



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

ÖN ÇAPRAZ BAĞ TAMİRİ SONRASI UYGULANAN REHABİLİTASYON
PROGRAMI KAPSAMINDA ALT EKSTREMİTE KASLARININ
ELEKTROMİYOGRAFİK AKTİVİTESİNDEKİ GELİŞMENİN KUVVET,
PROPRİOSEPSİYON VE FONKSİYONEL KAPASİTE İLE İLİŞKİSİ

Dr. S. Murat KADAĞAN

UZMANLIK TEZİ

BURSA - 2009



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

ÖN ÇAPRAZ BAĞ TAMİRİ SONRASI UYGULANAN REHABİLİTASYON
PROGRAMI KAPSAMINDA ALT EKSTREMİTE KASLARININ
ELEKTROMİYOGRAFİK AKTİVİTESİNDEKİ GELİŞMENİN KUVVET,
PROPRİOSEPSİYON VE FONKSİYONEL KAPASİTE İLE İLİŞKİSİ

Dr. S. Murat KADAĞAN

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Ufuk ŞEKİR

BURSA - 2009

İÇİNDEKİLER

Özet	iii
İngilizce Özet	v
Giriş	1
Gereç ve Yöntem	5
1. Denekler	5
1.1 Deneklerin Testlere Hazırlanması.....	5
1.2 Deneklerin Antropometrik Ölçümleri.....	5
2. Çalışma Protokolü	5
3. Cerrahi İşlem	6
4. Cerrahi Sonrası Rehabilitasyon Programı	6
5. Diz Eklemi Muayenesi	7
6. Diz Eklemi Kuvvet Ölçümleri	8
7. Diz Eklemi Proprioepsiyon Değerlendirmesi	9
7.1 Eklem Pozisyon Hissi Testi.....	9
7.2 Tek Bacak Denge Testi.....	10
8. Fonksiyonel Aktivite Değerlendirmesi	10
8.1 Tek Bacak Sıçrama Mesafesi.....	10
8.2 Tek Bacak 6 m' yi Sıçrama Süresi.....	10
8.3 Tek Bacak 3 adım Sıçrama Mesafesi.....	10
9. Belirli Fonksiyonel Aktiviteler Esnasında Alt Ekstremitte EMG Ölçümleri	11
10. İstatistiksel Analiz	13
Bulgular	15
1. Deneklerin Fiziksel Özellikleri	15
2. Diz Muayenesi	15
3. İzometrik Kas Kuvveti	17
4. İzokinetik Konsentrik Kas Kuvveti	17
5. Diz Eklemi Proprioepsiyon Değerlendirmesi	19
5a. Eklem Pozisyon Hissi Testi.....	19

5b. Tek Bacak Denge Testi.....	20
6. Fonksiyonel Aktivite Değerlendirilmesi.....	21
7. Fonksiyonel Aktiviteler Esnasındaki Yüzeyel EMG Ölçümleri.....	22
8. Fonksiyonel Aktiviteler Sırasında Alt Ekstremitte Kaslarındaki EMG Değişimi İle Kuvvet, Proprioepsiyon Ve Fonksiyonel Testlerin Değişiminin Korelasyon Değerlendirmesi.....	30
Tartışma Ve Sonuç.....	42
Kaynaklar.....	51
Teşekkür.....	57
Özgeçmiş.....	58

ÖZET

Bu çalışma ile ön çapraz bağ (ÖÇB) tamiri yapılan hastalarda sportif aktivitelere özgü bazı fonksiyonel aktiviteler esnasında alt ekstremitte kas elektromiyografik (EMG) aktivitelerinin, rehabilitasyon süreci boyunca kuvvet, fonksiyonel ve proprioseptif kazanımlar ile olan ilişkisini inceleyebilmeyi amaçladık.

Çalışmaya 18–36 yaşları arasında (ortalama yaş = $26,4 \pm 5,7$) ön çapraz bağ yaralanma (ÖÇB) hikâyesi olan 10 gönüllü erkek denek ve herhangi bir diz yaralanma öyküsü olmayan gönüllü 10 erkek denek (ortalama yaş = $25,0 \pm 4,0$), kontrol grubunu oluşturmak üzere katıldı. Her iki gruba dâhil olan deneklerin diz muayeneleri, diz eklemi kas kuvvet değerleri (izometrik kas kuvveti ve izokinetik konsentrik kas kuvveti) proprioepsiyon ölçümleri (tek bacak denge, eklem pozisyon hissi), fonksiyonel aktivite kapasiteleri (tek adım sıçrama, 3 adım sıçrama ve 6 m sıçrama zamanı) alt ekstremitte 8 farklı kas grubunun 9 farklı fonksiyonel aktivite esnasındaki EMG ölçümleri ameliyattan önce, ameliyattan 2 ve 4 ay sonra değerlendirildi.

Diz muayenesinde dönemler arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$). İzometrik quadriseps kas kuvveti, cerrahi sonrası kontrol grubuna göre daha düşük değerlere sahipti ($p < 0.01$). Hamstring izometrik kas kuvveti 2. ayda cerrahi öncesine göre daha düşüktü ($p < 0.05$). $60^\circ/\text{sn}$ açısal hızda quadriseps konsentrik kas kuvveti ameliyat öncesine göre 2. ve 4. ayda daha düşüktü ($p < 0.05$). Kontrol grubu ile kıyaslandığında $60^\circ/\text{sn}$, $180^\circ/\text{sn}$ ve $300^\circ/\text{sn}$ açısal hızlardaki quadriseps kas kuvveti 2. ve 4. ayda daha düşük değerlere sahipti ($p < 0.01$). Ameliyat sonrası proprioseptif testlerden olan 20° de pasif eklem pozisyon hissi testinde 4. ayda hem cerrahi öncesi hem de 2. aya göre anlamlı bir düzelme gözlemlendi ($p < 0.05$). Diğer proprioseptif test olan tek bacak denge testinde, 4. ayda hem cerrahi öncesi hem de 2. aya göre anlamlı bir düzelme gözlemlendi ($p < 0.05$). Fonksiyonel aktivite değerlendirme testlerinden olan tek adım sıçrama testinde 2. ayda ameliyat öncesine göre anlamlı düşüş

görüldü ($p<0.05$). Fakat bu düşüşün 4. ayda ortadan kalktığı görüldü ($p>0.05$). Fonksiyonel aktiviteler sırasında yüzeysel EMG ölçümleri yapıldı. Ameliyat öncesi döneme göre ameliyattan sonra 2. ayda 5 farklı fonksiyonel aktivite sırasında rektus femoris kas aktivite düzeyi düşük bulundu ($p<0.05$). Ameliyat sonrası 4. ayda sadece sıçrama aktivitesi esnasında rektus femoris kas aktivite düzeyi düşük bulundu ($p<0.05$). Vastus medialis ve vastus lateralis kas aktivite düzeyleri ameliyattan 2 ay sonra rektus femoris kas aktivitesine benzer şekilde hemen tüm fonksiyonel aktiviteler esnasında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha düşük bulundu ($p<0.05$). Ameliyattan sonra 4. ayda statik fonksiyonel aktiviteler arasında olan yürüme, merdiven çıkma, merdiven inme ve squat gibi aktivitelerde diz ekstansör kas aktivitesinde 2. aya göre bir artış oldu ve kontrol grubu değerlerine ulaştı. Fonksiyonel aktiviteler sırasında alt ekstremitte kaslarında EMG değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerin değişimi arasındaki korelasyon incelendiğinde; yürüme ($r=0.68$), çift squat ($r=0.84$), maksimum ileri doğru sıçrama ($r=0.77$) ve aşağıdan yukarı doğru sıçrama ($r=0.85$) aktiviteleri sırasında tibialis anterior aktivitesinde azalma ile 20° aktif açılı bulma testindeki düzelme arasında ilişki tespit edildi. Çift squat aktivitesi esnasında semitendinosus kas aktivitesindeki azalma ile quadriceps $60^\circ/\text{sn}$ ($r=0.68$) ve $300^\circ/\text{sn}$ ($r=0.72$) açısal hızlardaki konsentrik kuvvet kaybı arasında ilişki tespit edildi. Yürüme aktivitesi sırasında da gastroknemius medialis kas aktivitesindeki artışın 70° de pasif açılı bulma propriosepsiyon testi ile korale olduğu görüldü.

Genel anlamda, çalışmamızın da asıl hedefi olan ön çapraz bağ tamiri sonrası alt ekstremitte kaslarının EMG ölçümleri ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel kapasite arasında uygun bir korelasyonun olmadığını söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Ön çapraz bağ, elektromiyografi, propriosepsiyon, fonksiyonel aktiviteler.

SUMMARY

The Relationship Between The EMG Activity Of The Lower Extremity Muscles And Strength, Proprioception And Functional Capacity During The Rehabilitation Period Following ACL Reconstruction

The aim of this study was to investigate the relationship between electromyographic activity of the lower extremity muscles and power, functional and proprioceptive regains in patients who underwent anterior cruciate ligament reconstruction.

The study population comprised of 10 males between the ages of 18-36 with ACL injury (mean age = 26, 4±5, 7). In addition, 10 healthy male volunteers without any ACL injury (mean age =25.0±4.0) were included to compose the control group. Knee joint examination, quadriceps and hamstring muscle strength measurement (isometric and isokinetic concentric muscle strength), proprioception evaluation (single leg balance, joint position sense), functional activity capacity measurement (single step jump, three step jump, and 6 metre jump time), and EMG measurements from the 8 different muscle groups of the lower extremity during 9 functional activities were carried out before, following 2 and 4 months of the ACL reconstruction.

No significant differences were found in the knee examination parameters during the three time periods ($p>0.05$). The isometric quadriceps muscle strength in the study group was found to be lower than the control group ($p<0.01$). Hamstring isometric muscle strength was lower during the 2. month post surgery as compared to pre-surgery ($p<0.05$). Isokinetic concentric quadriceps muscle strength at 60°/sec angular velocity exhibited lower values during the 2 and 4 month follow-up period ($p<0.05$). In comparison with the control group, isokinetic quadriceps strength at 60°/sec, 180°/sec and 300°/sec angular velocities showed lower values in the 2 and 4 month post-op period ($p<0.01$). Passive joint position sense evaluation for 20° angle displayed an improved result at the 4 month post-op evaluation as compared

to the pre-op and 2 month post-op evaluation ($p < 0.05$). Another proprioception evaluation with the single leg balance test also showed improvements at month 4 as to month 2 and pre-op period ($p < 0.05$). Single step jump test was significantly lower at the second postoperative month when compared to the preoperative period ($p < 0.05$). But this decline disappeared in the 4th postoperative period ($p > 0.05$). Surface EMG measurements were performed during different functional activities. Rectus femoris muscle activity level in 5 different functional activities has been found to be low in the 2nd month postoperative period when compared to the preoperative period ($p < 0.05$). Rectus femoris muscle activity level was lower only during the jumping activity at month 4 ($p < 0.05$). Like the rectus femoris muscle, vastus medialis and vastus lateralis muscle activity levels were lower in the 2nd postoperative month when compared with the control group ($p < 0.05$). In the 4th postoperative month, static functional activities such as walking, going up the stairs, going down the stairs and squatting were improved when compared to the 2nd postoperative month and reached the control levels. The relationship between EMG parameters and strength, proprioception, and functional activities revealed that during walking ($r = 0.68$), double squatting ($r = 0.84$), maximum forward jumping ($r = 0.77$) and upwards jumping ($r = 0.85$) a significant correlation was present between the decrease in tibialis anterior activity and improvement in 20° passive joint position sense. Furthermore, a significant correlation was found between the decline of the semitendinosus muscle activity during double squatting and the loss of quadriceps concentric muscle strength at $60^\circ/\text{sec}$ ($r = 0.68$) and $300^\circ/\text{sec}$ ($r = 0.72$) angular velocities. The increase in the gastrocnemius muscle activity during walking and 70° passive joint position sense test values exhibited also a significant correlation ($r = 0.70$).

In general, it is possible to make a conclusion that following an ACL reconstruction a meaningful correlation can not be seen between the EMG findings of the lower extremity muscles and strength, proprioception and functional capacity values.

Key Words: Anterior Cruciate Ligament, electromyography, proprioception, functional activities.

GİRİŞ

Diz eklemi yaralanmaları sporcularda görülen kas iskelet sistemi yaralanmalarının yaklaşık 1/3' nü oluşturmaktadır. Ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması ise sporcu ve sporcu olmayanlarda majör diz ligaman yaralanmalarının en sık görülenlerinden birisidir ve diz instabilitesine yol açan en önemli ligaman yaralanma nedenidir.

ÖÇB, diz ekleminde femur lateral kondil posteromediali ile ön tibial tüberkül anterior ve laterali arasında uzanır. Genişliği 1 cm uzunluğu 4 cm dir. Anteromedial ve posterolateral olmak üzere 2 ayrı lif demetinden oluşmaktadır. ÖÇB' in birincil görevi tibianın femur üzerinde öne doğru translasyonuna engel olmak, ikincil fonksiyonları ise diz eklemi özellikle tam ekstansiyonda veya tam ekstansiyona yakın pozisyonda iken tibianın femur üzerinde iç rotasyonuna engel olmak ve diz eklemine yük biner durumda iken dış rotasyonuna, varus ve valgus açılanmasına engel olmaktır (1–3). ÖÇB' in böylesine önemli fonksiyonlara sahip olmasından dolayı yaralanması neticesi diz ekleminde mekanik instabilite, günlük yaşam kalitesi ve fonksiyonel aktivite seviyesinde önemli düşüşler gözlenir (5–11).

ÖÇB yaralanma sonrası tedavi şekli daha çok cerrahidir (4). Çünkü ÖÇB yaralanma sonrası sıçrama, koşarken ani duruş, ani dönüş ve makaslama gibi fonksiyonel aktivitelere katılım için konservatif tedavi yetersiz kalır (12). Günümüzde cerrahi olarak en fazla tercih edilen yöntem bone-patellar-bone otogrefti kullanılarak yapılan ÖÇB tamiridir. ÖÇB yaralanma veya tamiri sonrası uyluk kaslarında atrofi, kuvvet kaybı, proprioseptif defisitler ve kas aktivasyon değişiklikleri meydana gelir. Dolayısıyla ÖÇB cerrahisi sonrası yapılan rehabilitasyonun amacı yukarıda adı geçen bu defisitleri tedavi etme yönünde olmaktadır. ÖÇB tamiri sonrası rehabilitasyon dönemi boyunca bu süreci değerlendirmek maksadıyla birçok fonksiyonel, kuvvet ve proprioseptif testler yapılmaktadır. Atrofi ve kuvvet kaybını belirlemek için izokinetik ve izometrik testler, fonksiyonel aktiviteyi değerlendirmek için çeşitli fonksiyonel

aktivite testleri, proprioseptif defisitleri değerlendirmek için eklem pozisyon hissi, denge ve kinestezi ölçümleri yapılmaktadır (13–23).

ÖÇB tamiri sonrası hastalarda önemli oranda kuvvet kaybının olduğu gösterilmiştir (24–26). Değişik araştırmalarda quadriseps kas kuvvet kaybının %10-40 arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir (24, 27–30). Buna karşılık patellar tendon otogrefti ile yapılan cerrahi sonrası hamstring kas kuvvetinde azalmanın sadece %5-15 seviyesinde olduğu gösterilmiştir (29). ÖÇB tamirini takip eden günler ve haftalar içerisinde bu defisit oranları değişir. Birçok çalışmada kuvvet defisitinin ÖÇB tamir sonrasında takip eden 1-2 yıl boyunca sürdüğü görülmüştür (31–34). Genel olarak kuvvet defisitleri, izokinetik dinamometre adı verilen cihaz kullanılarak izometrik ve izokinetik zirve tork ölçümleri ile değerlendirilmektedir (3, 12, 20, 21, 36).

Kas-iskelet sistemi kontrolü primer olarak, Merkezi Sinir Sistemi (MSS) tarafından sağlanmaktadır. MSS' ne, vestibüler sistem visüel sistem ve somatosensorial sistem gibi alt sistemler tarafından bilgi akışları olmaktadır. Somatosensorial sistem dokunma, basınç ve ağrı gibi duyu uyaranları tespit etme fonksiyonuna sahiptir (37–41). Proprioepsiyon ise dokunma duyusunun özelleşmiş bir varyasyonudur ve eklem pozisyon hissi duyularını kapsar. Diz ekleminde zengin bir duyu innervasyon vardır. ÖÇB ve diz eklem kapsülünde ruffini organı, paccini korpüskülü ve serbest sinir uçları gibi mekanoreseptörler mevcuttur. Bu mekanoreseptörler vasıtasıyla kas ile MSS arasında duyu akışı sağlanmaktadır (38, 40, 42, 43). Fizyolojik olarak da ÖÇB ile MSS duyu korteksi arasında bir ilişki olduğu çeşitli deneylerle gösterilmiştir (44).

ÖÇB' da mekanoreseptörlerin varlığını gösterip proprioseptif özelliklere sahip olduğunu ilk kez tanımlayan Schultz ve ark.'larıdır. Daha sonra yapılan çalışmalar ile ÖÇB yaralanma veya tamiri sonrası proprioseptif defisitlerin geliştiği birçok çalışmada gösterilmiştir (20, 45–52).

Proprioseptif defisitler neticesi diz eklemine çevreleyen kasların dinamik aktivitesinde azalma meydana gelir (41, 53–56). Kaslardaki bu aktivasyon azalmasının sebebi diz eklemi mekanoreseptörlerinde, ÖÇB' in yaralanma neticesi oluşan haraplanma, MSS ile diz eklemi arasındaki bilgi alışverişinde

bozulma ve motor nöron havuzunda refleksif uyarılabilirlikte de azalma sonucu meydana gelen kas inhibisyonudur. Diz eklemi patolojilerinde oluşan kas inhibisyonu terimini ilk olarak Andrade ve ark. (42) tanımlamışlardır ve bu durum günümüzde artrojenik kas inhibisyonu olarak adlandırılmaktadır.

