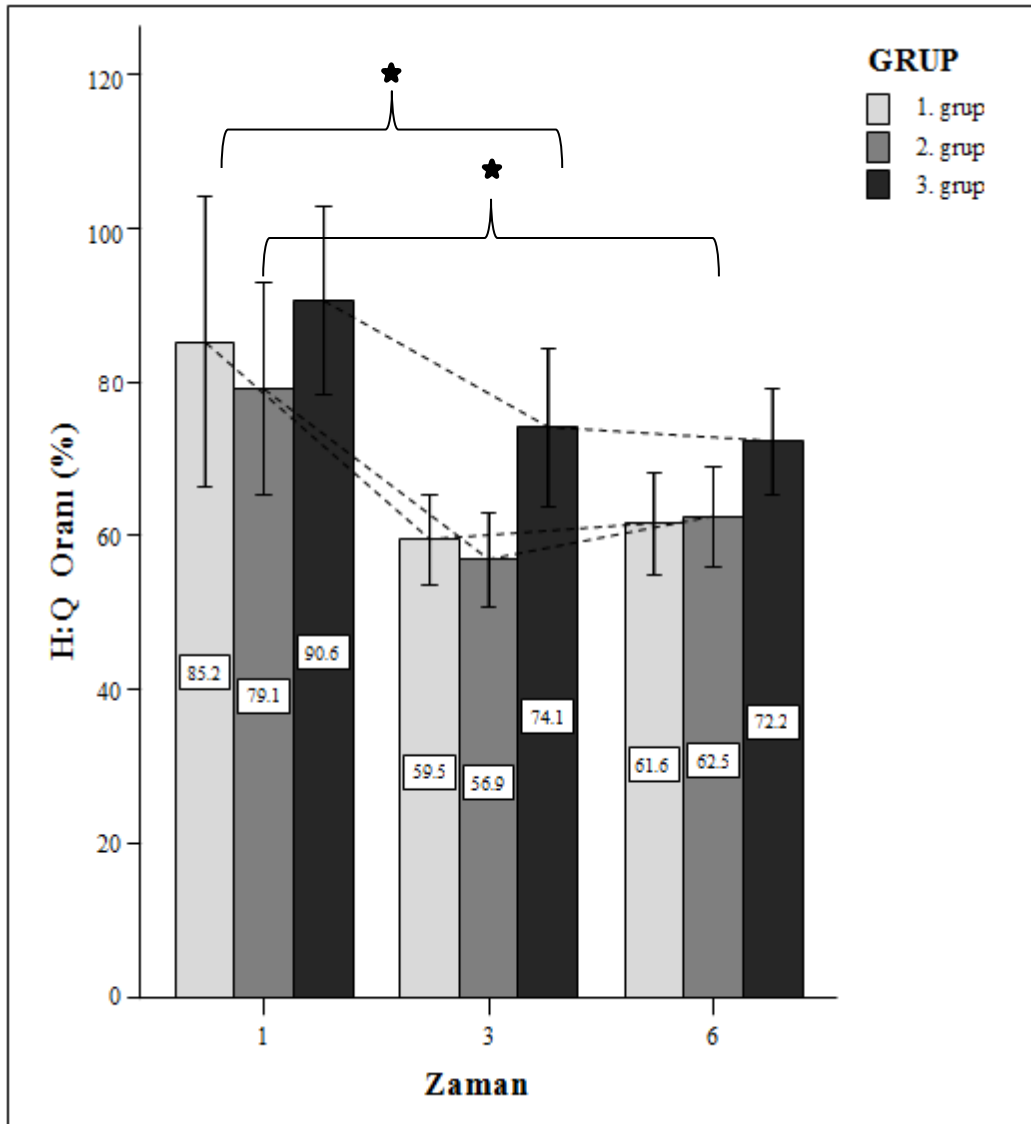
Şekil 4.42. Hİ konsentrik değeri



Şekil 4.43. Qİ ve Hİ eksentrik değerleri

4.19. Ameliyatlı Dizde İzometrik Hamstring Quadriceps (H:Q) Oranının Gelişimi

Zaman ile grup arasındaki etkileşim izometrik H:Q oranı için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 0.50$ $p=0.74$). Zamanın temel etkisi anlamlı bulundu ($F_{(2,98)}= 25.87$, $p<0.001$). 1. aydaki H:Q oranı 3. aydan ve 6. aydan daha fazla bulunurken ($p<0.001$), 3. ay ile 6. ay arasında H:Q oranı farklı bulunmadı ($p=0.82$) (Şekil 4.44).

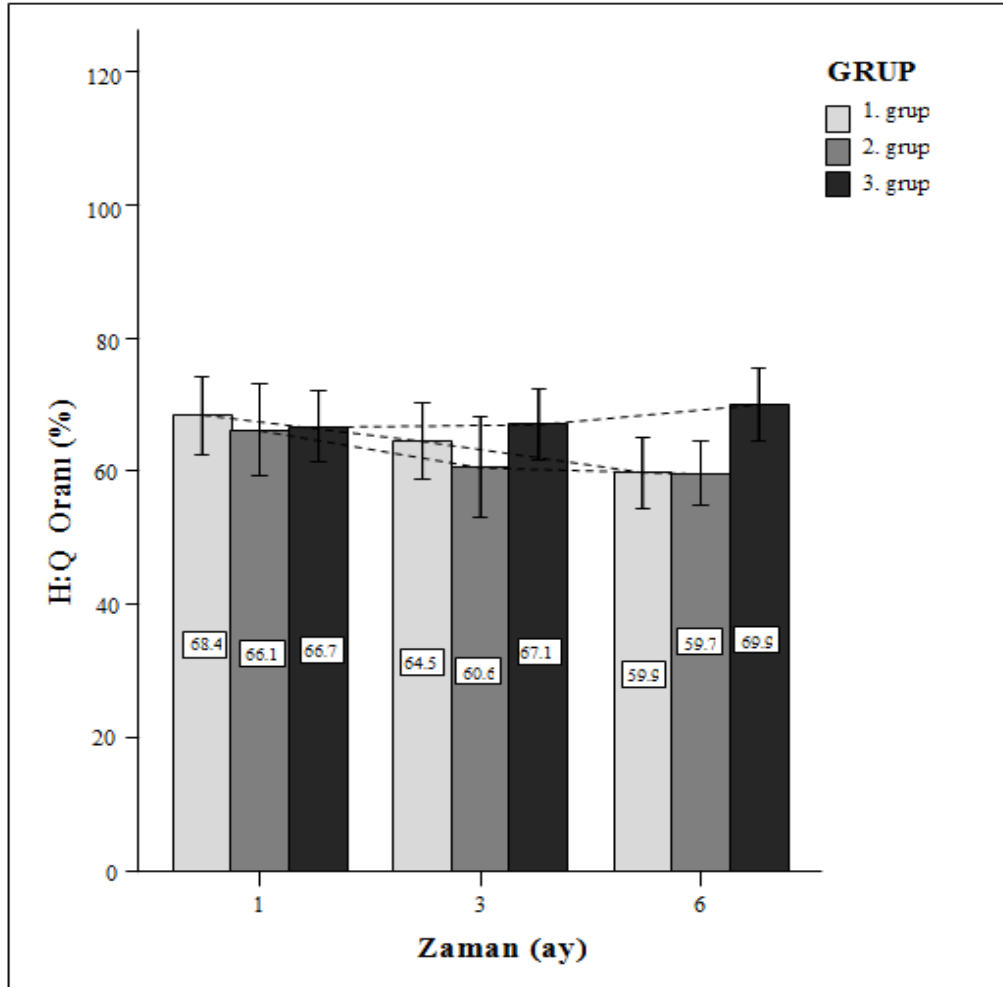


* $p<0.05$

Şekil 4.44. Ameliyatlı dizde izometrik H:Q oranının gelişimi

4.20. Sağlam Dizdeki İzometrik H:Q Oranının Gelişimi

Zaman ile grup arasındaki etkileşim ve zamanın temel etkisi izometrik H:Q oranı için anlamlı bulunmadı ($F_{(4,98)}= 2.14$ $p=0.08$, $F_{(2,98)}= 2.58$, $p=0.08$) (Şekil 4.45).

