TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU SONRASI SANAL REHABİLİTASYONUN DENGE VE FONKSİYONELLİK ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ZEHRA BETÜL KARAKOÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMANIN ADI

YRD. DOÇ. DR. TUĞBA KURU ÇOLAK

İSTANBUL/2016

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU SONRASI SANAL REHABİLİTASYONUN DENGE VE FONKSİYONELLİK ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ZEHRA BETÜL KARAKOÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMANIN ADI

YRD. DOÇ. DR. TUĞBA KURU ÇOLAK

İSTANBUL/2016

TEZ ONAYI

TEZ ONAYI

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Programın seviyesi : Yüksek Lisans
Anabilim Dalı : Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Tez Sahibi : Zehra Betül KARAKOÇ
Tez Başlığı : **ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU SONRASI SANAL REHABİLİTASYONUN DENGE VE FONKSİYONELLİK ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**
Sınav Yeri : Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
Sınav Tarihi : 17.08.2016

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman (Unvan, Adı, Soyadı)	**Kurumu**	**İmza**
Yard. Doç. Dr. Tuğba KURU ÇOLAK	Marmara Üniversitesi	
Sınav Jüri Üyeleri (Unvan, Adı, Soyadı)		
Prof. Dr. M. Gülden POLAT	Marmara Üniversitesi	
Yard. Doç. Dr. Yıldız ANALAY AKBABA	İstanbul Üniversitesi	

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun ....22 EYLÜL 2016 tarih ve 59 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Göksel ŞENER
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

BEYAN

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

Fzt. Zehra Betül KARAKOÇ

27.06.2016

TEŞEKKÜR

Tez araştırmam sürecince, akademik donanımı ile beni yönlendirmekten hiç bıkmayan, manevi olarak sıkıştığım her an beni destekleyen, kendi çalışkanlığı ve eğitici kimliği ile sürekli beni çalışmaya sevk eden **Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Tuğba KURU ÇOLAK**'a,

Lisans ve lisansüstü eğitimim boyunca örnek aldığım, akademik bilgi ve becelerilerini benden esirgemeyen ve karşılaştığım zorlukları çözüme kavuşturan **Dekanım ve Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Başkanı'm Sayın Prof. Dr. Mine Gülden POLAT'a,**

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca profesyonellik ve akademisyenliği ile beni hep farklı ufuklara ve yeniliklere yönlendiren **Bölüm Başkanı'm Sayın Prof. Dr. S. Ufuk YURDALAN'a**,

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca klinik ve teorik deneyimlerini bana sonuna kadar aktaran, bir hoca ve eğitimci olarak önümde çizdiği profili akademik hayatım boyunca takip edeceğim **Anabilim Dalı Başkanı'm Sayın Doç. Dr. Zübeyir SARI'ya**,

Lisansüstü eğitimimde yoğun çalışma tempolarına rağmen bana sağladıkları akademik ve paylaşımcı yaklaşımlarından dolayı **Sayın Hocalarım Yrd. Doç. Dr. İlkşan DEMİRBÜKEN**, **Yrd. Doç. Dr. Gönül ACAR ve Yrd. Doç. Dr. Semra OĞUZ**'a,

Tez süresince beni teşvik ederek, dostluk ve tecrübelerini benimle paylaşan yüksek lisans arkadaşım **Fzt. Fahri KÖROĞLU'**na

Bu süre zarfında yanımda olan çalışma arkadaşlarım **Arş. Gör. Eren TİMURTAŞ, Arş. Gör. Bahar ÖZGÜL, Arş. Gör. Onur AYDOĞDU, Arş. Gör. Emir ŞAHİN ve Arş. Gör. Bahar KAVLAK'**a**,**

Tezimin gerekli katılımcı sayısına ulaşmasına yardımcı olan **Uzm. Dr. İlker ÇOLAK'a,**

Tez çalışmama katılmayı gönüllü olarak kabul eden ve bana her türlü kolaylığı sağlayan **Sayın Hastalarıma**,

Kızıma ikinci bir anne olarak gözümün arkada kalmamasını sağlayan **Bakıcımız Melek ÖZKAN'a,**

Bütün bir sene boyunca zorluklara birlikte katlandığım ve bu sürecin her aşamasını benimle birlikte hisseden **Sevgili Eşim Fuat KARAKOÇ'a ve Aileme** içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Fzt. Z. Betül KARAKOÇ

Bu tez, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından SAG-C-YLP-130116-0004 numaralı proje ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

BEYAN ..... **i**
TEŞEKKÜR ..... **ii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **ix**
RESİMLER LİSTESİ ..... **x**
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ ..... **xi**
1. ÖZET **1**
2. ABSTRACT **2**
3. GİRİŞ ve AMAÇ **3**
4. GENEL BİLGİLER **5**
4. 1. Ön Çapraz Bağ Anatomisi 5
4. 2. Ön Çapraz Bağ Biyomekaniği 6
4. 3. Ön Çapraz Bağ Yaralanma Mekanizması 7
4. 4. Ön Çapraz Bağ Yaralanma Risk Faktörleri 9
4. 5. Yaralanmayı Önleyici Programlar 11
4. 6. Ön Çapraz Bağ Yaralanması Değerlendirmesi 11
4. 6. 1. Klinik Testler: 12
4. 7. Ön Çapraz Bağ Yaralanmasına Eşlik Eden Patolojiler 12
4. 8. Ön Çapraz Bağ ve Propriosepsiyon 13
4. 9. Ön Çapraz Bağ Cerrahi Tedavisi 14
4. 9. 1. Anatomik Cerrahi 15
4. 9. 2. Non-Anatomik Cerrahi 16
4. 9. 3. Tek Bant Rekonstrüksiyonu 16
4. 9. 4. Çift Bant Rekonstrüksiyonu 16

4. 9. 5. Greftler 16
4. 10. Cerrahi Tedavi Sonrası Ön Çapraz Bağ Kinematiği 17
4. 11. Ön Çapraz Bağ Rehabilitasyonu 18
4. 11. 1. Pre-Operatif rehabilitasyon programı 18
4. 11. 2. Post-Operatif rehabilitasyon programı 19
4. 12. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu ve Fonksiyonellik 19
4. 13. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu ve Denge 20
4. 14. Ön Çapraz Bağ ve Sanal Rehabilitasyon 21
5. GEREÇ VE YÖNTEM 22
5.1. Değerlendirme Yöntemleri 26
5. 1. 5. 1. Basit denge testi: 28
5. 1. 5. 2. Basit denge testi puanlaması: 29
5. 2. Hızlandırılmış Rehabilitasyon Programı 30
5. 3. Sanal Rehabilitasyon Programı 35
5. 4. İstatistiksel Analiz 37
6. BULGULAR 38
6. 1. Başlangıç Klinik Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması 39
6. 2. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremite Klinik Değerlerinin Karşılaştırılması 40
6. 3. Tüm Klinik Değerlendirme Sonuçlarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 44
6. 4. Grupların Değerlendirmeler Arasındaki Farklılıkların Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 50
7. TARTIŞMA ve SONUÇ 58
8. KAYNAKLAR 71
EKLER 84
EK 1. TEZ ÇALIŞMASI UYGULAMA İZİN FORMU 84

EK 2. BİLGİLENDİRME FORMU 85
EK 3. GÖNÜLLÜ ONAY FORMU 87
EK 4. HASTA TAKİP FORMU 88
EK 5. ETİK KURUL ONAYI 89
EK 6. ALT EKSTREMİTE FONKSİYONELLİK SKALASI 90
EK 7. VİZUEL ANALOG SKALA 91
ÖZGEÇMİŞ 92

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Hızlandırılmış Rehabilitasyon Programı 31
Tablo 2. Sanal Rehabilitasyon..... 36
Tablo 3. Grupların Demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması..... 38
Tablo 4. Grupların Yaralanma ve Cerrahi Tedavi Zamanlarının Karşılaştırılması ... 38
Tablo 5. Gruplar Arası Başlangıç Klinik Değerlerin Karşılaştırılması..... 39
Tablo 6. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremitelerin Birinci Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması 40
Tablo 7. Grup İçi ve Gruplar Arası H/Q Oranlarının Karşılaştırılması 42
Tablo 8. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremitelerin İkinci Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması 43
Tablo 9. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremitelerin Üçüncü Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması 43
Tablo 10. Grup İçi ve Gruplar Arası Diz Fleksiyon Gonyometrik Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması 45
Tablo 11. Grup İçi ve Gruplar Arası Diz Çevre Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması 45
Tablo 12. Grup İçi ve Gruplar Arası Uyluk Çevre Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması 46
Tablo 13. Grup içi ve Gruplar Arası Kuadriseps Kas Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırılması 47
Tablo 14. Grup içi ve Gruplar Arası Hamstring Kas Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırılması 47
Tablo 15. Grup içi ve Gruplar Arası VAS Değerlerinin Karşılaştırılması..... 48
Tablo 16. Grup içi ve Gruplar Arası LEFS Değerlerinin Karşılaştırılması 49
Tablo 17. Grup içi ve Gruplar Arası COG Değerlerinin Karşılaştırılması 49
Tablo 18. Grup içi ve Gruplar Arası Denge Değerlerinin Karşılaştırılması 50
Tablo 19. Grupların Diz Fleksiyon Açılarındaki Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 51
Tablo 20. Diz Çevre Ölçümlerinin Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 51

Tablo 21. Uyluk Çevre Ölçümlerinin Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 52
Tablo 22. Kuadriseps Kas Kuvveti Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 53
Tablo 23. Hamstring Kas Kuvveti Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 54
Tablo 24. VAS Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 55
Tablo 25. LEFS Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 55
Tablo 26. COG Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 56
Tablo 27. Denge Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 57

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Akış Şeması 25
Şekil 2. Basit Denge Testi Puanlandırma Şeması 30
Şekil 3. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremite Kuadriseps Kas Kuvveti Ölçümlerinin Karşılaştırılması 41
Şekil 4. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremite Hamstring Kas Kuvveti Ölçümlerinin Karşılaştırılması 41
Şekil 5. Grup İçi Ekstremitelerin COG Değerlerinin Karşılaştırılması 44

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Mid-substance ve Fan Benzeri Liflerin Tutunma Yeri.. 6
Resim 2. ÖÇB Yaralanma Mekanizması. 8
Resim 3. Tünel yerleşimine göre ÖÇB görüntüsü. 16
Resim 4. (a) Q İzometrik Kas Kuvveti Ölçümü, (b) H İzometrik Kas Kuvveti Ölçümü 27
Resim 5. Nintendo Wii U© Ağırlık Merkezi Ölçümü (COG) 28
Resim 6. Nintendo Wii U© Basit Denge Testi 29
Resim 7. Faz I Egzersizleri 32
Resim 8. Faz II Egzersizleri 33
Resim 9. Faz III Egzersizleri 34
Resim 10. Faz IV Egzersizleri 35

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AM : Anteromedial

> : Büyüktür

CM : Santimetre

COG : Ağırlık Merkezi (Center of Gravity)

COP : Basınç Merkezi (Center of Pressure)

DK : Dakika

º : Derece

$: Dolar

H : Hamstring

KG : Kilogram

< : Küçüktür

LEFS : Lower extremity functionality scale

M : Metre

ML : Mediolateral

MM : Milimetre

MM^2 : Milimetre kare

N : Newton

OA : Osteoartrit

ÖÇB : Ön çapraz bağ

P : Olasılık (posibility)

PCL : Arka çapraz bağ (posterior cruciate ligament)

PL : Posterolateral

SN : Saniye

SPSS : Sosyal bilimler için istatistiksel paket programı (statistical package for the social sciences)

Q : Kuadriseps femoris

VAS : Vizuel analog skala

VKİ : Vücut kitle indeksi

% : Yüzde

Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Geçirmiş Olgularda Sanal Rehabilitasyonun Denge ve Fonksiyonellik Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Öğrencinin Adı: Zehra Betül KARAKOÇ

Danışmanın Adı: Yrd. Doç. Dr. Tuğba KURU ÇOLAK

Anabilim Dalı: Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

1. ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası azalan denge ve fonksiyonelliğe sanal rehabilitasyonun etkinliğini belirlemekti.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu uygulanmış ve dahil edilme kriterlerini taşıyan 22 erkek olgu dahil edildi. Olgular Nintendo (n=14) ve kontrol (n=8) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Olgular rehabilitasyon öncesinde, rehabilitasyonun 3. haftası ve 6. haftasının sonunda olmak üzere 3 kere değerlendirildi. Olguların demografik verileri alındıktan sonra diz fleksiyon açıları, diz çevre ve uyluk çevre ölçümleri sırasıyla gonyometre ve mezura ile ölçüldü. Olguların kuadriseps ve hamstring kas kuvvetleri myometre ile, fonksiyonellikleri Alt Ekstremite Fonksiyonellik Skalası ile, ağırlık merkezi ve denge ise Nintendo Wii U© denge tahtası ile değerlendirildi. Her iki gruba da 6 hafta hızlandırılmış rehabilitasyon programı uygulanırken Nintendo grubuna dördüncü haftadan itibaren günde 40 dk, haftada 3 gün Nintendo denge oyunları oynatıldı.

Bulgular: Tedavi sonrası denge değerlerinde her iki grupta da anlamlı bir değişiklik gözlenmedi (p=0,216 ve 0,417). Kontrol grubunun ağırlık aktarma asimetrisi ikinci değerlendirmede kaybolurken (p=0,833) Nintendo grubunda bu değişim üçüncü değerlendirme sonunda elde edildi (p=0,345). Alt ekstremite fonksiyonellik değerleri her iki grupta da artarken (p=0,000 ve 0,001) ağrı değerlerinin sadece Nintendo grubunda azaldığı görüldü (p=0,000).

Sonuçlar: Nintendo Wii U© denge oyunlarının rekonstrüksiyon sonrası erken dönemde denge ve fonksiyonelliği geliştirmede etkili olmadığı ancak, ekstremite ağırlık aktarma asimetrisini gidermede etkili olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Ön Çapraz Bağ, Nintendo Wii U©, Denge, Fonksiyonellik

Evaluation of the Effect of Virtual Rehabilitation on Balance and Functionality in Cases Who Had Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

Name of the Student: Zehra Betül KARAKOÇ

Name of the Advisor: Asst. Prof. Tuğba KURU ÇOLAK

Department: Department of Physiotherapy and Rehabilitation

2. ABSTRACT

Aim: This study aimed to determine the effectiveness of virtual rehabilitation on balance and functionality that decrease after anterior cruciate ligament reconstruction.

Material and Method: Twenty-two males who had anterior cruciate ligament reconstruction and provide inclusion criteria were participated in this study. Cases were divided into two groups as Nintendo(n=14) and control(n=8) groups. Cases were evaluated totally three times; pre-rehabilitation, at the end of the 3th and 6th weeks of rehabilitation. After recording the demographic data, knee flexion angle, knee and leg circumference were assessed with goniometer and tape measurement respectively. Strength of quadriceps and hamstring, functionality, center of weight and balance were measured with myometer muscle tester, Lower Extremity Functionality Scale and Nintendo Wii U© balance board individually. While per groups performing 6 weeks accelerated rehabilitation program, Nintendo balance games were added to Nintendo group from the fourth week for forty minutes a day and three times a week.

Results: There were no significant differences in the balance values of both groups (p=0,216 ve 0,417). While weight bearing asymetry of control group improved in the second evaluation (p=0,833), improvement was obtained in the third evaluation in Nintendo group(p=0,345). Lower extremity functionality scores increased in both groups (p=0,000 ve 0,001),however pain score decreased only in Nintendo group(p=0,000).

Conclusions: Nintendo Wii U© balance games were not effective on balance and lower extremity functionality, but it was found effective on improving weight bearing asymetry in early period after anterior cruciate ligament reconstruction.

Key Words: Anterior Cruciate Ligament, Nintendo Wii U©, Balance, Functionality

3. GİRİŞ ve AMAÇ

İntraartiküler bir yapısı olan ön çapraz bağ (ÖÇB), femurdan tibiaya doğru diz eklemini çaprazlayacak şekilde yerleşim gösterir. Fonksiyonel olarak antero-medial (AM) ve postero-lateral (PL) olarak iki banttan oluşur. Fleksiyon ve ekstansiyonda sırasıyla gergin olan bu bantlar tibianın öne doğru kaymasını önler (Hürel ve Çelebi, 1999).

Ön çapraz bağ vücutta en çok yaralanan ve rekonstrüksiyon yapılan ligamenttir (Spindler ve Wright 2008). Amerika'da yılda 250.000 kişi ön çapraz bağ ile ilgili yaralanma geçirmekte ve bunların 80.000 - 100.000'inine rekonstrüksiyon uygulanmaktadır (Donnell-Fink ve ark., 2015). Özellikle genç ve aktif kişilerde daha fazla görülen yaralanmaların rekonstrüksiyon sonrası uzun dönem maliyeti 38.000 $'dan fazladır ve bu maliyet rehabilitasyon sürecine girenlerde 88.538 $'a kadar çıkmaktadır (Acevedo ve ark., 2014).

Çapraz bağda meydana gelen yaralanma sonucu tibiofemoral eklem biyomekaniği bozulurken proprioseptif ve sensorimotor fonksiyonlarda defisitler görülür. Rekonstrüksiyon sonrasında mekanik stabilizasyon sağlansa da (Paterno ve ark., 2013) denge bozuklukları devam etmektedir (Clark ve ark., 2014). Ayrıca dizin fonksiyonunun geri kazanılması için rekonstrüksiyon sonrası rehabilitasyon önem teşkil eder (Baltacı ve ark., 2013). Rekonstrüksiyon sonrası rehabilitasyon programı, cerrahi tedavinin etkinliği için gerekli görülmektedir (Mikkelsen ve ark., 2000). Ön çapraz bağ için rehabilitasyon programı altı haftalık hızlandırılmış (Altındağ ve ark., 2009) veya altı aylık program şeklinde uygulanabilmektedir (Mikkelsen ve ark., 2000). Bu programların içeriğinde kompresyon, bandajlama, izometrik egzersizler, sürekli pasif hareket, ağırlık aktarma, mobilizasyon, günlük yaşam aktiviteleri ve fonksiyonel egzersizler bulunmaktadır (Mikkelsen ve ark., 2000).

Bazı bilgisayarlı postürografi çalışmalarında ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş kişilerin sağlıklı bireylere göre artmış denge bozukluğu ve azalmış performans görüldüğü bildirilmiştir (Clark ve ark., 2014). Gelişen teknoloji ile birlikte rehabilitasyon programı içinde uygulanan egzersizler oyun dahilinde daha eğlenceli

ve motive edici hale getirilmiştir. Bu gelişen teknolojinin bir ürünü olan Nintendo Wii U© oyun konsolu, sanal rehabilitasyon olarak günümüzde farklı alanlarda kullanılmaktadır (Aslan ve ark., 2012). Nintendo Wii U© oyun konsolu Wii denge tahtası aparatını da içermektedir. Wii denge tahtası basınç sensörleriyle denge ve ağırlık merkezini ölçen bir parçadır (Jorgensen ve ark., 2013). Bu oyundaki basınç merkezleri görsel geri bildirim ile görüldüğünden dolayı fonksiyonel denge, denge eğitim çalışmalarıyla geliştirilebilir (Shih, 2011).

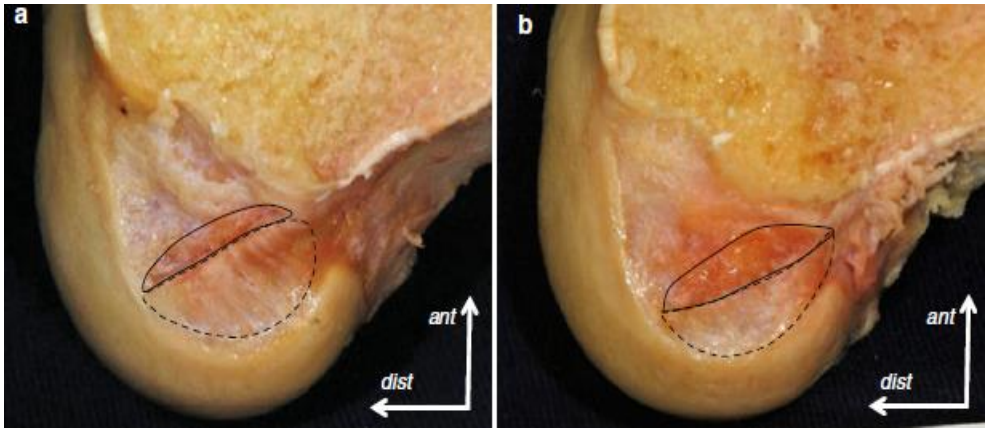
Hastanede kalış süresini kısaltmak ve erken işe dönüş sağlamak amacıyla ön çapraz bağ cerrahisi sonrası rehabilitasyon programı önem arz etmektedir (Altındağ ve ark., 2009). Literatürde ön çapraz bağ tamiri sonrası sanal rehabilitasyon uygulamalarının ve Nintendo Wii© denge tahtasının etkinliğini araştıran çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Bu bilgiler ışığında, bu tez çalışmasında, ön çapraz bağ rehabilitasyonunda güncel olan hızlandırılmış rehabilitasyon programına ek olarak uygulanacak yenilenmiş Nintendo Wii U© oyun konsolu denge tahtasının denge ve fonksiyonellik üzerindeki etkisini araştırmayı amaçladık.

4. GENEL BİLGİLER

4. 1. Ön Çapraz Bağ Anatomisi

Ön çapraz bağ, diz stabilizasyonunu sağlayan önemli bir yapı olmakla bereber diz propriosepsiyonunda ve internal diz yapılarını korumada da temel rol oynar (Melinte ve ark., 2015). Femur lateral kondilinin medial kısmından başlayarak tibianın medial kondiline uzanan intraartiküler bir yapıdır (Petersen ve Zantop, 2007; Campbell ve ark., 2016). Vertikal uzun ekseni öne doğru 26 ± 6º eğimlidir (Petersen ve Zantop, 2007). Yapışma yerlerine göre üç banttan oluştuğu görüşü olsa da genel olarak kabul edilen anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) olarak iki banttan oluştuğudur (Hürel ve Çelebi, 1999; Diek ve ark., 2014). Bu iki bant antero-posterior ve rotasyonel diz stabilizasyonunda sinerjistik şekilde çalışır (Diek ve ark., 2014). AM bant, dizin antero-posterior translasyonunu, PL bant ise diz rotasyonel momentini kısıtlamada önemli bir rol oynar (Woo ve ark., 2006).

ÖÇB'nin femoral tutunma yeri iki farklı bölgededir. Birincisi, ÖÇB liflerinin asıl demetlerinin tutunma yeridir. Bu asıl liflerin femurun lateral kondiline tutunma şekli oval ve dardır. İkincisi ön çapraz bağ asıl demetlerinden ayrılan "Fan Benzeri Ekstansiyon Lifleri" dir ve posterior kondil üzerinde geniş bir yayılım gösterir (Mochizuki ve ark., 2014; Melinte ve ark., 2015). Diz fleksiyona geldiğinde "Mid-substance" olarak adlandırılan asıl demetlerin posterior proksimal kısmı ile kemik arasında birkaç milimetrelik derin bükülme gözlenmiştir. Bunun fonksiyonel anlamı henüz hiçbir çalışmada tanımlanmamıştır. Fan benzeri ekstansiyon lifleri, kemiğe bağlanırken kartilaj yapı oluşumu göstermez ve bu indirekt insersiyo olarak adlandırılır. Bu bağlanma yerlerinin kemik olmasından dolayı diz hareketi sırasında liflerin yönü ve lokalizasyonu değişmemektedir (Mochizuki ve ark., 2014; Beaulieu ve ark., 2015).



Resim 1. Mid-substance ve Fan Benzeri Liflerin Tutunma Yeri. Siyah çizgi ile belirlenmiş yer fan benzeri liflerin, kesikli çizgi ile belirtilmiş bölge ise mid-substance liflerinin tutunma yerini göstermektedir (Siebold ve ark., 2014).

Diz fleksiyonu ile AM bant gerilir, PL bant gevşer. 30° diz fleksiyonunda bütün lifler uzar. Bu pozitif uzama değişimi kemik tutunmalarının birbirlerinden bağımsız hareket ettiklerini gösterir. Tibial rotasyonun ise ÖÇB liflerinin uzaması üzerine anlamlı bir etkisi yoktur (Amis ve Dawkins, 1991).

Middle geniculate arter, ön çapraz bağın primer kanlanmasını sağlayan yapıdır. Aynı zamanda inferomedial ve inferolateral geniculate arterler de kanlanmada minör destek sağlarlar (Mall ve ark., 2013; Campbell ve ark., 2016).

4. 2. Ön Çapraz Bağ Biyomekaniği

ÖÇB, diz biyomekaniği ve kinematiğinde anterior tibial translasyonun primer önleyicisi ve tam ekstansiyonda valgus / varus stresinin sekonder önleyicisi olarak hayati önem taşır (Mall ve ark., 2013).

Anterior tibial yüklenmede 5° hiperekstansiyonda ÖÇB' de en fazla güç açığa çıkmakta, bunu 15º diz fleksiyon açısı takip etmektedir. 110 N'luk 0 - 90° arasındaki anterior tibial yüklenmelerde en az güç ise 90º diz fleksiyonunda oluşmaktadır. Aynı koşullarda ÖÇB bantları arasındaki güç oluşumu farklılık göstermektedir. İlk 45º diz fleksiyonuna kadar PL banttaki güç oluşumu daha fazla, 45°'den sonra ise AM banttaki güç oluşumu daha fazladır. 45º'de ise her iki banttaki güç oranları eşittir (Sakane ve ark., 1997).