ÖÇB tamiri sonrası gelişen alt ekstremite nöromüsküler kontrol değişiklikleri yüzeysel EMG ile değerlendirilebilir. Yüzeysel EMG, kaslardaki elektriksel aktiviteleri kaydeder ve o anki aktiviteye katılım seviyesini gösterir. Bu konuda birçok EMG ölçüm değerlendirme çalışmaları vardır (28, 57–63). Bazı EMG çalışmalarında yürüme ve sıçrama gibi dinamik aktivitelerde quadriseps kas aktivasyonunda azalma, hamstring kas aktivitesinde artış görülmüştür (59). Bir diğer çalışmada quadriseps kas aktivasyonunda değişiklik saptanmazken gastroknemius kas aktivite seviyesinde azalma saptanmıştır (62). Limbird ve ark.'larının (64) yaptıkları çalışmada yürüme esnasında quadriseps ve gastroknemius kas aktivitelerinde inhibisyon saptanırken hamstring kas aktivitesinde ise artış saptanmıştır. Başka bir çalışmada sıçramanın iniş fazından hemen önce hamstring kas aktivitesinde artışın olduğu tespit edilmiştir (59).

ÖÇB yaralanma veya tamiri sonrası kapalı kinetik zincir egzersiz yapan kişilerde de nöromüsküler değişiklikler saptanmıştır (65).

Arendt ve ark. (58) yaptıkları çalışmalar neticesi izometrik quadriseps kas kuvveti ile kas aktivite seviyesi arasında yakın bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Gerdle ve ark. (3) EMG güç spektrumunda zirve tork değerleri ile kas aktivite düzeyleri arasında korelasyon olduğunu saptamışlardır. Wendy I ve ark. (3) ÖÇB tamiri sonrası quadriseps kas kuvveti ile EMG parametreleri arasında ilişkiyi belirleyebilmek için tamir sonrası bir grup deneği 3 ay boyunca takip etmişler ve kas kontraksiyon gücü ile kas aktivasyon değişiklikleri arasında paralellik olduğunu saptamışlardır. Swanik CB ve ark. (59) ile Rudolph KS ve ark. (20) koşu esnasında ÖÇB yaralanması olanlarda hamstring kas EMG aktivitesinde artış ve quadriseps kas EMG aktivitesinde ise azalma tespit etmişlerdir.

Görüldüğü üzere yapılan değerlendirmeler sadece düz zemin üzerinde yürüme, squat, kapalı kinetik zincir egzersizleri gibi basit fonksiyonel olmayan

egzersizlerdir. Oysaki iyileşme sonrası dönülen sportif aktiviteler çok daha farklı aktiviteleri içerir. İleri doğru sıçrama, aşağıdan yukarı sıçrama, yukarıdan aşağı sıçrama gibi aktiviteler örnek olarak verilebilir. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası uygulanmaya başlanan rehabilitasyon programı dahilinde alt ekstremitte kaslarının EMG aktivitesinin spora özgü bu tür fonksiyonel aktivitelerde nasıl bir değişim gösterdiği ise araştırılmamıştır. Biz çalışmamızda ÖÇB tamiri sonrası yeniden sportif aktivitelere dönüldüğünde yapması muhtemel olan bu aktiviteler esnasındaki kas EMG aktivitelerini 8 farklı kas grubunda (M.rectus femoris, M.Vastus medialis, M.vastus lateralis, M. Semitendinosus, M.biceps femoris, M.tibialis anterior, M.gastroknemius medialis ve lateralis) 4 aylık rehabilitasyon süreci boyunca izleyerek ve bu aktivitelere ilgili kasların katılım oranlarını belirleyip kas kuvveti, propriosepsiyon ve fonksiyonel kapasitenin gelişimi ile olan ilişkisini değerlendirebilmeyi amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

1. Denekler:

Yapılan fizik muayene ve radyolojik görüntüleme sonucu total ÖÇB rüptürü olduğu belirlenen gönüllü 10 erkek denek hasta grubunu ve daha önce herhangi bir diz eklemi yaralanması olmayan 10 sağlıklı erkek denekte kontrol grubunu oluşturmak üzere çalışmaya katıldı. Çalışmaya dâhil edilen deneklerin tümünün dominant tarafları, aktif sporcu olup olmadıkları, ÖÇB yaralanması olanların yaralanmış ekstremiteleri ve bu deneklerin yaralanma ile cerrahi arasında geçen süreleri sorgulanarak kayıt altına alındı.

1.1. Deneklerin Testlere Hazırlanması

Deneklere yapılacak çalışma hakkında sözlü ve yazılı olarak bilgi verildi. Gönüllü katılımları için Uludağ Üniversitesi Sağlık Kurulu Tıbbi Araştırmalara Katılım İçin Aydınlatılmış Hasta Onam Formu verilerek onamları kendi el yazısı ve imzası ile alındı.

Tüm testler Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Ana Bilim Dalı Laboratuvarında 14.00-17.00 saatleri arasında yapıldı. Denekler tüm testler boyunca herhangi bir ilaç almamaları konusunda uyarıldı. Ayrıca testlerin uygulandığı günlerde yorucu fiziksel aktivite yapmamaları konusunda bilgilendirildi.

1.2. Deneklerin Antropometrik Ölçümleri

Deneklerin boyları 1 mm duyarlılıkla ölçüm yapabilen antropometre seti ile (CPM Anthropological Instruments, Sieber Hegner Maschinen AG, İsviçre), kiloları ise 100 gr duyarlılıkla ölçüm yapabilen bir tartı ile (Man Tartı Türkiye) üzerlerinde sadece spor malzemeleri varken ölçüldü.

2. Çalışma Protokolü

ÖÇB Yaralanması olan ve eş zamanlı olarak da kontrol grubu deneklerinde, ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 2. ay ve ameliyat sonrası 4. ayında aşağıdaki değerlendirmeler yapıldı;

a) diz eklemi muayenesi, b) diz eklemi kuvvet ölçümleri, c) diz eklemi proprioepsiyon değerlendirilmesi d) fonksiyonel aktivite değerlendirilmesi ve e) belirli fonksiyonel aktiviteler esnasındaki alt ekstremite kaslarının EMG ölçümleri.

3. Cerrahi İşlem

Tüm deneklerde bone-patellar-bone otogrefti kullanıldı. Cerrahi işlem kabaca şu şekilde yapılmaktadır.

1. Diz anterior' undan yaklaşık 5-7 cm' lik cilt, cilt altı kesi ile patellar tendona ulaşılır.

2. Greft için, proksimalde patelladan 2-3 cm, distalde tuberositas tibiadan 2-3 cm kemik kesi, testere yardımıyla alınır.

3. Artroskopik portallerle diz eklemi içine girilip tibial ve femoral tüneller açıldıktan sonra tünellerden hazırlanan greft geçirilip tibial ve femoral fiksasyon sağlanır.

4. Cerrahi Sonrası Rehabilitasyon Programı

Tüm ÖÇB tamiri yapılan hastalara aynı rehabilitasyon programı uygulandı. Tüm hastalar cerrahi sonrası hemen rehabilitasyon programına alındı. Rehabilitasyon programı 4 ay boyunca haftada 5 gün uygulandı. Hastalar 2 hafta boyunca 0°' ye kilitli uzun bacak brace' i kullandı. 2 hafta sonra brace 0°-90° açılarda harekete izin verecek şekilde 2 hafta daha kullanıldı. Hastalardan yürürken opere bacağa tam ağırlıklarını vermemeleri ve 2 hafta boyunca çift koltuk değneği, sonraki 2 hafta boyunca da tek koltuk değneği kullanmaları istendi. 4. haftadan sonra tam ağırlık vererek mobilize olmaları istendi. Hastalar ilk 4 hafta boyunca izokinetik dinamometre CPM modunda tolere edebildiği ölçülerde 0°-110° arasında olmak kaydıyla eklem hareket açıklığı egzersizleri yaptırıldı. Aynı zamanda eklem hareket açıklığı için patella mobilizasyon egzersizleri başlandı. Quadriseps kas gücünü artırmak için ilk 4 hafta boyunca izometrik egzersizler izokinetik dinamometrede 6

tekrarlı 5 sn süreli 45°, 60°, 75° açılarında, hamstring kas kuvvetini artırmak içinde 15°, 45°, 60°, 75° açılarında 6 tekrarlı 5 sn süreli izometrik kuvvetlendirme egzersizleri yaptırıldı. Cerrahi sonrası hemen başlamak kaydıyla 4 ay boyunca düz bacak kaldırma egzersizleri, kalça abduktor ve adduktorlarına yönelik kuvvetlendirme egzersizleri, ayak bileği plantar ve dorsal fleksiyon kas grubuna yönelik izometrik egzersizler ve ilk 6 hafta boyunca quadriseps kas grubuna elektrik stimülasyonu uygulandı.

Egzersizler sonrası ve günde 4-6 kez olmak üzere 15-20 dk boyunca deriye direk temas olmadan buz uygulaması yaptırıldı.

Cerrahi sonrası 3. haftadan başlamak üzere bisiklette eklem hareket açıklığı egzersizleri, kapalı kinetik zincir egzersizleri (0°-45° mini squat, leg press) hamstring kas grubu için izokinetik egzersizler ve proprioseptif çalışma için bilateral gözler açık denge çalışmaları yaptırıldı. Tüm hastaların tam eklem hareket açıklığına 6. haftanın sonunda ulaşılmaya çalışıldı. 9. haftadan sonra quadriseps kası kuvvetlendirmeleri için izokinetik dinamometre cihazında 100°-40° fleksiyon açısında (0°= bacak tam ekstansiyonda) 30°/sn, 60°/sn, 90°/sn, 120°/sn, 150°/sn, 180°/sn açısal hızlarda her set 6 tekrarlı olmak üzere kuvvetlendirme çalışmalarına geçildi. Tekrar sayıları her hafta 2 artırılarak 3. ayın sonuna kadar devam ettirildi. 3. aydan sonra tam eklem hareket açıklığında çalışmaya devam edildi. Hastaların koşmalarına 9. haftaya kadar müsaade edilmedi. İlk koşu aktivitesi 9. haftanın sonunda koşu bandında 6,5-8,0 km/h hız, %0 eğimde 10-30 dk olarak gerçekleştirildi. 7. haftadan sonra proprioseptif çalışmalar gözler kapalı tek bacak üzerinde yapıldı.

Fonksiyonel aktivitelere 3. ayın sonunda başlandı (sıçrama, 3 adım sıçrama, 6m tamamlama testleri, çapraz koşu vs).

5. Diz Eklemi Muayenesi

Diz eklemi muayenesi yapılırken effüzyon olup olmadığı (+1, +2, +3 olarak sayısal değerler olarak ifade edildi), diz çevre ölçüm farkı, diz fleksiyon açısı, diz hiperekstansiyon açısı, uyluk bölgesinin 5 ve 15 cm seviyesindeki çevre

ölçüm farkları ve bacak en kalın yerinden çevre ölçüm farkları değerlendirildi. Ön çapraz bağ (ÖÇB) muayenesi Lachman ve ön çekmece testi, arka çapraz bağ muayenesi arka çekmece testi ve iç ve dış yan bağ muayenesi de sırasıyla valgus ve varus stres testleri ile değerlendirilirken Mc Murray testi ile menisküslerin durumu muayene edilmiş oldu. ÖÇB muayene sonuçları Uluslararası Diz Dokümantasyon Formunun stabilite bölümü temel alınarak ifade edildi (39, 40).

6. Diz Eklemi Kuvvet Ölçümleri

Tüm deneklerde her iki dizin fleksör ve ekstansör kaslarının maksimal izometrik ve izokinetik kas kuvvetleri (Zirve Tork, Nm) izokinetik dinamometrede (Cybex Norm) ölçüldü. Denekler dinamometreye bel desteği ve diz açıları 90° de olacak şekilde oturtuldular ve yanlardaki kollardan tutmaları istendi. Uyluk pelvis ve gövde bantlar yardımıyla sabitlendi. Ayarlanabilir kuvvet kolu ayağa lateral malleolun 4 cm yukarisından bir bant yardımıyla sıkıca bağlandı. Kuvvet kolunun rotasyon aksı lateral femoral kondilin tam lateraline denk gelecek şekilde ayarlandı. Fleksiyon ve ekstansiyon açıları ayarlandıktan sonra yerçekiminin kuvvet üzerine etkilerini ortadan kaldırmak için 45° de düzeltme işlemleri bilgisayar tarafından hesaplandı. Diz fleksör kas grubunun maksimal izometrik kuvvet ölçümleri 30° fleksiyon açısında, diz ekstansör kas grubunun maksimal izometrik kuvvet ölçümleri 60° fleksiyon açısında 3 denemeyi takiben 5 sn süren 4 tekrarlı kasılmalar ile ölçüldü. Açılı aralarında 20 sn, fleksiyon ve ekstansiyon arasında ise 3 dakika dinlenme uygulandı. Ayrıca diz fleksör ve ekstansör kaslarının maksimal izokinetik kuvvetlerini ölçmek için her iki kas grubu için ayrı olarak 60°, 180° ve 300° /sn' lik açısal hızlarda 3 denemeyi takiben 4' er tekrarlı kasılmaları içeren maksimal bir test uygulandı. Açılı aralarında 20 sn dinlenme uygulandı. Her test öncesi dinamometre kalibre edildi. Değerlendirme için diz fleksör ve ekstansör kasının maksimal izometrik kas kuvveti (Zirve Tork, Nm) ölçüldü.

7. Diz Eklemi Proprioepsiyon Değerlendirmesi

7.1. Eklem Pozisyon Hissi Testi

Pozisyon hissi, daha önceden hastaya gösterilen açının hasta tarafından tekrar bulunabilmesine dayanan bir testtir. Bu test hastaların yaralanmış, kontrol deneklerin de dominant dizlerine uygulandı. Tüm testlerde hastaların şort giymesi, çorap ve ayakkabılarını çıkartması istendi. Hastalar Cybex Norm izokinetik dinamometresinin koltuğuna oturtuldu. Gövde açısı 70°'ye getirildi. Popliteal çukur koltuğun kenarında 5 cm dışarıda kalacak şekilde ayarlandı. Dinamometrenin kuvvet kolu ayak bileğinin 10 cm üstünden bir bantla tespit edildi. Fleksiyon ve ekstansiyon açılarının ayarlanması için gerekli işlemler yapıldı. Diz eklemi bulunduğu açı dinamometrenin içinde yerleşik olan goniometre ile monitörde izlenerek takip edildi. Görsel uyarıları engellemek için hastadan gözlerini kapaması işitsel uyarılara engel olmak için ise testler sessiz ortamda yapıldı. Diz tam ekstansiyona getirilerek 0° olarak belirlendi. Diz eklemi pasif olarak belirlemiş olduğumuz 3 farklı açıdan (20°, 45° ve 70°) birincisine getirildi ve hastaların 10 sn süresince bu açıya konsantre olmaları söylendi. Daha sonra diz eklemi tekrar başlangıç pozisyonuna getirildi. İzokinetik dinamometre 1°/sn hıza ayarlandı. Hastalar aktif olarak bu hızda belirlenen açıya dizlerini getirmeleri istendi. İstenen açıya dizlerini getirdiklerini düşündükleri anda hareket etmeye devam etmemeleri ve sözel olarak uyarıda bulunmaları istendi. Hastalar tarafından bulunan açı ile önceden belirlenmiş açı arasındaki fark değeri hesaplandı. Bu işlem aynı açı için 3 kez tekrarlandı ve ortalaması alınarak aktif diz eklemi pozisyon hissi hatası olarak kayıt edildi. Benzer işlemler diğer açılar içinde uygulandı.

Pasif eklem pozisyon hissi hatası değerdirmesinde önceden aktif eklem pozisyon hissi hatası testinde uygulanan ayarlamalar yapıldı. Diz eklemi pasif olarak belirlemiş olduğumuz 3 farklı açıdan (20°, 45° ve 70°) birincisine getirildi ve hastaların 10 sn süresince bu açıya konsantre olmaları söylendi. Takiben diz eklemi tekrar başlangıç pozisyonuna getirildi ve hareket kolu pasif olarak 1°/sn hızda hastanın herhangi bir kasılma yapmaması

söylenerek hareket ettirildi. Belirlenen açıya geldiklerini düşündükleri anda sözel olarak uyarıda bulunmaları istendi. Hastaların tespit ettikleri açı ile başlangıçta işaret edilen açı arasındaki hata derecesi hesaplandı. Bu işlem aynı açı için 3 kez tekrarlandı ve ortalaması alınarak pasif diz eklemi pozisyon hissi hatası olarak kayıt edildi.

7.2. Tek bacak denge testi

Testler yumuşak bir zemin üzerinde ayakkabı ve çoraplar çıkartılmış şekilde yapıldı. Hastaların gözleri kapalı olarak tek bacak üzerinde 60 sn süre ile dengede durmaları istendi. 60 sn boyunca dengelerinin bozulduğu andaki zaman kayıt altına alındı. Testler 2 kez tekrarlandı ve ortalamaları alındı.

8. Fonksiyonel Aktivite Değerlendirilmesi

Testler sert zemin üzerinde denekler spor ayakkabı ve eşofman giymiş olarak yapıldı. Deneklerden 3 tip sıçrama aktivitesi yapması istendi.

8.1. Tek bacak sıçrama mesafesi: Deneklere tek bacak üzerinde ayakta dururken ileriye doğru en uzak mesafeye sıçramaları söylendi. Sıçrama mesafesi cm olarak kaydedildi.

8.2. Tek bacak 6 metreyi sıçrama süresi: Deneklerden 6 m olarak belirlenen mesafeyi en kısa sürede tek bacak üzerinde sıçrayarak tamamlamaları istendi. Manüel olarak kontrol edilen bir kronometre ile 6 metreye tek bacak üzerinde sıçrama süresinin kaydı saniye biriminde alındı.

8.3. Tek bacak 3 adım sıçrama mesafesi: Deneklere tek bacak üzerinde ayakta dururken ileriye doğru maksimal 3 adım sıçrama yaptırıldı. Mesafe cm olarak ölçülerek kayıt altına alındı.

Tüm sıçrama aktiviteleri öncesi 10 dakika ısınma ve quadriseps, hamstring ve gastroknemius kaslarına gerdirme uygulandı. Her aktivite öncesi deneklere 2 kez deneme amaçlı testler yaptırıldı. Her bir fonksiyonel test 2 kez uygulandı ve ortalamaları alınarak kayıt altına alındı.