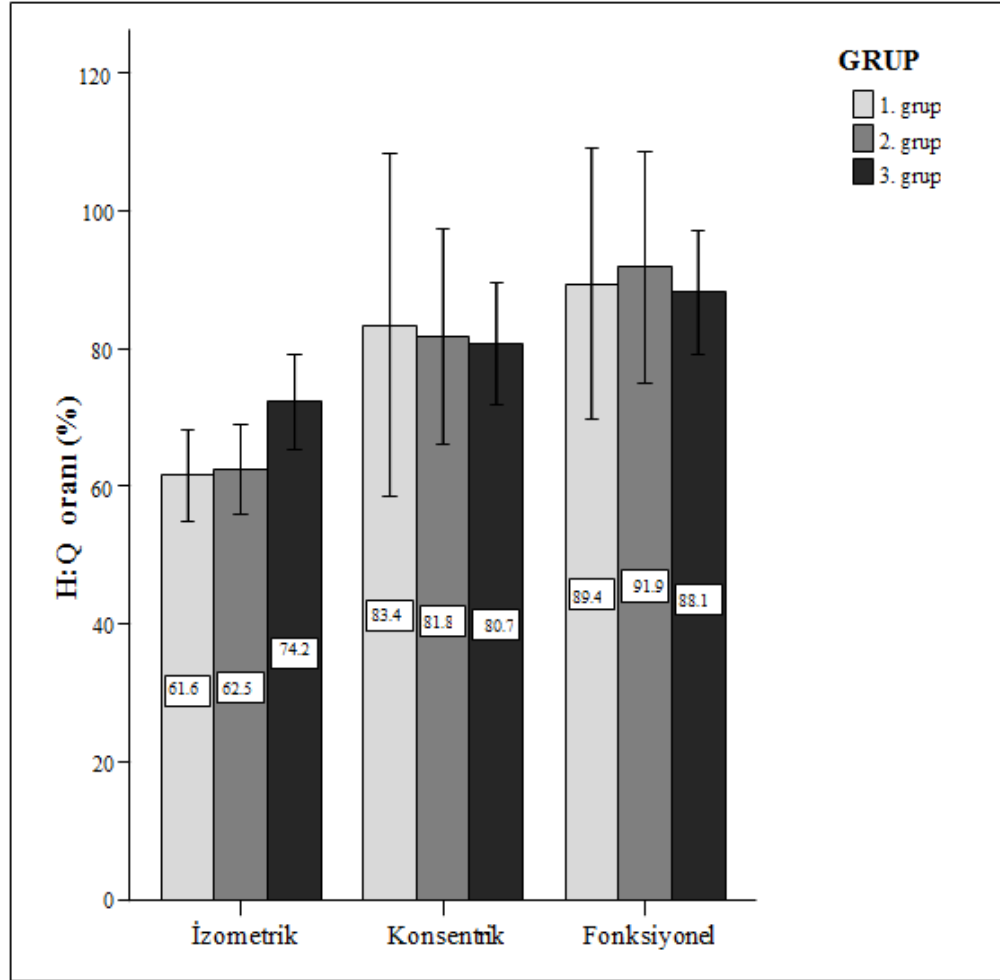


Şekil 4.45 Sağlam dizde izometrik H:Q oranının gelişimi

4.21. Ameliyatsız Diz 6. Aydaki Konsentrik, Fonksiyonel ve İzometrik H:Q Oranı

İzometrik H:Q oranı gruplar arası farklılık gösterdi ($p=0.04$). 3. grubun H:Q oranı 1. gruptan ve 2. gruptan fazla bulundu ($p=0.04$). 1. grup ile 2. grup arasında farklılık bulunmadı ($p=0.97$).

Konsentrik ve fonksiyonel H:Q oranı gruplar arası farklılık göstermedi. ($p=0.94$, $p=0.97$) (Şekil 4.46).



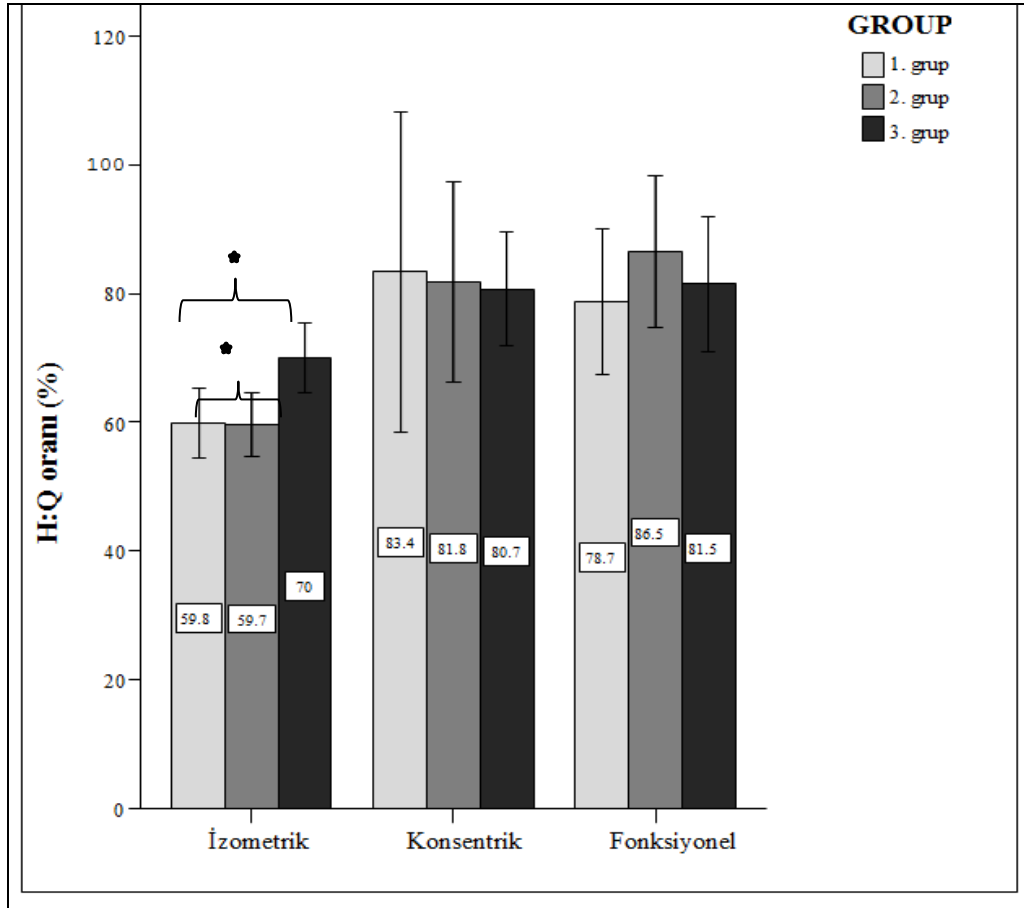
* $p < 0.05$

Şekil. 4.46. Ameliyatlı dizde 6.aydaki konsentrik, fonksiyonel ve izometrik H:Q oranı

4.22. Sağlam Diz 6. Aydaki Konsentrik, Fonksiyonel ve İzometrik H:Q Oranı

İzometrik H:Q oranı gruplar arası farklılık gösterdi ($p=0.006$). 3. grubun H:Q oranı 1. gruptan ve 2. gruptan fazla bulundu ($p=0.01$). 1. grup ile 2. grup arasında farklılık bulunmadı ($p=0.99$).

Konsentrik ve fonksiyonel H:Q oranı gruplar arası farklılık göstermedi. ($p=0.90$, $p=0.58$) (Şekil 4.47).



* $p < 0.05$

Şekil. 4.47. Sağlam dizde 6.aydaki konsentrik, fonksiyonel ve izometrik H:Q oranı

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonucu, açık ve kapalı kinetik halka pozisyonunda yapılan 8 haftalık stabilizasyon eğitiminin standart ÖÇB rehabilitasyonuna ek olarak uygulandığında standart ÖÇB rehabilitasyonuna göre quadriceps kas kuvvetinin gelişimini artırırken, hamstring kas kuvvet gelişimi üzerinde farklı bir etki olmadığını gösterdi. Diğer yandan, stabilizasyon eğitimlerinin standart rehabilitasyona kıyasla izokinetik kas kuvveti üzerine farklı bir etkisi olmadığı bulundu.

ÖÇB yaralanmaları sonrası rehabilitasyonun primer hedeflerinden biri quadriceps ve hamstring kas kuvvetinin restorasyonudur (1). Çalışmalar, cerrahi sonrası görülen kuvvet kayıplarının cerrahide kullanılan grefte göre farklılık gösterdiğini söylese de (21,81), quadriceps kasındaki zayıflığın hamstring kas zayıflığına göre her iki grefte de daha uzun sürdüğü görülmüştür (21). Bu nedenle, cerrahi sonrası quadriceps kas kuvvetindeki gelişimin rehabilitasyona olduğu kadar zamana da bağlı olduğu düşünülmüştür (103). Quadriceps kasının diz eklem stabilizasyonundaki öneminin büyük olması, fonksiyonel performans ile pozitif yönde ilişkili bulunması ve cerrahi sonrası bu kastaki kuvvet defisitinin uzun süreli devam etmesi, ÖÇB cerrahisi sonrası rehabilitasyonda daha çok quadriceps kas kuvvetlendirilmesinin üzerinde durulmasına neden olmuştur (2-4).

Bu çalışmada standart olarak oluşturulan ÖÇB rehabilitasyonuna ek olarak, cerrahi sonrası 1. aydan itibaren başlayan, hamstring ve quadriceps ko-kontraksiyonunu sağlayan, dirençli, AKH ve KKH pozisyonlarında tek açılı stabilizasyon eğitimleri planlandı. Özellikle hamstring ko-aktivitesinin artırılması, eğitimler sırasında meydana gelebilecek ATT'nu minimale indirmek, böylece quadriceps kasını daha etkili kuvvetlendirmek ve ayrıca donör sahaya bağlı kuvvet kayıplarının giderilmesi amacıyla planlandı (11,13). ÖÇB cerrahisi sonrası rehabilitasyonun erken döneminde (<3ay) quadriceps kasının izole kuvvetlendirilmesi iyileşmekte olan grefte zarar verebileceğinden, bu dönemde AKH pozisyonundan ziyade KKH pozisyonlarında quadriceps ve hamstring kas kuvvetlendirilmesine yoğunlaşmıştır (9,10,104) Fakat, KKH egzersizlerinde kasların istenilen düzeyde kuvvetlenmediği görülmüştür (10). Bu nedenle, AKH egzersizlerinde güvenilir eklem hareket açıklıkları belirlenmiş (40) ve KKH

egzersizleri ile birlikte uygulandığında kas kuvvetinin daha çok geliştiği gösterilmiştir (105).