134 N'luk güç altında 15 – 30º diz fleksiyonunda AM bantta oluşan güç daha fazladır. Sağlam dizlerde 134 N'luk anterior tibial yüklenmede diz tam ekstansiyonda iken 4 ± 1 mm anterior tibial translasyon, 60° diz fleksiyonunda iken ise 6. 4 ± 2. 4 mm anterior tibial translasyon oluşur (Gabriel ve ark., 2004).

10 N valgus ve 5 N internal tibial tork ile yapılan rotatör yüklenmede 15º ve 30º'de sağlam dizlerdeki tibial translasyon sırasıyla 3.9 ± 1.9 ve 5.7 ± 2.3 mm'dir. Bu değer çift bat rekonstrüksiyonu sonrasında 15º ve 30º'de sırasıyla 8.5 ± 3.2 mm ve 9.5 ± 2.6 mm'ye yükselir. Anatomik rekonstrüksiyonda ise anterior translasyon normale en yakın değeri alarak 15º'de ve 30º'de sırasıyla 6.1 ± 2.8 mm ve 7.5 ± 2.3 mm'ye ulaşır (Yagi ve ark., 2002).

ÖÇB üzerinden iletilen kuvvetler menisküs, dizdeki diğer bağlar ve diz pozisyonu ile entegredir. Yürümede 169 N, merdiven çıkmada 67 N ve merdiven inmede 445 N'luk bir yüklenmeye maruz kalır (Kweon ve ark., 2013; Campbell ve ark., 2016).

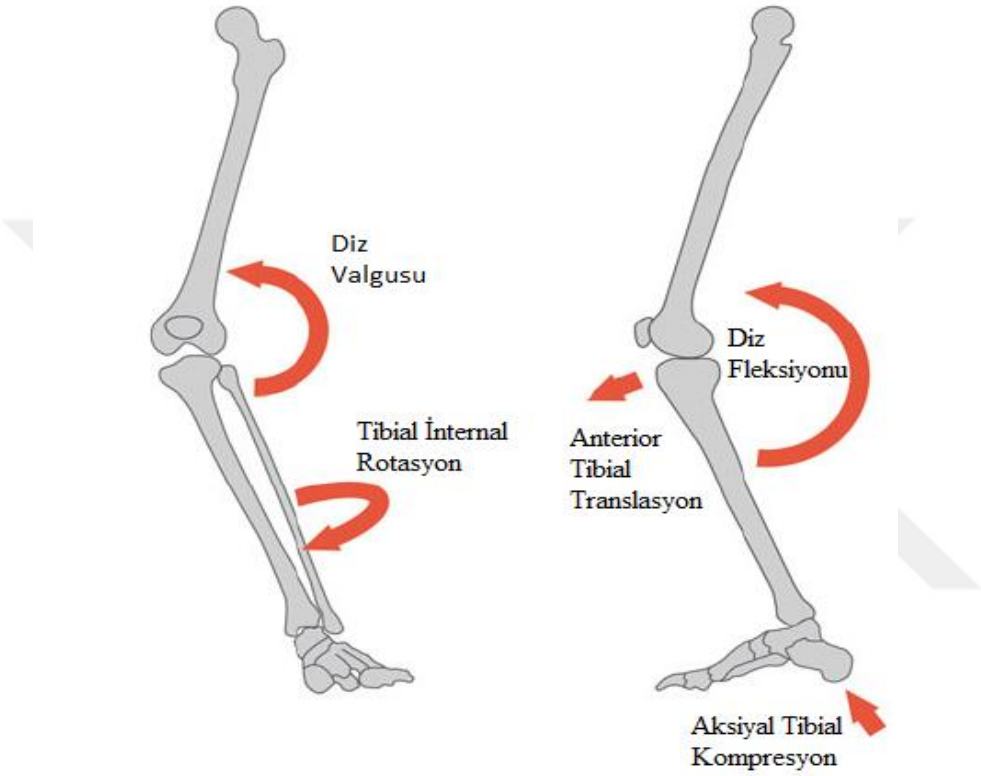
Genç kadavralar üzerinde yapılan "Femur-Tibia-ÖÇB" kompleksindeki yaralanma testinde, ÖÇB'nin 44 mm²'lik kesitsel bir yüzeyde en fazla 2160 N' luk bir gerilme yükü ve 242 N / mm'lik sertliğe dayanabileceği görülmüştür (Mall ve ark., 2013; Kweon ve ark., 2013). Bu değerler yaşlı bireylerde 496 N'luk gerilme ve 124 N'luk bir sertlik yüküne iner (Kweon ve ark., 2013; Campbell ve ark., 2016).

4. 3. Ön Çapraz Bağ Yaralanma Mekanizması

115 kişi üzerinde yapılan iki çalışmada yaralanmaların önceden birçok kez yaptıkları hareket sırasında ve % 89 – 95 oranında oyuncular arasında temas olmayan bir anda (non-contact) gerçekleştiği bildirilmiştir. "Non-contact" mekanizma, yön değiştirmeden önce aniden yavaşlama veya çoğu sıçramadan topuk vuruşuna geçerken, diz hafif fleksiyonda iken ani yavaşlama şeklinde açıklanırken; "contact" mekanizma, diz valgus açısındaki artma olarak açıklanmaktadır (Olsen ve ark., 2004; Jang ve ark., 2015).

Yapılan video analiz çalışmalarında yaralanma sırasında valgus açısındaki artmanın yanıda tibiada internal veya eksternal rotasyon da gözlenmiştir (Olsen ve

ark., 2004). Yapılan çalışmalarda yaralanmış kişiler, dizin yaralanma anında hafif fleksiyonda olduğu ve tibianın topuk vuruşunda aşırı internal rotasyona geldiğini ifade etmişlerdir (Boden ve ark., 2000). Basma fazında, diz abdüksiyon ve internal rotasyonunun fazla olduğu durumlarda ÖÇB'deki gerginlik daha yüksektir bu yüzden ÖÇB yaralanması için biyomekanik bir risk faktörü oluşturur (Ishida ve ark., 2015).



Resim 2. ÖÇB Yaralanma Mekanizması (Siebold ve ark., 2014).

Uzamış kalça ve diz, tibia internal rotasyonda ve ayak pronasyonda iken taban teması kızlarda tanımlanan ayrı bir yaralanma mekanizma modeli olarak kabul edilmektedir (Acevedo ve ark., 2014).

ÖÇB rüptürlerinin büyük kısmı femoral insersiyo bölgesinde olmaktadır. Bunun altında yatan sebep bilinmemektedir. Beaulieu ve Carey, bunun nedenini femoral tutunma yerinin tibial tutunma yerinden farklı olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir (Beaulieu ve ark., 2015). Laboratuar ortamında gerilim altında hızlı ve yavaş yüklenmelerle yaralanmanın test edildiği bir çalışmada, yavaş yüklenmede (60 saniye) ligamentin tibial insersiyo bölgesinin kemik-ligament-

kemik bileşkesinde en zayıf bölge olduğu ve spinal avülsiyonların görüldüğü bildirilmiştir. Hızlı yüklenmede ise (0.6 saniye) örneklerin 2/3'ünde en zayıf noktanın ligament olduğu görülmüştür (Nordin ve Frankel, 2001).

ÖÇB yaralanmaları ciddiyetine göre 3'e ayrılır:

1.º Minimal bağ hasarı

2.º Artmış bağ hasarı ve dizde boşalma hissi

3.º Total bağ rüptürü ve eklemde instabilite (Baltacı ve ark., 2003).

Parsiyal Rüptür: ÖÇB'nin AM veya PL bantlarından birinin izole rüptürü şeklinde tanımlanır. Parsiyal rüptür, fonksiyonel ve non-fonksiyonel şeklinde ikiye ayrılır. Klinik semptomlarda artış, anterior translasyonda ayırt edilebilir bir fark gözlenmesi ve pivot shift testinin negatif olması durumunda ***Fonksiyonel ÖÇB***, aynı belirtilere ek olarak pivot shift testinin pozitif olması durumunda ise ***Non-Fonksiyonel ÖÇB*** rüptürü olarak adlandırılırlar (Siebold ve ark., 2014).

Tam Rüptür: Parsiyal rüptürlerin % 40-50'si tam rüptüre dönüşür (Siebold ve ark., 2014)

Yaralanmanın tam tanımının ve ciddiyetinin ölçümünün ortak olmaması spor yaralanmalarında epidemiyolojik veri için bir limitasyon oluşturmaktadır (Arendt ve ark., 1999).

4. 4. Ön Çapraz Bağ Yaralanma Risk Faktörleri

Yaralanma risk faktörlerini ekstrinsik ve intrinsik faktörler olarak iki kategoriye ayırmak mümkündür. Yapılan aktivite tipi, spor aktivitesi sırasında uygulanan yöntem, spor aktivitesi sırasında kullanılan ekipmanlar ve çevre koşulları ekstrinsik faktörler olarak sayılmaktadır. İntrinsik faktörleri ise kişisel, fiziksel ve psikososyal faktörler oluşturmaktadır (Arendt ve ark., 1999; Alentorn-Geli ve ark., 2009). İntrinsik risk faktörleri de kendi içinde modifiye edilen ve modifiye edilemeyen şeklinde ikiye ayrılır. Alt ekstremite kas strain öyküsü, yakın zamanda geçirilmiş bir

yaralanma, fiziksel karakteristik özellikler, ilerleyen yaş, modifiye edilemeyen risk faktörlerinden sayılırken kas kuvveti, fleksibilitesi, hareket diskriminasyon yeteneği ve muskulotendinoz sertlik modifiye edilebilir risk faktörlerindendir (Hrysomallis, 2013).

Başka bir sınıflandırma modelinde ise risk faktörleri çevresel, anatomik, hormonal, nöromusküler ve biyomekanik olarak 5 başlığa ayrılmıştır (Alentorn-Geli ve ark., 2009);

Çevresel faktörler; hava koşulları, ayakkabı-zemin temas ilişkisi ve ayakkabı gibi faktörlerdir.

Anatomik faktörler; Vücut kitle indeksi (VKİ), eklem laksitesi, pelvis inklinasyon açısı, Q açısı, Notch genişliği, ÖÇB genişliği ve kuvveti, posterior tibial eğim ve ayak pronasyonu şeklindedir.

Hormonal Faktörler; cinsiyet hormonlarıdır.

Nöromusküler risk faktörleri; diz çevre bölge kaslarının kuvveti, kassal yorgunluktur.

Biyomekanik Risk Faktörleri; gövdenin fleksiyon açısındaki artış, eksternal kalça fleksiyon momentindeki artış, internal kalça ekstansör momenti, yerle temas anında diz ekstansiyon momenti ve tibia anterior makaslama kuvvetindeki artış biyomekanik risk faktörlerindendir (Alentorn-Geli ve ark., 2009).

Mekanizma açısından zayıf gövde kontrolü ve yüksek diz abdüksiyon momenti ile ağırlık taşıyan ekstremite tarafına lateral gövde fleksiyonu, non-contact yaralanmalarda önemli risk faktörlerindendir (Acevedo ve ark., 2014).

Yüksek riskli spor aktivitelerine katılan kadınlarda erkeklere oranla ÖÇB yakınmaları 4-6 kat daha yüksektir (Myer ve ark., 2008). Cinsiyete bağlı farklılıkları açıklamak için bazı hipotezler ortaya atılmış olsa da etyoloji hala net olarak bilinmemektedir (Olsen ve ark., 2004). Kadınların propriosepsiyon hassasiyetlerinin erkeklere oranla daha düşük olması (Boerboom ve ark., 2008), kalça hareket açıklığı, internal rotasyonu, geniş Q açısı, dizde hiperekstansiyon ve yaygın doku hiperlaksitesinin risk faktörlerinden olması, kadınlarda ÖÇB yaralanma riskindeki artışın multifaktöryel olduğunu göstermektedir (Arendt ve ark., 1999; Lee ve ark., 2015).

4. 5. Yaralanmayı Önleyici Programlar

Non-contact yaralanmaları önlemeye yönelik programlarda sporcularda sezon öncesi propriosepsiyon, fleksibilite, çeviklik, pliometrik ve kas kuvvetlendirme egzersizlerinin kombinasyonu uygulanmaktadır. Bu programlar azalmış diz valgus momenti, artmış kalça ve diz fleksiyon açıları gibi risk faktörlerini olumlu yönde değiştirir (Lee ve ark., 2015).

4. 6. Ön Çapraz Bağ Yaralanması Değerlendirmesi

ÖÇB yaralanmalarında tanı konma aşamasında manyetik rezonans görüntüleme (MRI) teknikleri ile klinik test yöntemlerinden faydalanılır ve aralarında tanı koyma açısından bir fark yoktur (Arastu ve ark., 2015). MRI görüntüleme tekniğinin doğruluk derecesi % 90-100'e ulaşmaktadır. Görüntüleme sırasında alt ekstremiteye uygun pozisyonun verilmemesi, bağda dejenerasyonların bulunması ve ÖÇB'de oluşan skar dokusu gibi etkenler MRI görüntülerinde yanıltıcı etken olarak karşımıza çıkabilir (Özkan ve ark., 2000).

İlk tanı, tıbbi hikaye ve fizik muayene ile yapılır (Geraets ve ark., 2015). Yaralanmanın ilk dört saatinde dizde hemartrozu işaret eden ağrı ve şişlik meydana gelir. 1-2 hafta içinde bir iyileşme hali olur ve kişi kısmi ağırlık taşımaya tekrar başlar (Arastu ve ark., 2015). Yaralanma sonrası meydana gelen efüzyon, eklem laksitesi, kas kuvveti ve fonksiyonel performans testleri yaralanmanın ciddiyetini belirleme için kullanılır (Lynch ve ark., 2013).

Klinik değerlendirmede çoğunlukla "Ön Çekmece", "Lachman" ve "Pivot Shift" testleri kullanılmaktadır (Arastu ve ark., 2015).

4. 6. 1. Klinik Testler:

Ön çekmece testi: Diz ortalama 90º fleksiyonda, ayak klinisyen tarafından yatakta sabitlenmiş iken klinisyenin elleri tibial tüberküle yerleştirilir. Tibianın femura göre translasyonunu görmek için tibia hafifçe öne –arkaya hareket ettirilir (Opstelten ve Scholten, 2007).

Lachman testi: Diğer değerlendirmelere göre geçerliliği en yüksek testtir. Yüzüstü yapıldığında sırtüstü pozisyona göre geçerliliği daha yüksektir (Lange ve ark., 2015). Akut ÖÇB yetersizliği değerlendirilmesinde Lachman testi, ön çekmece Testine göre daha hassastır (Arastu ve ark., 2015).

Pivot shift testi: ÖÇB yetersizliği olan dizlerde dinamik instabiliteyi değerlendirmek için kullanılan bir testtir (Hoshino ve ark., 2007). AM bantta gerçekleşen rüptürlerde anterior tibial translasyonda bir artış görülmezken, PL bantta gerçekleşen rüptürlerde anterior tibial translasyonda belirgin bir artış gözlenir. Klinisyenin tibia hareketinde hissettiği subjektif değerlendirmeye göre derecelendirilir. Bu yüzden gözlemciler arasında düşük güvenilirliğe sahiptir (Diermann ve ark., 2009). Pivot Shift testi daha ayrıntılı olmasına rağmen hassasiyeti en düşük testtir (Arastu ve ark., 2015).

4. 7. Ön Çapraz Bağ Yaralanmasına Eşlik Eden Patolojiler

ÖÇB rüptürü çoğunlukla menisküs yırtıkları ve eklem hasarı ile ilişkilidir (Michalitsis ve ark., 2015). Akut diz yaralanması, diz biyomekaniğinin bozulmasına ve dizde harcanan enerjide problem yaşanmasına neden olarak travmaya bağlı osteoartrit (OA) görülme riskini artırır (Pietrosimone ve ark., 2015). Ciddi meniskal ve kondral yaralanmalar ise travmatik artrit ve fonksiyonel bozukluklara sebep olur (Zhang ve ark., 2014). ÖÇB rüptürü sonrası yaralanan bireylerin % 60 - 90'ı 10-15 yıl içinde osteoartrite yönelik radyolojik değişimler göstermektedir (Meunier ve ark., 2007).

Norveç Diz Bağ Kayıtları'na göre yaralanma ile cerrahi arasında geçen her ay, yetişkinlerde kartilaj lezyon ihtimalini % 1 artırmaktadır. Yaralanma sonrası ilk 12 ay

içinde cerrahi geçiren bireylerde meniskal lezyon görülme insidansı % 55 iken, bu oran yaralanmadan 12 aydan daha geç cerrahi geçirenlerde % 74'e çıkmaktadır (Michalitsis ve ark., 2015).

Tıbbi konsültasyonda, hastaların % 74.4'ünün tipik yaralanma paternini tanımlamalarına ve yaralanmadan bir hafta sonra tıbbi yardım için başvurmalarına rağmen, doğru tanı oranı 2015 yılında % 28.2'dir (Arastu ve ark., 2015).

ÖÇB rekonstrüktif cerrahi tamirinin osteoartrit gelişimini önleyip önlemediği henüz bilinmese de (Arastu ve ark., 2015). ÖÇB cerrahisinin amaçları, kısa dönem için fonksiyonellik sağlamak, uzun dönem için ise osteoartrit gelişimini geciktirmektir (Meunier ve ark., 2007).

Cerrahi sonrasında devam eden biyomekanik defisitlerden dolayı, ilk bir sene yapılan sportif yarışlarda dinamik destek sağlanamayarak tekrar yaralanmalar görülebilmektedir (Myer ve ark., 2006). Yine aktif bir yaşamın (basketball, tenis vb.), orta seviyeli yaşama göre menisküs yırtıklarını ve tekrar yaralanmayı artırdığı bilinmektedir. Ayrıca cerrahi sonrasında da her geçen gün aynı bağda yaralanma riski artmaktadır (Chen ve ark., 2015).

4. 8. Ön Çapraz Bağ ve Propriosepsiyon

Propriosepsiyon, mekanoreseptif, termoreseptif ve nösiseptif bilgileri periferden taşıyan somatosensör sistemin bir parçasıdır (Mandelbaum ve ark., 2005; Gokeler ve ark., 2012). Eksternal çevre koşulları ve motor kontrolleri planlama, motor komutları internal olarak düzenlemede rol oynar (Riemann ve Lephart, 2002). Ayakta durma dengesi, eklem pozisyon hissi ve kinestezi (hareketi algılama) propriosepsiyonun alt parametreleri arasındadır (Boerboom ve ark., 2008).

Düzeltici cevaplar, duyu sensörlerinden gelen geri bildirim ile veya santral sinir sisteminde önceden planlanarak başlar (Cerruli ve ark., 2001). Belli bir amaç doğrultusunda yapılan hareketlerde ***Bilinçli Propriosepsiyon***, kasların aktif olduğu ve kas reflekslerinin meydana geldiği anda da ***Bilinçaltı Propriosepsiyon*** devreye girer (Kaynak ve ark., 2015).

Başka bir sınıflandırmaya göre hareketin ve yönünün algılanması ***dinamik propriosepsiyon,*** eklem pozisyon hissinin algılanması ise ***statik propriosepsiyon*** olarak adlandırılır (Stecco ve ark., 2007).

Ön çapraz bağın tibial tutunma bölgesinde postural kontrolü düzenleyen ve propriosepsiyonda önemli bir rol oynayan pacini cisimciği, ruffini sonlanması ve golgi tendon organları bulunmaktadır (Park ve ark., 2015). Pacisini cisimciği eklem hareket hissini düzenleyen hızlı adapte olan mekanoreseptörlerden iken, ruffini sonlanmaları ve golgi tendon organları eklem pozisyon hissini düzenleyen yavaş adaptasyon gösteren mekanoreseptörlerdendir (Lee ve ark., 2009).

Ön çapraz bağ yaralanması ile o bölgedeki mekanoreseptörler zarar görür (Riemann ve Lephart, 2002; Dingenen ve ark., 2015). Bu zarar diz propriosepsiyonunu etkiler ve anormal hareket paterninin oluşmasına neden olur (Relph ve ark., 2014). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun ardından, dizin mekanik stabilitesi yerine gelse de hangi duyusal defisitlerin iyileştiği halen bilinmemektedir ve optimal düzeyde fonksiyonel iyileşme sağlanamamaktadır. Mekanoreseptörler ise cerrahi sonrasında tekrar toparlanamamaktadır. Bunun yerine geribildirim için farklı aferent yollar oluşmaktadır (Howells ve ark., 2013). Propriosepsiyondaki bu bozulma aktivite seviyesinden dengeye, kuadriceps kas kuvvetinin yeniden kazanılmasından yeniden yaralanmaya kadar birçok faktörü etkiler (Gokeler, 2012).

Propriosepsiyon değerlendirmesinde kullanılan birkaç yöntem olsa da bu testlerden hangisinin daha güvenilir olduğuna dair fikir birliği bulunmamaktadır ve bu metotlar afferent sinyalleri, aktivite değişimini ayırt edemezler. ***Pasif hareket algı eşiği***, en hassas olduğu düşünülen testtir. Kişinin dizi pasif olarak fleksiyon ve ekstansiyona getirilirken hareketi ilk hissettiği anın söylenmesi istenir (Friden ve ark., 2001). Diğeri ise ***eklem pozisyon hissidir***. Klinisyen tarafından pasif olarak bir açıya getirilen diz ekleminin aktif olarak aynı açıyı bulması istenir (Relph ve ark., 2014).

4. 9. Ön Çapraz Bağ Cerrahi Tedavisi

Spor yapan genç ve aktif kişiler yaralanmaya daha açıktırlar (Gokeler ve ark., 2012). ÖÇB yaralanması sporla ilişkili en yüksek frekanslı yaralanmadır. Spor

yaralanmalarında yılda 100.000 kişiden 35'inde ÖÇB yaralanması görülür (Fu ve ark., 2015). Bu yaralanmalardan birçoğu kendiliğinden iyileşmez ve cerrahi tedavi gerektirir (Gokeler ve ark., 2012).

Rekonstrüksiyon cerrahisi, ÖÇB rüptürleri için etkili ve güvenilir bir yöntem olarak kabul görmektedir. ÖÇB rekonstrüksiyonun primer amaçları diz stabilizasyonunu yeniden kazanmak, anormal hareket paternini düzeltmek, ortaya çıkan sonuçları geliştirmek ve atletler için yüksek seviyeli fonksiyonel aktivitelere geri dönüşü sağlamaktır (Schroeder ve ark., 2015).

Geçmişte rekonstrüksiyon cerrahileri ilk olarak açık cerrahi şeklinde yapılmaktaydı. Ancak anatomik olarak ÖÇB çift bantlı iken, cerrahi tedaviler sadece tek banta uygulanmaktaydı. Sonrasında çift bant açık cerrahisi geliştirildi; fakat cerrahi uygulamalar açık ameliyatlar olarak yapılmaya devam etti. Minimal invazif yöntemlerin gelişimiyle birlikte artroskopik cerrahi metodlarının kullanımı yaygınlaşmış ve çift bant rekonstrüksiyonu artroskopik olarak tatbik edilmeye başlanmıştır (Fu ve ark., 2015).

Sınıflandırma olarak cerrahiler Anatomik ve Non-Anatomik olarak ikiye ayrılmaktadır (Tang ve ark., 2014).

4. 9. 1. Anatomik Cerrahi

Tibial ve femoral insersio bölgelerini yeniden saptayarak, biyomekanik ve kinetik fonksiyonların restore edilmesi şeklinde tanımlanır (Abreu-e-Silva ve ark., 2015). ÖÇB kinematiği, fonksiyonelliği ve OA gelişimi açsından non-anatomik yöntemlere göre üstün olduğu düşünülmektedir (Tang ve ark., 2014). Anatomik çift bant rekonstrüksiyonları yapılan dizlerde tibial translasyon, sağlam diz tibial translasyonuna en yakın değere sahiptir (Fu ve ark., 2015).



Resim 3. Tünel yerleşimine göre ÖÇB görüntüsü (Prodromos ve ark., 2007).

4. 9. 2. Non-Anatomik Cerrahi

Geleneksel tek bant ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanırken non-anatomik tünel pozisyonları kullanılır (Fu ve ark., 2015).

4. 9. 3. Tek Bant Rekonstrüksiyonu

Temel olarak anteromedial bantın rekonstrükte edildiği cerrahi uygulamalardır. Diz eklem stabilizasyonunun tekrar kazanılması, uzun dönem dejeneratif değişiklikler ve fonksiyonellik açısından yüksek başarı oranına sahiptir (Kim ve ark., 2014). Literatürde "Tek Bant Ogümentasyon" cerrahisinin geleneksel ÖÇB rekonstrüksiyonuna göre dizin proprioseptif ve biyomekanik fonksiyonunu daha iyi onardığı görüşü kabul edilmiştir (Siebold ve ark., 2014).

4. 9. 4. Çift Bant Rekonstrüksiyonu

Anteromedial ve posterolateral her iki banta yapılan rekonstrüksiyondur. Dinamik laksite ve rotasyon kontrolünü daha iyi sağlayarak eklemi doğal kinematiğine uygun hale getirir (Kim ve ark., 2014).

4. 9. 5. Greftler

Otogreft, allogreft ve sentetik greftler ÖÇB rekonstrüksiyonunda kullanılan greft çeşitlerindendir. Otogreft sırasında patellar tendon, semitendinozus, gracilis veya kuadriseps (Q) tendonları kullanılırken, allogreftler daha çok revizyon cerrahilerinde

tercih edilir (Kılıç ve ark., 2014). Kemik-patellar tendon-kemik greftleri, altın standart olarak kabul görürken, donör bölge morbiditesinden dolayı semitendinozus ve gracilis tendonlarının kullanımı da yaygınlaşmaktadır (Siebold ve ark., 2014). Sentetik greftlerin kullanımı 1980'li yıllarda yaygınlaşmıştır ancak otogreftlere göre başarısızlık oranı çok yüksek olduğu için artık kullanılmamaktadır (Prodromos ve ark., 2007).