9. Belirli fonksiyonel aktiviteler esnasında alt ekstremitte EMG ölçümleri:

Deneklerden spor ayakkabı ve eşofman giymeleri istendi. Ölçümler için taşınabilir 8 kanallı kas EMG aleti (ME3000P, Mega Electronics, Kuopio, Finland) kullanıldı. Ölçümler hasta grupta yaralanmış ekstremitte ve kontrol grupta ise dominant ekstremitede yapıldı. EMG ölçümleri a) m. rectus femoris, b) m. vastus medialis, c) m. vastus lateralis, d) m. tibialis anterior, e) m. semitendinosus, f) m. biceps femoris, g) m. gastrocnemius medialis ve h) m. gastrocnemius lateralis kaslarına uygulandı. Bu kaslardan EMG kayıtlarını elde etmek için bipolar gümüş/gümüşklorid kaplı yüzeyel elektrotlar (Kendall-Arbo elektrotlar 1 cm gümüş-gümüşklorid) kullanıldı. Elektrotlar yerleştirilmeden önce, ilgili kas grubu üzerindeki deri tıraşlandı ve isopropil alkolle temizlendi. Deri empedansını en aza indirmek için deri zımpara kâğıdı ile ovuldu. Tüm elektrotlar kas liflerinin yönüne mümkün olduğunca paralel bir çizgi boyunca kasların gövdesi üzerindeki deriye bağlandı. Elektrot çiftlerinin merkezleri arasındaki mesafe 20 mm olarak belirlendi. İlgili kaslara elektrotların yerleşim yerleri aşağıdadır:

- M. rectus femoris; spina iliaca anterior süperior (SİAS) ile patella üst kenarını birleştiren hattın tam orta noktasına aralarında yaklaşık 20 mm olacak şekilde.
- M. vastus medialis; diz medial eklem çizgisi ile SİAS' u birleştiren hattın medial eklem çizgisine %20 uzaklıkta olacak şekilde.
- M. vastus lateralis; diz lateral eklem çizgisi ile SİAS' u birleştiren hattın lateral eklem çizgisine %25 uzaklıkta olacak şekilde.
- M. tibialis anterior; diz lateral eklem çizgisi ile lateral malleolü birleştiren çizginin %20 lateral malleole uzaklıkta olacak şekilde.
- M. semitendinosus; ischial tuberositas ve medial femur kondili arasındaki çizginin orta noktası.
- M. biceps femoris; ischial tuberositas ve lateral femur kondili arasındaki çizginin orta noktası.

- M. gastroknemius medialis; popliteal fossa ile ayak medial malleolünü birleştiren hattın orta noktası.
- M. gastroknemius lateralis; popliteal fossa ile ayak lateral malleolünü birleştiren hattın orta noktası.

Elektrotlar ilgili ekstremiteye yerleştirildikten sonra denekler izokinetik dinamometre cihazında bel desteği ve diz açıları 90° de olacak şekilde oturtuldu. Ayarlanabilir kuvvet kolu ayağa lateral malleolun 4 cm yukarisından bir bant yardımıyla sıkıca bağlandı. Kuvvet kolunun rotasyon aksı lateral femoral kondilin tam lateraline denk gelecek şekilde ayarlandı. Kuvvet kolu ekstansör kas grubunun (m. rektus femoris, m. vastus medialis, m. vastus lateralis) maksimal istemli kontraksiyon (MİK) ölçümleri için 60° fleksiyon açısına getirildi. İzometrik kontraksiyon için kuvvet kolu bu açıda sabitlendi. Deneklerden 5 sn boyunca tüm güçleriyle ekstansiyon yapmaları istendi. Bu esnada 5 sn boyunca elektrotlar ve yüzeysel EMG cihazı arasında bulunan bir kablo sayesinde veriler EMG cihazına kaydedildi. Elde edilen veriler optik bir kablo vasıtasıyla kişisel bir bilgisayara aktarıldı. Diz fleksör kas grubunun (m. semitendinosus, m. biceps femoris) MİK ölçümleri için ise 30° fleksiyon açısında iken 5 sn boyunca fleksiyon yapmaları istendi. Veriler aynı şekilde alınıp bilgisayara aktarıldı. M. gastroknemius ve m. tibialis anterior için MİK ölçümleri izokinetik dinamometre cihazı ayak aparatı kullanılarak denekler yüzüstü pozisyonda ve diz ve ayak bileği nötral pozisyonda iken deneklerden 5 sn boyunca tüm güçleriyle önce plantar fleksiyon daha sonra dorsal fleksiyon yapmaları istendi. Böylelikle ayak bileği plantar fleksiyon ve dorsal fleksiyon yaparken MİK ölçümleri elde edildi ve veriler bilgisayara aktarıldı. Her bir kas grubunun (quadriseps, hamstring, gastroknemius ve tibialis anterior) MİK ölçümleri birer deneme sonrası aralarında 2 dakika dinlenme süresi olacak şekilde ölçüldü.

MİK ölçümleri alındıktan sonra denekler, gösterilen 9 farklı fonksiyonel aktiviteyi uygularken EMG kayıtları tekrar alındı. Deneklere yaptırılan fonksiyonel aktiviteler sırasıyla şunlardır; a) düz bir zeminde 5 metre yürüme, b) basamak yüksekliği 15 cm olan merdivende 3 basamak çıkmak, c) basamak yüksekliği 15 cm olan merdivende 3 basamak inmek, d) 30 cm

yüksekten aşağıya doğru tek bacak üzerine sıçramak, e) çift bacak squat (45° fleksiyon açısında 5 saniye), f) tek bacak squat (45° fleksiyon açısında 5 saniye), g) tek bacak üzerinde ileriye doğru 30 cm sıçrama, h) tek bacak ileriye doğru maksimal sıçrama ve i) tek bacak üzerinde aşağıdan yukarıya sıçrayıp tekrar aynı bacak üzerine düşme.

Elektromiyografik aktiviteler, taşınabilir 8 kanallı kas EMG aleti (ME3000P, Mega Electronics, Kuopio, Finland) kullanılarak yukarıda sayılan 8 kas grubundan kaydedildi. Sinyaller elektrotlara yakın yerleşik, düşük geçiş filtreli (8-500 Hz, -3db points), 12-bit analog-dijital dönüşümlü analog ayırıcı amplifikatörler ile büyütülmüş ve bir mikrobilgisayarda (Mega Electronics, ME3000P sistem) depolandı. Bu birim analog EMG sinyalini 1000 Hz frekansında örneklemeaktadır. Kayıt sırasında, veriler optik bir kablo ile kişisel bir bilgisayara aktarıldı ve ham EMG amplitüd değerleri (μV) ME3000P yazılımı (MegaWin v2.2, Mega Electronics) ile otomatik olarak hesaplandı. Depolanmış ham EMG verisi yazılım tarafından abzolüt ortalama karekök amplitüd değerleri (μV) olarak ifade edildi. Daha sonra tüm fonksiyonel aktiviteler sırasında kaslardan elde edilen bu ham değerler her bir kas grubunun izometrik kasılma sırasında ölçülen MİK değerlerine göre oranlanıp sonuçlar yüzde değer olarak ifade edildi.

10. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmede SPSS istatistik programı (v. 13,0) kullanıldı. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde ifade edildi. İstatistiksel anlamlılık olarak $p < 0.05$ alındı. Dönemler arasındaki değişimin (ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 2. ve 4. ay) değerlendirilmesi yüzdesel değişim hesaplanarak yapıldı.

Her bir grup için (hasta ve kontrol grubu) dönemler arasındaki ölçüm parametrelerindeki değişim farklılığı (ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 2. ve 4. ay) parametrik olmayan test olan Wilcoxon testi ile değerlendirilirken, her bir dönemde iki grup arasındaki farklılık ise Mann Whitney U testi ile analiz edildi. Ölçüm dönemleri arasındaki (cerrahi öncesi ile 2. ay ve 2. ay ile 4.ay

arası) EMG ölçümlerinin yüzdesel değışim değeri ile diğer kuvvet, propiosepsiyon ve fonksiyonel test sonuçlarının yüzdesel değışim değeri arasındaki ilişkinin incelenmesi Pearson korelasyon testi ile yapıldı. Bu ölçüm sadece hasta grupta gerçekleştirildi.

BULGULAR

1. Deneklerin Fiziksel Özellikleri:

Hastaların fiziksel özellikleri tablo-1 de özetlenmiştir. Hasta (n=10) ve kontrol (n=10) grubu yaş, boy ve kilo bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemekteydi ($p > 0.05$).

Tablo-1: Hastaların bazı fiziksel özelliklerinin ortalama değerleri (Ortalama±Standart Sapma (minimum-maksimum)).

	HASTA (n=10)	KONTROL (n=10)	p
Yaş (yıl)	26.0±5.7 (18-36)	25.0±4.0 (21-34)	p > 0.05
Boy (cm)	175.0±5.8 (169-189)	174.0±6.9 (165-185)	p > 0.05
Kilo (kg)	74.0±7.3 (60-85)	71.0±4.7 (65-79)	p > 0.05
YAR-CER (gün)	16.6±7.4 (8-28)	-	-

YAR-CER = yaralanma ile cerrahi arasındaki süre.

2. Diz Muayenesi:

Ameliyat öncesi (Pre-op), ameliyattan 2 (PO2) ve 4 ay (PO4) sonra diz eklemi muayenesinde bakılan eklem hareket açıklığı ve uyluk, baldır ve diz çevresi ölçüm farklarının görünümü Tablo-2' de verilmiştir. Ameliyat öncesine göre ameliyat sonrasındaki ölçüm dönemlerinin hiç birinde bu parametrelerde anlamlı bir değişimin olmadığı tabloda görülmektedir. Bununla birlikte, cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 2. ve 4. ayda iki grup

arasındaki karşılaştırmaya bakıldığında tüm dönemlerde hasta grubu değerlerin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve 4. ayda henüz kontrol grubu değerlerine ulaşmamış olduğu da görülmektedir ($p<0.01-0.001$). Lachman testi ile değerlendirilen ÖÇB stabilitesinin muayene sonuçları Tablo-3' de verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi hasta grubundaki tüm deneklerde ameliyat sonrası ÖÇB stabilitesi normale dönmüştür.

Tablo-2: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerindeki diz muayene bulguları (Ortalama±Standart Sapma).

	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
DÇÖF (cm)	1.2±0.4	1.8±0.9	1.0±0.0	0.0±0.0 ^{aaa}	0.0±0.0 ^{aaa}	0.0±0.0 ^{aaa}
D5ÇÖF (cm)	-0.9±0.1	-1.5±1.3	-1.2±0.8	0.0±0.0 ^{aaa}	0.0±0.0 ^{aaa}	0.0±0.0 ^{aaa}
D15ÇÖF (cm)	0.5±1.2	-1.5±0.7	-1.5±0.7	0.0±0.0 ^{aa}	0.0±0.0 ^{aaa}	0.0±0.0 ^{aaa}
BÇÖF (cm)	0.0±0.0	-1.1±1.0	-1.2±0.6	0.0±0.0	0.0±0.0 ^{aaa}	0.0±0.0 ^{aaa}
FLEKS (°)	137.0±1.6	133.8±3.4	138.1±1.4	142.0±1.3 ^{aaa}	142.0±1.3 ^{aaa}	142.7±1.3 ^{aaa}
HİEKS (°)	3.7±1.3	2.8±1.1	3.8±1.0	2.9±0.9	2.9±0.9	2.9±0.9

^{aa} $p<0.01$ (hasta gruba göre); ^{aaa} $p<0.001$ (hasta gruba göre)

DÇÖF = Diz çevre ölçüm farkı; D5ÇÖF = Uyluk 5 cm çevre ölçüm farkı; D15ÇÖF = Uyluk 15 cm çevre ölçüm farkı; BÇÖF = Baldır çevre ölçüm farkı; FLEKS = Fleksiyon açısı; HİEKS = Hiperekstansiyon açısı; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

Tablo-3: Uluslararası Diz Dokümantasyon Formuna göre ÖÇB stabilite değerlendirmesi.

	Hasta (n=10)				Kontrol (n=10)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Preop	0	0	0	10	10	0	0	0
PO2	10	0	0	0	10	0	0	0
PO4	10	0	0	0	10	0	0	0

A = Normal; B = +1; C = +2; D = +3; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

3. İzometrik Kas Kuvveti:

Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde diz izometrik kuvvet ölçümleri Tablo-4' de verilmiştir. Hasta gruptaki quadriceps kas kuvveti cerrahi öncesi değere göre cerrahi sonrası 2. ve 4. ayda daha düşük olduğu yönünde bir görünüm sergilemesine rağmen bu anlamlı seviyeye ulaşmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubu ile yapılan karşılaştırmada ise cerrahi sonrası 2. ve 4. ayda hasta grubunun quadriceps izometrik kuvvetinin daha düşük olduğu ölçülmüştür ($p<0.01$). Hamstring kas kuvvetine bakıldığında ise kuvvet değerlerinde cerrahi öncesine göre 2. ayda anlamlı bir düşüş olmuş ($p<0.05$) ve 4. ayda cerrahi öncesi değerlerine göre düşük seviyede görünmesine rağmen istatistiksel anlamlı bir düzeye ulaşmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda benzer ölçüm dönemlerinde herhangi bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Quadriceps kas kuvvetinde olduğu gibi hasta gruptaki hamstring kas kuvveti de cerrahi sonrası her iki ölçüm döneminde kontrollere göre daha düşük çıkmıştır ($p<0.01$).

Tablo-4: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde diz eklemi fleksör ve ekstansör kaslarının izometrik kuvvet değerleri (Nm, Ortalama±Standart Sapma)

	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
Ekstansör 60° (Nm)	245±83	177±105	190±43	273±31	271±28 ^{aa}	270±27 ^{aa}
Fleksör 30° (Nm)	172±66	116±44*	131±23	167±18	169±18 ^{aa}	169±18 ^{aa}

Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO 4 = Ameliyat sonrası 4. ay
* $p<0.05$ (preop' a göre), ^{aa} $p<0.01$ (hasta gruba göre)

4. İzokinetik Konsentrik Kas Kuvveti:

Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde diz ekstansör ve fleksör kaslarının 3 farklı açısız hızdaki izokinetik konsentrik kuvvet

değerleri Tablo–5 ve Tablo–6' da verilmiştir. Kontrol grubunda hiçbir dönemde farklılık olmamasına rağmen ($p>0.05$), hasta grubun quadriceps kuvvet değerleri 60° /saniye açısız hızda cerrahi öncesine göre 2. ve 4. ayda anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p<0.05$). 300° /saniye açısız hızda ise 2. aydaki düşüş ($p<0.05$), 4 ayda tekrar benzer seviyelere ulaşmıştır ($p>0.05$). Kontrol gruba göre yapılan karşılaştırmada ise hasta gruptaki konsentrik quadriseps kas kuvveti her 3 açısız hızda cerrahi öncesi farklı olmamasına rağmen ($p>0.05$) cerrahi sonrası tüm dönemlerde daha düşük çıkmıştır ($p<0.05-0.01$). Hamstring kuvveti benzer şekilde sadece 60° /saniye açısız hızda ameliyat sonrası tüm dönemlerde ameliyat öncesine göre anlamlı düşük seviyede kalmıştır ($p<0.05$) ve 4. aya kadar kontrol grubu değerlerinin altında seyretmiştir ($p<0.05-0.01$). Kontrol grubunda hamstring kuvveti açısından ölçüm dönemlerinde istatistiksel anlamlı bir farklılık olmamıştır ($p>0.05$).

Tablo–5: Hasta ve kontrol grubunda preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde quadriceps kasının 3 farklı açısız hızdaki kuvvet değerleri (Nm, Ortalama±Standart Sapma).

	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
60°/sn	173±54	108± 56*	120±45*	208±27	211±22 ^{aa}	211±22 ^{aa}
180°/sn	116±42	86±53	90±27	125±21	125±21 ^{aa}	124±20 ^{aa}
300°/sn	83±26	55±33*	67±28	92±7	86±9 ^a	86±10 ^a

Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO 4 = Ameliyat sonrası 4. ay
^{*} $p<0.05$ (preop' a göre), ^a $p<0.05$ (hasta gruba göre), ^{aa} $p<0.01$ (hasta gruba göre)

Tablo–6: Hasta ve kontrol grubunda preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde hamstring kasının 3 farklı açısaldaki kuvvet değeri (Nm, Ortalama±Standart Sapma).

	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
60°/sn	134±34	107±45*	116±40*	143±8	143±9 ^a	142±9 ^{aa}
180°/sn	105±25	91±27	93±20	103±13	104±11	105±11
300°/sn	86±24	76±29	74±17	75±15	77±15	76±12

Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO 4 = Ameliyat sonrası 4. ay
*p<0.05 (preop' a göre), ^ap<0.05 (hasta gruba göre), ^{aa}p<0.01 (hasta gruba göre)

5. Diz Eklemi Propriosepsiyon Değerlendirmesi:

5.a. Eklem Pozisyon Hissi Testi:

20°, 45° ve 70° deki aktif ve pasif diz eklem pozisyon hissi değeri Tablo–7 ve Tablo–8' de verilmiştir. Aktif olarak eklem pozisyon hissi testinde her 3 açıda tüm dönemler arasında bir değişim olmamasına rağmen (p>0.05), 20° deki pasif eklem pozisyon hissi testi 4. ayda hem cerrahi öncesi (p<0.05), hem de 2. aya göre anlamlı bir düzelme göstermiştir (p<0.01). Kontrol grubunda aktif ve pasif eklem pozisyon hissi testlerinde bu dönemlerde bir değişim olmamıştır (p<0.05). Bununla birlikte, kontrol gruba göre hasta grupta 45° deki aktif eklem pozisyon hissi cerrahi sonrası 4. ayda daha düşük çıkarken (p<0.01), 20° deki pasif eklem pozisyon hissi ise 2. (p<0.01) ve 4. (p<0.05) ayda daha yüksek çıkmıştır.

Tablo-7: Hasta ve kontrol grubunda preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde 20°, 45° ve 70° deki aktif diz eklem pozisyon hissi değerleri (°, Ortalama±Standart Sapma).