Eş zamanlı quadriceps ve hamstring kontraksiyonunun, 90-30° diz ekstansiyonu sırasında ATT'ü ve dolayısıyla ÖÇB üzerine olan stresleri azalttığı gösterilmiştir. Yasuda ve Sasaki(11), ÖÇB cerrahisi sonrası erken dönemde, quadriceps ve hamstring eş zamanlı izometrik kontraksiyonları ile birlikte daha büyük ekstansiyon açılarında quadriceps kas kuvvetlendirilmesinin güvenilir ve etkili olduğunu savunmuştur. Yaptıkları çalışmada 60° diz fleksiyon pozisyonunda, dirençsiz istemli quadriceps hamstring ko-kontraksiyonunda quadriceps aktivitesinin MİİK'nın %31-47, ve hamstring aktivitesinin ise MİİK'nın %39-45 aralığında olduğunu göstermiştir. Hettinger (106) , kas atrofisinin önlenmesi için egzersizlerin MİİK'un %20-30'unda olması gerektiğini, kas kuvvetinin artırılmasında ise, MİİK'un %40-50'indeki eğitimin en etkili olduğunu söylemiştir. Böylece, kasların istemli ko-kontraksiyon eğitimi ile kas kuvvetinin artırılması mümkün olabilmektedir. Mackenzie ve diğ. (107), herhangi bir dış yüklenme olmaksızın dirsek fleksör ve ekstansör kaslarının istemli eş zamanlı ko-kontraksiyonunu içeren eğitim programlarının kas kuvvetini artırdığını göstermiştir. Dinamik egzersiz programlarında egzersizin yoğunluğu eklem hareketine ve hıza göre değişiklik gösterebileceğinden, statik pozisyonlarda kasların izometrik kasılmaları ile birlikte elde edilen kuvvet gelişimleri daha doğru bir şekilde ölçülebilmektedir. Özellikle cerrahi sonrası dinamik egzersizlerin zor olduğu ve zararlı olabildiği dönemde bu tip egzersizlerin yapılması kas kuvvetinin gelişimine yardımcı olabilecektir.

Bu çalışmada stabilizasyon eğitimi kas kuvvetini arttırmak için kasların MİİK'nun %50'sinde verildi. Eğitimler sırasında bireylerden hamstring ve quadriceps kaslarını birlikte kasarak belirtilen pozisyonu dirence karşı korumaları söylendi. Böylece, kasların ko-kontraksiyonu sırasındaki aktivitelerinin dirence karşı artırılarak kas kuvvet gelişimine fazlasıyla katkıda bulunabileceği düşünüldü. Maeo ve diğ. (108), ko-kontraksiyon eğitimi ile birlikte agonist kasın maksimum istemli kasılması sırasında antagonist kasın istemsiz ko-kontraksiyonunda bir artış gözlemlenmemiştir. Bu çalışmada da yapılan izometrik kas testleri sırasında hamstring veya quadriceps kasının istemsiz ko-kontraksiyonunun test sonuçlarını etkilemediğini düşünmekteyiz.

Quadriceps izometrik kas kuvvet gelişimi

Ameliyatlı diz

AKH ve KKH pozisyonlarında eğitim verilen gruplarda eğitim sonunda quadriceps kas kuvveti kontrol grubuna göre daha fazla bulundu. Ortalamaya bakıldığında, quadriceps kuvveti AKH grubunda daha fazla olmasına rağmen, eğitim grupları arasında quadriceps kas kuvveti istatistiksel açıdan farklı bulunmadı. Diğer yandan, 6. ayda AKH grubunun quadriceps kuvveti kontrol grubundan daha fazla bulundu.

Cerrahi sonrası quadriceps kas kuvvetindeki azalma, merkezi sinir sistemi kaynaklı diz ekstansörlerinin aktivasyon bozukluğuna (artrojenik kas inhibisyonu) (109), kas atrofisine (17), kondüsyon eksikliğine (98) ve rehabilitasyonun yetersiz olmasına (98) bağlanmaktadır. Artrojenik kas inhibisyonu eklemdeki ağrı, efüzyon ve yaralanmadan dolayı etkilenmiş kasın alfa motor nöronlarına inhibitör sinyallerin iletilmesi ile kasın tamamıyla kasılmasına engel olan bir durumdur (82). İstemli quadriceps kas aktivasyonundaki azalma yaralanan eklem için kas tarafından olası meydana gelecek zararlı etkileri azaltmak için koruyucu bir akut mekanizma da olabilir. Fakat, aktivasyondaki azalma uzun süreli devam ettiğinde, yaralanma sonrası rehabilitasyonun etkinliğini ve hastaların fiziksel fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle, her 3 eğitim programına quadriceps inhibisyonuna yönelik etkinliği kanıtlanmış nöromusküler elektrik stimülasyonu dahil edildi ve cerrahi sonrası 1. ayda bu uygulama sonlandırıldı (3).

Bu çalışmada, stabilizasyon eğitimlerinde quadriceps kasının aktivitesinin daha arttığını ve dirençle birlikte kas kuvvetinin standart eğitim protokolüne göre daha çok geliştiğini düşünmekteyiz. 20 haftadan daha az süreli kuvvet eğitimleri sonucu oluşan kuvvetteki artış hipertrofidan ziyade nöral adaptasyona bağlı olarak gösterilmiştir (110). Del Balso ve Cafarelli (111), 4 haftalık izometrik eğitim sonrasında maksimum istemli kasılma torkundaki artışı kasın kontraksiyon başlangıcındaki artmış kas aktivasyon oranına bağlamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada eğitim sonucu oluşan kas kuvvetindeki artış daha çok nöral adaptasyona bağlı olarak meydana gelmiş olabilir.

Kontrol grubunda quadriceps izometrik kuvveti cerrahi sonrası 6. aya kadar düzenli artış gösterirken, eğitim gruplarında quadriceps kuvveti eğitim sonunda (3.ay) ve 6. ayda fark bulunmadı.

Kas kuvveti cerrahi sonrası hemen düşer ve rehabilitasyonun başlamasıyla birlikte düzenli olarak artış gösterir (103). Cerrahi sonrası kuvvet değişimlerine bakıldığında, 1-3 aylar arası quadriceps kas kuvvetindeki değişim eğitim gruplarında kontrol grubuna göre daha fazla bulunurken, 3-6 aylar arasındaki değişim gruplar arasında benzer bulunmuştur. 6. ayda AKH grubunun quadriceps kas kuvveti kontrol grubununkinden fazla olmasına rağmen, eğitim programının uzun dönemde gruplar arası kas kuvvet değişiminde farklılık oluşturacak şekilde etkili olmadığını düşündürebilir.

Sağlam diz

Çalışmalar, ÖÇB cerrahisi sonrası sağlam taraf ekstremitede de kas kuvvet kayıplarının olduğunu göstermektedir (112,113). Bunun nedeni, cross-over inhibisyon (113), yetersiz egzersiz eğitimi veya eğitim eksikliğine bağlanmaktadır (112). Bu nedenle ameliyatlı tarafın kas kuvvetindeki değişimin sağlam tarafla kıyaslanmasının pek doğru sonuçlar ortaya koymadığı düşünülebilir. Bununla birlikte rehabilitasyon protokolü içine sağlam taraf kas kuvvet eğitiminin de dahil edilmesi gerekmektedir (112). Bu çalışmada, sağlam taraf ekstremitenin eğitimi standart ÖÇB rehabilitasyon programına eklendi. Ameliyatlı tarafın yapmış olduğu egzersizler sağlam taraf dizde de yapıldı.

Quadriceps kas kuvveti 3. ayda 1. aya kıyasla fazla bulunurken, 6. aydaki kas kuvveti 3. aydakine benzer bulundu. Ameliyatlı dizde olduğu gibi sağlam taraftaki quadriceps kas kuvvetinin gelişiminin büyük çoğunluğunun ilk 3 ay içinde olduğu söylenebilir.

Sağlam taraftaki quadriceps kas kuvveti gruplar arasında farklılık göstermedi. Bu durum, ameliyatlı tarafta yapılan stabilizasyon eğitim programının sağlam taraf kassal kuvvet üzerine arttırıcı etkisi olmadığını düşündürebilir.

Hamstring izometrik kas kuvveti gelişimi

Ameliyatlı diz

HTG ile ÖÇB cerrahisi sonrası hamstring kas kuvvetindeki azalma, semitendinosus tendonunun rejenerasyonundaki kayba, semitendinosus kasındaki kısılmaya ve bu kastaki atrofiye bağlanabilir (114).

Stabilizasyon eğitimleri standart rehabilitasyon protokolü ile kıyaslandığında, hamstring kas kuvveti gelişimi üzerinde farklı bir etki oluşturmadı. Blackburn ve diğ. (115), izometrik eğitimin hamstring kas tendon sertliğini diğer kuvvetlendirme şekillerine göre daha çok artırdığını bulmuştur. Fakat sertlikte artış ile kas kuvveti arasında ilişki bulamamıştır. Diğer yandan, ÖÇB yüklenmesine yardımcı olan ve ÖÇB yaralanmalarının önlenmesinde hamstring kuvvetinden çok, hamstring kas tendon yapılarının sertliğinin rol oynadığını savunmuşlardır (115). Bu nedenle, vermiş olduğumuz eğitimin kas kuvvetinden daha çok kas sertliğini artırdığı düşünülebilir. Diğer yandan, semitendinosus kası daha çok derin diz fleksiyonundan sorumludur (18). Bu nedenle, bu çalışmada 60 derecede yapılan diz fleksiyon testinde semitendinosus kasının kuvvet gelişimi etkili bir şekilde değerlendirilememiş olabilir. Bu test pozisyonunda daha çok biceps femoris ve semimembronusus kas kuvveti değerlendirilmiş ve yapılan eğitim bu kas grubuna etkili olmamış olabilir. Fakat, hamstring kas kuvveti her grupta da zamana göre düzenli artış gösterdi. 1-3 aylar arasındaki kuvvet değişimi 3-6 aylar arasındaki kuvvet değişiminden fazla bulundu. Böylece, cerrahi sonrası ilk 3 ayın, hamstring kas kuvvetindeki değişimin en çok olduğu dönem olarak söylenebilir.

Sağlam diz

Literatürde ÖÇB cerrahisi sonrası sağlam taraftaki hamstring kas kuvvetinin azaldığını gösteren çalışma bulunmamaktadır. Fakat, quadriceps kasında olduğu gibi cross-over inhibisyon ve aktivite düzeyinin düşmesi hamstring kas kuvvetinin azalmasına neden olmuş olabilir. Çalışmada, rehabilitasyonla birlikte hamstring kas kuvveti 3. ayda 1. aya kıyasla daha fazla bulunurken, 6. aydaki değeri 3. aydaki ile benzerlik gösterdi. Diğer yandan, 1-3 ay arasındaki kuvvet değişimi 3-6 ay arasındaki değişimle benzer bulundu. Sağlam taraftaki kas kuvvetindeki kaybın quadriceps kasına göre daha az olduğu düşünülebilir.