Greftin yeterli kuvvet ve biyomekanik özellikleri taşıması greft seçiminde aranan şartlardandır. Aynı zamanda erken rehabilitasyona uygun olması ve tibia ile femurda güvenli fiksasyon sağlaması, greft seçiminde göz önünde bulundurulan durumlardır (Mall ve ark., 2013).

Cerrahi sonrası greft stabilizasyonu, cerrahinin başarısını birincil olarak etkileyen faktördür (Myer ve ark., 2006). Dört başlık altında incelenen (1. İnflamasyon, 2. Proliferasyon, 3. Matriks Sentezi, 4. Matriks Remodelizasyonu) tendon-kemik bölgesi iyileşme dönemi greft stabilizasyonunu etkileyen faktörlerdendir. Örneğin, tendon-kemik bölgesinde fibröz skar doku oluşumu, kemik-tendon iyileşmesinin doğal sürecini bozar ve daha zayıf greft stabilizasyonuna sebep olur. Aşırı greft-tünel hareketi de tünelin genişlemesine sebep olan nedenlerden olup greftin tünel ile birleşmesini geciktirir (Ge ve ark., 2015).

Artrofibrözis, patellar tendon rüptürü, patellar fraktür, tibial plato fraktürü ve femoral kondil osteonekrozisi ÖÇB cerrahisi sonrası ortaya çıkabilecek komplikasyonlardandır ve görülme oranları % 24'e kadar çıkabilmektedir (Mithoefer ve ark., 2005).

4. 10. Cerrahi Tedavi Sonrası Ön Çapraz Bağ Kinematiği

ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanan diz eklemlerinde, rekonstrüksiyon geçirmemiş veya sağlam dizlere göre addüksiyon momentinde azalma görülür. Ayrıca rekonstrükte taraftaki kasların zayıflaması ve nöromusküler kontrolün azalması basamak inmede rekonstrükte taraftaki diz fleksiyon açısında azalmaya sebep olur (Schroeder ve ark., 2015).

Yürüme sırasında etkilenen tarafta 5.5 mm'ye kadar anterior tibial translasyon, 1.3 – 3º'ye kadar tibial eksternal rotasyon olabilirken, basma fazında ortalama 6º'ye kadar kalça fleksiyonunda azalma görülür (Gribbin ve ark., 2016). Kuadriseps kas güçsüzlüğünden kaynaklanan diz ekstansiyon momentindeki azalma bu hastalarda kuadriseps kaçınma yürüyüşüne sebep olur. Yürüme kinematiği açısından iki diz ekleminin simetrik hale gelmesi fizyoterapistin rehabilitasyon programında ilerlemesi ve spora özgü aktivitelere geçişi için referans kabul edilir (Hadizadeh ve ark., 2016).

4. 11. Ön Çapraz Bağ Rehabilitasyonu

ÖÇB cerrahisi sonrası hasta memnuniyeti yüksek ve spora dönüş başarılı olsa da dinamik aktiviteler sırasındaki normal eklem hareket paterninin tam iyileşmesi yıllar almaktadır (Tang ve ark., 2014). Bu süreçte uygulanan rehabilitasyon programı cerrahi tedavinin başarısını etkilemektedir (Hidi ve ark., 2016).

Rehabilitasyon programı, önceki yıllarda uzamış immobilizasyon, ekstremiteden ağırlık alma ve aktivitelerde yavaş ilerleme şeklinde yapılmaktayken günümüzde daha agresif olarak ilerlemektedir (Myer ve ark., 2006). Hızlandırılmış rehabilitasyon programı olarak adlandırılan günümüz protokolüne göre eklem hareket açıklığı ve ekstremiteye ağırlık aktarımı hızla kazandırılırken, 4 - 6 ay içinde spora dönüş sağlanmaktadır (Kvist, 2004). Yapılan hayvan deneyleri de inflamasyon giderildikten ve greft iyileştikten sonra başlanan rehabilitasyonun eklem kartilajı, ligamentler, alt ekstremite kasları ve kapsüler yapılar için olumsuz etkileri bulunduğunu göstermişlerdir (Beynnon ve ark., 2005). Hızlandırılmış rehabilitasyon programında erken dönem ağırlık aktarımının, patellofemoral ağrıyı azalttığı ve artrofibrozis ile baş etmede önemli olduğu bilinmektedir (Wright ve ark., 2008).

4. 11. 1. Pre-Operatif rehabilitasyon programı

Pre-operatif rehabilitasyon programının amacı; diz eklemini cerrahiye hazır hale getirmek, hastayı psikolojik olarak cerrahi tedaviye alıştırmak, post-operatif komplikasyonları azaltmak, cerrahi sonrası spora dönüş başarısını artırmak, tekrar yaralanma riskini azaltmak (Wilk ve Arrigo, 2016), ödem gidermek, kuadriseps kas

aktivasyonunu ve normal yürüme paternini kazandırmaktır (Herrington ve ark., 2013; Maxey ve Magnusson, 2013).

4. 11. 2. Post-Operatif rehabilitasyon programı

Rehabilitasyonun temel amacı, kişiyi fonksiyonel olarak yaralanma öncesi seviyesine getirmektir (Maxey ve Magnusson, 2013). Post-operatif rehabilitasyon, erken ve geç dönem olarak iki ana kısımdan oluşur (Siebold ve ark., 2014).

Erken dönemde yürüme kinematiği bozulduğu için yürüme mekaniğini restore etmek primer amaçlardandır (Sigward ve ark., 2016). Ayrıca grefti koruma, ağrı/ödem giderme, eklem hareket açıklığını ve kas kuvvetini kazanma diğer hedeflerdendir. Geç dönemde ise reaktif ve elastik kuvvet egzersizlerine (Panariello ve ark., 2016), fonksiyonel hareket için gerekli olan dinamik eklem stabilizasyonuna ağırlık verilir (Siebold ve ark., 2014).

4. 12. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu ve Fonksiyonellik

Fonksiyonellik kelime anlamı itibariyle işlevsellik, uygun bir şekilde çalışma niteliği, yetenek ve kabiliyet gibi anlamları içerir (http://medical-dictionary.thefreedictionary.com, Erişim tarihi: 26 Mayıs 2016). Diz ekleminin fonksiyonelliği ise ekstremitelerin simerik olması şeklinde tanımlanır (Hopper ve ark., 2008). Rekonstrüksiyon sonrası dinamik diz stabilizasyonunu etkileyen kas kuvveti, nöromuskuler kontroldeki değişim, propriosepsiyondaki defisit ve dengedeki etkilenim diz ekleminin fonksiyonlarını değiştiren faktörlerdendir. Diz fonksiyonunun en önemli belirleyicisi ise operasyon öncesi kuadriseps kas kuvvetidir (Eitzen ve ark., 2010). ÖÇB yaralanması geçirmiş kişilerin cerrahi veya konservatif tedavi sonrası yaklaşık % 50'sinde fonksiyonellikte azalma görülmektedir (Acevedo ve ark., 2014).

İzole ÖÇB rüptürü olan kişiler cerrahi geçirmeden fonksiyonelliklerini orta seviyede devam ettirebilseler bile sekonder problemler nedeniyle ilerleyen dönemde cerrahi tedaviye ihtiyaç duyarlar (Maxey ve Magnusson, 2013). Cerrahi yöntem ile diz eklem laksitesi düzeltilebilir; ancak bu eklemin fonksiyonelliğini düzeltmek için yeterli değildir (Gokeler, 2015). Çünkü sağlam dizlerde % 25 olan ÖÇB-AÇB (Ön

çapraz bağ-arka çapraz bağ) arasındaki temas oranı, cerrahi sonrası % 75' lere çıkmaktadır. Bu friksiyonel davranış ÖÇB'nin fonksiyonel performansı için önemli bir parametredir (Qu ve ark., 2015). Rehabilitasyon ile azalan diz fonksiyonelliği kazanılabilir (Jang ve ark., 2014) ancak bu alanda hala fikir birliğine varılmış bir rehabilitasyon protokolü yoktur (Van Grinsven ve ark., 2010). Fonksiyonelliğin kazanılması cerrahi sonrası 6 ayı bulmakla beraber (Hopper ve ark., 2008) hastaların kendilerini yeterli hissetmeleri de bu noktada önemli etkenlerden birisidir (Thomee ve ark., 2008).

4. 13. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu ve Denge

Denge, ekstremite ve gövdeden gelen somatosensör duyulara bağlıdır. Görme ve vestibular sistem ile entegre şekilde çalışır. Yani görsel, vestibular ve somatosensör girdiler denge mekanizmasında rol oynarlar (Vathrakokilis ve ark., 2008; Li ve ark., 2016). Denge statik ve dinamik olarak ikiye ayrılır. **Statik denge;** minimal hareket ile var olan durumu korumak olarak tanımlanırken, **dinamik denge**; bir görevi pozisyonu koruyarak yerine getirmek olarak tanımlanır (Bressel ve ark., 2007).

ÖÇB yaralanmalı bireylerdeki dengenin, sağlıklı ekstremiteden ve sağlıklı bireylerden ciddi derecede farklı olduğu görülmüştür (Clark ve ark., 2014). Bu farklılık, yaralanmadan dolayı mekanoreseptörlerin zarara uğraması ve afferent girdinin bozulması ile (Vathrakokilis ve ark., 2008; Lee ve ark., 2015) nöromuskuler kontroldeki değişimlerden kaynaklanır. Diz eklemi mekaniğindeki instabilite de buna sebep olan bir diğer nedendir (Ma ve ark., 2014).

Rekonstrüksiyon geçirmiş bireylerde aktiviteler sırasında alt ekstremitede ağırlık aktarımının asimetrik olduğu görülmüştür. Ağırlık aktarımındaki bu asimetri düşük seviyeli aktivitelerde bir yıl içinde düzelirken yüksek seviyeli aktivitelerde bir yıldan daha fazla sürmektedir (Chmielewski, 2011). Yüklenme asimetrisi kronik hale gelirse, kemik mineral yoğunluğunu azaltarak diz osteoartritine neden olur (Clark ve ark., 2014).

Basınç merkezi (Center of Pressure, COP) ve ağırlık merkezi (Center of Gravity) dengeyi belirleyen faktörlerdendir. COP'un laboratuar koşullarında değerlendirilmesi dengeyi ölçmek için altın standart olarak kabul edilmektedir (Clark

ve ark., 2010). Değerlendirilen statik ve dinamik denge, rekonstrüksiyondan sonra diz fonksiyonelliğindeki gelişmeyi belirlemek için geçerli bir etken olarak kabul edilmektedir (Mohammadi ve ark., 2012). Ön çapraz bağ yaralanması olan bireylerde günlük yaşam aktiviteleri (Smith ve Bell, 2013), rekreasyonel ve spor aktivilerini güvenle yapabilmesi için dengenin kazanılması önem teşkil eder (Ma ve ark., 2014).

4. 14. Ön Çapraz Bağ ve Sanal Rehabilitasyon

Sanal rehabilitasyon, bilgisayar yazılımları ile üretilmiş interaktif simülasyonların kullanımı şeklinde tanımlanır. Denge çalışmalarında hızla popülerleşen yeni bir teknolojidir (Li ve ark., 2016). Bu sistemler dış dünyanın karmaşıklığını sanal dünyaya aktararak, fiziksel değişkenleri kontrol edebilmeyi ve değiştirebilmeyi sağlayarak hedef hareketin doğru bir şekilde yapılmasını sağlar (Luque-Moreno ve ark., 2015).

Sanal rehabilitasyon teknikleri geleneksel yaklaşımlara göre daha eğlencelidir ve klinik dışı alanlarda da kullanılabilmesi nedeniyle tedavi maliyetini düşürür (Palacios-Navarro ve ark., 2016). Sanal rehabilitasyon görsel, vestibular ve somatosensör olarak üç etkene de hitap ettiği için hızlı geri-bildirim açısından geleneksel denge eğitimlerinden daha avantajlıdır (Minyoung ve ark., 2016).

Oyun bazlı sanal rehabilitasyon, yüksek odaklanma ve belirgin hedefler ile nöromuskuler, muskuloskeletal ve yanık gibi bir çok alanda kullanılmaktadır (Minyoung ve ark., 2016). Nintendo Wii©, Microsoft Kinect (Synder, 2015), Vivid GX, Sony Playstation (http://www.gesturetek.com, Erişim tarihi: 27.05.2016) sanal rehabilitasyonda kullanılan ticari ürünlerden bazılarıdır.

Nintendo Wii© oyunları alt ekstremite fonksiyonelliği, denge ve ayakta durma posturü için rehabilitasyon amaçlı kullanılabilen uygun bir araç olarak kabul edilmektedir. Nintendo Wii© oyunları alt ekstremite hareketliliğini, dengeyi artırır ve oyun sırasında ayakta duruş pozisyonunu korumayı sağlar (Fung ve ark., 2012).

5. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamıza, 26.10.2015 - 26.06.2016 tarihleri arasında Dr. Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu uygulanmış olan ve çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden erişkin erkek olgular dahil edildi.

Randomize, kontrollü olarak planlanan çalışma Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde gerçekleştirildi. Çalışmaya başlamadan, önce Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nden çalışmanın yürütülebilmesi için gerekli izin alındı (Ek 1). Çalışmanın amaç ve içeriği, çalışma öncesinde olgulara yazılı ve sözlü şekilde detaylı olarak anlatıldı. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Etik Kurul'u standartlarına uygun olarak hazırlanmış bilgilendirme formu (Ek 2) ve gönüllü onam formu (Ek 3) bütün olgular tarafından imzalandı. Olguların demografik verileri, tarafımızca oluşturulmuş "Hasta Takip Formu" (Ek 4) üzerine kaydedildi.

"126" protokol numaralı "Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Sanal Rehabilitasyonun Denge ve Fonksiyonellik Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi" isimli tez çalışmamız 26.10.2015 - 4 tarih ve sayısı ile Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Etik Kurulu tarafından onaylandı (Ek 5) ve Helsinki Deklerasyonu'na uygun olarak yürütüldü.

Çalışmanın Hipotezleri:

H0: Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş olgularda rehabilitasyon programına Nintendo Wii U© denge oyunlarının eklenmesi, denge ve fonksiyonelliğin gelişmesine katkıda bulunur.

H1: Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş olgularda rehabilitasyon programına Nintendo Wii U© denge oyunlarının eklenmesi denge ve fonksiyonelliğin gelişmesine katkıda bulunmaz.

Çalışmaya erişkin erkek olgular dahil edildi ve olgular "Research Randomizer" web sitesindeki randomizasyon programının belirlediği rastgele numaralar ile

randomize edilerek çalısmaya alındı. Bu program online olarak "Java Scritpt" destegi ile rastgele numaralar üretebilen bir web sitesi olarak ücretsiz kullanıma açıktır (www.randomizer.org.tr, Erişim tarihi: 17.05.2016). Bu randomizasyon sürecinde, dahil edime kriterlerini taşıyan olguların bilgisayar programı tarafından hangi gruba ait oldugu belirlenmiş numaralara göre gruplara dahil edilmiştir.

Çalışma;

1. Kontrol Grubu = Olgulara 6 hafta boyunca, haftada 3 gün hızlandırılmış ÖÇB rehabilitasyon programı uygulandı.

2. Nintendo Grubu = Olgulara 6 hafta boyunca, haftada 3 gün hızlandırılmış ÖÇB rehabilitasyon programı uygulandı. Dördüncü haftadan itibaren haftada 3 gün, 40 dakika Nintendo Wii U© denge oyunları rehabilitasyon programına eklendi.

Çalışmaya Alınma Kriterleri

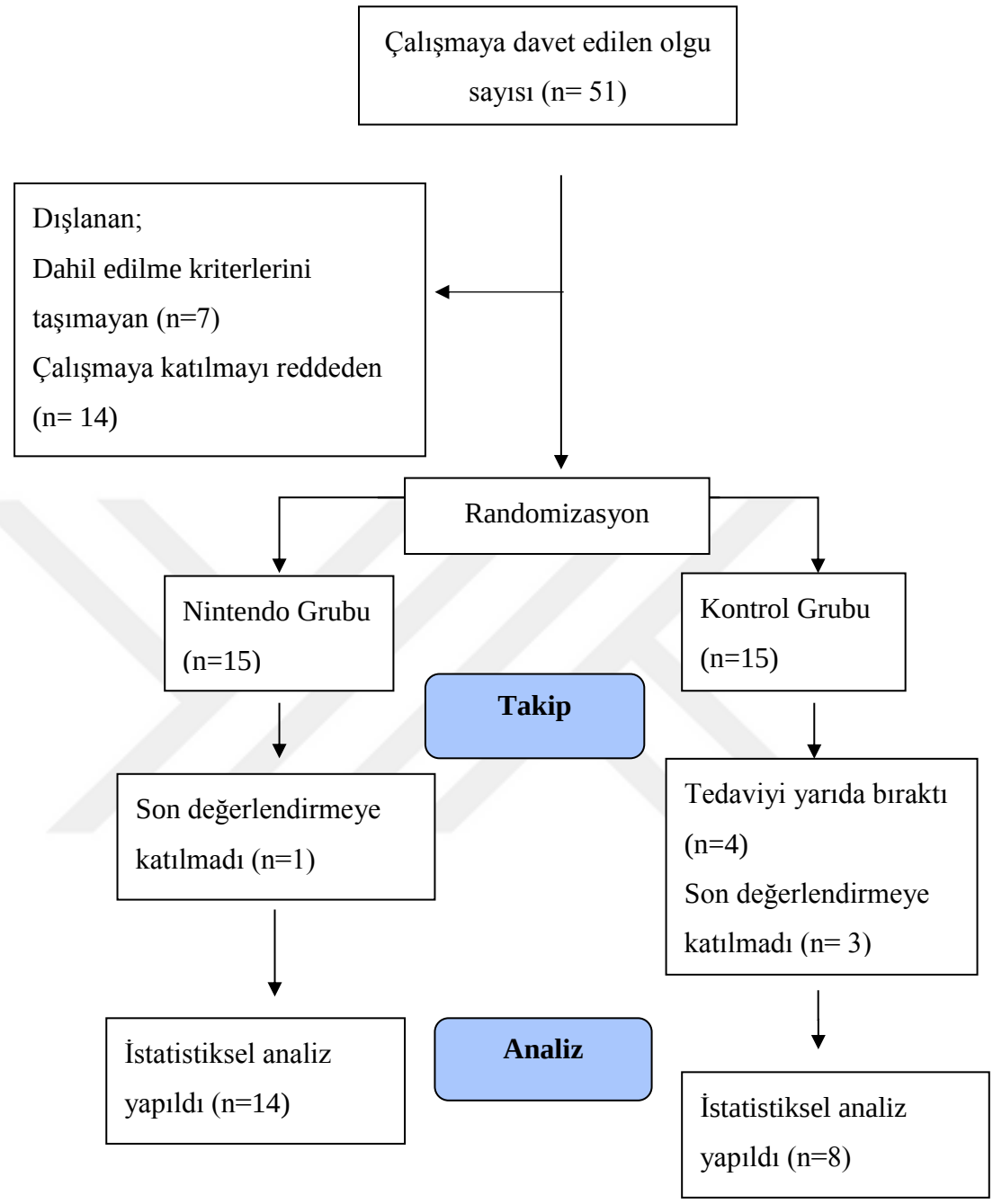
1. 18 yaşından büyük ve çalışmaya katılmaya gönüllü olmak,
2. Son altı ay içinde ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş olmak,
3. Görsel, vestibular veya nörolojik bir problemi olmamak,
4. Rekonstrüksiyon sonrası herhangi bir rehabilitasyon programı almamış olmak.

Çalışmaya Alınmama Kriterleri

1. Arka çapraz bağ veya menisküs yaralanması geçirmek,
2. Postural kontrolü etkileyebilecek ek hastalık varlığı ya da bir ilaç alıyor olmak,
3. Aktiviteyi etkileyebilecek omurga ve/veya alt ekstremite yaralanması geçirmek,
4. Konjenital deformite varlığı,
5. Daha önce alt ekstremite cerrahisi geçirmiş olmak,
6. Egzersiz uygulamaları için herhangi bir tıbbi kontrendikasyonun bulunması.

Randomize olarak çalışmaya alınan olguların demografik bilgileri alındıktan sonra diz fleksiyon açısı, dizdeki ödem ve uyluktaki atrofinin belirlenmesi, izometrik kas kuvveti, fonksiyonel durum, ağırlık merkezi ve denge ölçümü sırasıyla; universal

goniometre, mezura, Myometre kas testi, Alt Ekstremite Fonksiyonellik Skalası (LEFS) ve Nintendo Wii U© Denge Tahtası ile değerlendirildi. İlk değerlendirme rehabilitasyon programı öncesinde, ikinci değerlendirme rehabilitasyonun 3. haftası sonunda ve üçüncü değerlendirme rehabilitasyonun 6. haftası sonunda yapıldı. Her iki ekstremiteden alınan veriler hasta dosyasında ve bilgisayar ortamında kaydedildi.



Şekil 1. Akış Şeması

5.1. Değerlendirme Yöntemleri

5. 1. 1. Universal gonyometre: Gonyometrik ölçüm normal eklem hareketi ölçümü için kullanılan objektif (Otman ve ark., 1998) ve güvenilirliği yüksek bir yöntemdir (Brosseau ve ark., 2001). 180 ve 360 derecelik iki kadranı olan universal gonyometre ile hastanın belirli pozisyonlarında, belirli eklemleri için ölçümler yapılabilir. Hastanın anlık durumunu, tedavi programının etkinliğini değerlendirmek için kullanılan objektif bir ölçüm yöntemidir (Otman ve ark., 1998).

Çalışmamızda gonyometrik ölçüm, rehabilitasyon programı öncesinde, rehabilitasyonun 3. haftası ve 6. haftası sonunda diz fleksiyon açısı değişimlerini belirlemek için kullanıldı. Olgular yüzüstü pozisyonda yatarken iken gonyometre vücuda temas etmeyecek şekilde yerleştirildi. Pivot nokta femurun lateral kondili olarak kabul edildi ve olgulardan dizlerini aktif bir şekilde fleksiyona getirmeleri istendi. Bu ölçümde sabit kol femura paralel idi ve hareketli kol fibulanın lateralini takip etti. Gonyometre dize temas etmeden tek ölçüm yapıldı ve bu değer diz fleksiyon açısı olarak kaydedildi.

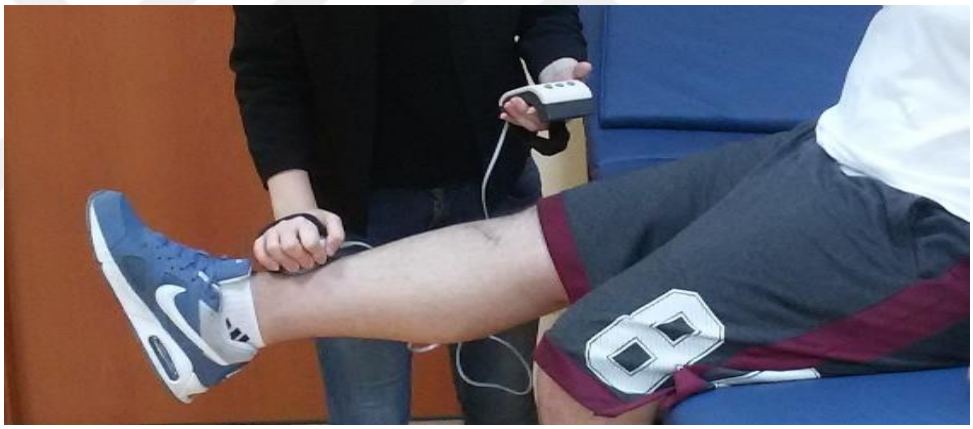
5. 1. 2. Mezura: Diz çevre ölçümü, mezura patellanın tam ortasına gelecek şekilde ayarlanarak ölçüldü. Uyluk çevre ölçümü ise olguların uyluk bölgesinin en şişkin yerinde, mezuranın "0" ucu fizyoterapistin sol eli ile sabitlenirken diğer ucu onun yanına getirilerek bir kez ölçüm yapıldı (Otman ve ark., 1998). Sonuçlar cm cinsinden kaydedildi.

5. 1. 3. Myometre kas testi: Myometre kas testi, klinik uygulamalarda ve araştırmalarda ekstremite kas kuvvetini ölçmeye yarayan güvenilir bir yöntemdir (Merlini ve ark., 2002). Vücut bölgesine uygulanan direnç sonucu, cihazın içinde bulunan ibrede okunan değer kilogram veya Newton cinsinden kaydedilir. Test yapılmadan önce kişiye testin nasıl yapılacağı ayrıntılı olarak anlatılır, gösterilir ve deneme yapılmasına izin verilir. Her işlemden önce ellerin kurulanması okunacak test değerinin doğruluğu için önemlidir (Otman ve ark., 1998).

Tedavi programı öncesinde, 3. haftası ve 6. haftası sonunda izometrik kas kuvveti değişimlerini belirlemek için myometre kas testi cihazı kullanıldı. Kuadriseps

izometrik kas testi, oturma pozisyonunda, dizler yatak kenarında 90º fleksiyonda iken olgudan dizini ekstansiyona getirmesi ve fizyoterapist tarafından uygulanan kompresyon süresince dizini ekstansiyonda tutması istenerek ölçüldü. Direnç, ayak bileğinin ortalama 5 cm üzerinden verildi (Resim 4.a). Hareketin bozulduğu noktada direnç kesildi ve sonuç Newton cinsinden kaydedildi. Her ölçüm 3 kere tekrar edildi ve analizde 3 değerlendirmenin ortalaması kullanıldı.