	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
20°	13.0±7.2	14.6±5.3	11.0±5.3	12.6±12.7	12.1±11.1	9.7±9.1
45°	7.1±5.9	7.5±4.7	5.9±1.7	8.1±5.5	8.3±3.8	9.3±2.4 ^{aa}
70°	4.3±2.7	5.2±3.2	4.6±2.0	5.9±2.7	5.7±1.1	5.0±0.6

Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO 4 = Ameliyat sonrası 4. ay
^{aa}p<0.01 (hasta gruba göre)

Tablo-8: Hasta ve kontrol grubunda preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde 20°, 45° ve 70°deki pasif diz eklem pozisyon hissi değerleri (°, Ortalama±Standart Sapma).

	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
20°	9.3±5.5	8.8 ±3.9	7.1±2.8 ^{*,‡‡}	5.1±3.8	4.0±1.4 ^{aa}	4.6±0.9 ^a
45°	6.1±4.8	6.0±3.7	4.8±2.5	5.5±1.9	6.5±0.7	5.6±0.8
70°	12.3±20.6	3.9±2.4	3.6±1.1	5.2±4.2	4.5±2.0	4.4±1.1

Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO 4 = Ameliyat sonrası 4. ay
^{*}p<0.05 (preop' a göre), ^{‡‡}p< 0.01 (2. ay' a göre), ^ap<0.05 (hasta gruba göre), ^{aa}p<0.01 (hasta gruba göre)

5.b. Tek bacak denge testi:

Hastaların ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde tek bacak üzerinde hata yapmadan dengede durabildikleri süreler Tablo-9' da verilmiştir. Hasta grubu cerrahi öncesi (p<0.05) ve sonrası 2. aya (p<0.05) göre 4. ayda tek bacak üzerinde hata yapmadan daha uzun süre durabilmişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki deneklerde de 4. aydaki ölçüm değerleri cerrahi öncesi duruma göre anlamlı yüksek bulunmuştur (p<0.01).

Tablo-9: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde tek bacak üzerinde hata yapmadan durabildikleri süreler (Ortalama±Standart Sapma)

	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO 2	PO4	Preop	PO 2	PO4
TBD (sn)	20.0±13.4	22.2±17.7	34.6±20.2* [‡]	28.2±17.3	28.0±16.9	37.3±15.2**

TBD = Tek bacak denge; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO 4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre), **p<0.01 (preop' a göre), [‡]p<0.05 (2. ay' a göre)

6. Fonksiyonel Aktivite Değerlendirilmesi:

Tablo-10' da her iki grubun cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 2. ve 4. aydaki fonksiyonel test sonuçları verilmiştir. Hasta grupta tek adım sıçrama mesafesi ameliyat öncesine göre 2. ayda anlamlı bir düşme göstermesine rağmen (p<0.05) 4. ayda bu farklılık kalkmıştır (p>0.05). Hasta grubunda diğer test sonuçları ve kontrol grubunun sonuçları 3 dönem arasında bir farklılık göstermemiştir (p>0.05). Buna karşılık ölçüm kontrol grubuna göre dönemlerinde olan farklılığa bakıldığında hasta grupta cerrahi öncesi mevcut olan (p<0.01) her 3 fonksiyonel test sonuçlarındaki düşüklük cerrahi sonrası 2. (p<0.01) ve 4. (p<0.05-0.01) ayda da devam etmiştir.

Tablo–10: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde 3 farklı fonksiyonel test sonuçları (Ortalama±Standart Sapma)

	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
TAS (cm)	134.5±25.2	105.3±28.8*	126.6±36	172.6±24 ^{aa}	172.0±25 ^{aa}	171.8±24 ^a
ÜAS (cm)	436.2±82.8	355.4±102.3	406.1±90.6	549.0±68.1 ^{aa}	552.2±70 ^{aa}	557.0±68 ^{aa}
AMSZ (sn)	2.4±0.50	3.1±1.00	2.6±0.6	1.7±0.2 ^{aa}	1.7±0.2 ^{aa}	1.7±0.2 ^{aa}

TAS = Tek adım sıçrama; ÜAS = Üç adım sıçrama; AMSZ = Altı metre sıçrama zamanı; TBD = Tek bacak durma; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO 4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre), ^ap<0.05 (hasta gruba göre), ^{aa}p<0.01 (hasta gruba göre)

7. Fonksiyonel aktiviteler esnasındaki yüzeyel EMG ölçümleri:

Hasta ve kontrol grubunda preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde 9 farklı fonksiyonel aktivite sırasında alt ekstremiteye ait 8 farklı kas grubunun EMG sonuçları Tablo–11–19' da verilmiştir. Kontrol grubunda herhangi bir değişiklik olmamasına rağmen hasta grupta yürüme (Tablo–11) ve merdiven çıkma (Tablo–12) aktivitesi sırasında alt ekstremitte kasları içerisinde sadece biceps femoris kasında cerrahi öncesine göre cerrahi sonrası 2. ayda anlamlı bir artış olmuş (p<0.05) ve bu 4. aya kadar devam etmiştir. Buna karşılık merdiven inme (Tablo–13) sırasında sadece gastroknemius medial bölümde cerrahi sonrası 2. ayda anlamlı bir artış (p<0.05) meydana gelmiş ve bu 4. ayda da devamlılık göstermiştir. Kontrol grubuna göre olan karşılaştırma ele alındığında; yürüme, merdiven çıkma ve inme aktiviteleri içerisinde sadece merdiven çıkma sırasında cerrahi sonrası 2. aydaki vastus medialis ve 4. aydaki rektus femoris kas grubunun elektromiyografik aktivitesi hasta grupta anlamlı olarak kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur (p<0.05).

Tablo-11: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde yürüme sırasındaki alt ekstremitte kas aktiviteleri (%MİK, Ortalama±Standart Sapma)

%MİK	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
RF	4.5±4.3	3.4±1.8	3.3±1.6	9.7±12.5	9.4±12.5	9.4±12.6
VM	5.2±4.2	7.0±4.2	6.9±5.5	8.2±4.8	8.2±4.7	8.1±4.6
VL	6.2±4.1	6.0±2.9	6.8±4.1	10.7±5.7	9.4±6.3	11.1±5.0
TA	12.0±5.6	12.2±3.4	10.7±3.9	11.6±4.5	10.8±4.0	11.5±4.6
ST	7.7±3.3	10.0±5.6	8.4±5.4	11.1±7.5	11.7±8.1	10.8±7.8
BF	8.3±3.3	15.2±7.1*	12.7±10.8	13.7±12.6	13.3±13.1	13.6±12.7
GM	10.3±4.4	13.8±4.0	13.6±3.4	12.1±6.0	12.6±5.1	12.5±5.2
GL	9.5±3.8	10.6±4.4	9.6±3.8	9.3±4.1	8.6±3.8	9.1±4.3

MİK= Maksimal istemli kontraksiyon; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre)

Tablo-12: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde merdiven çıkma sırasındaki alt ekstremitte kas aktiviteleri (%MİK, Ortalama±Standart Sapma).

%MİK	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
RF	6.6±4.3	4.4±1.5	4.1±1.7	7.3±4.3	7.2±4.5	7.5±4.1 ^a
VM	12.3±4.6	11.9±4.4	14.8±8.1	18.9±6.4 ^a	19.0±7.0 ^a	18.0±6.1
VL	12.2±5.3	10.1±3.4	13.3±8.3	17.7±6.4 ^a	15.2±7.1	17.9±6.0
TA	15.5±6.1	18.4±5.1	15.3±6.3	18.3±2.2	17.1±6.9	16.9±6.1
ST	11.0±4.0	16.7±10.9	11.3±7.8	13.5±7.1	13.5±7.2	13.3±7.4
BF	14.9±6.0	28.3±13.5*	20.7±14.9	19.1±16.5	18.5±17.1	18.7±16.9
GM	14.4±5.1	22.5±8.3	19.6±6.1	20.5±7.2	20.5±7.5	19.9±7.6
GL	14.8±5.6	20.4±9.1	16.3±5.7	15.9±6.4	15.4±6.3	15.6±6.7

MİK= Maksimal istemli kontraksiyon; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre), ^ap<0.05 (hasta gruba göre)

Tablo-13: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde merdiven inme sırasındaki alt ekstremite kas aktiviteleri (%MİK, Ortalama±Standart Sapma).

%MİK	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
RF	6.2±3.2	5.0±3.1	4.7±2.1	8.9±6.8	8.6±7.0	8.7±6.8
VM	12.5±5.9	12.0±5.9	13.4±8.0	21.2±11.3	20.9±12.7	20.6±11.7
VL	11.6±5.9	10.0±3.8	12.9±8.5	18.5±8.1	16.7±9.9	19.1±7.4
TA	15.6±6.4	13.0±4.0	11.2±4.3	12.2±3.9	11.4±3.8	11.8±4.3
ST	10.2±5.5	12.2±8.3	8.3±5.5	11.1±6.4	10.8±6.6	10.8±6.6
BF	11.2±4.8	15.2±6.0	12.1±6.1	12.1±8.3	11.9±9.3	11.8±8.6
GM	13.3±6.2	21.0±8.2*	18.5±5.0	17.0±6.9	16.8±6.8	16.4±7.2
GL	11.7±4.9	15.3±7.4	16.3±5.6	13.2±7.4	12.3±6.6	13.0±7.5

MİK= Maksimal istemli kontraksiyon; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre)

Çift bacak ile squat aktivitesi sırasında her iki grubun alt ekstremite kaslarında ameliyat sonrası dönemde öncesine göre bir değişiklik izlenmemesine rağmen (Tablo-14, p>0.05), hasta grupta kontrol gruba göre cerrahi öncesi (p<0.05) düşük olan tibialis anteriordaki kas aktivitesi cerrahi sonrası 2. (p.<0.01) ve 4. (p<0.05) ayda da devam etmiştir.

Tablo–14: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde çift bacak squat sırasındaki alt ekstremitte kas aktiviteleri (%MİK, Ortalama±Standart Sapma).

%MİK	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
RF	10.9±5.8	6.6±3.1	7.4±5.7	14.3±13.2	14.0±12.7	13.8±12.4
VM	25.0±14.7	20.2±9.0	27.4±22.3	34.9±17.9	34.2±17.0	34.7±18.1
VL	25.0±15.6	20.8±11.8	20.7±10.7	30.4±14.8	26.5±15.5	32.5±17.4
TA	9.2±15.0	5.1±5.3	7.2±8.5	26.2±19.7 ^a	24.0±15.8 ^{aa}	23.2±21.0 ^a
ST	4.3±4.6	3.2±2.1	3.1±3.0	6.4±7.4	5.5±4.9	6.6±7.5
BF	8.7±8.3	7.7±8.6	7.9±6.5	10.4±10.7	9.7±10.2	10.7±10.9
GM	5.2±4.1	4.6±2.5	4.0±2.0	4.3±1.6	4.1±1.3	5.0±3.1
GL	5.7±2.5	7.4±4.7	4.9±2.9	4.3±2.2	3.8±1.5	7.4±10.5

MİK= Maksimal istemli kontraksiyon; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

^ap<0.05 (hasta gruba göre), ^{aa}p<0.01 (hasta gruba göre)

Tek bacak ile squat aktivitesi sırasında hasta grupta rektus femoris kasında 2. ayda ($p<0.01$) ve tibialis anterior kasında ise 2. ve 4. ayda ($p<0.05$) cerrahi öncesine göre anlamlı bir azalma gözlenmiştir (Tablo–15). Kontrol gruba göre hasta grupta cerrahi öncesi yüksek olan rektus femoris kas aktivitesi ($p<0.05$) 2. ayda hasta grupta düşmesiyle birlikte 2. aydan itibaren kontrol grubu değerlerine inmiştir.

Tablo–15: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde tek bacak squat sırasındaki alt ekstremite kas aktiviteleri (%MİK, Ortalama±Standart Sapma).

%MİK	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
RF	24.4±5.3	10.9±4.5**	14.3±6.9	15.7±9.7 ^a	14.9±8.7	15.4±2.6
VM	49.0±22.2	37.7±13.9	59.3±35.8	50.7±21.2	50.8±24.8	48.7±20.4
VL	47.3±23.7	36.0±18.2	38.8±15.7	43.2±16.9	37.2±19.0	42.1±13.8
TA	22.9±14.4	16.5±9.3*	13.2±9.0*	25.6±19.1	23.5±16.5	26.2±19.4
ST	10.0±9.9	6.2±4.5	5.7±4.1	9.7±7.4	8.8±5.4	10.5±8.1
BF	13.1±11.0	18.3±18.4	17.3±12.5	15.9±11.3	15.2±11.4	17.1±12.5
GM	14.7±9.2	14.0±4.4	14.9±7.1	13.2±6.8	12.5±6.8	12.7±30.3
GL	20.7±9.1	22.5±9.3	21.1±8.8	17.9±10.6	16.8±10.9	21.9±21.4

MİK= Maksimal istemli kontraksiyon; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre), **p<0.01 (preop' a göre), ^ap<0.05 (hasta gruba göre)

Yukarıdan tek ayak üzerine düşme aktivitesinde sadece hasta gruptaki deneklerin rektus femoris kaslarında 2. ayda anlamlı bir azalma ortaya çıkmıştır (Tablo–16, p<0.05). Bununla birlikte, tibialis anterior kas aktivitesi hasta grupta kontrol gruba göre cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 2. ayda benzer olmasına rağmen (p>0.05), 4. ayda azalma göstermiştir (p<0.05).

Tablo–16: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde yukarıdan tek ayak üzerine düşme sırasındaki alt ekstremitte kas aktiviteleri (%MİK, Ortalama±Standart Sapma).

%MİK	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
RF	30.9±14.1	21.8±10.2*	27.1±12.1	38.8±18.1	35.6±19.2	39.2±18.2
VM	53.2±18.6	48.8±19.3	64.7±35.1	77.2±35.1	78.6±45.1	74.3±36.5
VL	45.5±22.0	46.4±23.6	44.8±22.8	59.0±30.9	49.6±31.0	61.5±29.9
TA	31.0±10.6	28.1±11.9	26.9±16.9	35.8±13.2	36.0±13.3	37.8±11.0 ^a
ST	25.1±10.5	30.9±37.7	20.6±13.7	25.6±14.3	25.0±14.4	27.0±13.5
BF	38.4±22.8	48.4±31.3	38.3±14.8	43.5±33.9	42.7±38.3	43.9±34.7
GM	54.4±24.8	52.8±25.4	73.9±42.0	70.8±23.0	71.6±24.7	74.5±33.7
GL	51.2±20.5	52.7±24.5	60.8±22.9	62.3±19.4	60.4±22.3	63.3±21.5

MİK= Maksimal istemli kontraksiyon; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre), ^ap<0.05 (hasta gruba göre)

İleri doğru tek bacak ile sıçrama sırasında yine sadece hasta gruptaki deneklerde cerrahi öncesine göre rektus femoris kasında 2. ve 4. ayda (p<0.05), tibialis anterior kasında 2. ayda (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı azalmalar olmuştur (Tablo–17). İki grup arasındaki karşılaştırma bakımından tüm ölçüm dönemlerinde gruplar arasında anlamlı bir değişim bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo–17: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde tek bacak üzerinde ileriye doğru sıçrama sırasındaki alt ekstremitte kas aktiviteleri (%MİK, Ortalama±Standart Sapma).

%MİK	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
RF	38.0±15.5	25.2±9.4*	26.5±11.0*	38.1±20.7	35.0±16.6	39.3±19.0
VM	62.7±25.5	50.6±19.3	61.4±29.8	76.0±34.9	79.3±43.3	74.9±33.7
VL	52.2±27.0	67.2±56.6	47.2±23.1	54.4±20.5	47.8±23.4	55.7±17.1
TA	42.2±19.3	34.4±13.6	33.5±16.9*	51.8±30.2	46.9±29.7	51.2±30.7
ST	37.4±21.0	36.3±32.8	22.3±15.3	29.8±16.4	28.5±16.5	29.3±16.7
BF	46.1±23.5	61.2±35.7	46.2±19.9	53.6±41.9	50.9±41.4	53.4±42.1
GM	54.2±18.9	58.4±20.8	63.8±23.0	74.1±32.7	74.4±32.0	75.5±33.7
GL	57.1±17.8	53.0±21.2	59.2±22.1	57.4±29.2	62.9±33.7	62.4±30.1

MİK= Maksimal istemli kontraksiyon; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre)

İleri doğru tek bacak ile maksimal sıçrama sırasında ise sadece rektus femoris kasında cerrahi öncesine göre 2. ayda (p<0.05) anlamlı düşme ortaya çıkmış ve kontrol grubuna göre 2. (p<0.05) ve 4. (p<0.05) ayda düşük seviyede kalmaya devam etmiştir (Tablo–18).

Aşağıdan yukarı doğru yapılan maksimal sıçrama ve yere düşme sırasındaki aktivitede ise hasta grubundaki deneklerde cerrahi öncesi döneme göre 2. ayda rektus femoris (p<0.05) ve 4. ayda da tibialis anterior (p<0.05) ve semitendinosus (p<0.05) kaslarında anlamlı azalma izlenirken kontrol grubunda herhangi bir değişim olmamıştır (Tablo–19, p>0.05). Kontrol grup ile yapılan karşılaştırma gözden geçirildiğinde rektus femoris, medial ve lateral gastroknemius kas bölümlerindeki elektromiyografik aktivite 2. ayda hasta grupta anlamlı olarak daha az bulunmuştur (p<0.05).

Tablo-18: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde tek bacak üzerinde ileriye doğru maksimal sıçrama sırasındaki alt ekstremite kas aktiviteleri (%MİK, Ortalama±Standart Sapma).

%MİK	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
RF	47.3±20.6	32.8±11.0*	37.6±16.0	66.6±41.4	61.7±38.0 ^a	67.1±39.7 ^a
VM	72.5±22.1	64.0±17.6	88.9±50.4	94.3±63.9	98.1±67.9	93.4±61.9
VL	63.3±26.1	54.2±23.1	67.6±41.7	76.4±32.1	67.2±33.5	79.5±27.3
TA	46.2±17.8	42.0±15.1	40.5±20.7	53.8±21.3	47.6±16.4	53.8±20.9
ST	46.6±18.3	42.1±28.7	37.9±25.2	47.1±31.1	50.6±32.0	47.8±30.7
BF	54.9±24.5	68.7±42.6	59.9±32.9	59.5±38.1	64.6±46.8	62.0±37.0
GM	63.5±20.7	69.0±25.3	74.5±25.4	86.6±47.8	95.8±44.6	88.2±48.3
GL	65.3±24.0	59.8±23.7	71.0±23.6	82.9±47.9	90.8±46.5	84.1±46.5

MİK= Maksimal istemli kontraksiyon; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre), ^ap<0.05 (hasta gruba göre)

Tablo-19: Hasta ve kontrol grubunun preop, 2. ve 4. ay dönemlerinde aşağıdan yukarı doğru maksimal sıçrama sırasındaki alt ekstremite kas aktiviteleri (%MİK, Ortalama±Standart Sapma).