İzometrik kas kuvvet defisiti

Literatürde ÖÇB cerrahisinden sonra quadriceps kuvvet defisiti %5-40 (15,99,112) aralığında ve hamstring kuvvet defisiti ise %9-27 (15,23,112) aralığında belirtilmektedir. Bununla birlikte, sağlam taraf dizde quadriceps kuvvet defisiti %21 ve hamstring kuvvet defisiti ise %14 olarak gösterilmiştir (112) Bizim çalışmamızda rehabilitasyon gözetim altında 3 ay süre boyunca yapıldı ve 3. aydan sonra da her ay bireyler kontrole çağrılarak ev programı tekrar düzenlendi. Thomas ve diğ. (15) , ÖÇB cerrahisi sonrası 7 ay ÖÇB rehabilitasyona düzenli olarak katılan bireylerde rehabilitasyon sonrası quadriceps ve hamstring kaslarındaki kuvvet defisitlerinin devam ettiğini göstermişlerdir. Bu nedenle, uzun süreli rehabilitasyon programlarının hem kuvvet defisitleri üzerine bir etkisi olmadığı, hem de kas kuvvetini artıracak nitelikte olmadığı düşünülebilir.

İzometrik Quadriceps İndeksi

Gokeler ve diğ. (103) yapmış oldukları sistematik derleme çalışmasında rehabilitasyona rağmen, ÖÇB cerrahisi sonrası 1. yıl içinde quadriceps kuvvetinde tama yakın bir iyileşmenin görülmediğini belirtmiştir. Bununla birlikte, zamanın quadriceps kuvvetinin geri kazanımında çok önemli bir faktör olduğu da vurgulanmıştır. Çalışmalarda farklı yöntemler ve bireylerin kullanılması, zamanın kuvvet üzerine etkisi için kesin bir bilgi sağlayamamaktadır. Bazı çalışmalar kas kuvvetindeki en büyük gelişmenin cerrahi sonrası ilk 6 ay içinde olduğunu belirtirken(116,117), bu süre aslında kuvvet defisitlerinin de en belirgin olduğu dönem olarak da göze çarpmaktadır (103).

Schmitt ve diğ. (95) ÖÇB cerrahisi geçirmiş bireylerde Qİ'nin <%85 olduğunda fiziksel fonksiyonda azalma, Qİ'nin >%90 olduğunda ise fonksiyonel performansın yaralanmamış bireylerle benzer olduğunu göstermiştir. Sağlıklı bireylerde iki taraf ekstremitedeki kas kuvvet defisiti %10'u geçmemektedir (96). Bu çalışmada, Qİ 3. aya kadar düzenli artış gösterirken, 6. aydaki değeri 3. aydaki ile benzer bulundu. 3. ayda Qİ yaklaşık %80 bulunurken, 6. ayda yaklaşık %85 bulundu. Ameliyatlı ve sağlam taraf quadriceps kuvvetinin 3-6 aylar arası değişimin olmaması Qİ'ndeki değişimin az olmasına neden oldu. Qİ'nin 1. ayda yaklaşık %51 ve 3. ayda

%80'lerde olması, quadriceps kas kuvvetinin toparlanmasının çoğunlukla 1-3 ay arasında olduğunu gösterebilir.

Cerrahi sonrası erken dönemde quadriceps kuvvet gelişimini gösteren çalışmalar azdır (99,118). Dreschler ve diğ (99) , PTG ile yapılmış ÖÇB cerrahisi sonrası 1. ayda QI'ni %39 ve 3. ayda ise %61 bulmuştur. Bu değerler, bizim çalışmamızdaki değerlerden düşük bulunmuştur. Bunun nedeni, Dreschler ve diğ. (99)'nin çalışmasındaki bireylerde PTG'nin kullanılmasına bağlı olarak quadriceps kasındaki kuvvet gelişiminin belirtilen zamanlarda daha az olmasına ve yazarların da belirttiği gibi bireylerin düzenli rehabilitasyon programına katılmamalarına bağlanabilir. Diğer yandan, Fitzgerald ve diğ. (118), HTG grefti ile ÖÇB cerrahisi geçirmiş ve rehabilitasyona düzenli olarak katılmış bireylerde bu çalışmadaki sonuca benzer olarak QI'ni 3. ayda %83 olarak bulmuştur.

İzometrik Hamstring İndeksi

Bu çalışmada Hİ zamana bağlı olarak artış gösterdi. 1. aydaki değeri yaklaşık %56 iken, 3. ayda %78 ve 6.ayda yaklaşık %86 bulundu. Hamstring kas kuvvetinin toparlanması quadriceps kası ile benzer olduğu düşünülebilir. Cerrahi sonrası erken dönemde hamstring kas kuvvet gelişimini gösteren çalışmalar nadirdir. Hsiao ve diğ. (22), PTG ile ÖÇB cerrahisi geçirmiş bireylerde 3. ayda Hİ'ni %69 olarak bulmuştur. Yazarlar çalışmaya dahil ettikleri bireylerin düzenli olarak rehabilitasyon programına katılmadıklarını belirtmişlerdir (22). Bu nedenle, bizim çalışmamızdaki Hİ'nin HTG'ne rağmen 3.ayda daha büyük bulunması, bireylerin rehabilitasyon programına katılım farklılığına bağlanabilir. Diğer yandan, Mobarakeh ve diğ. (119), HTG ile ÖÇB 1. yıl sonrası 90° diz fleksiyonunda yapılan testte izometrik Hİ'ni %66 bulmuştur. Bu sonucun bizim çalışmadaki değerden düşük olması test yapılan diz açısına veya rehabilitasyon programının farklılığına bağlanabilir.

Zirve torka ulaşmak için geçen zamanın (ZTZ)ÖÇB cerrahisi sonrası zamana bağlı değişimi ile ilgili çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Del Balso ve Cafarelli (111) 4 haftalık izometrik eğitim sonrasında maksimum istemli kasılma torkundaki artışı kasın kontraksiyon başlangıcındaki artmış kas aktivasyon oranına bağlamıştır. Bu nedenle, eğitimle birlikte kas kontraksiyonu başlangıcında kas lifi sayısının artmasının ZTZ'nı azaltabileceğini düşündük. Fakat, gruplar arasında hem

quadriceps hem de hamstring kası için farklılık bulunmadı. Diğer yandan, quadriceps ZTZ zamana bağlı değişiklik göstermezken, hamstring kasının ZTZ'ı 6.ayda 1.aya kıyasla daha az bulundu. Bunun nedeni, donör sahanın iyileşmesine bağlı olarak hamstring kasının daha hızlı zirve torca ulaşması olarak düşünülebilir.

İzokinetik konsentrik ve eksentrik quadriceps ve hamstring kas kuvveti

İzometrik eğitimlerin izometrik kas kuvvetini geliştirdiği fakat bu gelişmenin eğitim yapılan açığa özel olduğu gösterilmiştir (120). Bununla birlikte izotonik egzersizlerle uygulandığında, izometrik eğitimin izotonik kas kuvvet kazanımını arttırdığı belirtilmiştir (120). Maeo ve diğ. (108), 4 haftalık ko-kontraksiyon eğitiminin dirsek fleksör ve ekstansörlerinin dinamik kas kuvvetini artırdığını bulmuştur. Bu nedenle, bu çalışmada stabilizasyon eğitimlerinin konsentrik ve eksentrik kas kuvvetini arttırabileceği düşünüldü fakat gruplar arasında kas kuvveti farklılık göstermedi. Konsentrik ve eksentrik kas testleri cerrahi sonrası 6. ayda yapıldığı için stabilizasyon eğitimlerinin dinamik kas kuvvetine bir etkide bulunmadığı düşünülebilir.

Quadriceps ve hamstring kas kuvvetinde azalma cerrahiden hemen sonra başlar, 6. aya kadar devam eder ve en büyük kuvvet defisitleri 6. ay civarında olur (19). Bazı çalışmalar kas kuvvetinin cerrahi sonrası ilk 6-12 ay arasında preoperatif düzeye eriştiğini söylerken (121,122), diğerleri kas kuvvet defisitinin cerrahiden sonra 2 yıldan daha fazla devam ettiğini belirtmiştir (123,124).

Sağlıklı bireylerde kas kuvvet defisitinin %10 ve altında olduğu düşünüldüğünde, bu çalışmadaki bireyler cerrahi sonrası 6. ayda beklenen quadriceps kas kuvveti değerlerine ulaşamadı fakat hamstring kas kuvvet defisiti %5-8 arasında bulundu. Dauty ve diğ. (125) , yapmış olduğu metaanalizde 6. aydaki 60°/s'de Qİ'ni %80 ve Hİ'ni %81, 180°/s'de Qİ'ni %80-91 aralığında ve Hİ'ni %84-90 aralığında bulmuştur (125). Bu çalışmada ise metaanaliz sonucuna benzer olarak konsentrik 60°/s'de Qİ'si %81 ve Hİ'i %93, 90°/s'de Qİ'i % 83 ve Hİ'i %92, 180°/s'de Qİ'i %80 ve Hİ'i %95 olarak bulundu.

90°/s'deki eksentrik Qİ'i % 79 iken Hİ'i % 87 bulundu. Heijne ve diğ.(67) , eksentrik Qİ'ni bizim çalışmaya benzer olarak yaklaşık %80 bulurken, Hİ'ni %80 bulmuştur. Hiemstra ve diğ. (126) HTG ile ÖÇB cerrahisi sonrası hamstring kas

kuvvetindeki defisitinin 60 dereceden fazla diz fleksiyon açısında, yüksek açısal hızlarda ve eksentrik kontraksiyon sırasında olduğunu söylemiştir. Hamstring kasının eksentrik kuvveti, aktiviteler sırasında quadriceps kas kuvvetini karşılamada büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, konsentrik kas kuvvetinden ziyade hamstring kasının eksentrik kas kuvvetinin spora dönüş kriterleri içinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kasların konsentrik ve eksentrik kuvvet değerlerine bakıldığında, HTG grefti ile ÖÇB cerrahisi sonrası hamstring kas kuvvetinin toparlanmasının quadriceps kasına göre daha erken olduğu söylenebilir.