Hamstring izometrik kas testi ise yüzüstü pozisyonda yatmakta olan olgudan dizini getirebildiği kadar fleksiyona getirmesi istendi. Ayak bileğinin 5 cm üzerinden fleksiyona zıt yönde direnç uygulandı. Olgudan kompresyon süresince dizini fleksiyonda tutması istendi. Hareketin bozulduğu anda ibrede okunan değer Newton cinsinden kaydedildi (Resim 4.b). Her ölçüm 3 kere tekrar edildi ve üç değerlendirmenin ortalaması kaydedildi.



(a)



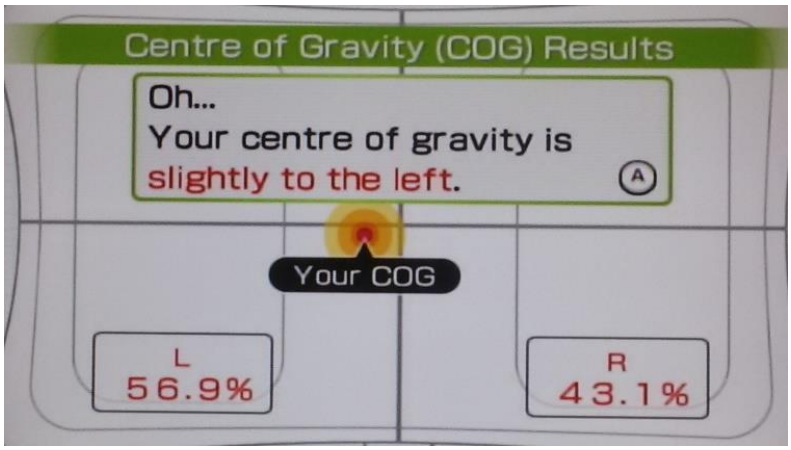
(b)

Resim 4. (a) Q İzometrik Kas Kuvveti Ölçümü, (b) H İzometrik Kas Kuvveti Ölçümü

5. 1. 4. Alt ekstremite fonksiyonellik skalası: Bu sakala alt ekstremite problemlerinden kaynaklanan aktivite kısıtlamalarını değerlendirir. Alt ekstremite fonksiyonelliğini ölçen bu test, her bir maddesi "0-4" puan arası değişen 20 maddeden oluşur. Anketten en az "0", en fazla "80" puan alınabilir ve literatürde geçerliliği gösterilmiştir (Binkley ve ark., 1999).

Bu test, alt ekstremite fonksiyonelliğindeki değişimleri belirlemek için kullanıldı. Bu skala olgulara sözel olarak klinikte okundu ve olgunun zorluk derecesine göre verdiği cevaplar fizyoterapist tarafından kaydedildi (Ek 6).

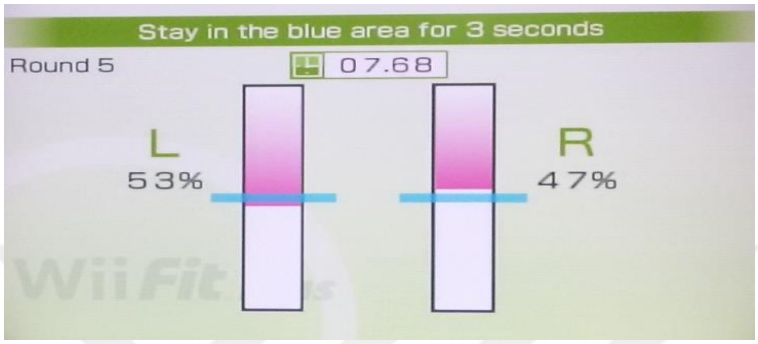
5. 1. 5. Nintendo Wii U© denge tahtası: Wii denge tahtası, basınç sensörleriyle denge ve ağırlık merkezini ölçen Nintendo Wii© oyun konsolunun bir parçasıdır. Değerlendirme ve eğitim amaçlı kullanılabilmektedir (Shih, 2010). Çalışmamızda üç ayrı değerlendirmede ağırlık merkezi ve denge değişimlerini belirlemek için kullanıldı. Olgudan oyun konsolunun bir parçası olan denge tahtası üzerine çıkması istendi. Kollar yanda serbest pozisyonda iken olgunun ağırlık merkezi (COG) cihaz tarafından ölçüldü. Tek ölçüm yapılan bu değerlendirmede sonuçlar yüzdelik cinsinden kaydedildi (Resim 5).



Resim 5. Nintendo Wii U© Ağırlık Merkezi Ölçümü (COG)

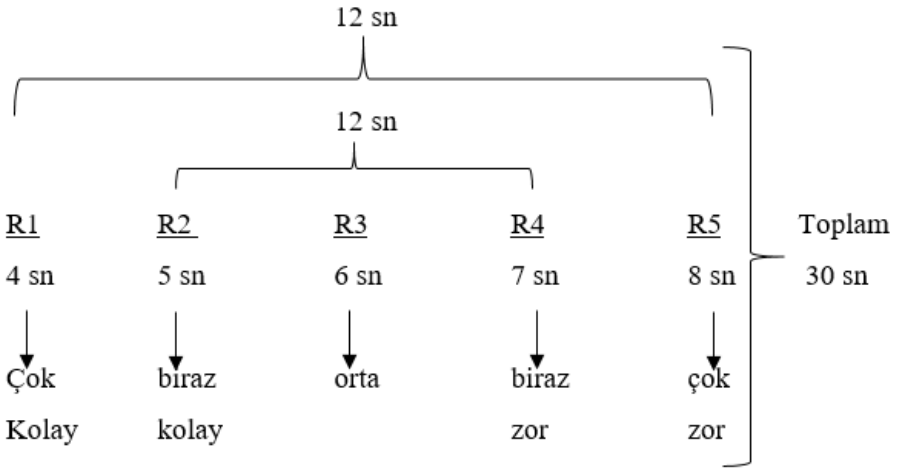
5. 1. 5. 1. Basit denge testi: Denge ölçümü için oyun konsolunun içinde bulunan "Basit Denge Testi" kullanıldı. Bu test iki ekstremiteyi temsil eden iki pembe kolondan oluşmaktaydı. Ağırlık aktarımı yapıldıkça pembe kolonlar hareket ederken

olgudan bunları sabit olan mavi şeritlerin içinde 3 saniye tutması istendi. Beş rounddan oluşan bu test basitten zora doğru ilerledi. Basit testte mavi şerit kalın iken seviye zorlaştıkça şerit inceldi ve olgudan aynı süre zarfında bu ince şeritin içinde sabit kalması istendi. Tek ölçüm olarak yapılan bu değerlendirmenin sonuçları saniye cinsinden kaydedildi (Resim 6).



Resim 6. Nintendo Wii U© Basit Denge Testi

5. 1. 5. 2. Basit denge testi puanlaması: 5 rounddan oluşan bu testin toplam süresi 30 saniyedir ve her bir rounda ortalama 6 sn düşmektedir. Ancak her roundun zorluk dereceleri birbirinden farklı olduğu için, roundlara farklı saniyelerde bitirme hedefi konuldu. Çok zor ile çok kolay olan iki roundun toplam saniyesi, iki orta derece round olarak kabul edildi. Aynı şekilde biraz zor ve biraz kolay olan roundların toplamını da iki orta derecede round olarak kabul edildi. Üçüncü round ise tek başına orta derecede bir round olarak kabul edildi. Çok kolay rounda, ortalama round başına düşen saniyeden 2 saniye daha kısa sürede bitirme hedefi koyuldu. Eksiltilen bu 2 saniye de çok zor rounda eklendi. Aynı yöntem ile biraz kolay olan round için ortalama round başına düşen saniyeden 1 saniye daha kısa hedef belirlendi ve bu 1 saniye biraz zor rounda eklendi. Üçüncü round, orta seviyede kabul edildiği için ortalama round başına düşen 6 saniye olarak hedeflendi. Hedefe ulaşılan her rounda 5 puan verildi. Hedeften geç bitirilen her bir saniye için round puanından 1 puan düşerken hedeften erken bitirilen her 1 saniye için 1 puan fazla verildi. Tamamlanamayan hedefler 0 puan ile puanlandırıldı (Şekil 2). Standart bir puanlama sistemi olmaması nedeniyle puanlandırma sistemi araştırmacı tarafından oluşturuldu.



Şekil 2. Basit Denge Testi Puanlandırma Şeması

5. 2. Hızlandırılmış Rehabilitasyon Programı

Her iki tedavi grubuna da Shelbourne protokolünden modifiye edilen hızlandırılmış rehabilitasyon programı uygulandı (Shelbourne, 1990).

Altı hafta süresince uygulanan rehabilitasyon programı 4 faza ayrıldı (Tablo 1); Faz I (Resim 7), Faz II (Resim 8), Faz III (Resim 9) ve Faz IV (Resim 10).

Faz I'de ödem gidermeye yönelik uygulamalar ve izometrik egzersizler uygulandı. İzometrik egzersizlerin her biri 10 tekrar olmak üzere 3 setten oluştu. Tekrarlar arasında 5 sn, setler arasında 1 dk dinlenildi. Bir tedavi seansı ortalama 60 dk sürdü.

Faz II'de yaralanan alt ekstremiteye fonksiyonellik ve kuvvetlendirme egzersizlerine geçildi. Egzersizler her biri 10 tekrar olmak üzere 3 setten oluştu. Tekrarlar arasında 5 sn, setler arasında 1 dk dinlenildi. Bir tedavi seansı ortalama 90 dk sürdü.

Faz III'de progresyonla birlikte alt ekstremite kuvvetlendirme egzersizlerine devam edildi ve fonksiyonelliğe yönelik egzersizlere geçildi. Egzersizler her biri 10 tekrar olmak üzere 3 setten oluştu. Tekrarlar arasında 5 sn, setler arasında 1 dk dinlenildi. Bir tedavi seansı ortalama 90 dk sürdü.

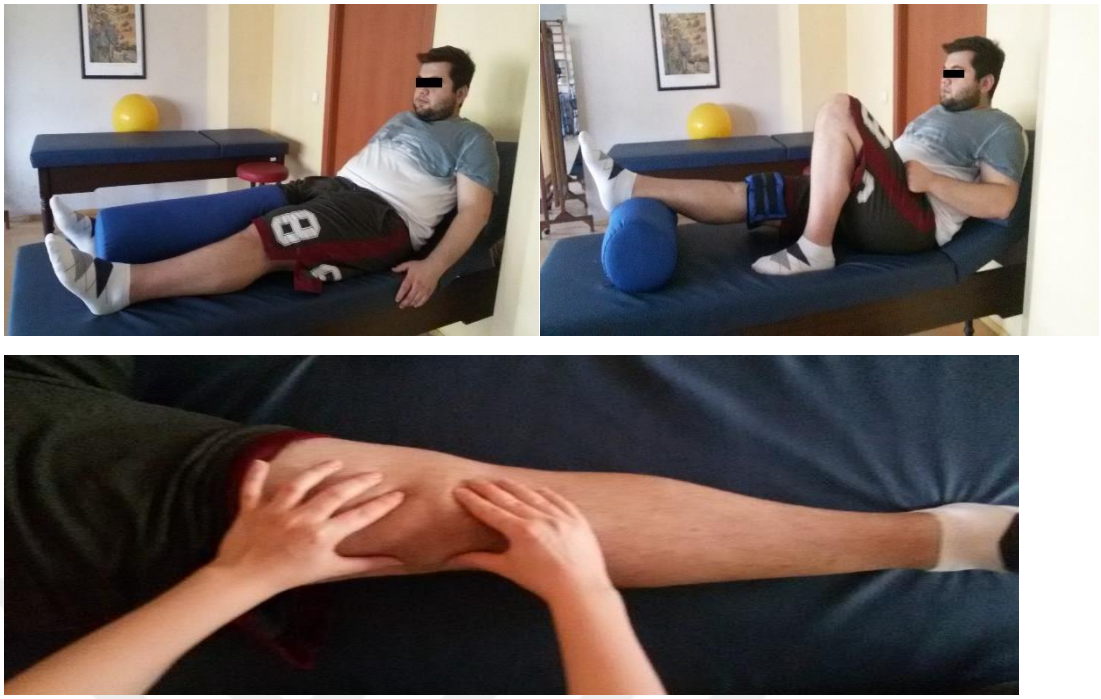
Faz IV'de fonksiyonellik ve spora yönelik egzersizlere ağırlık verildi. Egzersizler her biri 10 tekrar olmak üzere 3 setten oluştu. Tekrarlar arasında 5 sn, setler arasında 1 dk dinlenildi. Bir tedavi seansı ortalama 90 dk sürdü.

Tezimizde kullanılan resimler için olgudan yazılı izin alındı.

Egzersizler ayrıntılı olarak Tablo 1'de gösterildi.

Tablo 1. Hızlandırılmış Rehabilitasyon Programı

Faz I (1- 6. Gün)	**Faz II (7- 14. Gün)**	**Faz III (2-4. Hafta)**	**Faz IV (4-6. Hafta)**
Soğuk uygulama Kompresyon	Faz I egzersizlerine devam edildi	Dört yön therabat egzersizleri/ Q kuvvetlendirme	Faz III egzersizlerine devam edildi
İzometrik Hamstring egzersizleri	Dört yön düz bacak kaldırma egzersizleri/	Ağırlıkla düz bacak kaldırma (1-2 kg)/ Q kuvvetlendirme	Ağırlıkla düz bacak kaldırma (3 kg)/ Q kuvvetlendirme
Elektrik Stimülasyonu	Elektrik Stimülasyonu	Elektrik Stimülasyonu	Tek bacak eksentrik kuvvetlendirme
Patellar mobilizasyon	Pasif germe	Pedal çevirme/Parmak ucu yükselmeler	Hafif tempolu koşular
Parsiyal yüklenme	Çömelme (tolere edebildiği kadar)	Çömelme (90º fleksiyon)	Çömelme (135º fleksiyon)
Topuk kaydırma egzersizi	Çarşafla hamstring germe	Tek ayak üzerinde 15 saniye/3 tekrarlı durma	Tek ayak üzerinde 1 dakika/5 tekrarlı durma
	Kapalı Kinetik Zincir Egzersizleri	Basamak Egzersizleri	Çeviklik egzersizleri



Resim 7. Faz I Egzersizleri



Resim 8. Faz II Egzersizleri



Resim 9. Faz III Egzersizleri



Resim 10. Faz IV Egzersizleri

5. 3. Sanal Rehabilitasyon Programı

Sanal rehabilitasyon denge eğitiminde Nintendo Wii U© oyun konsolu kullanıldı. Konsol, 42 inç genişliğinde LCD ekrana kendi bağlantı kabloları ile bağlandı. Konsolun içinde yer alan "soccerheading, kayak, tabletilt ve penguinslide" denge oyunları rehabilitasyon programının uygulandığı aynı gün içinde her biri 10'ar dakika olmak üzere toplam 40 dakika fizyoterapist gözetimi altında oynandı (Tablo 2). Her bir oyun arasına 30 saniye, rehabilitasyon programı ile denge oyunları arasına ise hasta 10 dakika dinlendirildi. Sanal rehabilitasyon programının son haftasında oyunların zorluk seviyeleri artırıldı. Değerlendirme sonuçları kaydedildi.

Tablo 2. Sanal Rehabilitasyon

	Oyun Uygulaması	Puanlama	Amaç
 Soccerheading	Kişiden belirli sayıda top atışına başı ile vurması istenir. Bunun için gövde hareketi gerekmektedir. Ayrıca oyun, kişinin tercihine göre dizler hafif fleksiyonda da oynanabilir.	Atış kaçırmadığı sürece vurduğu her topta alınan skor 1 puan artmaktadır. Yanlış vurulan her top için -1 puan verilir ve sonraki vurulan ilk top ise en düşük skor olan 1 puandan skorlanır.	Kişiye farklı yönlerde top atılarak zamanında ve doğru hamleler yapması istenirken dengenin korunması sağlanır.
 Skiing	Katılımcının hedefi, referans noktalarının arasından geçmektir. Dizler ve gövde fleksiyona gelerek oyun hızı isteğe göre artırılabilir.	Oyunu tamamlama süresi skor olarak kaydedilmektedir. Geçilemeyen her referans noktası +7 sn olarak skor üzerine eklenir.	Hızlanan oyuncunun, dengesini bozmadan sürekli yeri değişen hedefleri tamamlamaya çalışmaktır.
 Tabletilt	Kişi hareketli zemin üzerindeki topları deliklerin içinden geçirmeye çalışır. Hedef tamamlandıkça seviye zorlaşmakta, top ve delik sayısı değişmektedir.	Sekiz rounddan oluşan bu oyunda deliklerden her geçen top için puanlama yapılır.	Hedefler tamamlanırken gövde sağ-sol ve ön-arkaya hareket ettirilir. Ani düşme tehlikesi olan diğer topların zemin üzerinde tutulması için gövdenin hızlı ve dengesini bozmadan hareket etmesi gerekmektedir.
 Penguinslide	Kişi hareketli zemin üzerindeki balıkları kapmaya çalışırken dizler çoğunlukla düzdür. Bu oyunda sadece sağ-sol hedefler mevcuttur	Oyunun süresi boyunca yakalanan her küçük balık için bir puan, her büyük balık için 10 puan kazanılır.	Kiş her iki yanından gelen balıkları kapmaya çalışırken aynı anda penguen olarak temsil eden kendisini de hareketli zemin üzerinde tutumaya çalışır. Kenardaki hedeflere ulaşması için hızlı hareket eden kişi böylelikle aynı anda denge çalışmış olur.

5. 4. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen verilerin analizi SPSS 11.5 istatistik programı ile % 95'lik güven aralığında, anlamlılık $p \leq 0.05$ düzeyinde değerlendirildi. Olgulardan elde edilen değerlendirme sonuçlarının normalite dağılımına ($n<45$) "Shapiro Wilks" testi ile bakıldı.

Diz fleksiyon gonyometrik ölçümü, diz ve uyluk çevre, kas kuvveti, VAS, LEFS, COG ve dengenin tekrarlı ölçümleri ve ölçümlerde elde edilen farkılılıkların grup içi analizi için non-parametrik testlerden "Friedman" testi kullanıldı.

Diz fleksiyon gonyometrik ölçümü, diz ve uyluk çevre, kas kuvveti, VAS, LEFS, COG ve dengenin tekrarlı ölçümleri ve ölçümlerde elde edilen farklılıkların grup içi ikili karşılaştırmalarında "Wilcoxon t" testi kullanıldı.

Gruplar arası diz fleksiyon gonyometrik ölçümü, diz ve uyluk çevre, kas kuvveti, VAS, LEFS, COG ve dengenin tekrarlı ölçümleri ve farklılık değerlerinin analizlerinde 'Mann Whitney U' Testi kullanıldı.

6. BULGULAR

Grupların başlangıçtaki demografik verilerinin (yaş, boy, kilo, VKİ) karşılaştırması iki grubun benzer özelliklere sahip olduğunu gösterdi (Tablo 3, $p > 0,05$). Araştırmaya dahil edilen her iki gruptaki olguların tümü erkekti.

Tablo 3. Grupların Demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması

	Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS	**Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS**	**p değeri**
Yaş (yıl)	31 ± 8,41	24 ± 5,94	0,123
Boy (cm)	174,5 ± 5,80	178 ± 7,30	0,245
Vücut Ağırlığı (kg)	78 ± 10,41	76,50 ± 15,34	0,393
VKİ (kg/m²)	26,21 ± 2,72	22,80 ± 4,81	0,101

SS: Standart sapma **VKİ:** Vücut Kitle İndeksi

Mann - Whitney U testi ile yapılan analiz ile grupların yaralanmaları ile tedaviye başlama zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,009$), ancak cerrahi olarak ÖÇB tamiri yapılma ile rehabilitasyona başlama süreleri arasında geçen zaman istatistiksel olarak benzerdi ($p=0,945$, Tablo 4).

Tablo 4. Grupların Yaralanma ve Cerrahi Tedavi Zamanlarının Karşılaştırılması

Parametreler	**Nintendo grubu (n=14) Ort ± SS Medyan (min-maks)**	**Kontrol grubu (n=8) Ort ± SS Medyan (min-maks)**	**p değeri**
Yaralanma zamanı (gün)	422,07 ± 642,8 227 (36-255)	89,5 ± 111,9 46,5 (35-365)	**0,009**
Cerrahi zamanı (gün)	38,5 ± 40,5 24 (13-170)	26,6 ± 14,09 21 (18-60)	0,945

SS: Standart sapma

6. 1. Başlangıç Klinik Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Tablo 5. Gruplar Arası Başlangıç Klinik Değerlerin Karşılaştırılması

Değerlendirmeler	Nintendo grubu (n=14) Ort ± SS Medyan (min-maks)	Kontrol grubu (n=8) Ort ± SS Medyan (min-maks)	p değeri
Etkilenen taraf fleksiyon açısı °	109,6 ± 27,8 114 (35-144)	99,6 ± 32,6 112 (30-129)	0,441
Sağlam taraf fleksiyon açısı °	143,5 ± 2,4 143 (140-150)	145 ± 2,6 145 (140-150)	0,089
Etkilenen diz çevre ölçümü (cm)	40,2 ± 2,5 39,5 (35-45)	38,4 ± 1,6 38 (36-40)	0,149
Sağlam diz çevre ölçümü (cm)	38,5 ± 2,3 38 (35-45)	37,2 ± 2,8 36,5 (34-43)	0,159
Etkilenen uyluk çevre ölçümü (cm)	47,9 ± 3,6 49 (41-53)	45,2 ± 2,6 46 (41-58)	0,094
Sağlam uyluk çevre ölçümü (cm)	50,0 ± 4,0 50 (43-57)	47,7 ± 3,4 49 (42-51)	0,299
Etkilenen taraf diz Q kas kuvveti	74,2 ± 33,7 75,7 (30-148)	36,5 ± 13,15 30 (22-58)	**0,006**
Sağlam taraf diz Q kas kuvveti	106,4 ± 25,4 102,5 (65-152)	58,7 ± 21,4 53 (36-98)	**0,001**
Etkilenen taraf diz H kas kuvveti	81,9 ± 46,7 81,5 (24-180)	25,2 ± 8,6 27 (13-38)	**0,002**
Sağlam taraf diz H kas kuvveti	109,2 ± 29,9 103 (61-162)	57,5 ± 10,9 57 (40-69)	**0,000**
VAS	3,9 ± 1,1 4 (0-7)	3,1 ±1,8 3 (0-6)	0,365
COG – sağ	58,3 ± 6,9 58 (47-67)	60,1 ± 11,7 59,5 (48-85)	0,868
COG – sol	40,9 ± 6,9 41,2 (32-52)	39,1 ± 11,5 40 (15-51)	0,864
Denge skoru			

* Mann-Whitney U Testi

Birinci değerlendirmede grupların klinik özellikleri karşılaştırıldığında diz ekstansiyon ve fleksiyon kas kuvveti değerleri dışında (p=0,006 ve 0,002) grupların benzer özellikte olduğu sağlandı (Tablo 5).

6. 2. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremite Klinik Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 6. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremitelerin Birinci Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması

Birinci Değerlendirme		**Diz Fleksiyonu Gonyometrik Ölçümü**		**Diz Çevre Ölçümü**		**Uyluk Çevre Ölçümü**	
		Ort ± SS	**p, z**	**Ort ± SS**	**p, z**	**Ort ± SS**	**p, z**
Nintendo Grubu	**Etkilenen Ekstremite**	114 ± 27,89	**0,002**	39,50 ±2,57	**0,017**	49 ±3,60	0,089
	Sağlam Ekstremite	143 ± 2,47	-3,041	38 ± 2,39	-2,379	50 ±4,05	-1,698
Kontrol Grubu	**Etkilenen Ekstremite**	112 ± 32,61	**0,012**	38 ± 1,61	**0,017**	46 ±2,69	**0,016**
	Sağlam Ekstremite	145 ± 2,67	-2,524	36,50 ±2,81	-2,388	49 ±3,45	-2,41

SS: Standart Sapma

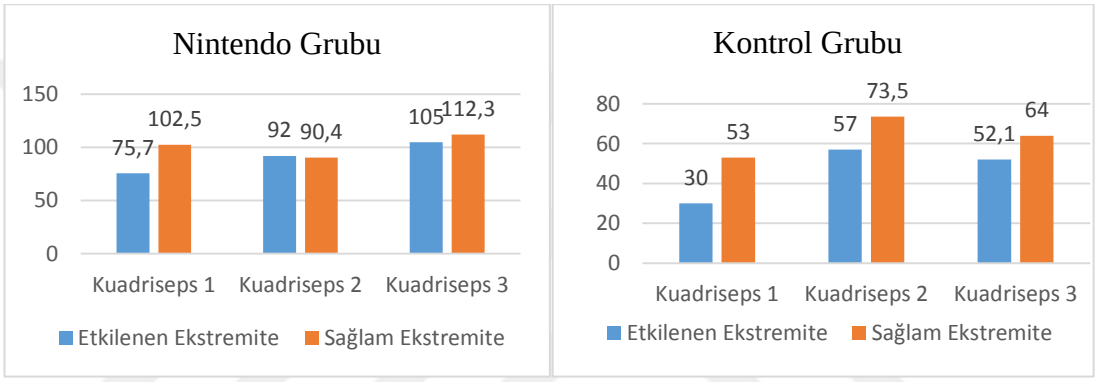
Birinci değerlendirmede Nintendo ve kontrol grubunda, etkilenen taraf diz fleksiyon açısı sağlam diz fleksiyon açısına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha azdı (p=0,002 ve p=0,012, Tablo 6).