%MİK	Hasta (n=10)			Kontrol (n=10)		
	Preop	PO2	PO4	Preop	PO2	PO4
RF	48.9±20.1	33.1±17.1**	41.3±27.1	68.8±42.2	58.8±27.5 ^a	61.8±27.6
VM	84.9±28.2	74.1±16.8	92.8±43.4	96.5±46.2	101.8±47.0	96.6±43.9
VL	65.1±29.4	60.5±20.0	66.9±30.7	75.8±37.6	72.7±43.3	81.7±34.3
TA	34.4±15.7	34.7±13.1	26.7±16.6*	44.0±18.8	38.5±21.0	42.0±20.2
ST	34.6±14.0	30.4±22.7	24.8±2.1*	40.6±29.6	40.7±29.3	38.8±30.1
BF	47.4±25.1	52.7±32.8	40.9±25.4	53.2±41.9	55.6±42.2	54.7±41.2
GM	62.1±23.1	55.4±20.8	67.7±22.9	85.6±37.6	93.1±46.1 ^a	87.9±37.8
GL	65.4±25.9	56.6±22.1	64.9±24.9	87.5±37.5	93.7±46.6 ^a	87.0±40.0

MİK= Maksimal istemli kontraksiyon; Preop = Ameliyat öncesi; PO2 = Ameliyat sonrası 2. ay; PO4 = Ameliyat sonrası 4. ay

*p<0.05 (preop' a göre), **p<0.01 (preop' a göre), †p<0.05 (2. ay' a göre), ^ap<0.05 (hasta gruba göre)

8. Fonksiyonel aktiviteler sırasında alt ekstremite kaslarındaki EMG değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerin değişiminin korelasyon değerlendirmesi:

Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasındaki dönem içerisinde sadece hasta grupta fonksiyonel aktiviteler sırasında alt ekstremite kaslarındaki EMG aktivitelerindeki yüzdesel değişim ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzdesel değişim arasındaki ilişkiyi yansıtan korelasyon katsayıları Tablo 20 – 28’ de gösterilmiştir.

Tablo–20’ de görüldüğü gibi yürüme sırasında vastus lateralis kas aktivitesindeki artış ($p<0.05$) ve tibialis anterior kas aktivitesindeki azalma ($p<0.05$) ile 20°’ deki aktif açı bulmada meydana gelen düzelme ilişkili bulunmuştur. Bununla beraber, gastroknemius medialis kas aktivitesindeki artış ile birlikte 70°’ deki pasif açı bulmada oluşan düzelme arasında da yakın bir ilişki gözlenmiştir ($p<0.05$). Bunların dışında diğer kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki değişim ile yürüme sırasında alt ekstremite kas aktivitelerinde meydana gelen değişim arasında bir ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo–20: Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasında yürüme sırasında alt ekstremitelerde kaslarındaki EMG aktivitesinin yüzde değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzde değişimin ilişkisi (r).

r	RF	VM	VL	TA	ST	BF	GM	GL
TAS	0.10	0.08	0.26	0.47	0.40	-0.05	0.55	0.57
AMŞZ	0.30	-0.20	-0.13	-0.23	-0.34	0.26	0.07	-0.38
ÜAS	-0.18	0.33	0.43	0.44	0.37	-0.14	-0.24	0.54
TBD	-0.41	-0.25	-0.03	0.18	-0.41	-0.41	0.42	-0.08
AAB20	-0.11	-0.19	0.64*	0.68*	-0.04	-0.03	-0.18	0.61
AAB45	-0.22	-0.06	0.39	0.45	0.13	-0.20	-0.42	0.42
AAB70	0.48	0.15	-0.03	0.11	0.28	-0.04	0.03	-0.09
PAB20	-0.28	-0.25	-0.04	-0.01	-0.43	-0.35	-0.08	-0.30
PAB45	-0.34	-0.13	0.49	0.60	-0.23	-0.35	-0.13	0.35
PAB70	-0.09	-0.33	-0.21	-0.12	0.18	-0.17	0.70*	-0.05
İMQUAD	-0.09	0.18	0.38	0.21	0.45	-0.01	0.55	0.49
İMHAM	-0.14	-0.25	0.49	0.50	0.16	-0.13	0.07	0.57
İZQUAD60	-0.22	-0.34	-0.17	-0.02	0.22	-0.40	-0.24	0.08
İZHAM60	0.90	0.21	0.22	-0.08	0.38	-0.12	0.42	-0.10
İZQUAD180	-0.09	-0.23	-0.24	-0.11	0.26	-0.33	-0.18	-0.04
İZHAM180	-0.30	-0.38	0.36	0.55	-0.17	-0.17	-0.01	0.53
İZQUAD300	-0.27	-0.20	-0.27	-0.06	0.30	-0.42	0.58	0.08
İZHAM300	0.09	0.16	0.46	0.40	0.56	-0.02	-0.38	0.56

*p<0.05; TAS = Tek adım sıçrama; AMŞZ = Altı metre sıçrama zamanı; ÜAS = Üç adım sıçrama; TBD = Tek bacak denge; AAB20 = 20° de aktif açı bulma; AAB45 = 45° de aktif açı bulma; AAB70 = 70° de aktif açı bulma; PAB20 = 20° de pasif açı bulma; PAB45 = 45° de pasif açı bulma; PAB70 = 70° de pasif açı bulma; İMQUAD = İzometrik quadriseps; İMHAM = İzometrik hamstring; İZQUAD60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik hamstring

Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasındaki dönem boyunca merdiven çıkma sırasında alt ekstremitelerde kas aktivitelerindeki değişim ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerde meydana gelen değişim arasında bir ilişki bulunmamıştır (p>0.05, Tablo–21).

Tablo–21: Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasında merdiven çıkma sırasında alt ekstremitte kaslarındaki EMG aktivitesinin yüzde değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzde değişimin ilişkisi (r).

r	RF	VM	VL	TA	ST	BF	GM	GL
TAS	-0.16	0.08	0.57	0.56	0.15	-0.05	0.16	0.46
AMSZ	0.52	-0.13	-0.23	0.52	-0.05	0.22	0.06	-0.22
ÜAS	-0.29	0.24	0.37	0.39	0.00	-0.23	0.10	0.36
TBD	-0.51	-0.29	0.22	0.43	-0.33	-0.19	-0.17	-0.25
AAB20	0.29	-0.23	0.44	-0.32	-0.25	-0.22	0.35	0.31
AAB45	0.09	-0.14	0.24	0.01	-0.15	-0.37	0.11	0.13
AAB70	-0.01	0.06	0.31	-0.04	0.09	0.03	-0.17	0.07
PAB20	-0.27	-0.24	0.06	0.15	-0.18	-0.03	-0.15	-0.41
PAB45	-0.23	-0.17	0.57	0.45	-0.26	-0.24	0.12	0.02
PAB70	0.06	-0.34	-0.23	0.14	0.12	-0.12	-0.09	-0.12
İMQUAD	-0.17	0.21	0.22	0.28	0.35	0.14	0.27	0.38
İMHAM	0.09	-0.21	0.41	-0.23	0.12	0.00	0.35	0.27
İZQUAD60	-0.37	-0.38	-0.01	0.00	0.07	-0.08	-0.18	-0.07
İZHAM60	-0.016	.125	-.120	0.46	.248	.041	-.032	-.016
İZQUAD180	-0.44	-0.29	-0.03	-0.25	0.15	0.01	-0.23	-0.06
İZHAM180	-0.17	-0.39	0.43	0.28	-0.25	-0.12	0.24	0.25
İZQUAD300	-0.17	-0.39	0.43	0.47	-0.25	-0.12	0.24	0.25
İZHAM300	-0.08	0.18	0.47	0.45	0.35	0.14	0.29	0.51

p>0.05; TAS = Tek adım sıçrama; AMSZ = Altı metre sıçrama zamanı; ÜAS = Üç adım sıçrama; TBD = Tek bacak denge; AAB20 = 20° de aktif açı bulma; AAB45 = 45° de aktif açı bulma; AAB70 = 70° de aktif açı bulma; PAB20 = 20° de pasif açı bulma; PAB45 = 45° de pasif açı bulma; PAB70 = 70° de pasif açı bulma; İMQUAD = İzometrik quadriseps; İMHAM = İzometrik hamstring; İZQUAD60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik hamstring

Merdiven inme sırasında tibialis anterior kas aktivitesinde oluşan azalma ile tek adım sıçrama mesafesi (p<0.05) ve 70° deki aktif açı bulmada (p<0.05) meydana gelen azalma arasındaki ilişki dışında diğer veriler arasında bir ilişki elde edilememiştir (p>0.05, Tablo–22).

Tablo-22: Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasında merdiven inme sırasında alt ekstremitte kaslarındaki EMG aktivitesinin yüzde değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzde değişimin ilişkisi (r).

r	RF	VM	VL	TA	ST	BF	GM	GL
TAS	0.12	0.10	0.17	0.65*	0.03	0.09	0.21	0.57
AMSZ	0.29	-0.18	-0.07	-0.41	-0.02	0.14	-0.06	-0.37
ÜAS	0.04	0.30	0.24	0.48	0.11	-0.03	0.29	0.58
TBD	-0.52	-0.28	-0.16	0.09	-0.33	-0.34	-0.06	-0.25
AAB20	0.50	-0.17	0.17	-0.14	-0.33	-0.05	0.62	0.53
AAB45	0.40	-0.07	0.05	-0.14	-0.31	-0.20	0.35	0.34
AAB70	0.35	0.10	0.00	0.76*	0.24	0.06	-0.16	0.04
PAB20	-0.36	-0.24	-0.07	-0.13	-0.21	-0.22	-0.08	-0.49
PAB45	-0.04	-0.11	0.15	0.18	-0.30	-0.19	0.37	0.14
PAB70	0.19	-0.28	-0.15	-0.48	-0.39	-0.24	-0.06	-0.16
İMQUAD	-0.02	0.29	0.46	0.17	0.13	0.18	0.36	0.41
İMHAM	0.27	-0.13	0.31	-0.14	-0.31	0.02	0.53	0.35
İZQUAD60	-0.27	-0.34	-0.16	-0.07	-0.25	-0.26	-0.08	-0.02
İZHAM60	0.26	0.24	0.29	-0.03	0.17	0.02	0.13	-0.01
İZQUAD180	-0.29	-0.22	-0.10	0.11	-0.15	-0.22	-0.18	-0.11
İZHAM180	-0.12	-0.35	0.04	-0.05	-0.45	-0.16	0.42	0.38
İZQUAD300	-0.30	-0.26	-0.30	0.02	-0.21	-0.36	-0.21	0.06
İZHAM300	0.17	0.24	0.44	0.47	0.20	0.25	0.40	0.62

*p<0.05; TAS = Tek adım sıçrama; AMSZ = Altı metre sıçrama zamanı; ÜAS = Üç adım sıçrama; TBD = Tek bacak denge; AAB20 = 20° de aktif açı bulma; AAB45 = 45° de aktif açı bulma; AAB70 = 70° de aktif açı bulma; PAB20 = 20° de pasif açı bulma; PAB45 = 45° de pasif açı bulma; PAB70 = 70° de pasif açı bulma; İMQUAD = İzometrik quadriseps; İMHAM = İzometrik hamstring; İZQUAD60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik hamstring

Çift bacak squat sırasında rektus femoris (p<0.01), vastus lateralis (p<0.05) ve tibialis anterior (p<0.05) kas aktivitelerindeki azalma yüzdesi ile 20° deki aktif açı bulmada meydana gelen düzelme ve semitendinosus kas aktivitesindeki azalma ile quadriseps kasının 60°/sn (p<0.05) ve 300°/sn (p<0.05) hızdaki konsentrik izokinetik kuvvetindeki azalma arasında anlamlı

bir ilişki bulunmuştur. Bunların dışında diğer parametreler arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$, Tablo–23).

Tablo–23: Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasında çift bacak ile squat sırasında alt ekstremite kaslarındaki EMG aktivitesinin yüzde değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzde değişimin ilişkisi (r).

r	RF	VM	VL	TA	ST	BF	GM	GL
TAS	0.16	0.18	0.19	0.23	0.23	0.21	0.10	0.33
AMSZ	-0.02	-0.19	-0.09	-0.08	-0.51	-0.21	0.08	-0.26
ÜAS	0.40	0.46	0.45	0.37	0.43	0.20	0.03	0.57
TBD	-0.09	-0.23	-0.12	-0.04	0.16	-0.10	-0.01	-0.07
AAB20	0.84**	0.26	0.75*	0.84*	0.18	0.17	0.17	0.63
AAB45	0.56	0.19	0.48	0.60	-0.01	-0.16	-0.04	0.34
AAB70	-0.02	0.00	-0.05	-0.16	-0.27	-0.20	-0.20	-0.06
PAB20	-0.14	-0.22	-0.17	-0.15	-0.11	-0.39	-0.04	-0.25
PAB45	0.44	0.16	0.39	0.45	0.01	-0.28	0.17	0.34
PAB70	-0.13	-0.35	-0.16	0.00	-0.16	-0.27	-0.27	-0.42
İMQUAD	0.16	0.34	0.31	0.16	0.40	0.09	0.10	0.26
İMHAM	0.43	0.11	0.44	0.51	0.13	-0.09	0.13	0.24
İZQUAD60	-0.19	-0.35	-0.17	-0.12	0.68*	0.32	-0.42	-0.16
İZHAM60	0.16	0.24	0.24	0.00	0.05	-0.31	-0.25	-0.01
İZQUAD180	-0.33	-0.35	-0.28	-0.31	0.48	0.16	-0.39	-0.31
İZHAM180	0.41	-0.06	0.38	0.49	0.58	0.46	0.15	0.40
İZQUAD300	-0.22	-0.31	-0.22	-0.14	0.72*	0.41	-0.49	-0.11
İZHAM300	0.28	0.37	0.39	0.26	0.50	0.27	0.06	0.43

* $p<0.05$; ** $p<0.01$, TAS = Tek adım sıçrama; AMSZ = Altı metre sıçrama zamanı; ÜAS = Üç adım sıçrama; TBD = Tek bacak denge; AAB20 = 20° de aktif açı bulma; AAB45 = 45° de aktif açı bulma; AAB70 = 70° de aktif açı bulma; PAB20 = 20° de pasif açı bulma; PAB45 = 45° de pasif açı bulma; PAB70 = 70° de pasif açı bulma; İMQUAD = İzometrik quadriseps; İMHAM = İzometrik hamstring; İZQUAD60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik hamstring

Tek bacak squat aktivitesi sırasında cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasındaki dönemde rektus femoris kas aktivitesindeki azalma ile 20°

($p < 0.01$) ve 45° 'deki ($p < 0.05$) aktif açı bulmada meydana gelen düzelme arasında anlamlı bir ilişki gözlenmiştir. Vastus lateralis kas aktivitesindeki düşme ile izometrik quadriseps kuvvetindeki azalma ($p < 0.05$) ve semitendinosus kas aktivitesindeki azalma ile quadriseps kasının $60^\circ/\text{sn}$ ($p < 0.05$) ve $300^\circ/\text{sn}$ ($p < 0.01$) hızdaki konsentrik izokinetik kuvvetindeki azalma arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bunların dışında diğer parametreler arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p > 0.05$, Tablo–24).

Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasındaki dönem boyunca yukarıdan aşağıya tek ayak üzerine düşme ve ileri doğru sıçrama aktiviteleri sırasında alt ekstremité kas aktivitelerindeki değişim ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerde meydana gelen değişim arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p > 0.05$, Tablo–25 ve Tablo–26).