Hamstring Quadriceps (H:Q) Oranı

Hamstring quadriceps oranı, iki kas arasındaki kuvvet dengesini değerlendirmek için kullanılan ve alt ekstremite yaralanmaları özellikle ÖÇB yaralanma riskleri arasında yer alan bir yöntemdir (127,128). H:Q oranının belirlenmesinde izometrik ve konsentrik quadriceps ve hamstring zirve torkları çalışmalarda sıklıkla kullanılmasına rağmen, fonksiyonu tam olarak yansıtmadığı düşünülmektedir (128). Agonist kasın konsentrik aktivitesine karşılık, antagonist kasın eksentrik aktivitesinin değerlendirildiği fonksiyonel H:Q oranının daha etkili bir yöntem olduğu savunulmaktadır (127). Konsentrik ve izometrik H:Q oranı 0.5-0.8 aralığında değişebilmektedir (128,129). Diğer yandan, fonksiyonel H:Q oranı 1 ve üzerinde olabilmektedir (127).

PTG ile ÖÇB cerrahisi sonrası 60° diz fleksiyonunda kaydedilen izometrik H:Q oranının sağlıklı kontrol grubuna göre yüksek olduğu belirtilmiş ve bu durum quadriceps kas kuvvet defisitinin varlığına bağlanmıştır (126). H:Q oranı quadriceps ve hamstring kaslarının uzunluk-gerilim ilişkisine göre de farklılık gösterebilmektedir (126). Quadriceps kasının zirve torkunun görüldüğü açı 60-70° diz fleksiyonu iken, hamstring kasının 10-20° diz fleksiyon aralığındadır (129). Bu nedenle, diz ekstansiyon açısının arttırılmasıyla hamstring kasının aktivitesi artacak ve H:Q oranı da büyüyecektir. Bu nedenle, rehabilitasyon programı içerisinde yer alan yüzükoyun ekstansiyon askı egzersizi verildi.

Bu çalışmada izometrik H:Q oranı zamana bağlı olarak azalma gösterdi. 1. ayda %85 iken, 3. ayda %64 ve 6.ayda % 65 bulundu. Bunun nedeni 1. aydaki

quadriceps kasındaki kuvvet kaybının hamstring kasına göre fazla olmasına bağlanabilir. Quadriceps kasının zamana bağlı değişimi hamstring kasından fazla olduğundan H:Q oranı zamana bağlı düşmüş olabilir. 6. aydaki H:Q oranı kontrol grubunda diğer gruplara kıyasla daha fazla bulunması, eğitim gruplarının quadriceps kas kuvvetini geliştirmede daha etkili olmasına ve böylece H:Q oranında daha düşük bulunmasına bağlanabilir. 6. ay sağlam diz H:Q oranı ise, ameliyatlarda olduğu gibi kontrol grubunda da eğitim gruplarına kıyasla daha büyük bulundu.

Ameliyatlarda konsentrik H:Q oranı 6. ayda %82 ve fonksiyonel H:Q oranı %90 bulunurken, sağlam dizde bu oran konsentrik %82 ve fonksiyonel %82 bulundu. Sağlam dizdeki H:Q oranının ameliyatlarda dize göre düşük olması, ameliyatlarda dizdeki quadriceps kas kuvvetinin sağlam dizden daha az olmasına bağlanabilir. Lentz ve diğ. (130) , spora dönmemiş bireylerde 6. ay konsentrik H:Q oranını (%74) ve 1. yıl H:Q oranından (%57) daha büyük bulmuştur. Bunun nedenini hamstring kasına kıyasla quadriceps kas kuvvetindeki gelişimin devam etmesine bağlamışlardır (130).

Bu çalışmada eğitim pozisyonunu 60° diz fleksiyonu seçmemizin nedeni:

1. Quadriceps kasının maksimum kuvveti için optimal pozisyonunun 60° olması (95,131)
2. Bu açıda quadriceps ve hamstring ko-kontraksiyonunun etkili olması (11,104)
3. Bu açıda yapılan izometrik quadriceps kontraksiyonunun hamstring ko-aktivitesi ile birlikte ÖÇB üzerine minimal stres uygulaması,(93)
4. Bu açıda yapılan izometrik kontraksiyonunun donör sahaya ve hamstring kasına minimal stres uygulaması (18)

Testler sırasında özellikle 1. ay testinde hastaların hareket korkusu nedeniyle maksimal kuvvetlerini açığa çıkarmamış olabilirler. Bu nedenle, 1. ayda ölçülen MİİK tam olarak var olan kas kuvvetini göstermemiş olabilir. Hastaların korkularını yenmeleri ve testi anlamaları için öncelikle testlere her zaman sağlam tarafla başlandı. Testler öncesinde, sırasında ve sonrasında herhangi bir ağrı veya rahatsızlık hissinin yaşanıp yaşanmadığı sorgulandı. Hastalar genel olarak zorlanma hissettiklerini ama bunun ağrı olmadığını belirttiler.

Çalışmanın limitasyonları

İzokinetik sistemde hem hamstring hem de quadriceps kasları için bir maksimum tekrar ayrı ayrı hesaplanabilirken, leg press aletinde bu mümkün olamamaktadır. Leg press pozisyonunda daha çok quadriceps aktif olduğu için hesaplanan direnç daha çok quadriceps MİİK'na göre olmuş olabilir. Fakat her iki eğitim de hamstring kas kuvvetine farklı bir etkide bulunmadı.

Test pozisyonu ile açık kinetik halkada verilen eğitim pozisyonu aynı olduğundan, 1. Grup sonuçları daha iyi çıkmış olabilir. Diğer çalışma sonuçları ile kıyaslamak ve daha güvenilir sonuçlar elde etmek için test pozisyonunu da açık kinetik halka pozisyonunda yapmanın daha doğru olacağı düşünüldü.

Bireylerin cerrahi öncesi kas kuvvetleri değerlendirilemediğinden bireylerin cerrahi öncesi ve sonrası kas kuvvet gelişimlerinin farkları hakkında detaylı bilgilendirme yapılamadı.

Bireylerin eğitimler sırasında istemli ko-kontraksiyonları objektif olarak ölçülemedi. Kasların istemli kasılıp kasılmadıkları objektif olarak görülemedi.

6. SONUÇLAR

Hamstring tendon grefti ile ön çapraz bağ cerrahisi sonrası, açık ve kapalı kinetik halka pozisyonunda verilen sekiz haftalık stabilizasyon eğitimi standart ÖÇB rehabilitasyon programına ek olarak uygulandığında izometrik quadriceps kas kuvvetinin gelişimini artırırken, izometrik hamstring kas kuvveti gelişimi üzerine etkisi bulunmadı. Diğer yandan, stabilizasyon eğitimleri izokinetik quadriceps ve hamstring kas kuvveti üzerine etkili bulunmadı.

Çalışma sonuçları aşağıda belirtildiği gibidir:

1. Quadriceps izometrik kuvveti AKH ve KKH eğitimi gruplarında 3. ayda kontrol grubuna göre daha büyük bulundu. 6. ayda ise sadece AKH eğitim grubunun kas kuvveti kontrol grubundan fazla bulundu. Fakat, 1-3 aylar arasındaki kuvvet değişimi 3. gruba kıyasla 1.ve 2. grupta daha fazla bulunurken, 3-6 aylar arasındaki kuvvet değişimi gruplararası benzer bulundu.
2. Quadriceps izometrik kas kuvveti AKH ve KKH eğitim gruplarında 3. ve 6. aylarda benzer, 1. ayda ise en düşük bulundu. Kontrol grubunda ise en büyük kuvvet değeri 6. ayda bulundu.
3. Hamstring izometrik kuvvet gelişimi gruplar arası farklılık göstermedi. Hamstring kas kuvveti her grupta da düzenli olarak artış gösterdi ve en büyük değer 6.ayda bulundu.
4. İzometrik quadriceps indeksinin gelişimi gruplar arasında farklılık göstermedi. Qİ cerrahi sonrası 3. ve 6. ayda benzerlik gösterirken, 1. aydaki değeri en düşük bulundu.
5. İzometrik hamstring indeksinin gelişimi gruplar arası farklılık göstermedi. 6. aydaki Hİ 3. aydan, 3. aydaki Hİ ise 1. aydan büyük bulundu.
6. Zirve tork için geçen zaman quadriceps ve hamstring kasları için gruplara göre farklılık göstermezken, sadece hamstring kası için zamana göre farklılık gösterdi. 6. ayda zirve tork için geçen zaman 1. aya göre daha az bulundu.
7. İzokinetik konsentrik ve eksentrik kas kuvvetleri gruplara göre farklılık göstermedi. Cerrahi sonrası 6.ayda konsentrik 60°/s'de Qİ'si %81 ve Hİ'i

%93, 90°/s'de Qİ'i % 83 ve Hİ'i %92, 180°/s'de Qİ'i %80 ve Hİ'i %95 olarak bulundu. 90°/s'deki eksentrik Qİ'i % 79 iken Hİ'i % 87 bulundu.

8. İzometrik H:Q oranı gruplara göre farklılık göstermedi. 1. aydaki H:Q oranı 3. ve 6. aydan daha büyük bulunurken, H:Q oranı 3. ve 6. aylarda benzer bulundu.
9. İzokinetik konsentrik ve fonksiyonel H:Q oranı gruplar göre farklılık göstermedi.