Birinci değerlendirmede etkilenen ve sağlam taraf diz çevre ölçümleri arasında her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı (p=0,017 ve p=0,017, Tablo 6).

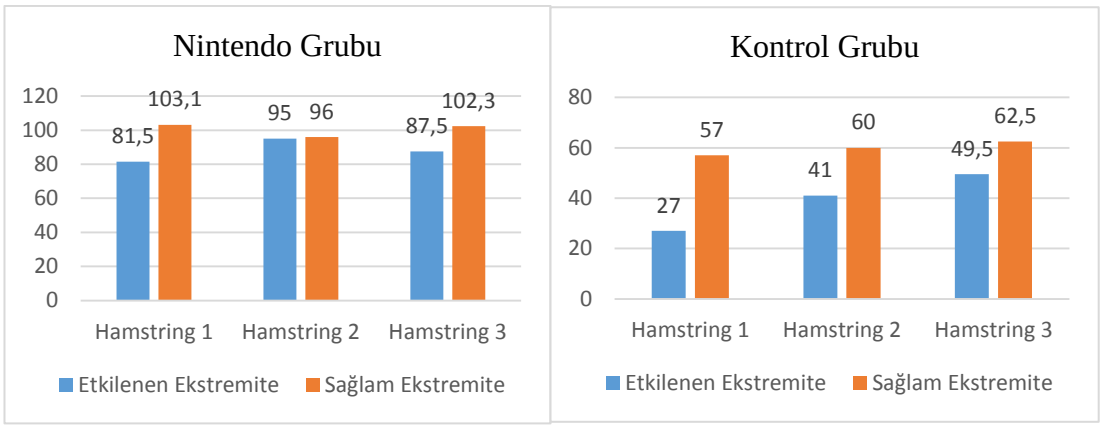
Birinci değerlendirmede etkilenen ve sağlam taraf uyluk çevre ölçümleri arasında Nintendo grubunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı

(p=0,089), ancak kontrol grubunda her iki uyluk çevre ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı (p=0,017, Tablo 6).

Birinci değerlendirmede iki grupta da etkilenen ve sağlam ekstremite kuadriseps kas kuvveti arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu belirlendi (p=0,001 ve 0,043). İkinci değerlendirmede iki grupta da etkilenen ile sağlam ekstremite arasında anlamlı bir farklılık görülmedi (p=0,972 ve 0,092). Üçüncü değerlendirmede Nintendo grubu sağlam taraf kuadriseps kas kuvveti, etkilenen tarafa göre anlamlı olarak fazla bulundu (p=0,016, Şekil 3).



Şekil 3. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremite Kuadriseps Kas Kuvveti Ölçümlerinin Karşılaştırılması



Şekil 4. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremite Hamstring Kas Kuvveti Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Birinci değerlendirmede iki grupta da etkilenen ve sağlam taraf hamstring kas kuvveti değerleri arasında anlamlı farklılık görüldü (p=0,013 ve 0,018). İkinci

değerlendirme hamstring kas kuvveti her iki grupta da sağlam ekstremitede anlamlı olarak fazla bulundu (p=0,003 ve 0,012). Üçüncü değerlendirme hamstring kas kuvveti her iki grupta da sağlam ekstremitede anlamlı olarak fazla bulundu (p=0,028 ve 0,036, Şekil 4).

Grupların Hamstring/Kuadriseps (H/Q) oranlarının karşılaştırmasında her iki grubun grup içi üç değerlendirmesi arasında anlamlı bir farklılık görülmedi (p=0,368 ve 0,066). Kontrol grubunda ise sadece üçüncü değerlendirme H/Q oranının birinci değerlendirmeden anlamlı olarak fazla olduğu tespit edildi (p=0,043). H/Q değerinin hiçbir değerlendirmede gruplar arasında farklı olmadığı saptandı (p=0,101, 0,051 ve 0,946, Tablo 7).

Tablo 7. Grup İçi ve Gruplar Arası H/Q Oranlarının Karşılaştırılması

H/Q oranı	**H/Q1**	**H/Q2**	**H/Q3**	**p** **H/Q1-H/Q2- H/Q3**	**p** **H/Q1-H/Q2** **H/Q2-H/Q3** **H/Q1-H/Q3**
Nintendo Grubu Ort ± SS	1,152	0,909	0,872	0,368	0,055 0,972 0,056
Kontrol Grubu Ort ± SS	0,681	0,660	0,835	0,066	0,499 0,161 **0,043**
p	0,101	0,051	0,946		
z	-1,642	-1,955	-0,068		

SS: Standart Sapma

İkinci değerlendirmede grup içi etkilenen ve sağlam taraf ekstremite farklıklarının ölçümlerinde her iki grupta da diz fleksiyon gonyometrik ölçümü sağlam dizde anlamlı olarak fazla idi (p=0,008 ve 0,012). Diz çevre ölçümü her iki grupta da etkilenen tarafta anlamlı olarak daha fazla iken (p=0,011 ve 0,042) uyluk çevre ölçüm değerleri her iki grupta da sağlam tarafta anlamlı olarak daha fazla bulundu (p=0,024 ve 0,017, Tablo 8).

Tablo 8. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremitelerin İkinci Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması

İkinci Değerlendirme		Diz Fleksiyonu Gonyometrik Ölçümü		Diz Çevre Ölçümü		Uyluk Çevre Ölçümü	
		Ort ± SS	p, z	Ort ± SS	p, z	Ort ± SS	p, z
Nintendo Grubu	**Etkilenen Ekstremite**	132 ± 14,78	**0,008**	40 ± 2,54	**0,011**	49 ± 4,25	**0,024**
	Sağlam Ekstremite	144 ± 2,09	-2,670	38 ± 2,65	-2,539	51 ± 4,00	-2,257
Kontrol Grubu	**Etkilenen Ekstremite**	120 ± 12,13	**0,012**	38,5 ± 4,24	**0,042**	46 ± 5,70	**0,017**
	Sağlam Ekstremite	145 ± 1,76	-2,527	37 ± 2,76	-2,032	47 ± 5,66	-2,384

SS: Standart Sapma

Tablo 9. Grup İçi Etkilenen ve Sağlam Ekstremitelerin Üçüncü Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması

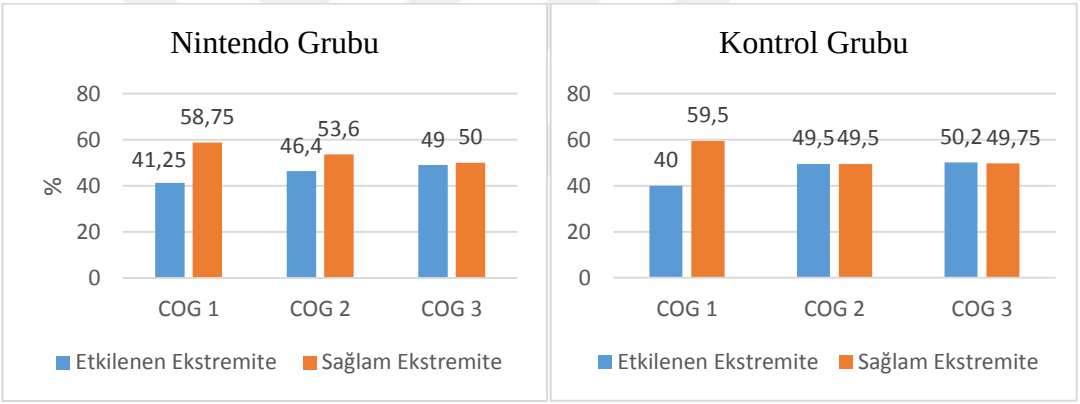
Üçüncü Değerlendirme		Diz Fleksiyonu Gonyometrik Ölçümü		Diz Çevre Ölçümü		Uyluk Çevre Ölçümü	
		Ort ± SS	p, z	Ort ± SS	p, z	Ort ± SS	p, z
Nintendo Grubu	**Etkilenen Ekstremite**	137,5 ± 9,97	**0,011**	39 ± 2,68	**0,013**	49 ± 3,67	**0,011**
	Sağlam Ekstremite	144 ± 3,52	-2,552	38,5± 2,38	-2,489	50,5 ± 3,41	-2,530
Kontrol Grubu	**Etkilenen Ekstremite**	131 ± 13,51	**0,012**	38 ± 3,44	**0,011**	46 ± 6,78	0,206
	Sağlam Ekstremite	145 ± 1,76	-2,521	37 ± 2,66	-2,552	47,5 ± 5,65	-1,263

SS: Standart Sapma

Diz fleksiyon gonyometrik üçüncü değerlendirmesinde her iki grubun da sağlam taraf değerleri etkilenen taraftan daha fazla bulundu (p=0,011 ve 0,012). Diz

çevre ölçüm değerleri de her iki grupta da etkilenen tarafta sağlam tarafa göre daha fazla bulundu (p=0,013 ve 0,011). Uyluk çevre ölçümü değerleri Nintendo grubunda sağlam tarafta daha fazla iken (p=0,011) kontrol grubunda iki taraf arasında anlamlı bir farklılık görülmedi (p=0,206, Tablo 9).

Grup içi COG değerlerinin karşılaştırılmasında, her iki grupta da sağlam taraf ekstremiteye istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla ağırlık aktarıldığı bulundu (p=0,002 ve 0,024). İkinci değerlendirmede Nintendo grubu sağlam taraf değerleri, etkilenen taraftan anlamlı olarak yüksek bulunurken (p=0,001) kontrol grubunda her iki taraf arasında anlamlı bir farklılık gözlenmedi (p=0,833). Üçüncü değerlendirmede iki grubun da etkilenen ve sağlam taraf COG değerleri arasında bir farklılık saptanmadı (p=0,345 ve 0,944, Şekil 5).



Şekil 5. Grup İçi Ekstremitelerin COG Değerlerinin Karşılaştırılması

6. 3. Tüm Klinik Değerlendirme Sonuçlarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Diz fleksiyon açılarının grup içi karşılaştırmalarında her iki grupta da bütün değerlendirmeler arasında anlamlı farklılıklar görüldü. Birinci değerlendirmede, ikinci değerlendirme ve üçüncü değerlendirmede gruplar arasında herhangi bir farklılık saptanmadı (Tablo 10).

Tablo 10. Grup İçi ve Gruplar Arası Diz Fleksiyon Gonyometrik Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması

Diz Fleksiyonu Gonyometrik Ölçümü	Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS	Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS	p değeri	z değeri
Birinci Değerlendirme	114 ± 29,00	112 ± 32,61	0,412	-0,820
İkinci Değerlendirme	132 ± 14,78	120 ± 12,13	0,119	-1,560
Üçüncü Değerlendirme	119 ± 10,28	131 ± 13,51	0,141	-1,472
p değeri				
1-2-3	**0,000**	**0,001**		
1-2	**0,012**	**0,018**		
2-3	**0,009**	**0,018**		
1-3	**0,002**	**0,012**		

SS: Standart sapma **1**: 1. Değerlendirme, **2:** 2. Değerlendirme, **3:** 3. Değerlendirme

Diz (Tablo 11) ve uyluk çevre (Tablo 12) ölçümlerinde birinci değerlendirmede, ikinci ve üçüncü değerlendirmede gruplar içi ve gruplar arasında herhangi anlamlı farklılık gözlenmedi (p>0,05).

Tablo 11. Grup İçi ve Gruplar Arası Diz Çevre Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması

Diz Çevre Ölçümü	Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS	Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS	p değeri	z değeri
Birinci Değerlendirme	39,5 ± 27,89	38 ± 1,61	0,130	-1,516
İkinci Değerlendirme	40 ± 14,78	38,5 ± 4,24	0,272	-1,097
Üçüncü Değerlendirme	39 ± 9,97	38 ± 3,44	0,348	-0,938
p değeri				
1-2-3	0,423	0,438		
1-2	0,453	0,317		
2-3	0,417	0,457		
1-3	0,070	0,066		

SS: Standart sapma **1**: 1. Değerlendirme, **2:** 2. Değerlendirme, **3:** 3. Değerlendirme

Tablo 12. Grup İçi ve Gruplar Arası Uyluk Çevre Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması

Diz Uyluk Ölçümü	Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS	Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS	p değeri	z değeri
Birinci Değerlendirme	49 ± 3,60	46 ± 2,69	0,084	-1,727
İkinci Değerlendirme	49 ± 4,25	46 ± 5,70	0,167	-1, 383
Üçüncü Değerlendirme	49 ± 3,67	46 ± 6,78	0,123	-1,543
p değeri				
1-2-3	0,463	0,607		
1-2	0,643	0,581		
2-3	0,968	0,393		
1-3	0,240	1		

SS: Standart sapma **1**: 1. Değerlendirme, **2:** 2. Değerlendirme, **3:** 3. Değerlendirme

Kuadriseps izometrik kas kuvveti değerlendirme sonuçlarına göre Nintendo grubunda 1. ve 2. değerlendirmeler arasında anlamlı bir farklılık görülmezken (p=0,055) kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptandı (p=0,018). Kuadriseps kas kuvveti 2. ve 3. değerlendirmeleri arasında her iki grupta da anlamlı bir fark gözlenmedi (p>0,05). Her iki grupta da 3. değerlendirmede 1. değerlendirmeye göre kuadriseps kas kuvvetinde anlamlı bir artış görüldü (p=0,009 ve 0,018). Gruplar arası kuadriseps kas kuvveti değerlendirmelerinde ise Nintendo grubunun her değerlendirmede kontrol grubundan istatistiksel olarak fazla olduğu saptandı (p=0,007, 0,006 ve 0,005, Tablo 13).

Tablo 13. Grup içi ve Gruplar Arası Kuadriseps Kas Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırılması

Q Kas Kuvveti	**Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS**	**Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS**	**p değeri**	**z değeri**
Birinci Değerlendirme	75,70 ± 33,74	30 ± 13,15	**0,007**	-2,689
İkinci Değerlendirme	92 ± 31,16	57 ± 23,19	**0,006**	-2,752
Üçüncü Değerlendirme	105 ± 31,29	52,10 ± 19,21	**0,005**	-2,800
p değeri				
1-2-3	0,50	**0,002**		
1-2	0,055	**0,018**		
2-3	0,650	0,161		
1-3	**0,009**	**0,018**		

SS: Standart sapma **1**: 1. Değerlendirme, **2:** 2. Değerlendirme, **3:** 3. Değerlendirme

Tablo 14. Grup içi ve Gruplar Arası Hamstring Kas Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırılması

H Kas Kuvveti	**Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS**	**Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS**	**p değeri**	**z değeri**
Birinci Değerlendirme	81,5 ± 46,70	27 ± 8,67	**0,003**	-2,984
İkinci Değerlendirme	95 ± 28,92	41 ± 9,21	**0,001**	-3,260
Üçüncü Değerlendirme	87,5 ± 31,17	49,5 ± 10,66	**0,015**	-2,424
p değeri				
1-2-3	0,735	**0,004**		
1-2	0,944	**0,018**		
2-3	0,401	0,206		
1-3	0,875	**0,018**		

SS: Standart sapma **1**: 1. Değerlendirme, **2:** 2. Değerlendirme, **3:** 3. Değerlendirme

Nintendo grubunun hamstring kas kuvveti grup içi üç değerlendirmesi arasında anlamlı bir fark bulunmadı (p>0,05). Kontrol grubunun hamstring kas kuvveti değerlerinde, birinci ile ikinci değerlendirme arasında (p=0,018) ve birinci ile üçüncü

değerlendirme arasında anlamlı farklılıklar görüldü. Kontrol grubunun hamstring kas kuvveti değerlerinin her değerlendirmede Nintendo grubundan anlamlı olarak az olduğu saptandı (p=0,003, 0,001 ve 0,015, Tablo 14).

Nintendo grubunun ağrı değerleri, birinci değerlendirmeye göre rehabilitasyon süresince yapılan diğer ölçümlerde anlamlı olarak azalırken (p=0,000), kontrol grubunun ağrı değerlerinin grup içinde anlamlı olarak değişmediği görüldü (p=0,163). Her iki grubun birinci değerlendirme, ikinci değerlendirme ve 6 hafta sonundaki ağrı şiddetleri arasında anlamlı bir faklılık görülmedi (p>0,05, Tablo 15).

Grup içi ve gruplar arası LEFS değerleri karşılaştırmasında, hiçbir değerlendirmede gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken (p=0,452, 0,585 ve 0,758) grup içi bütün değerlendirmelerde her iki grubun LEFS değerlerinin istatistiksel olarak arttığı görüldü (p=0,000 ve 0,001, Tablo 16)

Tablo 15. Grup içi ve Gruplar Arası VAS Değerlerinin Karşılaştırılması

VAS	**Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS**	**Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS**	**p değeri**	**z değeri**
Birinci Değerlendirme	4 ± 2,09	3 ± 1,88	0,351	-0,932
İkinci Değerlendirme	2 ± 1,79	2,5 ± 1,48	0,676	-0,418
Üçüncü Değerlendirme	1 ± 1,07	1,5 ± 1,16	0,639	-0,469
p değeri				
1-2-3	**0,000**	0,163		
1-2	**0,016**	0,071		
2-3	**0,010**	0,490		
1-3	**0,005**	0,058		

SS: Standart sapma **1**: 1. Değerlendirme, **2:** 2. Değerlendirme, **3:** 3. Değerlendirme

Tablo 16. Grup içi ve Gruplar Arası LEFS Değerlerinin Karşılaştırılması

LEFS	Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS	Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS	p değeri	z değeri
Birinci Değerlendirme	31,5 ± 16,25	40,5 ± 13,10	0,452	-0,752
İkinci Değerlendirme	51 ± 11,68	59,5 ± 9,25	0,585	-0,547
Üçüncü Değerlendirme	69 ± 9,47	70,5 ± 4,40	0,758	-0,308
p değeri				
1-2-3	**0,000**	**0,001**		
1-2	**0,001**	**0,018**		
2-3	**0,006**	**0,050**		
1-3	**0,002**	**0,012**		

SS: Standart sapma **1**: 1. Değerlendirme, **2:** 2. Değerlendirme, **3:** 3. Değerlendirme

Nintendo grubu birinci değerlendirme COG değerleri, 2. ve 3. değerlendirmeye göre anlamlı olarak düşük bulunurken (p=0,050 ve 0,006), 2. değerlendirme değerlerinin de 3. değerlendirmeye göre istatistiksel olarak daha az olduğu saptandı (p=0,046). Gruplar arası karşılaştırmada ise sadece 2. değerlendirmede iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptandı (p=0,045, Tablo 17).

Tablo 17. Grup içi ve Gruplar Arası COG Değerlerinin Karşılaştırılması

COG	Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS	Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS	p değeri	z değeri
Birinci Değerlendirme	41,25 ± 6,94	40 ± 11,53	0,864	-0,171
İkinci Değerlendirme	46,40 ± 4,53	49,50 ± 5,24	**0,045**	-2,007
Üçüncü Değerlendirme	49 ± 4,70	50,20 ± 5,11	0,561	-0,581
p değeri				
1-2-3	**0,005**	0,368		
1-2	**0,050**	0,080		
2-3	**0,046**	0,445		
1-3	**0,006**	0,106		

SS: Standart sapma **1**: 1. Değerlendirme, **2:** 2. Değerlendirme, **3:** 3. Değerlendirme

Tablo 18. Grup içi ve Gruplar Arası Denge Değerlerinin Karşılaştırılması

Denge	Nintendo Grubu (n=14) Ort ± SS	Kontrol Grubu (n=8) Ort ± SS	p değeri	z değeri
Birinci Değerlendirme	11 ± 8,06	15 ± 6,84	0,372	-0,893
İkinci Değerlendirme	17 ± 7,74	16,5 ± 7,40	0,754	-0,313
Üçüncü Değerlendirme	24 ± 6,59	21 ± 7,19	0,593	-0,534
p değeri				
1-2-3	0,236	0,417		
1-2	0,126	0,779		
2-3	0,812	0,401		
1-3	0,075	0,161		

SS: Standart sapma **1**: 1. Değerlendirme, **2:** 2. Değerlendirme, **3:** 3. Değerlendirme

Denge değerlerinin grup içi ve gruplar arasında istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlendi (p>0,05, Tablo 18).

6. 4. Grupların Değerlendirmeler Arasındaki Farklılıkların Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Diz fleksiyon açısında meydana gelen farklılıkların kıyaslanmasında her iki grupta da Fark I ve II arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p=0,387, 0,483). Ancak, Fark II ile III ve Fark I ile III arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görüldü (p<0,05). Diz fleksiyon açısı değerlerinde elde edilen farkların gruplar arası karşılaştırılmasında gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı (p>0,05, Tablo 19).

Tablo 19. Grupların Diz Fleksiyon Açılarındaki Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Diz Fleksiyonu Gonyometrik Ölçümü	Fark I Ort ± SS	Fark II Ort ± SS	Fark III Ort ± SS	p değeri FI-FII-FIII	p değeri FI-FII FII-FIII FI-FIII
Nintendo Grubu (n=14)	7 ± 30,50	7 ± 6,84	16 ± 29,82	**0,005**	0,387 **0,012** **0,009**
Kontrol Grubu (n=8)	9 ± 29,90	6 ± 6,80	21 ± 26,69	**0,007**	0,483 **0,018** **0,018**
p değeri	0,690	0,636	0,608		
z	-0,399	-0,473	-0,513		

SS: Standart sapma, **Fark I:** 1. ve 2. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark II:** 2. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark III:** 1. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış

Tablo 20. Diz Çevre Ölçümlerinin Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Diz Çevre Ölçümü	Fark I Ort ± SS	Fark II Ort ± SS	Fark III Ort ± SS	p değeri FI-FII-FIII	p değeri FI-FII FII-FIII FI-FIII
Nintendo Grubu (n=14)	0 ± 1,09	0 ± 1,25	-1 ± 1,19	0,598	0,927 0,453 0,417
Kontrol Grubu (n=8)	-1 ± 1,13	0 ± 1,09	-1 ± 0,64	0,432	0,610 0,317 0,891
p değeri	0,679	0,970	0,814		
z	-0,414	-0,037	-0,235		

SS: Standart sapma, **Fark I:** 1. ve 2. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark II:** 2. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark III:** 1. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış

Diz çevre ölçümü değerlendirmeler arasında arasında meydana gelen fark değerlerinin karşılaştırmasında hiçbir ölçümde grup içi ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık görülmedi (p>0,05, Tablo 20).

Uyluk çevre ölçümü değerlendirmeler arasında meydana gelen fark değerlerinin karşılaştırmasında hiçbir ölçümde grup içi ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık görülmedi (p>0,05, Tablo 21).

Tablo 21. Uyluk Çevre Ölçümlerinin Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Uyluk Çevre Ölçümü	**Fark I Ort ± SS**	**Fark II Ort ± SS**	**Fark III Ort ± SS**	**p değeri FI-FII-FIII**	**p değeri FI-FII FII-FIII FI-FIII**
Nintendo Grubu (n=14)	0 ± 2,95	-1 ± 2,32	1 ± 2,47	0,711	0,906 0,643 0,968
Kontrol Grubu (n=8)	0 ± 1,49	1 ± 1,60	0 ± 1,54	0,341	0,733 0,581 0,729
p değeri	0,547	0,483	0,342		
z	-0,602	-0,701	-0,950		

SS: Standart sapma, **Fark I:** 1. ve 2. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark II:** 2. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark III:** 1. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış

Nintendo grubunun grup içi kuadriseps kas kuvveti değerlendirmeleri arasında elde edilen fark karşılaştırmalarında anlamlı bir farklılık bulunmadı. Kontrol grubunun Fark I değerleri Fark II değerlerinden, Fark III değerleri ise Fark II değerlerinden anlamlı olarak daha fazla bulundu (Tablo 22).

Tablo 22. Kuadriseps Kas Kuvveti Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Q Ölçümü	Fark I Ort ± SS	Fark II Ort ± SS	Fark III Ort ± SS	p değeri FI-FII-FIII	p değeri FI-FII FII-FIII FI-FIII
Nintendo Grubu (n=14)	28 ± 33,72	6 ± 32,03	24 ± 24,05	0,368	0,345 0,055 0,650
Kontrol Grubu (n=8)	22 ± 14,90	-11 ± 9,21	18 ± 14,86	**0,002**	**0,018** **0,018** **0,043**
p değeri	0,782	0,261	0,765		
z	-0,277	-1,123	-0,298		

SS: Standart sapma, **Fark I:** 1. ve 2. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark II:** 2. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark III:** 1. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış

Hamstring kas kuvveti değerlendirmelerinde elde edilen farkların gruplar arası karşılaştırılmasında iki grup arasında sadece Fark III değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu (p=0,044). Nintendo grubunda meydana gelen Hamstring kas kuvveti Fark I, II ve III değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktu (p>0,05). Kontrol grubu hamstring kuvvetinde meydana gelen fark değerleri karşılaştırmalarında Fark III değerleri Fark II'den anlamlı olarak fazla bulundu (p=0,028, Tablo 23).