Tablo–24: Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasında tek bacak ile squat sırasında alt ekstremitte kaslarındaki EMG aktivitesinin yüzde değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzde değişimin ilişkisi (r).

r	RF	VM	VL	TA	ST	BF	GM	GL
TAS	0.43	0.29	0.34	0.37	0.27	0.42	0.09	0.30
AMSZ	-0.37	-0.19	-0.48	-0.28	-0.50	-0.33	0.14	-0.17
ÜAS	0.56	0.35	0.62	0.07	0.32	0.13	-0.31	0.04
TBD	-0.07	-0.36	-0.09	0.22	0.07	-0.25	-0.17	-0.30
AAB20	0.84**	0.25	0.46	-0.08	0.12	-0.11	-0.46	-0.21
AAB45	0.88*	0.35	0.48	0.09	0.17	-0.04	-0.49	-0.32
AAB70	-0.08	-0.15	-0.20	-0.21	-0.25	0.08	0.05	-0.15
PAB20	-0.30	-0.45	-0.23	0.14	-0.16	-0.54	-0.05	-0.43
PAB45	0.43	0.02	0.29	0.29	-0.05	-0.48	-0.33	-0.45
PAB70	0.47	-0.03	0.21	0.04	0.26	0.31	-0.06	-0.13
İMQUAD	0.31	0.16	0.73*	0.09	0.35	0.13	0.11	0.21
İMHAM	0.62	0.13	0.59	0.23	0.25	-0.01	-0.06	-0.07
İZQUAD60	0.17	-0.46	0.17	0.04	0.76*	0.51	-0.02	0.16
İZHAM60	0.12	-.133	.486	-0.45	.063	-.205	-.167	-.326
İZQUAD180	0.02	-0.50	0.16	-0.06	0.55	0.48	0.08	0.11
İZHAM180	0.50	-0.11	0.35	0.10	0.43	0.18	-0.21	0.08
İZQUAD300	0.28	-0.28	0.16	0.08	0.85**	0.62	-0.15	0.22
İZHAM300	0.37	0.17	0.61	0.16	0.43	0.30	0.13	0.34

*p<0.05; **p<0.01, TAS = Tek adım sıçrama; AMSZ = Altı metre sıçrama zamanı; ÜAS = Üç adım sıçrama; TBD = Tek bacak denge; AAB20 = 20° de aktif açı bulma; AAB45 = 45° de aktif açı bulma; AAB70 = 70° de aktif açı bulma; PAB20 = 20° de pasif açı bulma; PAB45 = 45° de pasif açı bulma; PAB70 = 70° de pasif açı bulma; İMQUAD = İzometrik quadriseps; İMHAM = İzometrik hamstring; İZQUAD60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik hamstring

Tablo–25: Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasında yukarıdan tek ayak üzerine düşme sırasında alt ekstremitte kaslarındaki EMG aktivitesinin yüzde değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzde değişimin ilişkisi (r).

r	RF	VM	VL	TA	ST	BF	GM	GL
TAS	-0.10	0.15	0.12	-0.16	-0.16	-0.09	0.16	0.51
AMSZ	0.25	-0.06	0.01	-0.15	0.23	0.26	0.06	-0.44
ÜAS	-0.25	-0.06	0.10	-0.16	-0.30	0.05	0.11	0.54
TBD	-0.23	-0.30	-0.14	-0.45	-0.35	-0.37	-0.17	-0.19
AAB20	0.09	-0.36	0.25	-0.06	-0.38	0.35	0.43	0.47
AAB45	-0.01	-0.34	0.01	-0.23	-0.39	0.05	0.23	0.23
AAB70	-0.26	-0.28	-0.19	0.10	0.03	0.13	-0.10	-0.12
PAB20	-0.32	-0.29	-0.10	0.08	-0.13	-0.48	-0.31	-0.52
PAB45	-0.30	-0.36	0.08	0.16	-0.50	-0.29	0.05	-0.03
PAB70	0.13	-0.17	-0.11	0.85	-0.03	-0.33	-0.03	-0.11
İMQUAD	-0.27	0.22	0.37	-0.43	0.01	-0.38	-0.02	0.40
İMHAM	-0.10	-0.09	0.33	0.82	-0.20	-0.35	0.15	0.27
İZQUAD60	-0.26	-0.21	-0.06	0.17	0.04	-0.41	-0.28	0.31
İZHAM60	-0.42	-0.29	0.09	0.22	0.06	-0.22	-0.22	-0.08
İZQUAD180	-0.28	-0.18	-0.09	0.34	0.06	-0.46	-0.31	0.13
İZHAM180	0.04	-0.21	0.23	-0.67	-0.35	0.01	0.25	0.55
İZQUAD300	-0.18	-0.18	-0.21	-0.45	-0.03	-0.25	-0.24	0.42
İZHAM300	-0.32	0.19	0.36	0.41	0.04	-0.21	0.03	0.61

p>0.05; TAS = Tek adım sıçrama; AMSZ = Altı metre sıçrama zamanı; ÜAS = Üç adım sıçrama; TBD = Tek bacak denge; AAB20 = 20° de aktif açı bulma; AAB45 = 45° de aktif açı bulma; AAB70 = 70° de aktif açı bulma; PAB20 = 20° de pasif açı bulma; PAB45 = 45° de pasif açı bulma; PAB70 = 70° de pasif açı bulma; İMQUAD = İzometrik quadriseps; İMHAM = İzometrik hamstring; İZQUAD60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik hamstring

Tablo–26: Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasında tek bacak üzerinde ileriye doğru sıçrama sırasında alt ekstremitte kaslarındaki EMG aktivitesinin yüzde değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzde değişimin ilişkisi (r).

r	RF	VM	VL	TA	ST	BF	GM	GL
TAS	-0.09	0.15	0.11	0.62	0.20	0.01	0.30	0.50
AMSZ	0.25	0.10	0.10	-0.35	0.00	0.36	-0.20	-0.34
ÜAS	-0.25	-0.22	-0.02	0.39	0.11	-0.30	0.45	0.40
TBD	-0.24	-0.36	-0.24	0.32	-0.33	-0.44	0.17	-0.14
AAB20	0.16	-0.43	0.10	0.35	-0.33	-0.16	0.67	0.35
AAB45	0.17	-0.32	-0.05	0.18	-0.28	-0.20	0.42	0.15
AAB70	-0.23	-0.18	-0.12	0.37	0.76	0.43	-0.04	-0.18
PAB20	-0.29	-0.32	-0.13	0.00	-0.29	-0.49	0.05	-0.39
PAB45	-0.22	-0.38	-0.03	0.46	-0.35	-0.57	0.61	0.07
PAB70	0.34	-0.17	-0.05	-0.17	-0.28	-0.01	-0.15	-0.09
İMQUAD	-0.26	-0.09	0.30	0.12	-0.04	-0.53	0.36	0.43
İMHAM	0.02	-0.23	0.27	0.27	-0.39	-0.48	0.53	0.35
İZQUAD60	-0.26	-0.53	-0.14	0.17	-0.12	-0.38	-0.09	0.07
İZHAM60	-0.32	-0.58	0.05	-0.24	0.21	-0.35	0.14	-0.17
İZQUAD180	-0.27	-0.48	-0.14	0.17	0.07	-0.25	-0.14	-0.01
İZHAM180	0.00	-0.43	0.03	0.52	-0.47	-0.36	0.52	0.45
İZQUAD300	-0.18	-0.43	-0.29	0.18	-0.03	-0.21	-0.20	0.10
İZHAM300	-0.35	-0.07	0.30	0.39	0.20	-0.36	0.40	0.54

p>0.05; TAS = Tek adım sıçrama; AMSZ = Altı metre sıçrama zamanı; ÜAS = Üç adım sıçrama; TBD = Tek bacak denge; AAB20 = 20° de aktif açı bulma; AAB45 = 45° de aktif açı bulma; AAB70 = 70° de aktif açı bulma; PAB20 = 20° de pasif açı bulma; PAB45 = 45° de pasif açı bulma; PAB70 = 70° de pasif açı bulma; İMQUAD = İzometrik quadriseps; İMHAM = İzometrik hamstring; İZQUAD60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik hamstring

İleriye doğru maksimal sıçrama aktivitesi sırasında tibialis anterior kas aktivitesinde oluşan azalma ile 20° deki aktif ($p<0.01$) ve 45° deki pasif ($p<0.05$) açı bulmada meydana gelen düzelme ve hamstring kasının 180°/sn açısal hızdaki konsentrik izokinetik kuvvetindeki azalma ($p<0.05$) arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bunların dışında diğer parametreler arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$, Tablo–27).

Tablo–27: Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasında tek bacak üzerinde ileriye doğru maksimal sıçrama sırasında alt ekstremitte kaslarındaki EMG aktivitesinin yüzde değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzde değişimin ilişkisi (r).

r	RF	VM	VL	TA	ST	BF	TA	GL
TAS	0.28	0.11	0.15	0.40	0.30	-0.44	0.33	0.49
AMSZ	-0.10	-0.18	-0.13	-0.33	-0.33	-0.16	-0.20	-0.40
ÜAS	0.44	0.30	0.34	0.54	0.39	-0.20	0.41	0.47
TBD	-0.13	-0.27	-0.16	0.28	-0.23	0.43	0.01	-0.16
AAB20	0.73*	-0.18	0.22	0.77**	-0.16	-0.35	0.50	0.42
AAB45	0.46	-0.12	0.05	0.49	-0.15	-0.35	0.25	0.18
AAB70	0.09	0.07	0.00	-0.05	0.56	-0.17	0.04	-0.12
PAB20	-0.29	-0.25	-0.12	0.05	-0.37	-0.01	-0.12	-0.46
PAB45	0.30	-0.14	0.14	0.66*	-0.31	-0.13	0.34	-0.02
PAB70	-0.13	-0.33	-0.26	-0.11	-0.18	-0.40	-0.14	-0.06
İMQUAD	0.16	0.29	0.47	0.34	0.23	-0.12	0.41	0.43
İMHAM	0.32	-0.16	0.23	0.57	-0.23	-0.33	0.41	0.31
İZQUAD60	-0.18	-0.33	-0.15	0.18	0.31	-0.17	-0.03	0.30
İZHAM60	0.09	0.20	0.34	0.05	0.35	0.22	0.16	-0.07
İZQUAD180	-0.25	-0.21	-0.10	0.04	0.41	0.13	-0.02	0.18
İZHAM180	0.39	-0.31	0.09	0.75*	-0.10	-0.48	0.43	0.54
İZQUAD300	-0.15	-0.26	-0.26	0.12	0.43	-0.29	-0.12	0.36
İZHAM300	0.30	0.24	0.44	0.47	0.43	-0.33	0.45	0.60

* $p<0.05$; ** $p<0.01$, TAS = Tek adım sıçrama; AMSZ = Altı metre sıçrama zamanı; ÜAS = Üç adım sıçrama; TBD = Tek bacak denge; AAB20 = 20° de aktif açı bulma; AAB45 = 45° de aktif açı bulma; AAB70 = 70° de aktif açı bulma; PAB20 = 20° de pasif açı bulma; PAB45 = 45° de pasif açı bulma; PAB70 = 70° de pasif açı bulma; İMQUAD = İzometrik quadriceps; İMHAM = İzometrik hamstring; İZQUAD60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik quadriceps; İZHAM60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik quadriceps; İZHAM180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik quadriceps; İZHAM300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik hamstring

Tek bacak üzerinde aşağıdan yukarıya sıçrayıp tekrar aynı bacak üzerine düşme aktivitesi sırasında rektus femoris kas aktivitesindeki azalma ile 20° (p<0.01) ve 45° deki (p<0.05) aktif açı bulmada oluşan düzelme arasında anlamlı bir ilişki oluşmuştur. Benzer şekilde tibialis anterior kas aktivitesindeki azalma ile 20° deki (p<0.01) aktif açı bulma ve hamstring kasının izometrik (p<0.05) ve 180°/sn açısal hızdaki konsentrik izokinetik (p<0.05) kuvvetindeki azalma arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Bunların dışında ise diğer parametreler arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (p>0.05, Tablo–28).

Tablo–28: Cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 4. ay arasında aşağıdan yukarı doğru maksimal sıçrama sırasında alt ekstremitte kaslarındaki EMG aktivitesinin yüzde değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerdeki yüzde değişimin ilişkisi (r).

r	RF	VM	VL	TA	ST	BF	GM	GL
TAS	0.33	0.21	0.29	0.37	0.08	0.13	0.26	0.45
AMSZ	-0.21	-0.22	-0.19	-0.37	-0.20	-0.16	-0.21	-0.23
ÜAS	0.56	0.39	0.47	0.57	0.25	0.26	0.46	0.42
TBD	-0.23	-0.32	-0.13	0.16	-0.32	-0.40	-0.03	-0.34
AAB20	0.93**	0.00	0.62	0.85**	-0.23	-0.08	0.63	0.63
AAB45	0.73*	0.10	0.43	0.60	-0.16	-0.21	0.35	0.49
AAB70	0.02	0.06	-0.10	-0.24	0.21	0.28	-0.13	-0.13
PAB20	-0.39	-0.34	-0.20	-0.04	-0.29	-0.55	-0.17	-0.51
PAB45	0.31	-0.04	0.35	0.59	-0.34	-0.53	0.35	0.09
PAB70	0.13	-0.22	-0.08	-0.01	-0.14	-0.24	-0.15	0.15
İMQUAD	0.30	0.28	0.45	0.44	0.31	0.11	0.42	0.37
İMHAM	0.53	-0.04	0.52	0.66*	-0.17	-0.34	0.44	0.49
İZQUAD60	0.06	-0.41	-0.02	0.25	0.11	0.12	-0.03	0.00
İZHAM60	-0.42	-0.29	0.09	0.64	0.06	-0.22	-0.22	-0.08
İZQUAD180	-0.11	-0.33	-0.13	0.02	0.19	0.17	-0.10	-0.14
İZHAM180	0.49	-0.27	0.43	0.76*	-0.27	-0.08	0.49	0.38
İZQUAD300	0.12	-0.28	-0.10	0.21	0.17	0.27	-0.09	0.06
İZHAM300	0.45	0.25	0.52	0.54	0.34	0.26	0.45	0.49

*p<0.05; **p<0.01, TAS = Tek adım sıçrama; AMSZ = Altı metre sıçrama zamanı; ÜAS = Üç adım sıçrama; TBD = Tek bacak denge; AAB20 = 20° de aktif açı bulma; AAB45 = 45° de aktif açı bulma; AAB70 = 70° de aktif açı bulma; PAB20 = 20° de pasif açı bulma; PAB45 = 45° de pasif açı bulma; PAB70 = 70° de pasif açı bulma; İMQUAD = İzometrik quadriseps; İMHAM = İzometrik hamstring; İZQUAD60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM60 = 60°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM180 = 180°/sn açısal hızda izokinetik hamstring; İZQUAD300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik quadriseps; İZHAM300 = 300°/sn açısal hızda izokinetik hamstring

TARTIŞMA VE SONUÇ

ÖÇB, diz ekleminin stabilitesini sağlayan en önemli diz ligamanıdır. Yaralanması neticesi oluşan instabilitenin tedavisi konservatif veya cerrahidir. Özellikle fonksiyonel aktivitelere katılım için konservatif tedavi yetersiz kalır ve cerrahi gerektirir. Biz de çalışmamızda ÖÇB cerrahisi geçiren 10 hastayı 4 ay boyunca kendi rehabilitasyon programımıza alıp izledik.

Hastaların ameliyat öncesi (Pre-op), ameliyattan 2 (PO2) ve 4 ay (PO4) sonra her iki diz eklemleri muayene edildi. Eklem hareket açıklığı ve uyluk, baldır ve diz çevre ölçüm farkları değerlendirildi. Pre-op, PO2 ve PO4 dönemleri arasında bu parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığı görüldü ($p>0.05$). Ancak kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kontrol grubu değerlerine de ulaşamadığı görüldü ($p<0.001$).

ÖÇB tamiri sonrası, uyluk kaslarında değişen ölçülerde atrofi ve kuvvet kaybı gelişir. Kuvvet kaybının geliştiği daha önce yapılan birçok çalışma ile gösterilmiştir (32, 33, 60). Wendy ve ark. (3) ÖÇB tamiri yapılan 31 hastanın ameliyat sonrası 1. ay değerlendirmelerinde diz ekstansörlerinin izometrik MİK değerlerini ortalama 83 ± 9 Nm, 3. ayında 127 ± 10 Nm olarak bulmuşlardır. Sağlam taraf ekstremitede ise 1. ve 3. ayda sırasıyla 210 ± 11 Nm ve 202 ± 10 Nm olarak bulmuşlardır. Bulunan değerler sağlam taraf ekstremitede ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren değerlerdir ($p<0.05$). Nilüfer ve ark (69) ÖÇB tamiri yapılan 20 hastayı cerrahiden 1 yıl sonra 60° diz fleksiyon açısında izometrik test ile değerlendirmişlerdir. Diz ekstansörlerinde anlamlı azalma tespit etmişlerdir. Fakat hamstring kas kuvvetinde anlamlı azalma tespit edememişlerdir. Bizim çalışmamız da quadriseps izometrik kas kuvveti ameliyat öncesine göre PO2 ve PO4 dönemlerinde anlamlı olmamakla beraber daha düşüktü ($p>0.05$). Hamstring kas kuvvetinde ise 2. ayda istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görüldü ($p<0.05$). 4. ayda cerrahi öncesi değerlerine göre düşük daha düşük seviyede kalmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0.05$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise diz ekstansör ve fleksör kas kuvveti

2. ve 4. ayda anlamlı ölçülerde düşüktü ($p<0.01$). Kontrol grubunda ise dönemler arası farklılık görülmedi ($p>0.05$).

İzokinetik konsentrik kas kuvvetini değerlendirmek için 3 farklı açısal hız kullanarak ($60^\circ/\text{sn}$, $180^\circ/\text{sn}$ ve $300^\circ/\text{sn}$) ölçüm yaptık. İzokinetik testlerden tedavinin takip ve etkinliğin değerlendirilmesinde en güvenilir parametre olarak inandığımız zirve tork değerlerini inceledik. Bush-Joseph ve ark (72) ÖÇB cerrahisi geçiren bir grup hastayı 1 yıl sonra $60^\circ/\text{sn}$, $180^\circ/\text{sn}$ ve $240^\circ/\text{sn}$ açısal hızlarda değerlendirmişlerdir. Sağlam ekstremiteye oranla ÖÇB ameliyatı olan tarafta anlamlı kuvvet kaybı tespit etmişlerdir. Karanikas ve ark. (70) ÖÇB cerrahisi geçiren 35 hastayı 6, 12, 24. aylarda $60^\circ/\text{sn}$ açısal hızda izokinetik test ile değerlendirmişlerdir. Her 3 dönemde de sağlam taraf ile karşılaştırıldığında diz ekstansiyon ve fleksiyon kas kuvvetinde anlamlı azalmalar tespit etmişlerdir. Edwards ve ark. (71) yine 18 ay gibi uzun bir takip dönemi sonrası sağlam taraf ekstremiteye kıyasla quadriseps ve hamstring kas kuvvetinde anlamlı azalmalar tespit etmişlerdir. Birgitta ve ark. (68) ÖÇB cerrahisi geçiren bir grup hastayı çok daha uzun bir süre takip etmişler. 6 ay, 1, 2, 3 ve 10 yıl boyunca değerlendirmişlerdir. Quadriseps kas kuvvetinde sağlam bacakla karşılaştırıldığında tüm dönemlerde 10. yılda dahi anlamlı olarak kuvvet kaybının devam ettiğini tespit etmişlerdir. Hamstring kas kuvvetinde ise 10. yıl hariç diğer dönemlerde anlamlı olarak kuvvet kaybının devam ettiğini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Tsepis ve ark. (29) ÖÇB cerrahisi geçiren bir grup hastayı 56 ay boyunca takip etmişler ve sağlam taraf ekstremita ile karşılaştırıldığında ÖÇB cerrahisi geçirilen tarafta %21-32 oranında kuvvet defisitinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Bizim çalışmamızda özellikle düşük açısal hızda ($60^\circ/\text{sn}$) 2. ve 4. ayda quadriseps izokinetik kas kuvveti değerleri ameliyat öncesine göre daha düşük seviyelerdeydi ($p<0.05$). Fakat özellikle $180^\circ/\text{sn}$ açısal hızda tüm dönemlerde (2. ve 4. ay) $300^\circ/\text{sn}$ açısal hızda 2. ay hariç ameliyat öncesi zirve tork değerlerinden daha düşük olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir azalma şeklinde değildi ($p>0.05$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında her 3 açısal hızda da 2. ve 4. ayda çok daha düşük değerlere sahipti ($p<0.01$, $p<0.05$). Hamstring kas kuvveti ise quadriseps kas

kuvvet değerlerine benzer şekilde sadece düşük açısal hızda ($60^{\circ}/sn$) anlamlı olarak düşüktü ($p<0.05$) fakat diğer açısal hızlarda anlamlı azalma yoktu ($p>0.05$). Kontrol grubu değerleri ile karşılaştırıldığında ise 2. ay ($p<0.05$) ve 4. ay ($p<0.01$) daha düşük değerlere sahipti.