HTG ile ÖÇB cerrahisi sonrası 1. ayda başlatılan dirençli hamstring ve quadriceps ko-kontraksiyon eğitimi, izometrik quadriceps kas kuvvetinin gelişimi üzerine etkili bir yöntem olarak ÖÇB rehabilitasyon programı içine dahil edilebilir. Açık kinetik halka ve kapalı kinetik halka pozisyonunda yapılan eğitimlerin etkileri birbirine benzerlik gösterdiği için rehabilitasyon programı içerisine herhangi biri eklenebilir.

ÖÇB rehabilitasyonu ile çalışan fizyoterapistlerin rehabilitasyon uygulamaları sırasında, bireyin yaşı, fiziksel aktivite düzeyi, kassal kuvvet ve enduransı, cerrahi tipi hakkında bilgi sahibi olması gereklidir. Bunun yanında, ÖÇB cerrahisi sonrası kas kuvvet gelişiminin takibi rehabilitasyon programının etkinliği için önem taşımaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Ageberg, E., Roos, H.P., Silbernagel, K.G., Thomee, R., Roos, E.M. (2009) 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 Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17 (2), 162-169.
2. Wilk, K.E., Romaniello, W.T., Soscia, S.M., Arrigo, C.A., Andrews, J.R. (1994) The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther*, 20 (2), 60-73.
3. Palmieri-Smith, R.M., Thomas, A.C., Wojtys, E.M. (2008) Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. *Clin Sports Med*, 27 (3), 405-424, vii-ix.
4. Tourville, T.W., Jarrell, K.M., Naud, S., Slauterbeck, J.R., Johnson, R.J., Beynon, B.D. (2014) Relationship between isokinetic strength and tibiofemoral joint space width changes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 42 (2), 302-311.
5. Baratta, R., Solomonow, M., Zhou, B.H., Letson, D., Chuinard, R., D'Ambrosia, R. (1988) Muscular coactivation. The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. *Am J Sports Med*, 16 (2), 113-122.
6. Wright, R.W., Preston, E., Fleming, B.C., Amendola, A., Andrich, J.T., Bergfeld, J.A. ve diğ erleri. (2008) A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: part II: open versus closed kinetic chain exercises, neuromuscular electrical stimulation, accelerated rehabilitation, and miscellaneous topics. *J Knee Surg*, 21 (3), 225-234.
7. Morrissey, M.C., Hooper, D.M., Drechsler, W.I., Hill, H.J. (2004) Relationship of leg muscle strength and knee function in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scand J Med Sci Sports*, 14 (6), 360-366.

8. Escamilla, R.F., Macleod, T.D., Wilk, K.E., Paulos, L., Andrews, J.R. (2012) Anterior cruciate ligament strain and tensile forces for weight-bearing and non-weight-bearing exercises: a guide to exercise selection. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42 (3), 208-220.
9. Kibler, W.B., Livingston, B. (2001) Closed-chain rehabilitation for upper and lower extremities. *J Am Acad Orthop Surg*, 9 (6), 412-421.
10. Tagesson, S., Oberg, B., Good, L., Kvist, J. (2008) A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *Am J Sports Med*, 36 (2), 298-307.
11. Yasuda, K., Sasaki, T. (1987) Muscle exercise after anterior cruciate ligament reconstruction. Biomechanics of the simultaneous isometric contraction method of the quadriceps and the hamstrings. *Clin Orthop Relat Res* (220), 266-274.
12. Thepaut-Mathieu, C., Van Hoecke, J., Maton, B. (1988) Myoelectrical and mechanical changes linked to length specificity during isometric training. *J Appl Physiol* (1985), 64 (4), 1500-1505.
13. Biscarini, A., Benvenuti, P., Botti, F.M., Brunetti, A., Brunetti, O., Pettorossi, V.E. (2014) Voluntary enhanced cocontraction of hamstring muscles during open kinetic chain leg extension exercise: its potential unloading effect on the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*, 42 (9), 2103-2112.
14. Ardern, C.L., Webster, K.E., Taylor, N.F., Feller, J.A. (2011) Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med*, 45 (7), 596-606.
15. Thomas, A.C., Villwock, M., Wojtys, E.M., Palmieri-Smith, R.M. (2013) Lower extremity muscle strength after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *J Athl Train*, 48 (5), 610-620.

16. Otzel, D.M., Chow, J.W., Tillman, M.D. (2014) Long-term deficits in quadriceps strength and activation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther Sport*.
17. Young, A. (1993) Current issues in arthrogenous inhibition. *Ann Rheum Dis*, 52 (11), 829-834.
18. Tashiro, T., Kurosawa, H., Kawakami, A., Hikita, A., Fukui, N. (2003) Influence of medial hamstring tendon harvest on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. A detailed evaluation with comparison of single- and double-tendon harvest. *Am J Sports Med*, 31 (4), 522-529.
19. Petersen, W., Taheri, P., Forkel, P., Zantop, T. (2014) Return to play following ACL reconstruction: a systematic review about strength deficits. *Arch Orthop Trauma Surg*, 134 (10), 1417-1428.
20. Yosmaoglu, H.B., Baltaci, G., Kaya, D., Ozer, H., Atay, A. (2011) Comparison of functional outcomes of two anterior cruciate ligament reconstruction methods with hamstring tendon graft. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 45 (4), 240-247.
21. Xergia, S.A., McClelland, J.A., Kvist, J., Vasiliadis, H.S., Georgoulis, A.D. (2011) The influence of graft choice on isokinetic muscle strength 4-24 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19 (5), 768-780.
22. Hsiao, S.F., Chou, P.H., Hsu, H.C., Lue, Y.J. (2014) Changes of muscle mechanics associated with anterior cruciate ligament deficiency and reconstruction. *J Strength Cond Res*, 28 (2), 390-400.
23. Karanikas, K., Arampatzis, A., Bruggemann, G.P. (2009) Motor task and muscle strength followed different adaptation patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. *Eur J Phys Rehabil Med*, 45 (1), 37-45.
24. Draper, V., Ballard, L. (1991) Electrical stimulation versus electromyographic biofeedback in the recovery of quadriceps femoris muscle function following

- anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther*, 71 (6), 455-461; discussion 461-454.
25. Tashman, S., Collon, D., Anderson, K., Kolowich, P.,Anderst, W. (2004) Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 32 (4), 975-983.
 26. Bicer, E.K., Lustig, S., Servien, E., Selmi, T.A.,Neyret, P. (2010) Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18 (8), 1075-1084.
 27. Giuliani, J.R., Kilcoyne, K.G.,Rue, J.P. (2009) Anterior cruciate ligament anatomy: a review of the anteromedial and posterolateral bundles. *J Knee Surg*, 22 (2), 148-154.
 28. Strickland JP, F.E., Noyes FR (2009) (2009) Lateral, posterior, and cruciate knee anatomy. In: Noyes FR (ed) Noyes' knee disorders: surgery, rehabilitation, clinical outcomes., pp 20–43.
 29. Duthon, V.B., Barea, C., Abrassart, S., Fasel, J.H., Fritschy, D.,Menetrey, J. (2006) Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14 (3), 204-213.
 30. Amis, A.A.,Dawkins, G.P. (1991) Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br*, 73 (2), 260-267.
 31. Zantop, T., Petersen, W., Sekiya, J.K., Musahl, V.,Fu, F.H. (2006) Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14 (10), 982-992.
 32. Strocchi, R., de Pasquale, V., Gubellini, P., Facchini, A., Marcacci, M., Buda, R. ve diğerleri. (1992) The human anterior cruciate ligament: histological and ultrastructural observations. *J Anat*, 180 (Pt 3), 515-519.
 33. Kennedy, J.C., Alexander, I.J.,Hayes, K.C. (1982) Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med*, 10 (6), 329-335.

34. Schutte, M.J., Dabezies, E.J., Zimny, M.L.,Happel, L.T. (1987) Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 69 (2), 243-247.
35. Andersen, H.N.,Dyhre-Poulsen, P. (1997) The anterior cruciate ligament does play a role in controlling axial rotation in the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 5 (3), 145-149.
36. Woo, S.L., Hollis, J.M., Adams, D.J., Lyon, R.M.,Takai, S. (1991) Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med*, 19 (3), 217-225.
37. Woo, S.L.Y., Fox, R.J., Sakane, M., Livesay, G.A., Rudy, T.W.,Fu, F.H. (1998) Biomechanics of the ACL: Measurements of in situ force in the ACL and knee kinematics. *The Knee*, 5 (4), 267-288.
38. Noyes, F.R. (2009) The function of the human anterior cruciate ligament and analysis of single- and double-bundle graft reconstructions. *Sports Health*, 1 (1), 66-75.
39. Hootman, J.M., Dick, R.,Agel, J. (2007) Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train*, 42 (2), 311-319.
40. Gabriel, M.T., Wong, E.K., Woo, S.L., Yagi, M.,Debski, R.E. (2004) Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res*, 22 (1), 85-89.
41. Griffin, L.Y., Agel, J., Albohm, M.J., Arendt, E.A., Dick, R.W., Garrett, W.E. ve diğ erleri. (2000) Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg*, 8 (3), 141-150.
42. Boden, B.P., Dean, G.S., Feagin, J.A., Jr.,Garrett, W.E., Jr. (2000) Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23 (6), 573-578.
43. Arendt, E.,Dick, R. (1995) Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med*, 23 (6), 694-701.