Tablo 23. Hamstring Kas Kuvveti Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

H Ölçümü	**Fark I Ort ± SS**	**Fark II Ort ± SS**	**Fark III Ort ± SS**	**p değeri FI-FII-FIII**	**p değeri FI-FII FII-FIII FI-FIII**
Nintendo Grubu (n=14)	1,47 ± 35,15	-0,93 ± 11,00	-6 ± 27,59	0,794	0,701 0,944 0,401
Kontrol Grubu (n=8)	12 ± 13,43	5 ± 10,54	21 ± 12,52	**0,028**	0,237 **0,018** 0,127
p değeri	0,166	0,192	**0,044**		
z	-1,387	-1,305	-2,014		

SS: Standart sapma, **Fark I:** 1. ve 2. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark II:** 2. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark III:** 1. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış

VAS değerlerinde üç ayrı ölçümde meydana gelen farkların karşılaştırmalarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmedi (p>0,05). Nintendo grubunda VAS puanlarının değişimine ait Fark II ile Fark III ve Fark I ile Fark III arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edildi (p=0,016 ve 0,010). Kontrol grubunda ise grup içi fark değerleri istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Tablo 24).

Tablo 24. VAS Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

VAS	Fark I Ort ± SS	Fark II Ort ± SS	Fark III Ort ± SS	p değeri FI-FII-FIII	p değeri FI-FII FII-FIII FI-FIII
Nintendo Grubu (n=14)	2 ± 1,96	3 ± 1,20	1 ± 2,38	**0,003**	0,237 **0,016** **0,010**
Kontrol Grubu (n=8)	1± 2,13	1,5 ± 1,85	0,5 ± 2,35	0,343	0,481 0,071 0,490
p değeri	0,298	0,397	0,256		
z	-1,041	-0,846	-1,135		

SS: Standart sapma, **Fark I:** 1. ve 2. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark II:** 2. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark III:** 1. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış

Tablo 25. LEFS Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

LEFS	Fark I Ort ± SS	Fark II Ort ± SS	Fark III Ort ± SS	p değeri FI-FII-FIII	p değeri FI-FII FII-FIII FI-FIII
Nintendo Grubu (n=14)	17,50 ± 13,79	12 ± 11,86	35,50 ± 18,77	**0,001**	0,055 **0,001** 0,006
Kontrol Grubu (n=8)	18 ± 15,09	7 ± 8,02	27,50 ± 16,65	**0,014**	0,092 **0,018** **0,050**
p değeri	0,811	0,516	0,393		
z	-0,239	-0,649	-0,855		

SS: Standart sapma, **Fark I:** 1. ve 2. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark II:** 2. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark III:** 1. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış

Grup içi analizlerde LEFS skorlarında üç ayrı değerlendirmede elde edilen farkların karşılaştırılmasında her iki grupta da anlamlı farklılıklar bulundu (p=0,001 ve 0,014). Her iki grubun LEFS skorlarında ikinci ve üçüncü fark değerleri arasında anlamlı farklılıklar görülürken (p=0,001 ve 0,018) gruplar arasında Fark I, II ve II

arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi (p=0,811, 0,516 ve 0,393, Tablo 25).

COG ölçümlerinde elde edilen farklarının karşılaştırılmasında gruplar arasında anlamlı bir farklılık görülmedi (p>0,05). Nintendo grubunda COG değişimine ait Fark II ile Fark III ve Fark I ile Fark III karşılaştırmalarında Fark III değeri diğer farklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu (p=0,050 ve 0,046). Kontrol grubunda COG ölçümlerine ait fark değerleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmedi (p>0,05, Tablo 26).

Tablo 26. COG Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

COG	**Fark I Ort ± SS**	**Fark II Ort ± SS**	**Fark III Ort ± SS**	**p değeri FI-FII-FIII**	**p değeri FI-FII FII-FIII FI-FIII**
Nintendo Grubu (n=14)	2 ± 5,29	3 ± 6,03	8,3 ± 7,18	**0,033**	0,582 **0,050** **0,046**
Kontrol Grubu (n=8)	5 ± 12,71	2,5 ± 6,92	7,70 ± 15,56	0,159	0,208 0,080 0,445
p değeri	0,277	0,717	0,707		
z	-1,087	-0,363	-0,376		

SS: Standart sapma, **Fark I:** 1. ve 2. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark II:** 2. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark III:** 1. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış

Denge değerlendirmelerinde elde edilen fark değerleri karşılaştırmalarında Nintendo ve kontrol gruplarının grup içi ve gruplar arası anlamlı bir farklılık saptanmadı (p>0,05, Tablo 27).

Tablo 27. Denge Değişim Ortalamalarının Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Denge	Fark I Ort ± SS	Fark II Ort ± SS	Fark III Ort ± SS	p değeri FI-FII-FIII	p değeri FI-FII FII-FIII FI-FIII
Nintendo Grubu (n=14)	4 ± 8,27	-1± 5,19	4 ± 8,30	0,490	0,183 0,097 0,812
Kontrol Grubu (n=8)	0 ± 6,53	7,5 ± 12,93	4 ± 11,23	0,687	0,528 0,779 0,401
p değeri	0,305	0,246	1,000		
z	-1,027	-1,159	0,000		

SS: Standart sapma, **Fark I:** 1. ve 2. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark II:** 2. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış, **Fark III:** 1. ve 3. Değerlendirme Arasındaki Artış

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ön çapraz bağ, vücutta en çok yaralanan ve rekonstrüksiyon yapılan ligamenttir (Spindler ve Wright, 2008). Literatürde ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş kişilerde sağlıklı kontrol grubuna göre artmış denge bozukluğu ve azalmış performans görüldüğü bildirilmiştir (Clark ve ark., 2014). Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte pek çok alanda uygulanan rehabilitasyon programları içinde yer alan egzersizler, sanal oyun sistemleri ile daha eğlenceli ve motive edici hale getirilmiştir (Aslan ve ark., 2012). Rehabilitasyon alanında yaygın olarak kullanılmaya başlanılan sanal oyunların ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası etkinliğini araştıran yeterli sayıda Türkçe çalışma bulunmamaktadır. Bu alanda literatüre yeni bilgiler sunabilmek amacıyla çalışmamızı ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası hızlandırılmış rehabilitasyon programına ek olarak uygulanan Nintendo Wii U© sanal oyunlarının etkinliğini araştırmak üzere planladık.

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası hızlandırılmış rehabilitasyon programına eklediğimiz Nintendo Wii U© sanal oyunlarının etkinliğini araştırdığımız bu çalışmanın sonuçları, denge oyunlarının ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde erken dönemde eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, ağrı, fonksiyonellik, ağırlık ve denge parametreleri üzerinde hızlandırılmış rehabilitasyon programına üstünlük sağlamadığını gösterdi.

Ön çapraz bağ yaralanmaları çoğunlukla, yapılan yüksek seviyeli ve rekreasyonel aktivitelerle ilişkilidir (McVeigh ve Pack, 2015). Kadınların spor aktivitelerine katılımlarının artması ile kadın ve erkeklerdeki yaralanma oranlarının farklı olduğu görülmüştür (Arendt ve ark.,1999). Literatürde kadınların yaralanma oranının erkeklerden 2-5 kat daha fazla olduğunu bildiren çalışmalar mevcut iken bu oranın 10 kata kadar arttığını gösteren yayınlar da bulunmaktadır (Padua ve Marshall, 2006). Kadınların ÖÇB yaralanma riskinin daha fazla olması, cinsiyete bağlı bazı hormonal ve anatomik faktörlerle açıklanmaktadır (Michaelidis ve Koumantakis, 2014). Çalışma sonuçlarında cinsiyete bağlı bias etkisini ortadan kaldırmak amacıyla, çalışmamıza dahil edilen 22 olgunun tamamı erkek bireylerden seçildi.

Literatürde ön çapraz bağ yaralanmasının en çok 14-18 yaş aralığındaki adölesan grupta olduğu bildirilse de (Garcia, 2011) yapılan çalışmalardaki olguların yaş ortalamaları daha yüksektir. Baltacı ve arkadaşlarının ÖÇB'li olgularda yaptıkları çalışma gruplarının yaş ortalamaları 29 yıl iken, Howells ve arkadaşlarının yine ÖÇB'li olgularda yaptıkları çalışmada bu ortalama 26 yıldır (Howells ve ark., 2012). Bizim çalışmamızda ise buna benzer olarak Nintendo ve Kontrol grubu yaş ortalamaları sırasıyla 31 ve 24 yıldı. İki grup arasında yaş ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktu. Yaş ortalamaları ile birlikte grupların başlangıç boy, kilo ve VKİ değerlerinin de benzer olduğu görüldü.

ÖÇB rekonstrüksiyonunu takiben uygulanan rehabilitasyon programları 1990 yılından beri "Diz Simetri Modeli" ile birlikte hızlandırılmış rehabilitasyon programları şeklinde değişmiştir (Shelbourne, 1990). Hızlandırılmış rehabilitasyon programları çoğunlukla 4-6 aylık bir süreci kapsasa da (Devita ve ark., 1998), bu konuda hala fikir birliğine varılmış bir protokol yoktur (Van Grinsven ve ark., 2010). Literatürdeki örneklerden Devita ve ark. 6 ay (Devita ve ark., 1998), Beynnon ve ark. 19 hafta (Beynnon ve ark., 2011) hızlandırılmış rehabilitasyon programı uygularken; Shelbourne ve Nitz olgularını 4. haftada hafif tempolu spor aktivitelerine, en erken de 8. haftada spora özgü aktivitelere başlattıklarını bildirmişlerdir (Shelbourne ve Nitz, 1990). Bizim çalışmamızda uygulanan rehabilitasyon programı Shelbourne ve Nitz tarafından uygulanan rehabilitasyon protokolüne benzemektedir ancak; 6 haftalık bir rehabilitasyon sürecinde tamamlandı. Bunun sebebi ise çalışmanın yüksek lisans tezi kapsamında yapılması ve sınırlı bir süre içinde bitmesi gerekliliğindendi. Her iki gruba da 6 hafta süresince haftada 3 gün hızlandırılmış rehabilitasyon programı verildi. Nintendo Wii U© oyun konsolundan alt ekstremiteye yönelik seçilmiş dört denge oyunu, rehabilitasyon programının 4. haftasından itibaren, haftanın 3 günü 40 dk'lık seanslar şeklinde Nintendo grubunun rehabilitasyon programına eklendi.

ÖÇB cerrahi tedavisi sonrası rehabilitasyonda normal eklem hareket açıklığına ulaşmak önemli hedeflerden biridir. Normal eklem hareketi elde edilmeden kas kuvveti ve fonksiyonu amaçlanan seviyeye ulaşamaz (Biggs ve ark., 2009; Shelbourne ve Gray, 1997). Bunların yanı sıra normal eklem hareket açıklığına ulaşan olgularda diz osteoartiriti görülme oranının daha az olduğu bildirilmektedir (Shelbourne ve ark., 2007). Çalışmamızda rehabilitasyon sürecinin tüm fazlarında eklem hareket açıklığını

geliştirmeye yönelik egzersizlere yer verildi. Çalışmanın başlangıcında ve sonunda elde edilen diz fleksiyonu, hareket açıklığı bakımından iki grup benzerdi. Tedavi sonrasında diz fleksiyon hareket açıklığı her iki grupta da anlamlı düzeyde arttı. Puh ve arkadaşları 12 hafta boyunca, haftada 3 seans uyguladıkları Wii denge oyunları ile diz ekleminde 5° hiperekstansiyon, 30° de fleksiyon hareket açıklığında gelişme elde ettiklerini bildirmişlerdir (Puh ve ark., 2014).

ÖÇB'nin primer fonksiyonu tibianın anterior translasyonunu engellemektir ve yaralanması sıklıkla uyluk kas kuvvet kaybı ile sonuçlanır (Irrgang, 1993; Mangine ve ark., 1992). Kuadriseps egzersizleri bacağın ekstansör mekanizmasını kuvvetlendirmek ve ÖÇB greftine erken dönemde germe kuvveti uygulayabilmek için yaygın olarak erken rehabilitasyon programı içinde yer almaktadır (Howell, 1990). Alt ekstremite kontrolünde nöromusküler defisit ÖÇB de ikincil yaralanmalara yol açabilir. Özellikle fiziksel fonksiyonla ilişkili olan kuadriseps kas kuvveti, ÖÇB rekonstrüksiyonunu takiben yeniden kazanılmalıdır (De Jong ve ark., 2007; Timoney ve ark., 1993).

Hamstring kasları da ÖÇB'nin primer görevi olan anterior tibial translasyonu aktif kontraksiyon ile engeller (Walla ve ark., 1985; Hirokawa ve ark., 1991). Bu çalışmada erken dönem rehabilitasyonu içinde progresyon içeren kuadriseps ve hamstring kas kuvvetlendirme egzersizleri her iki rehabilitasyon grubuna da uygulandı ve objektif bir değerlendirme yöntemi olan myometre ile değerlendirdi.

Rehabilitasyon programı öncesinde yapılan ilk değerlendirmede her iki grupta da etkilenen ekstremitelerin kuadriseps ve hamstring kas kuvveti değerleri, sağlam ekstremitelere göre anlamlı düzeyde düşük idi, ancak üç haftalık tedavi programından sonra her iki grupta da etkilenen ekstremitenin kuadriseps ve hamstring kas kuvveti ölçümleri sağlam ekstremite değerlerine benzer değerlere ulaştı. Altı haftalık rehabilitasyon programı sonrası gerçekleştirilen üçüncü değerlendirmede ise sadece Nintendo grubunda sağlıklı taraf kuadriseps kas kuvveti değerleri, etkilenen taraftan anlamlı olarak fazla bulundu. Ancak rehabilitasyon programı içinde her iki grupta da sağlam ekstremiteye egzersiz uygulanmadı. Nintendo grubunda kuadriseps kas kuvvetindeki artışın devam etmesi, Nintendo oyunlarının kas kuvveti üzerinde olumlu etkisi olduğunu düşündürebilir.

Tedavi programı sonunda hamstring kas kuvveti sadece kontrol grubunda anlamlı düzeyde bir artış gösterdi. Bu sonucun nedeni, kontrol grubunun tedavi öncesi kas kuvveti değerinin daha düşük olması olabilir. Tedavi sonunda her iki grupta da etkilenen taraf hamstring kas kuvveti sağlam taraf hamstring kas kuvvetinden anlamlı olarak düşük bulundu. Özellikle sporcu ve aktif yaşama sahip kişilerde hamstring kaslarının eski kuvvetine ulaşması önem taşımaktadır (McVeigh ve Pack, 2015). Bu nedenle rehabilitasyon programı içinde diz fleksör grubunu kuvvetlendirmeye daha çok yer verilmesi gerektiğini ve daha uzun süre devam edilmesini önermekteyiz.

Myer ve arkadaşlarının yaptıkları 7 haftalık denge eğitimi sonucunda hamstring kas kuvveti değerlerinin kuadrisepse göre daha fazla arttığı görülmüştür (Myer ve ark., 2006) Kuadriseps kas kuvveti değerlerinin hamstinge göre daha uzun sürede yerine geldiğini bildiren başka çalışmalar da mevcuttur (Yosmaoğlu, 2009). Çalışmamızda Nintendo grubunda kuadriseps kas kuvveti anlamlı olarak artarken hamstring kas kuvvetinde anlamlı bir değişim gözlenmedi. Kontrol grubunda ise kuadriseps ve hamstring kas kuvveti aynı değerlendirmelerde arttı ve kuvvet kazanımları birbirlerine çok yakındı. Bu sebeple kontrol grubunda hamstring ve kuadriseps aynı ölçüde artarken, H/Q oranları rehabilitasyonun sonunda arttı. H/Q kuvvet oranının artmasının zayıf stabilite (Çınar Medeni ve ark., 2015) ve artmış yaralanma riskini (Holcomb ve ark., 2007) gösterdiği bilinmektedir. Nintendo grubunda kuadriseps kas kuvveti artmasına rağmen H/Q oranı anlamlı olarak artmamıştır. Bu sonuca dayanarak Nintendo oyunlarının stabiliteyi koruyarak tekrar yaralanmayı önlemede bir etken olabileceğini düşünmekteyiz.

Yapılan bir çalışmada hamstring kasından greft alınan bireylerde cerrahiden 2 yıl sonra, hamstring kuvvetinin patellar tendon grefti uygulananlara göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (Heijne ve Werner, 2010). Çalışmamızda da buna benzer olarak, olgularda kullanılan greftlerin çoğunun hamstringten alınmasının, hamstring kas kuvveti değerlerinin kuadrisepsten daha önce kazanılamamasını etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca yapılan denge eğitimlerinde hamstring kazanımlarının daha önce olması ile artan H/Q oranı yaralanma riskini artırdığı için Nintendo denge oyunları ile denge eğitimleri desteklenmelidir.

Cerrahi travmaya bağlı olarak, cerrahi tedaviden hemen sonra başlayan ağrı, hasta için memnuniyetsizlik verici bir deneyimdir. Bu durum ÖÇB rekonstrüksiyonu

sonrasında erken rehabilitasyon programına başlamak için de önemli bir engel olabilir. Ağrı kuadriseps kontraksiyonlarının başlaması ve normal eklem hareket açıklığı değerlerinin restore edilmesi için de önemli bir sorun teşkil eder (Gupta ve Yan, 2016).

Tedavi programına başlamadan önce yaptığımız ilk değerlendirmede, Nintendo grubunda cerrahi ligament tamiri yapıldıktan sonra ortalama 38,5 gün, kontrol grubunda ise 26,6 gün geçmişti ancak; her iki grupta da VAS'a göre yapılan değerlendirme ile Nintendo grubunda ortalama skor "4" ve kontrol grubunda da "3" olmak üzere ağrının devam ettiği saptandı. Tedavi programının üçüncü haftasında yaptığımız ikinci değerlendirmede ve altıncı haftasında yaptığımız üçüncü değerlendirmede her iki grubunda ağrı skorları azaldı ancak bu değişim sadece Nintendo grubunda istatistiksel olarak anlamlıydı. Gruplar birbirleriyle kıyaslandığında ise birbirlerine üstünlüklerinin olmadığı belirlendi.

ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisi uygulanan kişilerin çoğunda uzun dönemde ağrı ve fonksiyonel limitasyonlar olduğu ve dizle ilgili semptomların yaşam kalitesini etkilediği gösterilmiştir (Lohmander ve ark., 2004). Sağlıklı kontrol grubuyla karşılaştırıldığında da ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanan hastalarda her iki alt ekstremitede anterior-posterior yönde kontrol etme yeteneğinin azaldığı da gösterilmiştir (Howells ve ark., 2012).

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz kas kuvveti, ağrı ve dengedeki etkilenim, diz ekleminin fonksiyonlarını değiştiren faktörlerdendir (Eitzen ve ark., 2010). Cerrahi veya konservatif tedavi sonrasında bile ÖÇB yaralanması geçirmiş kişilerin yaklaşık % 50'sinde fonksiyonellikte azalma görülmektedir (Acevedo ve ark., 2014). ÖÇB yaralanması olan olgularda yapılan cerrahi girişiminden sonra fonksiyonellik değerlerinde ancak 21. haftada artış görülmektedir (Jureviciene ve ark., 2012). Çalışmamızda Nintendo ve kontrol grupları rehabilitasyona sırasıyla cerrahi sonrası 5. ve 4. haftanın sonunda başlatıldı. Grupların rehabilitasyona başlama zamanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktu. Alt ekstremite fonksiyonellik değerleri, rehabilitasyonun 3. ve 6. hafta değerlendirmelerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdi. İki grubun fonksiyonellik artışları kıyaslandığında grupların birbirine üstünlüğü olmadığı saptandı. Bu sonucumuza dayanarak Nintendo denge oyunlarının rekonstrüksiyon sonrası erken dönemde tek başına uygulanan hızlandırılmış rehabilitasyon programına göre fonksiyonelliğe

pozitif bir katkı sağlamadığını söyleyebiliriz. Bizim sonuçlarımızdan farklı olarak Baltacı ve arkadaşlarının çalışmasında tek başına uygulanan Wii oyunlarının geleneksel fizyoterapi ile benzer fonksiyonel sonuçlara sahip olduğu öne sürülmüştür (Baltacı ve ark., 2013).

Molka ve arkadaşlarının ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş olgularda yapılan 4 haftalık görsel biofeedback egzersizlerinin fonksiyonelliği artırdığı ancak deney grubu fonksiyonellik değerlerinin rehabilitasyon sonunda dahi sağlıklı bireylerden anlamlı olarak daha düşük olduğu bildirilmiştir (Molka ve ark., 2015)..

Fonksiyonelliği etkileyen bir değişken de yaralanma ve rekonstrüksiyon sonrası devam eden kuadriseps kas kuvvetindeki azalmadır (Karasel ve ark., 2010). Çalışmamızda her iki grubun rehabilitasyon öncesi ve sonrası kuadriseps kas kuvvet değerleri arasında anlamlı farklılıklar görülse de alt ekstremite fonksiyonellik değerlerinin benzer olduğu görüldü. Bu sonuç, yukarıda belirtilen kas kuvvetindeki azalmanın fonksiyonelliği etkilediği görüşünü desteklememektedir.

Gülbahar ve arkadaşları, greft alınan bireylerdeki ağrı varlığının fonksiyonelliği etkilemediğini bildirilmiştir (Gülbahar ve ark., 2013). Çalışmamızda rehabilitasyon sonunda kontrol grubu ağrı değerlerinin Nindendo grubundan farklı olarak değişiklik göstermemesine rağmen, her iki grubun rehabilitasyon sonundaki alt ekstremite fonksiyonellik değerlerinin benzer olması Gülbahar ve arkadaşlarının çalışmaları ile aynı doğrultudadır.

Bir cismin/kişinin statik dengeyi sağlayabilmesi, ağırlık merkezi (COG) ve destek alanı ile ilişkilidir. Eğer cismin ağırlık merkezi destek alanın içinde ise obje denge durumunu sağlamış demektir (Pollock ve ark., 2000). Postural kontrol ise dengeyi devam ettirebilme yeteneğidir (Pollock ve ark., 2000) ve ÖÇB yaralanmasından sonra en fazla ilk üç ay içinde azalmaktadır (Bartels ve ark., 2016). Rehabilitasyona başladığımız anda kontrol grubu yaralanma sonrası ortalama olarak üç ayın sonunda, Nintendo grubu ise 14 ayın içinde idi. Her iki grubun da yaralanma sonrası ilk üç aylık dönemi geçirmiş olması ve rehabilitasyon öncesi yapılan ağırlık aktarma değerlendirme sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olmaması bize postüral kontrol kayıplarının da benzer olduğunu göstermektedir.

ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde daha fazla antero-posterior ağırlık aktarımı yani azalmış postural kontrol görülür (Howells ve ark., 2012; Paterno ve ark.,

2013). ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası kısa dönemde ağırlık aktarma asimetrilerinin görüldüğünü belirten çalışmalar bulunmakla beraber (Clark ve ark., 2011) bunun rekonstrüksiyon sonrası 2 yıla kadar sürdüğü gösteren araştırmalar da mevcuttur. Mohammadi ve ark., etkilenmemiş ekstremiteye ağırlık verilerek geliştirilen bu kompansasyon mekanizmasının nedenini, rekonstrüksiyon sonrası azalan diz ekstansör kuvveti ile ilişkilendirmişlerdir (Mohammadi ve ark., 2012). Bir başka araşatırmada da, rekonstrüksiyon sonrası ağırlık taşıma sırasında motor planın değiştiği ve kuadriseps zayıflığının görüldüğünü bildirmişlerdir (Mohammadi ve ark., 2012). Çalışmamızda olguların antero-posterior ağırlık aktarımları, kullanılan cihazın sadece medio-lateral ağırlık aktarımını kayıt altına alması nedeniyle değerlendirilemedi.

Rehabilitasyon programından önce her iki grupta da görülen ağırlık aktarma asimetrilerinin kontrol grubunda üçüncü hafta yapılan ikinci değerlendirmede düzeldiği ancak; Nintendo grubunda bu asimetrinin altıncı haftada, tedavi programı sonunda gerçekleştirilen üçüncü değerlendirmede kaybolduğu belirlendi. Her iki gruba da ilk üç hafta aynı egzersiz programı verilmesine rağmen kontrol grubunun ağırlık aktarma simetrisi daha erken sürede kazanıldı. Bizim çalışmamızda her değerlendirmede Nintendo grubunun kas kuvveti kontrol grubuna göre daha yüksek iken, kontrol grubunun ağırlık aktarma simetrisi daha önceden kazanılmıştır. Bu sonucun Mohammadi ve ark.'nın çalışmalarında bahsettiği kompansasyon mekanizmasından (Mohammadi ve ark., 2012) ziyade, kontrol grubunda yaralanma ile cerrahi arasında geçen sürenin Nintendo grubuna göre daha kısa olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Bu durum ise bize yaralanma ile cerrahi tarihi arasında geçen sürenin ağırlık aktarma asimetrisi üzerinde kas kuvvetinden daha fazla etkin olduğunu ve cerrahi sonrası ağırlık aktarma asimetrisini daha hızlı ortadan kaldırmada etkili olabileceğini düşündürdü.

Çalışmamızda bir gruba Nintendo denge oyunları oynatılmasına rağmen, ağırlık aktarımı değerlerinin son değerlendirmede iki grup arasında farklı çıkmamasının bir nedeni de, Nintendo Wii U© denge tahtasının sabit bir platformdan oluşması ve değerlendirmelerin kolay koşullarda gerçekleştirilmesi olabilir. Nitekim Howells ve arkadaşlarının yaptıkları bir derlemede, zor koşullarda veya sabit olmayan platformlarda yapılmış değerlendirmelerde, rekonstüksiyon geçirmiş grubun postural

kontrol değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görülmüştür (Howells ve ark., 2011).