ÖÇB cerrahisi sonrası yapılan birçok çalışmada farklı rehabilitasyon programları uygulanmaktadır. Hepsinde cerrahi sonrası rehabilitasyon amaçlarından biri quadriseps ve hamstring kas kuvvet değerlerini ameliyat öncesi değerlerine veya sağlam taraf ekstremitte kuvvet değerlerine ulaştırmaya çalışmaktır. ÖÇB cerrahisi sonrası kuvvet defisitinin olduğu aşikârdır. Bizim çalışmamızda da cerrahi sonrası kuvvet defisiti vardı. Fakat defisit rehabilitasyon süreci boyunca yüksek açısal hızlarda azalma gösterdi ve istatistiksel olarak anlamlı sayılamayacak ölçüde düşüktü ($p>0.05$). Biz cerrahi sonrası 4. aya kadar takip ettik. 4. ayda dahi neredeyse cerrahi öncesi değerlere ulaşmıştık. Biz bunu rehabilitasyonumuzun başarısına bağlıyoruz.

Propriosepsiyon eklemler ve bunları saran dokularda bulunan reseptörler aracılığıyla oluşan nöral inputlarla sağlanan eklem ve ekstremitenin pozisyon algısıdır. Algılanan vücut pozisyonunun gerektirdiği motor aktivasyon proprioseptif bilgi sayesinde uygun zamanlı ve eşgüdümlü olarak yapılabilir. Proprioseptif sistemin yetersiz çalışması, nöromüsküler kontrolün yeterli düzeyde yapılamamasına, koruyucu kas aktivitelerinin yerine getirilememesine ve eklem stabilizasyonunun bozulmasına neden olabilir. Bizim çalışmamızda aktif eklem pozisyon hissi testinde her 3 açı da dönemler arasında bir değişim görülmedi ($p>0.05$). 20° ' deki pasif eklem pozisyon hissi testinde ise 4. ayda hem cerrahi öncesi hem de 2. aya göre anlamlı bir düzelme görüldü ($p<0.05$). Bizim çalışmamıza benzer şekilde Mir ve ark. (73) yaptıkları çalışmada cerrahi olan ekstremitte ile sağlam ekstremitte ve kontrol grubu arasında karşılaştırmalarında anlamlı fark bulamamışlardır.

Tek bacak denge testinde cerrahi öncesi ve sonrası 2. aya göre 4. ayda tek bacak üzerinde hata yapmadan daha uzun süre durabildiklerini saptadık ($p<0.05$). Hung-Maan ve ark. kronik ÖÇB yaralanması olan (ortalama 12 ay) 10 denekte yaptıkları çalışmada sağlam taraf bacağa kıyasla yaralanmış

taraf bacakta daha az süre dengede durabildiklerini saptamışlardır. Shiraishi ve ark. (75) ÖÇB tamiri yapılan 53 hastayı ÖÇB yaralanma hikâyesi olup tamir yapılmayan bir grup denek ve sağlıklı bir grup denek ile tek bacak denge testi ile değerlendirmişlerdir. ÖÇB tamiri yapılan grupta tamir yapılmayan yaralı gruba nazaran daha başarılı test sonuçları elde etmişlerdir fakat sağlıklı grup ile değerlendirildiklerinde daha başarısız sonuçlar elde etmişlerdir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir. Tamir sonrası özellikle de 4. ayda hem cerrahi öncesi hem de 2. aya kıyasla anlamlı ölçülerde hata yapma oranında azalma olduğunu gözledik ($p<0.05$).

Tek adım sıçrama mesafesi, 3 adım sıçrama mesafesi ve 6 m tamamlama zamanı olmak üzere 3 test ile deneklerin fonksiyonel aktivitelerini değerlendirdik. Tek adım sıçrama mesafesi 2. ayda cerrahi öncesine göre anlamlı düşüş göstermesine rağmen ($p<0.05$) 4. ayda bu fark ortadan kalkmıştı ($p>0.05$). Diğer testlerde cerrahi öncesine göre 2. ve 4. ayda düşüklük mevcuttu fakat istatistiksel anlamlılık yoktu ($p>0.05$). Buna karşılık kontrol grubu ile karşılaştırıldığında her 3 testte de tüm dönemlerde (cerrahi öncesi, 2. ve 4. ay) anlamlı ölçülerde düşüklük mevcuttu ($p<0.01$). Carl ve ark. (12) ÖÇB cerrahisi geçiren 20 denek üzerinde cerrahiden 18 ay sonra tek bacak sıçrama testi ile deneklerin fonksiyonel kapasitelerini değerlendirmişlerdir. Cerrahi geçirilen bacakta 173 ± 27 cm, sağlam bacakla yapılan sıçrama testinde 193 ± 21 cm kontrol grubunda ise sırasıyla 187 ± 28 ve 186 ± 30 cm değerler elde etmişlerdir. Bulunan değerler hem sağlam bacağına hem de kontrol grubuna göre anlamlı ölçülerde düşük değerlerdir. Noyes ve ark. (9) bizim çalışmamıza çok benzer şekilde 4 farklı fonksiyonel aktivite (tek adım sıçrama, 3 adım sıçrama, tek adım sıçrama zamanı ve 3 adım çapraz sıçrama) ile sağlam bacak ile ÖÇB yaralı bacağı karşılaştırmışlar ve %85 oranında defisit bulmuşlardır. Wilk ark. (19) ÖÇB cerrahisinden 6 ay sonra bizim çalışmamızdaki fonksiyonel aktivitelere benzer fonksiyonel aktiviteler ile değerlendirmelerinde (tek adım sıçrama, 3 adım sıçrama, tek adım sıçrama zamanı) %47 oranında defisit saptamışlardır. Bizim çalışmamızda ise cerrahi sonrası 2. ayda mevcut olan bu defisit ($p<0.05$), cerrahi sonrası 4. ayda cerrahi öncesi değerlerine

yaklaşmıştır ($p>0.05$). Biz bu farklılığı yine rehabilitasyonumuzun başarısına bağladık.

Çalışmamızda 9 farklı fonksiyonel aktivite esnasında 8 farklı kas grubunun EMG ölçümlerini ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 2. ve 4. ay değerlendirdik. Kontrol grubunda tüm aktivitelerde dönemler arasında herhangi bir değişiklik saptamadık ($p>0.05$).

Hasta grubunda yürüme aktivitesi sırasında biceps femoris kas aktivitesinde cerrahi öncesine göre cerrahi sonrası 2.ayda anlamlı bir artış saptadık ($p<0.05$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında vastus medialis ve vastus lateralis kas aktiviteleri 2. ve 4. aylarda anlamlı olmamakla beraber daha düşüktü. Yani yürüme aktivitesi sırasında quadriseps inhibisyonu, hamstring kas grubunda biceps femoris aktivite artışı ile karşılaştık. Çalışmamızda erken dönemde gördüğümüz biceps femoris kas aktivite artışına Alkjaer ve ark. (76) yaptıkları çalışmalarında da rastlamışlardır. Yine Hurd WJ ve ark. (77), Lass ve ark. (78) benzer şekilde hamstring kas aktivite artışını çalışmalarında tespit etmişlerdir. Lass ve ark. (81) quadriseps kas aktivitesinde ise farklılık bulamamışlardır. Rudolph ve ark. (20) yine yürüme aktivitesi sırasında medial gastrocnemius ve biceps femoris kas aktivitesinde anlamlı değişiklikler tespit etmişlerdir. Anastosios ve ark. (85) ÖÇB yaralı hastalarda yürüme aktivitesi sırasında hamstring kas aktivite artışı ve gastrocnemius kas aktivite azalması tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Alexander ve ark. (85) hamstring kas aktivitesinde artış tespit etmişlerdir. Limbird ve ark. (64) yaptıkları çalışmada quadriseps ve gastrocnemius kas aktivitesinde azalma, hamstring kas aktivitesinde artış tespit etmişlerdir. Bulgheroni ve ark. (82) ise yaptıkları çalışmada ameliyat sonrası 2. ayda yürüme aktivitesi sırasında alt ekstremitte kaslarında anlamlı kas aktivite farkı tespit edememişlerdir. Knoll Z ve ark. (78) yaptıkları çalışmada cerrahi sonrası 8. ayda alt ekstremitte kas aktivite düzeylerinin cerrahi öncesi değerlerine döndüğünü tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda anlamlı olmayarak tespit ettiğimiz quadriceps kas aktivite azalması daha önce yapılan birçok çalışma ile benzerdir (78, 79). Yürüme aktivitesi sırasında dizin ekstansiyona gelmesinden kaçınmak için quadriseps

kasında inhibisyon oluştuğu ve kompensatuar mekanizma olarak hamstring kas aktivitesinin arttığı şeklinde yorumladık. Çalışmamızda biceps femoris kas aktivitesinin 4. ayda kontrol grubu değerlerine indiği görüldü (p>0.05). Rektus femoris, vastus medialis ve vastus lateralis kas grubunun aktivite düzeyleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı olmamakla beraber düşüktü. Hasta grubunda vastus medialis kas aktivite düzeyleri cerrahi öncesi anlamlı olmasa da kontrol grubu ile kıyaslandığında düşüktü. Vastus medialis kas aktivitesi 2.ay ve 4. ayda cerrahi öncesi döneme göre arttı fakat kontrol grubu değerlerine ulaşamadığı görüldü.

Merdiven ıkma aktivitesi esnasında biceps femoris kas aktivitesinde cerrahi öncesi döneme göre 2. ayda anlamlı artış saptadık (p<0.05). Bu artış muhtemelen tibianın ne translasyonuna engel olmak için kompensatuar olarak meydana gelen aktivite artışı şeklinde yorumladık. Quadriseps kası komponentlerinden olan vastus medialis 2. ayda ve rektus femoris 4. ayda kontrol grubu değerlerine göre kas aktivite düzeylerini düşük olarak tespit ettik (p<0.05). Vastus medialis ve vastus lateralisin cerrahi öncesi kas aktivite düzeyleri de kontrol grubu değerlerine göre anlamlı olarak düşük seviyelerdeydi (p<0.05).

Merdiven inme aktivitesi sırasında 2. ayda gastroknemius medialis kas aktivitesinde artış tespit ettik (p<0.05). Kontrol grubu ile karşılaştırdığımızda vastus medialis ve vastus lateralis kas aktivite düzeylerini ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 2. ve 4. ayda anlamlı olmamakla beraber düşük tespit ettik. Anlamlı olmamakla beraber bu düşük kas aktivite düzeyleri Ernst ve ark. (83) yapmış oldukları merdiven çıkma ve inme aktiviteleri sırasındaki EMG lmleri ile benzeşmektedir. Ernst ve ark. (83) ayrıca merdiven çıkma aktivitesi sırasında tibialis anterior kas aktivitesinde artış tespit etmişlerdir. Bizim alışmamızda da bu artış 2. ayda görüldü fakat anlamlı değildi (p>0.05).

Çift bacak squat aktivitesi sırasında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında rektus femoris, vastus medialis ve vastus lateralis kas aktivite düzeyleri anlamlı olmamakla beraber her 3 dönemde de düşüktü (p>0.05). Tibialis anterior kas aktivitesi kontrol grubu ile karşılaştırıldığında her 3 dönemde de

anlamli olarak düşük seviyelerdeydi ($p<0.05$, $p<0.01$). Tek bacak squat aktivitesi esnasinda tibialis anterior kas aktivite duzeyini 2. ve 4. ayda düşük tespit ettik ($p<0.05$). Rektus femoris kas aktivitesi 2. ayda düşük tespit edildi ($p<0.01$). Quadriseps kas komponentlerinden olan vastus medialis ve vastus lateralis kas aktivitelerinde de 2. ayda anlamlı olmamakla birlikte düşüş görüldü.

Yukarıdan aşağı doğru sıçrama, aşağıdan yukarı doğru sıçrama, ileri doğru sıçrama gibi daha dinamik fonksiyonel aktiviteler esnasında yapılan EMG ölçümlerinde cerrahiden sonra 2. ayda rektus femoris kas aktivitesinde anlamlı olmak üzere ($p<0.05$), vastus medialis ve vastus lateralis kas aktivite düzeylerinde de anlamlı olmayan azalmalar tespit ettik. Cerrahiden sonra erken dönemde görülen quadriseps kas aktivite seviyelerindeki düşüklük beklediğimiz bir durumdu ve bu durum daha önce yapılan çalışmalarda da görülmüştür. İleri doğru sıçrama esnasında rektus femoris kas aktivitesinde 2. ayda, tibialis anterior kas aktivitesinde ise 4. ayda azalma tespit ettik ($p<0.05$). Biseps femoris kas aktivite seviyesinde anlamlı olmasa da artış tespit ettik. İleri doğru maksimal sıçrama esnasında da 2. ayda rektus femoris kas aktivite seviyesinde cerrahi öncesi döneme göre azalma tespit ettik ($p<0.05$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 2. ve 4. ayda rektus femoris kas aktivite seviyelerini anlamlı olarak düşük tespit ettik ($p<0.05$).

Aşağıdan yukarı doğru sıçrama aktivitesi esnasında rektus femoris kas aktivite seviyesi 2. ayda düşüktü ($p<0.01$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında da rektus femoris kas aktivitesi 2. ayda anlamlı olarak düşüktü ($p<0.05$). Tibialis anterior ve semitendinosus kas aktivitesi 2. ayda ameliyat öncesi değerlere benzer iken 4. ayda anlamlı olarak düşüktü ($p<0.05$). Gastroknemius medialis ve gastroknemius lateralis kas aktivitelerinde 2. ayda anlamlı olmayan düşüşler tespit ettik ($p>0.05$). Fakat kontrol grubu 2. ay değerleri ile karşılaştırıldığında gastroknemius medialis ve gastroknemius lateralis kas aktivite düzeyleri anlamlı olarak düşüktü ($p<0.05$). Aşağıdan yukarı doğru sıçrama aktivitesi için her ne kadar quadriseps aktivitesi ön planda görülse de kalça ekstansiyonu ve ayak plantar fleksiyonunu sağlayan kaslarında rolü vardır. Gastroknemius medialis

ve gastroknemius lateralis ayak plantar fleksiyonunda görevli kaslardır ve ÖÇB cerrahisi sonrası bu kasların aktivite düzeylerinin de etkilendiğini gördük. Daha önce yapılan çalışmalarda da bu etkileşim ortaya konulmuştu (83).

Özet olarak, ameliyat öncesi döneme göre ameliyattan sonra 2. ayda fonksiyonel aktivitelerin tümünde rektus femoris kas aktivitesi düşüktü. 9 farklı fonksiyonel aktivitenin 5' inde bu düşüklük anlamlı düzeylerdeydi ($p<0.05$, $p<0.01$). Ameliyat sonrası 4. ay sadece sıçrama aktivitesi esnasında rektus femoris kas aktivite düzeyini anlamlı olarak düşük bulduk ($p<0.05$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise rektus femoris kas aktivite düzeyi 7 fonksiyonel aktivite esnasında daha düşüktü. Vastus medialis ve vastus lateralis kas aktivite düzeyleri de ameliyattan 2 ay sonra rektus femoris kas aktivitesine benzer şekilde hemen tüm fonksiyonel aktiviteler esnasında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha düşüktü. Yani genel olarak ameliyattan 2 ay sonra kontrol grubu ile karşılaştırıldığında diz ekstansörleri kas aktivite düzeyleri düşük bulundu. 4. aya doğru nispeten daha statik fonksiyonel aktiviteler olan yürüme, merdiven çıkma, merdiven inme ve squat gibi aktivitelerde diz ekstansör kas aktivitesinde 2. aya göre bir artış oldu ve kontrol grubu değerlerine ulaştı. Biceps femoris kas aktivitesinde 2. ayda yürüme ve merdiven çıkma esnasında artış oldu. Muhtemelen bu artış diz ekstansörlerinde oluşan aktivite azalmasına bağlı göreceli olarak artan bir durumdu veya bu aktiviteler esnasında tibianın öne doğru translasyonuna engel olmak için oluşan reaktif bir durumdur.

Fonksiyonel aktiviteler sırasında alt ekstremitte kaslarında EMG değişimi ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerin değişimi arasında genel olarak uygun bir korelasyon saptayamadık. Merdiven çıkma, yukarıdan aşağı sıçrama ve ileri doğru sıçrama esnasında ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 4. ay arasındaki dönem boyunca alt ekstremitte kas aktivitesindeki değişim ile kuvvet, propriosepsiyon ve fonksiyonel testlerde meydana gelen değişim arasında hiçbir ilişki saptayamadık.

Yürüme, çift squat, maksimum ileri doğru sıçrama ve aşağıdan yukarı doğru sıçrama aktiviteleri sırasında tibialis anterior aktivitesinde azalma ile

proprioseptif testlerden olan 20° aktif açı bulma testindeki düzelme arasında ilişki tespit ettik. Ayrıca merdiven inme aktivitesi sırasında 70° de aktif açı bulma testindeki düzelme arasında da ilişki tespit ettik. Proprioepsiyonda meydana gelen düzelme sonucu fonksiyonel aktiviteler esnasında tibialis anterior kas aktivitesinde azalma görülmektedir. Bunu quadriseps ve hamstring kas aktivitesinin 4.aya doğru artması ve tibialis anteriora fonksiyonel aktiviteler esnasında diz eklem stabilitesinin sağlanması için binen yükün azalmasına bağladık.

Cerrahi sonrası gastroknemius medialis kas aktivitesinin azaldığı ve cerrahi sonrası rehabilitasyon süreci ile birlikte 4. ay da tekrar cerrahi öncesi değerlere ulaştığını tespit ettik. Yürüme aktivitesi sırasında da gastroknemius medialis kas aktivitesindeki artışın 70°de pasif açı bulma proprioepsiyon testi ile korale olduğunu tespit ettik.