44. Owings, M.F.,Kozak, L.J. (1998) Ambulatory and inpatient procedures in the United States, 1996. *Vital Health Stat 13* (139), 1-119.
45. Alentorn-Geli, E., Myer, G.D., Silvers, H.J., Samitier, G., Romero, D., Lazaro-Haro, C. ve diğerleri. (2009) Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17 (7), 705-729.
46. Griffin, L.Y., Albohm, M.J., Arendt, E.A., Bahr, R., Beynnon, B.D., Demaio, M. ve diğerleri. (2006) Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med*, 34 (9), 1512-1532.
47. Orchard, J., Seward, H., McGivern, J.,Hood, S. (1999) Rainfall, evaporation and the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury in the Australian Football League. *Med J Aust*, 170 (7), 304-306.
48. Orchard, J. (2002) Is there a relationship between ground and climatic conditions and injuries in football? *Sports Med*, 32 (7), 419-432.
49. Olsen, O.E., Myklebust, G., Engebretsen, L.,Bahr, R. (2004) Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med*, 32 (4), 1002-1012.
50. Lambson, R.B., Barnhill, B.S.,Higgins, R.W. (1996) Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries. A three-year prospective study. *Am J Sports Med*, 24 (2), 155-159.
51. Uhorchak, J.M., Scoville, C.R., Williams, G.N., Arciero, R.A., St Pierre, P.,Taylor, D.C. (2003) Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med*, 31 (6), 831-842.
52. Delp, S.L., Hess, W.E., Hungerford, D.S.,Jones, L.C. (1999) Variation of rotation moment arms with hip flexion. *J Biomech*, 32 (5), 493-501.

53. Brown, C., Kirkendall, D., Garrett, W. (2005) Effects of increased body mass index on lower extremity motion patterns in a stop-jump task. *Journal of Athletic Training*, 42:S26.
54. Hewett, T.E., Shultz, S.J., Griffin, L.Y., Medicine, A.O.S.f.S. (2007). Understanding and preventing noncontact ACL injuries: Human Kinetics.
55. Mizuno, Y., Kumagai, M., Mattessich, S.M., Elias, J.J., Ramrattan, N., Cosgarea, A.J. ve diğerleri. (2001) Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. *J Orthop Res*, 19 (5), 834-840.
56. Pantano, K.J., White, S.C., Gilchrist, L.A., Leddy, J. (2005) Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 20 (9), 966-972.
57. Shambaugh, J.P., Klein, A., Herbert, J.H. (1991) Structural measures as predictors of injury basketball players. *Med Sci Sports Exerc*, 23 (5), 522-527.
58. Souryal, T.O., Freeman, T.R. (1993) Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes. A prospective study. *Am J Sports Med*, 21 (4), 535-539.
59. Dienst, M., Schneider, G., Altmeyer, K., Voelkering, K., Georg, T., Kramann, B. ve diğerleri. (2007) Correlation of intercondylar notch cross sections to the ACL size: a high resolution MR tomographic in vivo analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*, 127 (4), 253-260.
60. Chandrashekar, N., Slauterbeck, J., Hashemi, J. (2005) Sex-based differences in the anthropometric characteristics of the anterior cruciate ligament and its relation to intercondylar notch geometry: a cadaveric study. *Am J Sports Med*, 33 (10), 1492-1498.
61. Chandrashekar, N., Mansouri, H., Slauterbeck, J., Hashemi, J. (2006) Sex-based differences in the tensile properties of the human anterior cruciate ligament. *J Biomech*, 39 (16), 2943-2950.

62. Woodford-Rogers, B., Cyphert, L., Denegar, C.R. (1994) Risk factors for anterior cruciate ligament injury in high school and college athletes. *J Athl Train*, 29 (4), 343-346.
63. Liu, S.H., al-Shaikh, R., Panossian, V., Yang, R.S., Nelson, S.D., Soleiman, N. ve diğ erleri. (1996) Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res*, 14 (4), 526-533.
64. Bahr, R., Krosshaug, T. (2005) Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med*, 39 (6), 324-329.
65. DeMorat, G., Weinhold, P., Blackburn, T., Chudik, S., Garrett, W. (2004) Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med*, 32 (2), 477-483.
66. Chappell, J.D., Herman, D.C., Knight, B.S., Kirkendall, D.T., Garrett, W.E., Yu, B. (2005) Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *Am J Sports Med*, 33 (7), 1022-1029.
67. Granata, K.P., Wilson, S.E., Padua, D.A. (2002) Gender differences in active musculoskeletal stiffness. Part I. Quantification in controlled measurements of knee joint dynamics. *J Electromyogr Kinesiol*, 12 (2), 119-126.
68. Harput, G., Soylu, A.R., Ertan, H., Ergun, N., Mattacola, C.G. (2014) Effect of gender on the quadriceps-to-hamstrings coactivation ratio during different exercises. *J Sport Rehabil*, 23 (1), 36-43.
69. Bergin, M., Hofbauer, M., Ohashi, B., Musahl, V. (2014). History, Physical Examination, and Imaging. R. Siebold, D. Dejour & S. Zaffagnini (Ed.). Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (s. 61-71): Springer Berlin Heidelberg
70. Steiner, M. (2009). Surgical Management of Anterior Cruciate Ligament Injuries. J. C. Richmond, J. V. Bono & B. P. McKeon (Ed.). Knee Arthroscopy (s. 129-151): Springer US
71. Petersen, W., Zantop, T. (2006) Partial rupture of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy*, 22 (11), 1143-1145.

72. Lubowitz, J.H., Bernardini, B.J., Reid, J.B., 3rd. (2008) Current concepts review: comprehensive physical examination for instability of the knee. *Am J Sports Med*, 36 (3), 577-594.
73. Benjaminse, A., Gokeler, A., van der Schans, C.P. (2006) Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*, 36 (5), 267-288.
74. International Knee Documentation Committee. IKDC Knee Examination Forms. Available at: <http://www.sportsmed.org/research/IKDC.asp>. Accessed November 19.
75. Bach, B.R., Jr., Warren, R.F., Flynn, W.M., Kroll, M., Wickiewicz, T.L. (1990) Arthrometric evaluation of knees that have a torn anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 72 (9), 1299-1306.
76. Neyret, P., Donell, S.T., Dejour, H. (1993) Results of partial meniscectomy related to the state of the anterior cruciate ligament. Review at 20 to 35 years. *J Bone Joint Surg Br*, 75 (1), 36-40.
77. Casteleyn, P.P., Handelberg, F. (1996) Non-operative management of anterior cruciate ligament injuries in the general population. *J Bone Joint Surg Br*, 78 (3), 446-451.
78. Hertel, P., Behrend, H., Cierpinski, T., Musahl, V., Widjaja, G. (2005) ACL reconstruction using bone-patellar tendon-bone press-fit fixation: 10-year clinical results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 13 (4), 248-255.
79. Höher, J., Offerhaus, C. (2014). Conservative versus Operative Treatment. R. Siebold, D. Dejour & S. Zaffagnini (Ed.). Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (s. 77-84): Springer Berlin Heidelberg
80. Gross, M.T., Tyson, A.D., Burns, C.B. (1993) Effect of knee angle and ligament insufficiency on anterior tibial translation during quadriceps muscle contraction: a preliminary report. *J Orthop Sports Phys Ther*, 17 (3), 133-143.
81. Beard, D.J., Anderson, J.L., Davies, S., Price, A.J., Dodd, C.A. (2001) Hamstrings vs. patella tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised controlled trial. *Knee*, 8 (1), 45-50.

82. Snyder-Mackler, L., De Luca, P.F., Williams, P.R., Eastlack, M.E., Bartolozzi, A.R., 3rd. (1994) Reflex inhibition of the quadriceps femoris muscle after injury or reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 76 (4), 555-560.
83. Shaerf, D.A., Pastides, P.S., Sarraf, K.M., Willis-Owen, C.A. (2014) Anterior cruciate ligament reconstruction best practice: A review of graft choice. *World J Orthop*, 5 (1), 23-29.
84. Murawski, C.D., van Eck, C.F., Irrgang, J.J., Tashman, S., Fu, F.H. (2014) Operative treatment of primary anterior cruciate ligament rupture in adults. *J Bone Joint Surg Am*, 96 (8), 685-694.
85. Flanigan, D.C., Everhart, J.S., Pedroza, A., Smith, T., Kaeding, C.C. (2013) Fear of reinjury (kinesiophobia) and persistent knee symptoms are common factors for lack of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 29 (8), 1322-1329.
86. de Valk, E.J., Moen, M.H., Winters, M., Bakker, E.W., Tamminga, R., van der Hoeven, H. (2013) Preoperative patient and injury factors of successful rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction with single-bundle techniques. *Arthroscopy*, 29 (11), 1879-1895.
87. Czerniecki, J.M., Lippert, F., Olerud, J.E. (1988) A biomechanical evaluation of tibiofemoral rotation in anterior cruciate deficient knees during walking and running. *Am J Sports Med*, 16 (4), 327-331.
88. Teixeira da Fonseca, S., Silva, P.L., Ocarino, J.M., Guimaraes, R.B., Oliveira, M.T., Lage, C.A. (2004) Analyses of dynamic co-contraction level in individuals with anterior cruciate ligament injury. *J Electromyogr Kinesiol*, 14 (2), 239-247.
89. Johansson, H., Sjolander, P., Sojka, P. (1991) Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint. *Crit Rev Biomed Eng*, 18 (5), 341-368.
90. MacWilliams, B.A., Wilson, D.R., DesJardins, J.D., Romero, J., Chao, E.Y. (1999) Hamstrings cocontraction reduces internal rotation, anterior

translation, and anterior cruciate ligament load in weight-bearing flexion. *J Orthop Res*, 17 (6), 817-822.

91. Tsai, L.C., McLean, S., Colletti, P.M., Powers, C.M. (2012) Greater muscle co-contraction results in increased tibiofemoral compressive forces in females who have undergone anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Res*, 30 (12), 2007-2014.
92. Imran, A., O'Connor, J.J. (1998) Control of knee stability after ACL injury or repair: interaction between hamstrings contraction and tibial translation. *Clinical Biomechanics*, 13 (3), 153-162.
93. More, R.C., Karras, B.T., Neiman, R., Fritschy, D., Woo, S.L., Daniel, D.M. (1993) Hamstrings--an anterior cruciate ligament protagonist. An in vitro study. *Am J Sports Med*, 21 (2), 231-237.
94. Li, G., Rudy, T.W., Sakane, M., Kanamori, A., Ma, C.B., Woo, S.L. (1999) The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. *J Biomech*, 32 (4), 395-400.
95. Schmitt, L.C., Paterno, M.V., Hewett, T.E. (2012) The impact of quadriceps femoris strength asymmetry on functional performance at return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42 (9), 750-759.
96. Ostenberg, A., Roos, E., Ekdahl, C., Roos, H. (1998) Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scand J Med Sci Sports*, 8 (5 Pt 1), 257-264.
97. Thomas, A.C., Villwock, M., Wojtyls, E.M., Palmieri-Smith, R.M. (2013) Lower Extremity Muscle Strength After Anterior Cruciate Ligament Injury and Reconstruction. *J Athl Train*.
98. Hiemstra, L.A., Webber, S., MacDonald, P.B., Kriellaars, D.J. (2007) Contralateral limb strength deficits after anterior cruciate ligament reconstruction using a hamstring tendon graft. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 22 (5), 543-550.