Ayrıca denge oyunlarından sonra Nintendo grubunda ağırlık aktarma asimetrisinin ortadan kalkması, bize Nintendo denge oyunlarının rekonstrüksiyon sonrası erken dönem ağırlık aktarma asimetrilerini düzeltmede etkili olabileceğini düşündürdü.

Mekanoreseptörler de ÖÇB yaralanması sonrası diz ekleminde zarar gören önemli yapılardandır. Bu etkilenimleri ile birlikte nöromuskuler kontrolde değişimler meydana gelir (Ma ve ark., 2014). Rekonstrüksiyon ile dizin mekanik olarak stabilitesi sağlansa da mekanoreseptörlerdeki hasarın devam etmesi (Howells ve ark., 2013) etkilenen propriosepsiyonun denge değerlerini değiştirmesine neden olur (Gokeler, 2012). Nitekim rekonstrüksiyon geçirmiş bireylerin denge değerlerinin sağlıklı bireylerden farklı olduğu bilinmektedir (Kouvelioti ve ark., 2015). ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş atletlerde statik denge değerlendirmesi sırasındaki postural salınımının sağlıklı bireylere göre daha fazla olduğunu bulunmuştur (Mohammadi ve ark. 2012). Simith ve Bell'in rekonstrükte olmuş bireyler ile sağlıklı bireyler arasında yaptıkları statik denge değerlendirmesi çalışmalarında, çift stance fazında dengede bir fark gözlenmezken tek ayak üzerinde yapılan denge değerlendirmesinde rekonstrükte grubun denge değerlerinin anlamlı olarak daha düşük olduğu gözlendi (Smith ve Bell, 2013). Brunetti ve arkadaşları, cerrahi bağ tamiri yapılan bireylerde dinamik sistemlerle ölçülen denge değerlerinin daha düşük bulunmasının nedenini, olguların mekanoreseptör ve santral sinir bağlantılarındaki değişimden dolayı oluşan zayıf duyu girdisi ile cerrahi uygulanan ekstremiteye ağırlık aktarımından kaçınmalarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir (Brunetti ve ark., 2006). Çalışmamızda kullanılan denge testinin çift stance fazında olması ve denge değerlerinin iki grup arasında benzer olması Simith ve Bell'in çalışmaları ile aynı doğrultudadır. Çalışmamıza kontrol grubu olarak sağlıklı bireylerin dahil edilmemesinden dolayı, rekonstrüksiyon uygulanmış olguların rehabilitasyon öncesi denge değerlerinin sağlıklı bireylerden farklı olup olmadığı bilinmemektedir.

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde Nintendo Wii Fit© programlarını geleneksel rehabilitasyon ile karşılaştıran Baltacı ve arkadaşları, iki grubun denge ve diz kuvvet değerleri arasında arasında bir farklılık saptamazken

(Baltacı ve ark., 2013) Molka ve arkadaşları, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılmış bireylerde, bir aylık görsel biofeedback egzersiz eğitiminin statik pozisyondaki COP salınımını yavaşlattığını ve bireylerin dinamik denge testini daha kısa sürede tamamladığını göstermişlerdir (Molka ve ark., 2015).

Dinamik eklem stabilitesinin spora dönmeden önce yeterli seviyeye ulaşamaması erken dönem denge eğitimlerinin başarılı olmamasının nedeni olabilir. Bu stabilitenin kazanılmasının rekonstrüksiyon sonrası 20-32. haftalar arasında olduğu bildirilmektedir. Nitekim Cooper ve arkadaşları, ÖÇB rekonstrüksiyonlu bireylerde erken dönem 6 haftalık denge eğitiminin denge üzerinde etkin olmadığını göstermişlerdir (Cooper ve ark., 2005). Bizim çalışmamızdaki olgularımızın, rekonstrüksiyon sonrası ilk üç aylık zaman diliminde (erken dönem) rehabilitasyona başlamaları ve denge değerlerinin rehabilitasyondan sonra değişmemesi bu kanıyı desteklemektedir.

Literatürdeki diğer yayınlardan olan Vathrakokilis ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde cerrahi sonrası ortalama 22. haftada başlanan 8 haftalık denge eğitiminin deney grubu denge değerlerini, kontrol grubuna göre anlamlı olarak artırması (Vathrakokilis ve ark., 2008), yine Molka ve arkadaşlarının ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası geç dönem uygulanan görsel biofeedback eğitiminin denge üzerindeki olumlu etkisi yukarıdaki iddiayı desteklemektedir (Molka ve ark., 2015).

Denge değerlerinin değişmemesinin sebebi olan diğer bir iddia ise etkilenen dengenin santral mekanizma dikkatinin artırılması ile kompanse edilmesinden kaynaklanabileceğidir. Yapılan deneysel bir çalışmada, ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş grupta sağlıklı bireylere göre daha fazla parietal korteks somatosensöryel aktivite olduğu gösterilmiştir (Howells ve ark., 2012). Ayrıca dengeyi sağlamada diğer iki etken olan görsel ve vestibular sistem de kompansasyon mekanizmalarında rol oynayan faktörlerdendir (Vathrakokilis ve ark., 2008). Gözler kapalı olarak yapılan değerlendirmelerde denge paramatrelerinin daha kötü çıkması, görmenin kompansasyon mekanizması olarak oynadığı rolü göstermektedir (Molka ve ark., 2015). Bizim çalışmamızdaki denge değerlendirmesi görsel bir test olduğu için olguları gözler kapalı bir şekilde değerlendirmemiz mümkün olmadı. Yapılan değerlendirmeler sırasında gözlerin açık olması, denge sonuçlarına görsel geri bildirim

katkısı nedeniyle, rehabilitasyona başlamadan önceki denge sonuçlarının daha iyi çıkmasına sebep olmuş olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmanın Üstünlükleri

- Literatürde ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde sanal rehabilitasyon ve Nintendo Wii© uygulamalarının denge ve alt ekstremite fonksiyonelliği üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar ülkemizde ve dünyada oldukça kısıtlıdır. Bu çalışma bu alandaki az sayıdaki çalışmalardan biridir.
- Çalışmamızın kontrol grubu olması ve randomize olarak planlanması çalışmamızın üstünlüğü olarak kabul edilebilir.
- Çalışmaya izole olarak ÖÇB yaralanması olan hastalar dahil edilmiştir.
- Çalışmamızın sonuçlarında özellikle klinikte ortopedik ya da diğer rehabilitasyon alanlarında sanal uygulamalarını kullanan fizyoterapistler için farklı bakış açıları sağlayacağını düşünmekteyiz.
- Benzer çalışmaların gelecekte detaylandırılması ile yararlı, yeni bilgiler ve farklı bakış açıları ortaya çıkacaktır.

Çalışmanın Limitasyonları

- Randomize olarak oluşturulan iki gruptaki kas kuvveti değerlerinin ve yaralanma üzerinden geçen sürenin başlangıç değerlendirmesinde benzer olmaması, çalışmamızın bir limitasyonu olarak düşünülebilir.
- Nintendo Wii U© denge tahtası, sistemin özelliğine bağlı olarak ağırlık aktarımı ölçümünde sadece sağa ve sola verilen yük dağılımını vermektedir, bu nedenle dört yönlü ağırlık aktarımı değerlendirilememiştir.
- Nintendo Wii U© denge değerlendirmesinin statik bir platformdan oluşması ve genç, aktif bireyler için oldukça kolay olması, dengenin objektif olarak yorumlanmasında limitasyon oluşturmuştur.
- Denge değerlerinin başka bir yöntem ile ölçmediğimiz için, Nintendo Wii U© ile gerçekleştirdiğimiz basit denge testini diğer yöntemlerle karşılaştırmamız mümkün olmamıştır.
- Basit denge testinin değerlendirme sırasında görsel geri-bildirim vererek denge değerlendirmesini etkilemiş olabileceği ihtimali de çalışmamızı limitleyen faktörlerdendir.

SONUÇ

- Nintendo Wii denge oyunları ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde erken dönemde eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, ağrı, fonksiyonellik ve denge parametreleri üzerinde hızlandırılmış rehabilitasyon programına üstünlük sağlamamaktadır.
- Nintendo Wii denge oyunlarının iki ekstremite arasındaki ağırlık aktarma asimetrisinin giderilmesinde rekonstrüksiyon sonrası erken dönemde etkili bir yöntem olduğu bulunmuştur.
- Nintendo grubunda kuadriseps kas kuvvetindeki artışın devam etmesi, Nintendo oyunlarının kas kuvveti üzerinde olumlu etkisi olduğunu düşündürebilir.
- Nintendo Wii denge oyunlarının diz stabilitesini koruyarak ikinci bir yaralanmayı önlemede etkin olabileceğini düşünmekteyiz.
- Denge eğitimlerinde hamstring kazanımlarının daha önce olması ile artan H/Q oranı yaralanma riskini artırdığı için Nintendo denge oyunları ile denge eğitimleri desteklenmelidir
- Birçok alanda yaygınlaşan sanal rehabilitasyonun etkinliğini artırmak için görsel geribildirimi elimine eden, uçuş simülatörlerindeki eğitimlerde uygulanan 5D sisteminin rehabilitasyon versiyonlarının geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.
- Ön çapraz bağ, dizin pasif sagital plan stabilizatörü iken hamstring ve kuadriseps kasları da dizin sagital plan aktif stabilizatörleridir (Molka ve ark., 2015). Bu nedenle rekonstrüksiyon sonrası özellikle üzerinde durulması gereken yapılardandır.
- Core bölgesinin alt ekstremitedeki ve dizdeki makaslama kuvvetini azaltarak performansı artırdığı, gövde hareketlerinin de postural salınımı artırdığı bilinmektedir. Denge değerlendirmelerinde vücut parametrelerini bütüncül olarak değerlendiren çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.
- Literatürde ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde sanal rehabilitasyon ve Nintendo Wii U©'nun denge ve alt ekstremite fonksiyonelliği üzerindeki

etkisini inceleyen çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Olgu sayısının fazla olduğu, denge ve fonksiyonelliği araştıran randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

8. KAYNAKLAR

Abreu-e-Silva GdM, Oliveira MHGdCN, Maranhao GS, Deligne dLMC, Pfeilsticker RM, Novais ENV, Nunes TA, Andrade MAdP. Three-dimensional computed tomography evaluation of anterior cruciate ligament footprint for anatomic single-bundle reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (3): 770-6.

Acevedo R, Rivera-Vega A, Miranda G, Micheo W. Anterior cruciate ligament ınjury: identification of risk factors and prevention strategies. Current Sports Medicine Reports. 2014; 13(3): 186-91.

Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lazaro-Haro C, Cugat R. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. part 1: mechanisms of injury and underlying risk factors. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2009; 17 (7); 705-29.

Altındağ Ö, Kocabey Y, Soran N, Tabur H. Artroskopik ön çapraz bağ tamiri sonrası hızlandırılmış rehabilitasyon programı. Gaziantep Medical Journal. 2009; 15 (1): 16-9.

Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. Bone and Joint Journal. 1991; 73 (2): 260-7.

Arastu MH, Grange S, Twyman R. Prevalence and consequences of delayed diagnosis of anterior cruciate ligament ruptures. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (4): 1201-5.

Arendt EA, Agel J, Dick R. Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. Journal of Athletic Training. 1999; 34 (2): 86-92.

Aslan A, Özer Ö, Baydar M, Yorgancıgil H, Özerdemoğlu R, Aydoğan N. Ön çapraz bağ yaralanmaları: otogreft ve allogreft seçenekleriyle cerrahi tedavi klinik sonuçları etkiler mi? Ulusal Travma Acil Cerrahi Dergisi. 2012; 18 (2): 153-61.

Baltacı G, Harput G, Haksever B, Ulusoy B, Özer H. Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: prospective, randomized, controlled, double-blind clinical trial. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2013; 21 (4): 880-7.

Baltacı G, Tunay VB, Tuncer A, Ergün N. Spor yaralanmalarında egzersiz tedavisi. In. Eds: Alp Yayınevi. 2003.

Bartels T, Proeger S, Brehme K, Pyschik M, Delank K-S, Schulze S, Schwesig R, Fieseler G. The speedcourt system in rehabilitation after reconstruction surgery of the anterior cruciate ligament (ACL). Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2016; 136 (7): 957-66.

Beaulieu ML, Carey GE, Schlecht SH, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. Quantitative comparison of the microscopic anatomy of the human ACL femoral and tibial entheses. Journal of Orthopaedic Research. 2015; 33 (12): 1811-7.

Beynnon BD, Uh BS, Johnson RJ, Abate JA, Nichols CE, Fleming BC, Poole AR, Roos H. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals. The American Journal of Sports Medicine, 2005; 33 (3): 347-59.

Beynnon BD, Johnson RJ, Naud S, Fleming BC, Abate JA, Brattbakk B, Nichols CE. Accelerated versus nonaccelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction a prospective, randomized, double-blind investigation evaluating knee joint laxity using roentgen stereophotogrammetric analysis. The American Journal of Sports Medicine. 2011; 39 (12): 2536-2548.

Biggs A, Jenkins WL, Urch SE, Shelbourne KD. Rehabilitation for patients following ACL reconstruction: a knee symmetry model. North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT. 2009; 4 (1): 2.

Binkley JM, Stratford PW, Lott SA, Riddle DL. The lower extremity functional scale (lefs): scale development, measurement properties, and clinical application. Journal of American Physical Therapy Association. 1999; 79 (4): 371-83.

Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament ınjury. Orthopedics. 2000; 23 (6): 573-8.

Boerboom AL, Huizinga MR, Kaan WA, Stewart RE, Hof AL, Bulstra SK, Diercks RL. Validation of a method to measure the proprioception of the knee. Gait and Posture. 2008; 28 (4): 610-4.

Bressel E, Yonker J, Kras J, Heath EM. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. Journal of Athletic Training. 2007; 42 (1): 42-6.

Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, O'Sullivan JP, Goudreault C, Goudreault M, Grignas S. Intra and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2001; 82 (3): 396-402.

Brunetti O, Filippi GM, Lorenzini M, Liti A, Panichi R, Roscini M, Pettorossi VE, Cerulli G. Improvement of posture stability by vibratory stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2006; 14 (11): 1180-7.

Campbell KA, Looze C, Bosco JA, Strauss EJ. The weak link in anterior cruciate ligament reconstruction. Bulletin of the Hospital for Joint Diseases. 2016; 74 (1): 12-23.

Cerruli G, Benoit DL, Caraffa A, Ponteggia F. Proprioceptive training and prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2001; 31 (11): 655-60.

Chen G, Tang X, Li Q, Zheng G, Yang T, Li J. The evaluation of patient-specific factors associated with meniscal and chondral injuries accompanying ACL rupture in young adult patients. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (3): 792-8.

Chmielewski TL. Asymmetrical lower extremity loading after acl reconstruction: more than meets the eye. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2011; 41 (6): 374-6.

Çınar-Medeni O, Baltacı G, Bayramlar K, Yanmış I. Core stability, knee muscle strength, and anterior translation are correlated with postural stability in anterior cruciate ligament-reconstructed patients. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 2015; 94 (4): 280-287.

Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of the Nintendo Wii balance board for assessment of standing balance. Gait and Posture. 2010; 31 (3): 307-10.

Clark RA, Howells B, Feller J, Whitehead T, Webster KE. Clinic-based assessment of weight-bearing asymmetry during squatting in people with anterior cruciate ligament reconstruction using Nintendo Wii balance boards. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2014; 95 (6): 1156-61.

Clark RA, Howells B, Pua Y-H, Feller J, Whitehead T, Webster KE. Assessment of standing balance deficits in people who have undergone anterior cruciate ligament reconstruction using traditional and modern analysis methods. Journal of Biomechanics. 2014; 47 (5): 1134-7.

Cooper RL, Taylor NF, Feller JA. A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. Research in Sports Medicine. 2005; 13 (2): 163-178.

De Jong SN, Van Caspel DR, Van Haeff MJ, Saris DB. Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2007; 23 (1): 21.

Devita P, Hortobagyi T, Barrier J. Gait biomechanics are not normal after anterior cruciate ligament reconstruction and accelerated rehabilitation. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1998; 30: 1481-1488

Diek F, Wolf M, Murawski C, Eck C, Fu F. Knee morphology and risk factors for developing an anterior cruciate ligament rupture: an MRI comparison between ACL-ruptured and non-injured knees. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2014; 22 (5): 987-94.

Diermann N, Schumacher T, Schanz S, Raschke MJ, Petersen W, Zantop T. Rotational instability of the knee: internal tibial rotation under a simulated pivot shift test. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2009; 129 (3): 353-8.

Dingenen B, Janssens L, Luyckx T, Claes S, Bellemans J, Staes FF. Postural stability during the transition from double-leg stance to single-leg stance in anterior cruciate ligament injured subjects. Clinical Biomechanics. 2015; 30 (3): 283-9.

Donnell-Fink LA, Klara K, Collins JE, Yang HY, Goczalk MG, Katz JN, Losina E. Effectiveness of knee ınjury and anterior cruciate ligament tear prevention programs: a meta-analysis. PLoS One. 2015; 10 (12): 1-17.

Eitzen I, Moksnes H, Synder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant ımprovement in knee function early after anterior cruciate ligament ınjury. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2010; 40 (11): 705-21.

Friden T, Roberts D, Ageberg E, Walden M, Zatterström R. Knee of proprioception and the relation to extremity function after an anterior cruciate ligament. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2001; 31 (10): 567-576.

Fu FH, van Eck CF, Tashman S, Irrgang JJ, Moreland MS. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: a changing paradigm. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (3): 640-8.

Fung V, Ho A, Shaffer J, Chung E, Gomez M. Use of Nintendo Wii Fit™ in the rehabilitation of outpatients following total knee replacement: a preliminary randomised controlled trial. Physiotherapy. 2012; 98 (3): 183-8.

Gabriel MT, Wong EK, Woo SLY, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. Journal of Orthopaedic Research. 2004; 22 (1): 85-9.

Garcia A. Desining an acl ınjury prevention program. Rehabilitation Management. 2011

Ge Y, Li H, Tao H, Hua Y, Chen J, Chen S. Comparison of tendon–bone healing between autografts and allografts after anterior cruciate ligament reconstruction using magnetic resonance imaging. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (4): 954-60.

Geraets SEW, Meuffels DE, Van Meer BL, Breedveldt Boer HP, Bierma-Zeinstra SMA, Reijman M. Diagnostic value of medical history and physical examination of

anterior cruciate ligament injury: comparison between primary care physician and orthopaedic surgeon. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (4): 968-74.

Getgood A, Spalding T. The evolution of anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. The Open Orthopaedics Journal. 2012; 10 (6): 287-94.

Gokeler A. Motor control after anterior cruciate ligament reconstruction, Dissertaton University of Groningen. 2015

Gokeler A, Benjaminse A, Hewett TE, Lephart SM, Engebretsen L, Ageberg E, Engelhardt M, Arnold MP, Postema K, Otten E, Dijkstra PU. Proprioceptive deficits after ACL injury: are they clinically relevant? British Journal of Sports Medicine. 2012; 46 (3): 180-92.

Gribbin TC, Slater LV, Herb CC, Hart JM, Chapman RM, Hertel J, Kuenze CM. Differences in hip–knee joint coupling during gait after anterior cruciate ligament reconstruction. Clinical Biomechanics. 2016; 32: 64-71.

Gupta A, Yan DS. Mineral processing design and operations: an introduction. Elsevier. 2016

Gülbahar S, Akgün B, Karasel S, Baydar M, El O, Pınar H, Akalın E. The effect of anterior knee pain on strength, functional tests, proprioception and balance after anterior cruciate ligament reconstruction. Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 2013; 59 (2): 90-97.

Hadizadeh M, Amri S, Mohafez H, Roohi SA, Mokhtar AH. Gait analysis of national athletes after anterior cruciate ligament reconstruction following three stages of rehabilitation program: symmetrical perspective. Gait and Posture. 2016; 48: 152-8.

Heijne A, Werner S. A 2-year follow-up of rehabilitation after ACL reconstruction using patellar tendon or hamstring tendon grafts: a prospective randomised outcome study. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2010; 18 (6): 805-13.

Herrington L, Myer G, Horsley I. Task based rehabilitation protocol for elite athletes following anterior cruciate ligament reconstruction: a clinical commentary. Physical Therapy in Sport. 2013; 14 (4): 188-98.

Hidi M, Gergely I, Pop TS, Russu O, Zuh S, Nagy E. Comparative study on the effectiveness of early or delayed weight-bearing after anterior cruciate ligament reconstruction. Acta Medica Marisiensis. 2016; 62 (2): 234-8.

Hirokawa S, Solomonow M, Luo Z, Lu Y, D'ambrosia R. Muscular co-contraction and control of knee stability. Journal of Electromyography and Kinesiology. 1991; 1 (3): 199-208

Holcomb WR, Rubley MD, Lee HJ, Guadagnoli MA. Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring: quadriceps strength ratios. The Journal of Strength and Conditioning Research. 2007; 21(1): 41-47.

Hopper DM, Strauss GR, Boyle JJ, Bell J. Functional recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: a longitudinal perspective. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2008; 89 (8): 1535-41.

Hoshino Y, Kuroda R, Nagamune K, Yagi M, Mizuno K, Yamaguchi M, Muratsu H, Yoshiya S, Kurosaka M. In vivo measurement of the pivot-shift test in the anterior cruciate ligament–deficient knee using an electromagnetic device. The American Journal of Sports Medicine. 2007; 35 (7): 1098-104.

Howell SM. Anterior tibial translation during a maximum quadriceps contraction: is it clinically significant? The American Journal of Sports Medicine. 1990; 18 (6); 573-578.

Howells BE, Clark RA, Ardern CL, Bryant AL, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. The assessment of postural control and the influence of a secondary task in people with anterior cruciate ligament reconstructed knees using a Nintendo Wii balance board. British Journal of Sports Medicine. 2012

Hrysomallis C. Injury incidence, risk factors and prevention in australian rules football. Sports Medicine. 2013; 43 (5): 339-54.

Hürel C, Çelebi G. Ön çapraz bağın anatomik ve biyomekanik özellikleri ve diz kinematiğindeki rolü. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica. 1993; 33 (5): 369-73.

Irrgang JJ. Modern trends in anterior cruciate ligament rehabilitation: nonoperative and postoperative management. Clinics in Sports Medicine. 1993; 12 (4): 797-813.

Ishida T, Yamanaka M, Takeda N, Homan K, Koshino Y, Kobayashi T, Matsumoto H, Aoki Y. The effect of changing toe direction on knee kinematics during drop vertical jump: a possible risk factor for anterior cruciate ligament injury. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (4): 1004-9.

Jang KM, Chang M, Bae TS, Kim JG, Jung JS, Kyung BS, Chae S, Wang JH. Effect of axial loading during knee flexion on ACL end-to-end distance in healthy and ACL-deficient knees. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (4): 1179-87.

Jang SH, Kim JG, Ha JK, Wang BG, Yang SJ. Functional performance tests as indicators of returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. The Knee. 2014; 21 (1): 95-101.

Jorgensen M, Laessoe U, Hendriksen C, Nielsen O, Aagaard P. Efficacy of Nintendo Wii training on mechanical leg muscle function and postural balance in community-

dwelling older adults: a randomized controlled trial. Biological Sciences and Medical Sciences. 2013; 68 (7): 845-52.

Jureviciene V. Kiele D, Jurevicius R, Cesnaitis T. Analysis of motor coordination alteration after anterior cruciate ligament reconstruction. Education, Physical Training, Sport. 2012; 85 (2).

Karasel S, Akpınar B, Gülbahar S, Baydar M, El O, Pınar H, Akalın E. Clinical and functional outcomes and proprioception after a modified accelerated rehabilitation program following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica. 2010; 44 (3): 220-228.

Kaynak H, Altun M, Özer M, Akseki D. Sporda propriosepsiyon ve sıcak-soğuk uygulamalarla ilişkisi. CBU Journal of Physical Education and Sport Sciences. 2015; 10 (1): 10-35.

Kılıç B, Zekioğlu A, Yücel AS. Ön çapraz bağ cerrahisinde kullanılan greftler ve uygulama sonuçlarının 5 yıllık süreçte değerlendirilmesi. Akademik Spor Sağlık ve Tıp Bilimleri Dergisi. 2014; 13 (4): 13-24.

Kim SH, Jung YB, Song MK, Lee SH, Jung HJ, Lee HJ, Jung HS, Siti H-T. Comparison of double-bundle anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction and single-bundle reconstruction with remnant pull-out suture. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2014; 22 (9): 2085-93.

Kouvelioti V, Kellis E, Kofotolis N, Amiridis I. Reliability of single-leg and double-leg balance tests in subjects with anterior cruciate ligament reconstruction and controls. Research in Sports Medicine. 2015; 23 (2): 151-166.

Kvist J. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. Sports Medicine. 2004; 34 (4): 269-80.

Kweon C, Lederman ES, Chhabra A. Anatomy and biomechanics of the cruciate ligaments and their surgical implications. in: the multiple ligament ınjured knee: a practical guide to management. Eds: Fanelli CG. New York, NY: Springer New York. 2013; 17-27.

Lange T, Freiberg A, Dröge P, Lützner J, Schmitt J, Kopkow C. The reliability of physical examination tests for the diagnosis of anterior cruciate ligament rupture – a systematic review. Manual Therapy. 2015; 20 (3): 402-11.

Lee DH, Lee JH, Ahn SE, Park MJ. Effect of time after anterior cruciate ligament tears on proprioception and postural stability. PLoS One. 2015; 1-10.

Lee HM, Cheng CK, Liau JJ. Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency. The Knee. 2009; 16 (5): 387-91.