Çift squat aktivitesi esnasında semitendinosus kas aktivite azalması ile quadriseps 60°/sn ve 300°/sn açısal hızlarda konsentrik kuvvet kaybı arasında ilişki tespit ettik. Cerrahi sonrası erken dönemde (2. ay) hamstring kas aktivitesinde artış olduğunu tespit etmiştik. Bunun reaktif olabileceğini düşündük. İlerleyen dönemlerde (4. ay) bu aktivitenin azalması ile quadriseps kas aktivite düzeylerinde artış olmasını dolayısıyla kuvvet artışı olmasını beklerdik. Fakat quadriseps 60°/sn ve 300°/sn açısal hızlarda konsentrik kuvvet kaybı ile korale olduğunu gördük. Tek squat esnasında da benzer şekilde semitendinosus kas aktivite azalması ile quadriseps 60°/sn ve 300°/sn açısal hızlarda konsentrik kuvvet azalması arasında korelasyon olduğunu tespit ettik. Yine beklentilerimizin aksine çift squat ve tek squat esnasında rektus femoris ve vastus lateralis kas aktivitesinde azalma ile 20° aktif açı bulma testinde düzelme arasında bir korelasyon olduğu görüldü. Buna karşın beklediğimiz üzere rektus femoris kas aktivitesinde azalma ile 20° ve 45° aktif açı bulma proprioepsiyon testinde azalma arasında bir korelasyonu sadece aşağıdan yukarı sıçrama aktivitesi sırasında tespit ettik.

Sonuç olarak genel anlamda fonksiyonel aktiviteler esnasında alt ekstremite kasları EMG değişimi ile kuvvet, proprioepsiyon ve fonksiyonel testlerin değişimi arasında uygun bir korelasyon saptayamadık. ÖÇB

cerrahisi sonrası bizim takip süremiz 4 aydı. Belki bu süre daha uzun olsaydı daha farklı sonuçlara ulaşabilirdik. Çünkü rehabilitasyon programımızda ÖÇB cerrahisi sonrası 4. ay fonksiyonel çalışmalara henüz yeni başladığımız bir dönemdir belki de 6. ay veya 1.yıl değerlendirme sonuçları daha farklı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Woo SL, Sofranko RAZ, Jameson JP. Biomechanics of Knee Ligaments Relating to Sports Medicine. In Sports injuries, Mechanism, Prevention, Treatment. Edited by FH, Stone DA. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994; 67-80.
2. Markoff KL, Gorek JF, Kabo JM, Shapiro MS. Direct measurement of resultant forces in the anterior cruciate ligament: an in vitro study performed with a new experimental technique. J Bone Joint Surg 1990; 72A: 557-67.
3. Drechsler WI, Cramp MC, Scott OM. Changes in muscle strength and EMG median frequency after anterior cruciate ligament reconstruction. Eur J Appl Physiol 2006; 98: 613-23.
4. Bronstein RD, DeHaven KE. The knee: Medical aspects of athletic knee injuries. In: Canavan PK. Rehabilitation in Sports Medicine. Stamford: Appleton-Lange company; 1998; 293-9.
5. Arnold JA, Coker TP, Heaton LM, Park JP, Haris WD. Natural history of after anterior cruciate ligament tears. AM J Sports Med 1979; 7: 305-13.
6. Brozman SB, Head PT. The knee. In: Brozman SB, ed. Clinical Orthopaedic Rehabilitation. St Louis Mosby: 1996; 183-243.
7. Smith BA, Livesay GA, Woo SL. Biology and biomechanics of the anterior cruciate ligament. Clin Sports Med 1993; 12: 637-66.
8. Fetto JF, Marshall JL. The naturel history and diagnosis of the anterior cruciate ligament insufficiency. Clin Ortho 1980; 147: 29-38.
9. Noyes FR, Mooar PA, Matthews DS, Grood ES. The symptomatic ACL deficient knee. J Bone Joint Surg 1983; 65A: 154-74.
10. Jackson, RW. The torn ACL. Natural history of untreated lesions and rationale for selective treatment. In: Feagin JA, ed. The crucial ligaments. 1988; 341-8.
11. Woo SLY, Lewis JL, Suh JK, Engebretsen L. Acute injury to ligament and meniscus as indicators of osteoarthritis. American Academy of orthopedic Surgeons 1994; 185-96
12. Mattacola CG, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH, Saliba EN, McCue FC . Strength, Functional Outcome, and Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Journal of Athletic Training 2002; 37: 262-8.
13. Barrett DS. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. J Bone Joint Surg Br 1991; 73: 833-7.
14. Seto JL, Orofino AS, Morrissey MC, Medeiros JM, Mason WJ. Assessment of quadriceps/hamstring strength, knee ligament stability, functional and sports activity levels five years after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 1988; 16: 170-80.
15. Goldie PA, Bach TM, Evans OM. Force platform measures for evaluating postural control reliability and validity. Arch Phys Med Rehabil 1989; 70: 510-7.

16. Harter RA, Osternig LR, Singer KM, James SL, Larson RL, Jones DC. Long-term evaluation of knee stability and function following surgical reconstruction for anterior cruciate ligament insufficiency. *Am J Sports Med* 1988; 16: 434-43.
17. Ciccotti MG, Kerlan RK, Perry J, Pink M. An electromyographic analysis of the knee during functional activities. *Am J Sports Med* 1994; 22: 651-8.
18. Bynum EB, Barrack RL, Alexander AH. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized study. *Am J Sports Med* 1995; 23: 401-6.
19. Wilk KE, Romaniello WT, Soscia SM, Arrigo CA, Andrews JR. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 2: 60-73.
20. Rudolph K, Axe M, Snyder L. Dynamic stability after ACL injury: who can hop? *Knee surg, sports traumatol. arthrosc* 2000; 8: 262-9.
21. Glenn N, Barrance J, Mackler L, Axe J, Buchanen T. Specificity of muscle action after anterior cruciate ligament injury. *Journal of orthopaedic research* 2003; 1131-7.
22. Ochi M, Iwasa J, Uchio Y, Adachi N, Kawasaki K. Induction of somatosensory evoked potentials by mechanical stimulation in reconstructed anterior cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84: 761-6.
23. Bonfim TR, Jansen Paccola CA, Barela JA. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 8: 1217-23.
24. Lorentzton R, Elmquist LG, Sjostrom M, Fagerlund M, Meyer A. Thigh musculature in relation to chronic anterior cruciate ligament tear: muscle size morphology, and mechanical output before reconstruction. *Am J Sports Med* 1989; 17: 423-9.
25. Baugher WH, Warren RF, Marshall JL, Joseph A. Quadriceps atrophy in the anterior cruciate insufficient knee. *Am J Sports Med* 1984; 12: 192-5.
26. Arangio GA, Chen C, Kalady M, Reed JF. Thigh muscle size and strength after anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 26: 238-43.
27. McHugh MP, Tyler TF, Nicholas SJ, Browne MG, Gleim GW. Electromyographic analysis of quadriceps fatigue after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 31: 25-32.
28. Kvist J, Karlberg C, Gerdle B, Gillquist J. Anterior tibial translation during different isokinetic quadriceps torque in anterior cruciate ligament deficient and nonimpaired individuals. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 31: 4-15.
29. Tsepis E, Vagenas G, Ristanis S, Georgoulis AD. Thigh muscle weakness in ACL deficient knees persist without structured rehabilitation. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 450: 211-8.
30. St Clair Gibson A, Lambert MI, Durandt JJ, Scales N, Noakes TD. Quadriceps and hamstrings peak torque ratio changes in persons with

- chronic anterior cruciate ligament deficiency. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000; 30: 418-27.
31. Hiemstra LA, Webber S, MacDonald PB, Kriellaars DJ. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1472-9.
 32. Anderson JL, Lamb SE, Barker KL, Davies S, Dodd C, Beard D. Changes in muscle torque following anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison between hamstrings and patella tendon graft procedures on 45 patients. *Acta Orthop Scand* 2002; 73: 546-52.
 33. Hiemstra LA, Webber S, Mac Donald PB, Kriellaars DJ. Contralateral limb strength deficits after anterior cruciate ligament reconstruction using a hamstring tendon graft. *Clin Biomech* 2007; 22: 543-50.
 34. Nakamura N, Horibe S, Sasaki S, Kitaguci T, Tagami M, Mitsuoka T, et al. Evaluation of active knee flexion and hamstring strength after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. *Arthroscopy* 2002; 18: 598-602.
 35. Segawa H, Omori G, Koga Y, KameoT, Lida S, Tanaka M. Rotational muscle strength of the limb after anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendon. *Arthroscopy* 2002; 18: 177-82.
 36. Croisier J, Malnati M, Reichard L, Peretz C, Dvir Z. Quadriceps and hamstring isokinetic strength electromyographic activity at different ranges of motion: A reproducibility study. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2006.
 37. Maitland ME, Ajemian SV, Suter E. Quadriceps femoris and hamstring muscle function in a person with an unstable knee. *Phys Ther* 1999; 79: 66-75.
 38. McHugh MP, Tyler TF, Nicholas SJ, Browne MG, Gleim GW. Electromyographic analysis of quadriceps fatigue after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 31: 25-32.
 39. Solomonow M. Sensory-motor control of ligaments and associated neuromuscular disorders. *J Electromyogr Kinesiol* 2006; 16: 549-67.
 40. Hopkins J, Ingersoll C. Arthrogenic muscle inhibition: a limiting factor in joint rehabilitation. *J Sports Rehabil* 2009; 9: 135-59.
 41. Fonseca ST, Ocarino JM, Silva PL, Guimaraes RB, Oliveria M, Lage C, et al. Proprioception in individuals with ACL-deficient knee and good muscular and functional performance. *Res Sports Med* 2005; 13: 47-61
 42. De Andrade J, Grant C, Dixon A. Joint distension and reflex muscle inhibition in the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1965; 47: 313-22.
 43. Hopkins JT, Ingersoll CD, Krause BA, Edwards JE, Cordova ML. Effect of knee joint effusion on quadriceps and soleus motoneuron pool excitability. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 123-6.
 44. Ochi M, Iwasa J, Uchio Y, Adachi N, Kawasaki K. Induction of somatosensory evoked potentials by mechanical stimulation in reconstructed anterior cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84: 761-6.

45. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph K, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientist. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 31: 546-46.
46. Fridèn T, Roberts D, Zätterström R, Lindstrand A, Moritz U. Proprioceptive defects after an anterior cruciate ligament rupture: the relation to associated anatomical lesions and subjective knee function. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999; 7: 226-31.
47. Barack RL, Skinner HB, Buckley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 1989; 17: 1-6.
48. Co FH, Skinner HB, Cannon WD. Effect of reconstruction of the anterior cruciate ligament on proprioception of the knee and the heel strike transient. *J Orthop Res* 1993; 11: 696-704.
49. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Ryoike K, Kuriwaka M. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand* 2002; 73: 330-4.
50. Katayama M, Higuchi H, Kimura M, Kobayashi A, Hatayama K, Terauchi M, et al. Proprioception and performance after anterior cruciate ligament rupture. *Int Orthop* 2004; 28: 278-81.
51. Courtney C, Rine RM, Kroll P. Central somatosensory changes and altered muscle synergies in subject with anterior cruciate ligament deficiency. *Gait Posture* 2005; 22: 69-74.
52. Fridén T, Roberts D, Zätterström R, Lindstrand A, Moritz U. Proprioception after an acute knee ligament injury: a longitudinal study on 16 consecutive patients. *J Orthop Res* 1997; 15: 637-44.
53. Good L, Roos H, Gottlieb DJ, Renström PA, Beynon BD. Joint position sense is not changed after acute disruption of the anterior cruciate ligament. *Acta Orthop Scand* 1999; 70: 2: 194-8.
54. Reider B, Arcand MA, Diehl LH, Mroczek K, Abulencia A, Stroud CC, et al. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2003; 19: 2-12.
55. Ozenci AM, Inanmaz E, Ozcanli H, Soyuncu Y, Samanci N, Dagseven T, et al. Proprioceptive comparison of allograft and autograft anterior cruciate ligament reconstructions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007; 15: 1432-7.
56. Georgoulis AD, Ristanis S, Papadonikolakis A, Tsepis E, Moebius U, Moraiti C, et al. Electromechanical delay of the knee extensor muscle is not altered after harvesting the patellar tendon as a graft for ACL reconstruction: implications for sports performance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005; 13: 437-43.
57. Weresh MJ, Gabel RH, Brand RA, Tearse DS. Popliteus function in ACL-deficient patients. *Scand J Med Sci Sports* 1997; 7: 14-9.
58. Kalund S, Sinkjaer T, Arendt-Nielsen L, Simonsen O. Altered timing of hamstring muscle action in anterior cruciate ligament deficient patients. *Am J Sports Med* 1990; 18: 3: 245-8.
59. Swanik CB, Lephart SM, Giraldo JL, Demont RG, Fu FH. Reactive muscle firing of anterior cruciate ligament-injured females during functional activities. *J Athl Train* 1999; 34: 2: 121-9.

60. Drechsler WI, Cramp MC, Scott OM. Changes in muscle strength and EMG median frequency after anterior cruciate ligament reconstruction. *Eur J Appl Physiol* 2006; 98: 613-23.
61. Isaac DL, Beard DJ, Price AJ, Rees J, Murray DW, Dodd CAF. In-vivo sagittal plane knee kinematics: ACL intact, deficient and reconstructed knees. *The Knee*. 2005; 12: 25-31.
62. Demont RG, Lephart SM, Giraldo JL, Swanik CB, Fu FH. Muscle preactivity of anterior cruciate ligament deficient and reconstructed-females during functional activities. *J Athl Train* 1999; 34: 115-20.
63. Osternig LR, Caster BL, James CR. Contralateral hamstring (biceps femoris) coactivation patterns and anterior cruciate ligament dysfunction. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 305-8.
64. Limbird TJ, Shiavi R, Frazer M, Borra H. EMG profiles of knee joint musculature during walking: changes induced by anterior cruciate ligament deficiency. *J Orthop Res* 1988; 6: 630-8.
65. Heler BM, Pincivero DM. The effect of ACL injury on lower extremity activation during closed kinetic chain exercise. *J Sports Med Phys Fitness* 2003; 43: 180-8.
66. Sadao N, Haruyasu Y, Kohtaro F. Recovery of extensor muscle strength in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sci* 1996; 1: 171-7.
67. Mattacola CG, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH, Saliba EN, McCue FC 3rd. Strength, Functional Outcome, and Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Athletic Training*. 2002; 37: 262–8.
68. Birgitta N, Hans G, Kerstin P, Christian P, Ulla S. Muscle strength and jumping distance during 10 years post ACL reconstruction. *Isokinetics and Exercisecise* 363-70.
69. Nilüfer B, Nehir S, Semih G. Isokinetic Evaluation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Fiziksel Tıp* 2004; 7: 73-7.
70. Karanikas K, Arampatzis A, Brüggemann GP. Motor task and muscle strength followed different adaptation patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. *Eur j Phys Rehabil Med* 2009; 45: 37-45.
71. Edward M, Laura J. Longitudinal Effects of Anterior Cruciate Ligament injury and Patellar Tendon Autograft reconstruction on Neuromuscular Performance. *AM J* 2000; 28: 3.
72. Bush-joseph CA, Hurwitz DE, Patel RR, Bahrani Y, Garretson R, Bach B, et al. Dynamic function after anterior cruciate ligament reconstruction with autologous patellar tendon. *Am J Sports Med* 2001; 29: 36-41
73. Mir S, Hadian M, Talebian S, Nasserli N. Functional assessment of knee joint position sense following anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 2008; 42: 300–3.
74. Lee HM, Cheng CK, Liao JJ. Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency. *J. Knee* 2009; 01: 006

75. Shiraishi M, Mizuta H, Kubota K, Otsuka Y, Nagamoto N, Takagi K. Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Clin J sport Med* 1996; Jan; 6: 32-9.
76. Alkjaer T, Simonsen EB, Jørgensen U, Poulsen P. Evaluation of the walking pattern in two types of patients with anterior cruciate ligament deficiency: copers and non-copers. *Eur J Appl Physiol* 2003; 89: 301-8.
77. Hurd WJ, Snyder-Mackler L. Mechanism for the ACL rupture effects movement patterns during the mid-stance phase of gait. *J Orthop Res* 2007; 25: 1369-77.
78. Knoll Z, Kiss RM, Kocsis L. Gait adaptation in ACL deficient patients before and after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *J Electromyogr Kinesiol* 2004; 14: 287-94.
79. Roberts CS, Rash GS, Honaker JT, Wachowiak MP, Shaw JC. A deficient anterior cruciate ligament does not lead to quadriceps avoidance gait. *Gait Posture* 1999; 10: 189-99.
80. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high level activity with non-operative treatment after deficient anterior cruciate ligament ruptures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 8: 76-82.
81. Lass P, Kaalund S, leFevre S, Arendt-Nielsen L, Sinkjaer T, Simonsen O. Muscle coordination following rupture of the anterior cruciate ligament. *Acta Orthop Scand* 62: 9-14.
82. Bulgheroni P, Bulgheroni MV, Andrini L, Guffanti P, Giughello A. Gait patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol* 1997; 14-21.
83. Ernst GP, Saliba E, Diduch D, Hurwitz SR, Ball DV. Lower extremity compensations following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther* 2000; 80: 251-60.
84. Papadonikolakis A, Cooper L, Stergiou N, Georgoulis AD, Soucacos PN. Compensatory mechanism in anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003; 11: 235-43.
85. Boerboom A, Halbertsma J, Schenk W, Diercks R, Horn J. Atypical hamstring electromyographic activity as a compensatory mechanism in anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9: 211-6.

TEŐEKKÖR

Tez süresince bana destek veren Prof. Dr. Hakan Gür, Doç. Dr. Bedrettin Akova, Doç. Dr. Ufuk Şekir' e Spor Hekimliği ABD görevlilerine teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1968 yılında Sarıkamış' da doğdum. İlk orta ve lise eğitimimi Erzurum' da tamamlayıp Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesinden 1993 Aralık ayında mezun oldum. 2005 yılında Uludağ Üniversitesi Spor Hekimliği Ana Bilim Dal' ında araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım halen bu görevime devam etmekteyim.