99. Drechsler, W.I., Cramp, M.C., Scott, O.M. (2006) Changes in muscle strength and EMG median frequency after anterior cruciate ligament reconstruction. *Eur J Appl Physiol*, 98 (6), 613-623.
100. Beynnon, B.D., Johnson, R.J., Naud, S., Fleming, B.C., Abate, J.A., Brattbakk, B. ve diğerleri. (2011) Accelerated versus nonaccelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind investigation evaluating knee joint laxity using roentgen stereophotogrammetric analysis. *Am J Sports Med*, 39 (12), 2536-2548.
101. Urbaniak, G., Plous, S. (2013) Research Randomizer (Version 4.0)
102. Jan, M.H., Lin, C.H., Lin, Y.F., Lin, J.J., Lin, D.H. (2009) Effects of weight-bearing versus nonweight-bearing exercise on function, walking speed, and position sense in participants with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 90 (6), 897-904.
103. Gokeler, A., Bisschop, M., Benjaminse, A., Myer, G.D., Eppinga, P., Otten, E. (2014) Quadriceps function following ACL reconstruction and rehabilitation: implications for optimisation of current practices. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 22 (5), 1163-1174.
104. Escamilla, R.F., Fleisig, G.S., Zheng, N., Barrentine, S.W., Wilk, K.E., Andrews, J.R. (1998) Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc*, 30 (4), 556-569.
105. Shaw, T., Williams, M.T., Chipchase, L.S. (2005) Do early quadriceps exercises affect the outcome of ACL reconstruction? A randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 51 (1), 9-17.
106. Hettinger, T. (1961). *Physiology of strength*: Thomas.
107. MacKenzie, S.J., Rannelli, L.A., Yurchevich, J.J. (2010) Neuromuscular adaptations following antagonist resisted training. *J Strength Cond Res*, 24 (1), 156-164.

108. Maeo, S., Yoshitake, Y., Takai, Y., Fukunaga, T., Kanehisa, H. (2014) Effect of short-term maximal voluntary co-contraction training on neuromuscular function. *Int J Sports Med*, 35 (2), 125-134.
109. Urbach, D., Nebelung, W., Becker, R., Awiszus, F. (2001) Effects of reconstruction of the anterior cruciate ligament on voluntary activation of quadriceps femoris a prospective twitch interpolation study. *J Bone Joint Surg Br*, 83 (8), 1104-1110.
110. Sale, D.G. (1988) Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 20 (5 Suppl), S135-145.
111. Del Balso, C., Cafarelli, E. (2007) Adaptations in the activation of human skeletal muscle induced by short-term isometric resistance training. *J Appl Physiol* (1985), 103 (1), 402-411.
112. Hiemstra, L.A., Webber, S., MacDonald, P.B., Kriellaars, D.J. (2007) Contralateral limb strength deficits after anterior cruciate ligament reconstruction using a hamstring tendon graft. *Clinical Biomechanics*, 22 (5), 543-550.
113. Urbach, D., Awiszus, F. (2002) Impaired ability of voluntary quadriceps activation bilaterally interferes with function testing after knee injuries. A twitch interpolation study. *Int J Sports Med*, 23 (4), 231-236.
114. Nomura, Y., Kuramochi, R., Fukubayashi, T. (2014) Evaluation of hamstring muscle strength and morphology after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scand J Med Sci Sports*, 20 (10), 12205.
115. Blackburn, J.T., Norcross, M.F. (2014) The effects of isometric and isotonic training on hamstring stiffness and anterior cruciate ligament loading mechanisms. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24 (1), 98-103.
116. Hart, J.M., Ko, J.W., Konold, T., Pietrosimone, B. (2010) Sagittal plane knee joint moments following anterior cruciate ligament injury and reconstruction: a systematic review. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 25 (4), 277-283.

117. Hartigan, E.H., Axe, M.J., Snyder-Mackler, L. (2010) Time line for noncopers to pass return-to-sports criteria after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*, 40 (3), 141-154.
118. Fitzgerald, G.K., Piva, S.R., Irrgang, J.J. (2003) A modified neuromuscular electrical stimulation protocol for quadriceps strength training following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33 (9), 492-501.
119. Karimi-Mobarakeh, M., Mardani-Kivi, M., Mortazavi, A., Saheb-Ekhtiari, K., Hashemi-Motlagh, K. (2014) Role of gracilis harvesting in four-strand hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction: a double-blinded prospective randomized clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*.
120. DeLateur, B., Lehmann, J., Stonebridge, J., Warren, C.G. (1972) Isotonic versus isometric exercise: a double-shift transfer-of-training study. *Arch Phys Med Rehabil*, 53 (5), 212-216.
121. Anderson, J.L., Lamb, S.E., Barker, K.L., Davies, S., Dodd, C.A., Beard, D.J. (2002) Changes in muscle torque following anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison between hamstrings and patella tendon graft procedures on 45 patients. *Acta Orthop Scand*, 73 (5), 546-552.
122. Vairo, G.L., Myers, J.B., Sell, T.C., Fu, F.H., Harner, C.D., Lephart, S.M. (2008) Neuromuscular and biomechanical landing performance subsequent to ipsilateral semitendinosus and gracilis autograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16 (1), 2-14.
123. Keays, S.L., Bullock-Saxton, J.E., Keays, A.C., Newcombe, P.A., Bullock, M.I. (2007) A 6-year follow-up of the effect of graft site on strength, stability, range of motion, function, and joint degeneration after anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus semitendinosus and Gracilis tendon graft. *Am J Sports Med*, 35 (5), 729-739.
124. Natri, A., Jarvinen, M., Latvala, K., Kannus, P. (1996) Isokinetic muscle performance after anterior cruciate ligament surgery. Long-term results and

- outcome predicting factors after primary surgery and late-phase reconstruction. *Int J Sports Med*, 17 (3), 223-228.
125. Dauty, M., Tortellier, L., Rochcongar, P. (2005) Isokinetic and anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings or patella tendon graft: analysis of literature. *Int J Sports Med*, 26 (7), 599-606.
126. Hiemstra, L.A., Webber, S., MacDonald, P.B., Kriellaars, D.J. (2000) Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc*, 32 (8), 1472-1479.
127. Aagaard, P., Simonsen, E.B., Magnusson, S.P., Larsson, B., Dyhre-Poulsen, P. (1998) A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*, 26 (2), 231-237.
128. Aagaard, P., Simonsen, E.B., Trolle, M., Bangsbo, J., Klausen, K. (1995) Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiol Scand*, 154 (4), 421-427.
129. Hiemstra, L.A., Webber, S., MacDonald, P.B., Kriellaars, D.J. (2004) Hamstring and quadriceps strength balance in normal and hamstring anterior cruciate ligament-reconstructed subjects. *Clin J Sport Med*, 14 (5), 274-280.
130. Lentz, T.A., Zeppieri, G., Jr., George, S.Z., Tillman, S.M., Moser, M.W., Farmer, K.W. ve diğerleri. (2015) Comparison of Physical Impairment, Functional, and Psychosocial Measures Based on Fear of Reinjury/Lack of Confidence and Return-to-Sport Status After ACL Reconstruction. *Am J Sports Med*, 43 (2), 345-353.
131. Welsch, M.A., Williams, P.A., Pollock, M.L., Graves, J.E., Foster, D.N., Fulton, M.N. (1998) Quantification of full-range-of-motion unilateral and bilateral knee flexion and extension torque ratios. *Arch Phys Med Rehabil*, 79 (8), 971-978.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Kararı



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

06100 Sıhhiye-Ankara
Telefon: 0 (312) 305 1082 - Faks: 0 (312) 310 0580
E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

11 NİSAN 2013

Sayı: 16969557-456

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 10.04.2013 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2013/07
Proje No : GO 13/119 (Değerlendirme Tarihi 13.02.2013)
Karar No : GO 13/119 - 08

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, öğretim üyelerinden Prof. Dr. Gül Baltacı'nın sorumlu araştırmacı olduğu Arş. Gör. Gülcan Harput Prof. Dr. Ahmet Özgür Atay, Doç. Dr. Hamza Özer ile birlikte çalışacakları GO 13/119 kayıt numaralı ve "Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyon Sonrası Farklı Tip Stabilizasyon Eğitiminin Diz Kuvveti Üzerine Etkisi" başlıklı proje önerisi Kurulumuzda değerlendirilmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof. Dr. Nurten Akarsu

(Başkan)

8. Prof. Dr. Cansın Saçkesen

(Üye)

2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken

(Üye)

GÖREVLİ

9. Prof. Dr. Melahat Görduysus

(Üye)

3. Prof. Dr. Songül Vaizoğlu

(Üye)

10. Doç. Dr. R. Köksal Özgül

(Üye)

4. Prof. Dr. Sevdâ F. Müftüoğlu

(Üye)

11 Doç. Dr. Ayşe Lale Doğan

(Üye)

Prof. Dr. Cenk Sökmensüer

(Üye)

GÖREVLİ

12. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan

(Üye)

6. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal

(Üye)

13. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl

(Üye)

7. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay

(Üye)

14. Av. Meltem Onurlu

(Üye)