Lee SJ, Ren Y, Kang SH, Geiger F, Zhang LQ. Pivoting neuromuscular control and proprioception in females and males. European Journal of Applied Physiology. 2015; 115 (4): 775-84.

Li Z, Han XG, Sheng J, Ma SJ. Virtual reality for improving balance in patients after stroke: A systematic review and meta-analysis. Clinical Rehabilitation. 2016; 30 (5): 432-40.

Lohmander LS, Östenberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. Arthritis and Rheumatism. 2004; 50 (10): 3145-3152.

Luque-Moreno C, Ferragut-Garcias A, Rodriguez-Blanco C, Heredia-Rizo AM, Oliva-Pascual-Vaca J, Kiper P, Oliva-Pascual-Vaca A. A decade of progress using virtual reality for poststroke lower extremity rehabilitation: systematic review of the intervention methods. BioMed Research International. 2015; 1-7.

Lynch AD, Logerstedt DS, Grindem H, Eitzen I, Hicks GE, Axe MJ, Engebretsen L, Risberg MA, Snyder-Mackler L. Consensus criteria for defining 'successful outcome' after ACL injury and reconstruction: a delaware-oslo ACL cohort investigation. British Journal of Sports Medicine. 2015; 49 (5): 335-42.

Ma Y, Deie M, Iwaki D, Asaeda M, Fujita N, Adachi N, Ochi M. Balance ability and proprioception after single-bundle, single-bundle augmentation, and double-bundle ACL reconstruction. The Scientific World Journal. 2014.

Mall NA, Lee AS, Cole BJ, Verma NN. The functional and surgical anatomy of the anterior cruciate ligament. Operative Techniques in Sports Medicine. 2013; 21 (1): 2-9.

Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, Kirkendall DT, Garrett W. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. The American Journal of Sports Medicine. 2005; 33 (7): 1003-10.

Maxey L, Magnusson J. Rehabilitation for the post-surgical orthopedic patient. Elseiver Health Sciences. 2013.

McVeigh F, Pack SM. An exploration of sports rehabilitators' and athletic rehabilitation therapists' views on fear of reinjury after anterior cruciate ligament reconstruction. Journal of Sport Rehabilitation. 2015; 24 (2).

Melinte PR, Mandrila I, Bezna MC, Banicioiu-Covei MD, Banicioiu-Covei S, Marginean OM, Croitoru R. Descriptive and clinical anatomy of anterior cruciate ligament. implications in orthopedic surgery. Romanian Journal of Functional and Clinical, Macro- and Microscopical Anatomy and of Anthropology. 2015; 14 (3): 408-11.

Merlini L, Mazzone ES, Solari A, Morandi L. Reliability of hand-held dynamometry in spinal muscular atrophy. Muscle and Nerve. 2002; 26 (1): 64-70.

Meunier A, Odensten M, Good L. Long-term results after primary repair or non-surgical treatment of anterior cruciate ligament rupture: a randomized study with a 15-year follow-up. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 2007; 17 (3): 230-7.

Michalitsis S, Vlychou M, Malizos KN, Thriskos P, Hantes ME. Meniscal and articular cartilage lesions in the anterior cruciate ligament-deficient knee: correlation between time from injury and knee scores. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (1): 232-9.

Michaelidis M, Koumantakis GA. Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports: a systematic review. Physical Therapy in Sport. 2014; 15 (3): 200-210.

Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched follow- up study. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2000; 8 (6): 337-42.

Minyoung L, Dongwon S, Jaebum S, Jungjin K, Seon-Deok E, BumChul Y. Patient perspectives on virtual reality-based rehabilitation after knee surgery: importance of level of difficulty. Journal of Rehabilitation Research and Development. 2016; 53 (2): 239-52.

Mithoefer K, Gill TJ, Vrahas MS. Supracondylar femoral fracture after arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. JBJS Case Connector. 2005; 87 (7): 1591-6.

Mochizuki T, Fujishiro H, Nimura A, Mahakkanukrauh P, Yasuda K, Muneta T, Akita K. Anatomic and histologic analysis of the mid-substance and fan-like extension fibres of the anterior cruciate ligament during knee motion, with special reference to the femoral attachment. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2014; 22 (2): 336-44.

Mohammadi F, Salavati M, Akhbari B, Mazaheri M, Khorrami M, Negahban H. Static and dynamic postural control in competitive athletes after anterior cruciate ligament reconstruction and controls. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2012; 20 (8): 1603-10.

Molka AZ, Lisinski P, Huber J. Visual biofeedback exercises for improving body balance control after anterior cruciate ligament reconstruction. Journal of physical therapy science. 2015; 27 (7): 2357.

Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Nick TG, Hewett TE. The Effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. The American Journal of Sports Medicine. 2008; 36 (6): 1073-80.

Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2006; 36 (6): 385-402.

Nordin M, Frankel V. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. Lippincott Williams and Wilkins. 2001

Noyes FR, Mangine RE, Barber SD. The early treatment of motion complications after reconstruction of the anterior cruciate ligament. Clinical Orthopaedics and Related Research. 1992; 277: 217-228.

Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. The American Journal of Sports Medicine. 2004; 32 (4): 1002-12.

Opstelten W, Scholten RJPM. Physical diagnostic tests for assessing ruptures of the anterior cruciate ligament. Australian Journal of Physiotherapy. 2007; 53 (4): 289.

Otman SA, Demirel H, Sade A. Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri. In. Eds: Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu. 1998; 163.

Özkan İ, Çullu E, Savk O, Aydoğdu S, Alparslan B. Akut ve kronik ön çapraz bağ lezyonlarında sekonder manyetik rezonans görüntüleme bulguları. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica. 2000; 34 (1): 28-33.

Padua DA, Marshall SW. Evidence supporting ACL-injury-prevention exercise programs. Athletic Therapy Today. 2006; 11 (2): 11-23.

Palacios-Navarro G, Albiol-Perez S, Garcia-Magariño Garcia I. Effects of sensory cueing in virtual motor rehabilitation. A review. Journal of Biomedical Informatics. 2016; 60: 49-57.

Panariello RA, Stump TJ, Maddalone D. Postoperative rehabilitation and return to play after anterior cruciate ligament reconstruction. Operative Techniques in Sports Medicine. 2016; 24 (1): 35-44.

Park JH, Jeong WK, Lee JH, Cho JJ, Lee DH. Postural stability in patients with anterior cruciate ligament tears with and without medial meniscus tears. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2015; 23 (1): 240-5.

Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Hewett TE. Altered postural sway persists after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. Gait and posture. 2013; 38 (1): 136-40.

Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2007; 454: 35-47.

Pietrosimone BG, Lepley AS, Ericksen HM, Clements A, Sohn DH, Gribble PA. Neural excitability alterations after anterior cruciate ligament reconstruction. Journal of Athletic Training. 2015; 50 (6): 665-74.

Prodromos C, Fu FH, Paulos L, Johnson D, Shelbourne K, Georgoulis A, Brown C, Gobbi A. The anterior cruciate ligament: reconstruction and basic science. Saunders. 2007; 442

Puh U, Majcen N, Hlebs S, Rugelj D. Effects of Wii balance board exercises on balance after posterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2014; 22 (5): 1124-1130.

Qu J, Thoreson AR, An KN, Amadio PC, Zhao C. What is the best candidate allograft for ACL reconstruction? an in vitro mechanical and histologic study in a canine model. Journal of Biomechanics. 2015; 48 (10): 1811-6.

Relph N, Herrington L, Tyson S. The effects of ACL injury on knee proprioception: a meta-analysis. Physiotherapy. 2014; 100 (3): 187-95.

Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part II: The role of proprioception in motor control and functional joint stability. Journal of Athletic Training. 2002; 51 (4): 80-4.

Sakane M, Fox RJ, Glen SLYW, Livesay A, Li G, Fu FH. In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. Journal of Orthopaedic Research. 1997; 15 (2): 285-93.

Schroeder MJ, Krishnan C, Dhaher YY. The influence of task complexity on knee joint kinetics following ACL reconstruction. Clinical Biomechanics. 2015; 30 (8): 852-9.

Shelbourne KD., Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. The American Journal of Sports Medicine. 1990; 18 (3): 292-299.

Shelbourne KD, Gray T. Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation a two-to nine-year followup. The American Journal of Sports Medicine. 1997; 25 (6): 786-795.

Shelbourne KD, Vanadurongwan B, Gray T. Primary anterior cruciate ligament reconstruction using contralateral patellar tendon autograft. Clinics in sports medicine. 2007; 26 (4): 549-565.

Shih C-H. A standing location detector enabling people with developmental disabilities to control environmental stimulation through simple physical activities with Nintendo Wii balance boards. Research in Developmental Disabilities. 2010; 32 (2): 699-704.

Siebold R, Dejour D, Zaffagnini S. Anterior cruciate ligament reconstruction. Springer. 2014; 332

Sigward SM, Lin P, Pratt K. Knee loading asymmetries during gait and running in early rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: a longitudinal study. Clinical Biomechanics. 2016; 32: 249-54.

Smith MD, Bell DR. Negative effects on postural control after anterior cruciate ligament reconstruction as measured by the balance error scoring system. Journal of Sport Rehabilitation. 2013; 22 (3): 224-8.

Spindler KP, Wright RW. Anterior cruciate ligament tear. New England Journal of Medicine. 2008; 359 (20): 2135-42.

Stecco C, Gagey O, Belloni A, Pozzuoli A, Porzionato A, Macchi V, Aldegheri R, De Caro R, Delmas V. Anatomy of the deep fascia of the upper limb. second part: study of innervation. Morphologie. 2007; 91 (292): 38-43.

Synder S. Can the Nintendo Wii be used as a more effective method of rehabilitation than traditional physiotherapy exercises for patients with knee reconstruction surgery? Philadelphia College of Osteopathic Medicine. 2015; 248.

Tang J, Thorhauer E, Marsh C, Fu FH, Tashman S. Knee rotation influences the femoral tunnel angle measurement after anterior cruciate ligament reconstruction: a 3-dimensional computed tomography model study. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2014; 22 (7): 1505-10.

Timoney JM, Inman WS, Quesada PM, Sharkey PF, Barrack RL, Skinner HB, Alexander AH. Return of normal gait patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. The American Journal of Sports Medicine. 1993; 21 (6): 887-889.

Thomee P, Wahrborg P, Börjesson M, Thomee R, Eriksson BI, Karlsson J. Self-efficacy of knee function as a pre-operative predictor of outcome 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2008; 16 (2): 118-27.

Van Grinsven S, van Cingel REH, Holla CJM, Van Loon CJM. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2010; 18 (8): 1128-44.

Vathrakokilis K, Malliou P, Giofsidou A, Beneka A, Godolias G. Effects of a balance training protocol on knee joint proprioception after anterior cruciate ligament

reconstruction. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2008; 21 (4): 233-7.

Walla DJ, Albright JP, McAuley E, Martin RK, Eldridge V, El-Khoury G. Hamstring control and the unstable anterior cruciate ligament-deficient knee. American Journal of Sports Medicine. 1985; 13 (1): 34-39.

Weiss PL, Keshner EA, Levin MF. Virtual rehabilitation for physical and motor rehabilitation. Springer. 2014

Wilk KE, Arrigo CA. Preoperative phase in the rehabilitation of the patient undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. Operative Techniques in Sports Medicine. 2016; 24 (1): 12-20.

Woo SLY, Abramowitch SD, Kilger R, Liang R. Biomechanics of knee ligaments: injury, healing, and repair. Journal of Biomechanics. 2006; 39 (1): 1-20.

Wright RW, Preston E, Fleming BC, Ameldola A, Andrish JT, Bergfeld JA, Dunn WR, Caeding C, Kuhn JE, Marx RG, McCarty EC, Parker RC, Spindler KP, Wolcott M, Wolf BR, Williams GN. ACL reconstruction rehabilitation: a systematic review part 11. The Journal Of Knee Surgery. 2008; 21 (3): 225-34.

Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debski RE, Fu FH, Woo SL-Y. Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. The American Journal of Sports Medicine. 2002; 30 (5): 660-6.

Yosmaoğlu HB. Ön çapraz bağ cerrahisinde iki farklı fiksasyon yönteminde rehabilitasyon sonrası fonksiyonel sonuçların karşılaştırılması. H.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2009, Ankara (Danışman: Prof. Dr. YG Baltacı).

Zhang Y, Huang W, Jiang J, Xie J, Xu C, Wang C, Yin L, Yang L, Zhou K, Chen P, Sung KP. Influence of TNF-α and biomechanical stress on matrix metalloproteinases and lysyl oxidases expressions in human knee synovial fibroblasts. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2014; 22 (9): 1997-2006.

EKLER

EK 1. TEZ ÇALIŞMASI UYGULAMA İZİN FORMU

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

TEZ ÇALIŞMASI UYGULAMA İZİN FORMU

ÖĞRENCİNİN

Adı Soyadı	: Zehra Betül KARAKOÇ
Programı	: Yüksek Lisans
Danışmanı	: Yrd. Doç. Dr. Tuğba KURU ÇOLAK
Tez Konusu	: "Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Sanal Rehabilitasyonun Denge ve Fonksiyonellik Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi"
Projeyi destekleyen kurumun adı ve proje no: Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAPKO)'ne başvurulacaktır.	

Uygulama yapılmak istenen kurum: Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi
Uygulama yapılmak istenen birim/laboratuvar: Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
Uygulamanın niteliği (kullanılacak yöntem, anket, vb.): Prospektif, randomize, klinik çalışma **Anket :** Alt Ekstremite Fonksiyonellik Skalası (LEFS), **Diz Eklem hareket açıklığı**: Goniometrik ölçüm, **Kas Gücü:** Myometyre kas testi, **Denge:** Nintendo Wii U Denge Tahtası ile değerlendirilecektir.
Uygulamanın tarih aralığı : 30.12.2015-03.06.2016

NOT: Tez çalışmasının uygulaması ile ilgili belgelerden birer nüsha bu forma eklenmelidir.

Öğrenci Adı, Soyadı
İmza, tarih
Zehra Betül KARAKOÇ

Tez Danışmanı Adı, Soyadı
İmza, tarih
Yrd.Doç.Dr. Tuğba KURU ÇOLAK

Anabilim Dalı Başkanı Adı, Soyadı
İmza, tarih
Prof. Dr. S. Ufuk YURDALAN

1

EK 2. BİLGİLENDİRME FORMU

BİLGİLENDİRME FORMU

Katılacağınız araştırmanın adı "Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Sanal Rehabilitasyonun Denge ve Fonksiyonellik Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi" dir. Söz konusu araştırmanın amacı sanal rehabilitasyonun (Nintendo Wii U© Denge Tahtası eğitiminin) ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş olgularda denge ve alt ekstremite fonksiyonelliği üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemektir. Söz konusu araştırma Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde yüksek lisans tezi olarak Yrd. Doç. Dr. Tuğba KURU ÇOLAK danışmanlığında, Arş. Gör. Fzt. Zehra Betül KARAKOÇ tarafından gerçekleştirilecektir.

Bir araştırma projesine davet edilmektesiniz. Karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını anlamanız çok önemlidir. Lütfen biraz zaman ayırın ve aşağıdaki bilgileri dikkatlice okuyun, isterseniz başkalarıyla tartışın. Açık olmayan bir bölüm varsa ya da daha ayrıntılı bilgiye ihtiyaç duyuyorsanız tarafımızdan bilgi alabilirsiniz. Ancak araştırmaya katılmak isteyip istemediğinize karar vermek için biraz düşünmenizi rica ederiz. Araştırmamıza, katılımcılarda aranan araştırmaya dahil edilme kriterlerini taşıdığınızdan dolayı davet edilmektesiniz.

Katılımın gönüllü olduğunu, katılmayı reddetmenin herhangi bir cezaya ya da elde edilecek herhangi bir yararın kaybedilmesine yol açmayacağını belirtmek isteriz. Aynı şekilde araştırmaya katılmayı kabul ettikten sonra da araştırmanın herhangi bir yerinde hiçbir neden göstermeksizin herhangi bir zarar ya da elde edilmesi beklenen bir yarar kaybına yol açmadan araştırmadan çekilebilirsiniz.

Çalışmaya katılan katılımcılara demografik bilgileri alındıktan sonra goniometre ile eklem hareket açıklığı, Myometre ile kas kuvveti, Alt Ekstremite Fonksiyonellik Skalası ile alt ekstremite fonksiyonelliği ve Nintendo Wii U© ile denge değerlendirmesi yapılacaktır. Birinci gruba 6 hafta boyunca haftada 3 gün hızlandırılmış ön çapraz bağ rehabilitasyonu, ikinci gruba ise hızlandırılmış rehabilitasyon programına ek olarak üçüncü haftadan sonra Denge Tahtası ile 3 haftalık haftada 3 gün 40 dakikalık denge eğitimi eklenecektir. Denge tahtası

eğitiminin içinde soccerheading, kayak, tabletilt ve penguinslide oyunları 10'ar dakika sırayla oynanacaktır. Rehabilitasyonun üçüncü haftası ve altıncı hafta sonunda katılımcılar tekrar değerlendirilecektir. Değerlendirmeler bilgisayar ortamında kaydedilecektir.

Araştırmamıza katılan katılımcılara uygulanan değerlendirme yönteminin herhangi bir zararı yoktur. Çalışma sürecinde ortaya çıkan beklenmeyen herhangi bir zarar durumunda size ya da vekilinize hemen bilgi verilecektir. Çalışmaya katılmanın size hemen dönecek bir faydası bulunmamakla beraber, araştırma sonuçlarımızın gelecekte kuruma, topluma veya bilime faydalarının olacağı umulmaktadır. Araştırma amaçlı uygulanacak hiçbir şey için sizden veya bağlı olduğunuz sosyal güvenlik kurumundan herhangi bir ücret talep edilmeyecektir.

Bu yazılı belgenin tamamını, net bir şekilde okudum veya okuma/dil bilmediğim için anlaşılır şekilde bana okundu/tercüme edilerek izah edildi. Gerek başvurum sırasında ve sonrasında, gerekse bu form doldurulurken sağlık durumumla ilgili olarak bana her türlü soru sorma, değerlendirme ve karar verme fırsatı verildi. Değerlendirmenin uygulanmaması ihtimali de dahil olmak üzere bunların risk ve tehlikelerinin olup olmadığı anlatıldı.

Katılımcının Adı - Soyadı:

Tarih:

İmza:

Hastaya hastalığı ve uygulanacak işlemlerle ilgili gerekli bilgileri verdim. Hastanın bu bilgileri anladığı, sormak istediği soruları bana sorduğu, işlemi özgür iradesiyle kabul ettiği kanaatindeyim.

Araştırmacının Adı - Soyadı: Zehra Betül KARAKOÇ

Adres: Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi E-5 yanyol üzeri Kartal/İSTANBUL

Telefon: 05343663609

E-mail: betul.ozturk@marmara.edu.tr

Tarih:

İmza:

EK 3. GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-soyadı, İmzası, Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin Adı-soyadı, İmzası, Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

Açıklamaları yapan araştırmacının Adı-soyadı, İmzası

Fzt. Z. Betül KARAKOÇ

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisi:

Adres: Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi E-5 yanyol üzeri Kartal/İSTANBUL

Telefon: Zehra Betül KARAKOÇ 05343663609

E-mail: betul.ozturk@marmara.edu.tr

Tarih:

İmza::

EK 4. HASTA TAKİP FORMU

- Protokol No:

HASTA TAKİP FORMU

- Adı - Soyadı:
- Cinsiyet: Kadın ( ) Erkek ( )
- Yaş: - Boy: - Vücut Ağırlığı:
- Meslek: ……..
- Yaralanma Tarihi:……
- Rekonstrüksiyon Tarihi: ……..
- Çalışma Durumu: Çalışıyor ( ) Çalışmıyor ( )
- Görsel, vestibular veya nörolojik bir problemi var mı?
  Evet( ) Hayır( )
- Son altı haftada omurga veya alt ekstremitede herhangi bir yaralanma oldu mu?
  Evet( ) Hayır( )
- Doğuştan gelen ortopedik bir rahatsızlığınız var mı (ekstremite farkı gibi)?
  Evet( ) Hayır( )
- Son 6 ay içinde tedavi oldunuz mu?
  Evet( ) Hayır( )
- Son altı ayda postural kontrolü etkileyebilecek bir ilaç aldınız mı?
  Evet( ) Hayır( )

- Diz Goniometrik Ölçümü İlk değerlendirme: Ara Değerlendirme: Son değerlendirme:
- Diz çevre ölçümü İlk değerlendirme: Ara Değerlendirme: Son değerlendirme:
-Uyluk çevre ölçümü İlk değerlendirme: Ara Değerlendirme: Son değerlendirme:
- Myometre Kuadriseps İlk değerlendirme: Ara Değerlendirme: Son değerlendirme:
- Myometre Hamstring İlk değerlendirme: Ara Değerlendirme: Son değerlendirme:
- Wii basınç merkezi İlk değerlendirme: Ara Değerlendirme: Son değerlendirme:

EK 5. ETİK KURUL ONAYI

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Etik Kurulu

PROJENİN ADI: Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Sanal Rehabilitasyonun Denge ve Fonksiyonellik Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: Yrd.Doç.Dr. Tuğba KURU ÇOLAK
PROJEDEKİ ARAŞTIRICILAR: Zehra Betül KARAKOÇ
ONAY TARİHİ VE ONAY SAYISI: 26.10.2015-4

Sayın Yrd.Doç.Dr. Tuğba KURU ÇOLAK

126 protokol nolu "Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Sanal Rehabilitasyonun Denge ve Fonksiyonellik Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi" isimli projeniz Enstitümüz Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.

Prof. Dr. Göksel ŞENER
Komisyon Başkanı

Yrd.Doç.Dr. Pınar MEGA TİBER

Prof. Dr. Serap AKYÜZ

Prof. Dr. Hülya AŞÇI

Prof. Dr. Ufuk YURDALAN

Prof. Dr. Dilşad SAVE

Doç. Dr. Nefise BAHÇECİK

Doç. Dr. Tolga GÜVEN

Doç. Dr. Hakkı ARIKAN

Yrd. Doç.Dr. Ümit UĞURLU

Yrd. Doç. Dr. Betül OKUYAN

Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsü Sağlık Bilimleri Enstitüsü 34688 Kadıköy / İSTANBUL
0 (216) 414 44 23/12 (Faks)
0 (216) 414 44 23
Ayrıntılı bilgi için: M.R.ALKAN
saglik.ogrenci@marmara.edu.tr
http://saglik.marmara.edu.tr

EK 6. ALT EKSTREMİTE FONKSİYONELLİK SKALASI

ALT EKSTREMİTE FONKSİYONELLİK SKALASI

Bu gün, aşağıdaki aktiviteleri yaparken zorlandınız mı ya da yapmaya çalışsanız zorlanır mıydınız?

Her aktivite için tek bir şık seçiniz.

Aktiviteler	Çok zor ya da yapılması imkansız	Biraz zor	Orta derecede zor	Çok az zor	Zorluk yok
a. Her hangi bir alışılmış iş, ev ya da okul işi	0	1	2	3	4
b. Alışılmış hobiler, boş zaman veya spor aktiviteleri	0	1	2	3	4
c. Banyoya girme veya çıkma	0	1	2	3	4
d. Odalar arasında yürüme	0	1	2	3	4
e. Çorap veya ayakkabı çıkartmak	0	1	2	3	4
f. Çömelme	0	1	2	3	4
g. Yerden poşet gibi bir objeyi kaldırma	0	1	2	3	4
h. Evinizin etrafında hafif işler yapma	0	1	2	3	4
ı. Evinizin etrafında ağır işler yapma	0	1	2	3	4
j. Arabaya binme ya da arabadan inme	0	1	2	3	4
k. 2 sokak mesafe yürüme	0	1	2	3	4
l. 1 mil (16m) yürüme	0	1	2	3	4
m. 10 basamak inmek ya da çıkmak	0	1	2	3	4
n. 1 saat ayakta durma	0	1	2	3	4
o. 1 saat oturma	0	1	2	3	4
p. Düz zeminde yürümek	0	1	2	3	4
q. Düz olmayan zeminde yürümek	0	1	2	3	4
r. Hızlı koşarken birden dönmek	0	1	2	3	4
s. Hoplamak	0	1	2	3	4
t. Yatakta dönme	0	1	2	3	4

EK 7. VİZUEL ANALOG SKALA

Türk Nöroşirürji Derneği - Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Grubu

VİZUEL ANALOG SKALA (VAS)

Adınız Soyadınız: _____ Tarih: _____

Ağrı şiddetinizi aşağıdaki ölçek üzerinde işaretleyin.

Hiç ağrı olmaması — En dayanılmaz ağrı



ÖZGEÇMİŞ

Adı	Zehra Betül	**Soyadı**	Karakoç
Doğum Yeri	Altındağ	**Doğum Tarihi**	05.09.1989
Uyruğu	T.C.	**Tel**	0534 366 36 09
E-mail	fztbetulmarmara@gmail.com		

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	**Mezuniyet Yılı**
Yüksek Lisans	Marmara Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	DE
Lisans	Marmara Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	2012
Lise	Karatay Süleyman Demirel Milli Piyango Anadolu Lisesi	2007

İş Deneyimi

	Görevi	**Kurum**	**Süre (Yıl - Yıl)**
	Araştırma Görevlisi	Marmara Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	2012-DE

Yabancı Dilleri	**Okuduğunu Anlama***	**Konuşma***	**Yazma***
İngilizce	İyi	İyi	Orta

Yabancı Dil Sınav Notu #								
YDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
68,75		6						

	Sayısal	**Eşit Ağırlık**	**Sözel**
ALES Puanı	96,7		
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	**Kullanma becerisi**
Microsoft Office	İyi

***Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendiriniz.