



**ÖN ÇAPRAZ BAĞ TAMİRİ GEÇİRMİŞ OLGULARDA YÜKSEK
ŞİDDETLİ ARALIKLI ANTRENMANIN ETKİLERİ**

Esedullah AKARAS

**DOKTORA TEZİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2021

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Esedullah AKARAS

15/12/2021

ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU GEÇİRMİŞ OLGULARDA YÜKSEK ŞİDDETLİ ARALIKLI ANTRENMANIN ETKİLERİ

(Doktora Tezi)

Esedullah AKARAS

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2021

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, hamstring otogreft yöntemiyle ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde altı haftalık (haftada üç kez) wingate stili yüksek şiddetli aralıklı antrenmanın (YŞAA) kuvvet, propriyosepsiyon, esneklik, laksite, performans ve vücut kompozisyonuna etkisini araştırmaktır. Çalışma kapsamında, en az 6 ay önce hamstring otogreft ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş 29 gönüllü birey randomize edilerek YŞAA (n=15) ve kontrol (n=14) grubu olarak ikiye ayrıldı. Bireylerin başlangıç değerlendirmeleri yapıldıktan sonra deney grubuna 6 hafta boyunca haftada üç gün olacak şekilde wingate stili YŞAA uygulandı. Kontrol grubu ise normal yaşam biçimi ve egzersiz alışkanlığına devam etti. 6 hafta sonra son değerlendirmeler yapıldı. Bireylerin demografik bilgileri alındıktan sonra Tanita ile Vücut kompozisyonu, GNRB artrometre ile diz laksite ölçümü, izokinetik dinamometrede 30° ve 60° propriyosepsiyon, 60°/sn de kas kuvveti (quadriceps femoris, hamstring (konsantrik/ egzentrik) ve 180°/sn de endurans ölçümü yapıldı. Esneklik için otur uzan testi ve fonksiyonel performans (tek ayak sıçrama, dikey sıçrama, çeviklik) parametrelerine bakıldı. Elde edilen bulgulara göre; YŞAA yapan bireylerde vücut kompozisyonunda ($p < 0.001$) anlamlı azalma, quadriceps ($p < 0.001$) ve hamstring kaslarında ($p < 0.001$) konsantrik kuvvet artışı, tek ayak öne sıçrama ($p < 0.001$), dikey sıçrama ($p < 0.001$), çeviklik ($p < 0.001$) gibi performans testlerinde ve opere taraf (30° ve 60°) propriyosepsiyon değerlerinde iyileşme ($p < 0.005$) gözlemlenmiştir. Fakat kontrol grubuna kıyasla daha iyi quadriceps ve hamstring kaslarında egzentrik kuvvet artışı ($p > 0.005$), 180°/sn kas endurans artışı ($p > 0.005$) ve esneklikte artış ($p > 0.005$) gerçekleşmemiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, YŞAA uygulamasının ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası bireylere vücut kompozisyonunun düzenlenmesiyle, opere taraf propriyosepsiyon ve kas kuvvetinin restore edilmesi ile laksitede olumsuz etki oluşturmadan performans parametrelerinde olumlu gelişmeler sağlaması gibi amaçlarla güncel fizyoterapi programlarına eklenebileceği söylenebilir.

Bilim Kodu : 1024

Anahtar Kelimeler : Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu, Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenman, Esneklik, Performans, Kas Kuvveti, Çeviklik

Sayfa Adedi : 83

Danışman : Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL

THE EFFECTS OF HIGH-INTENSIVE INTERVAL TRAINING IN CASES WITH ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION

(PhD. Thesis)

Esedullah AKARAS

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

December 2021

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effects of six weeks (three times a week) Wingate style high-intensity interval training (HIIT) on strength, proprioception, flexibility, laxity, performance and body composition in individuals who have undergone anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction with the hamstring autograft method. Within the scope of the study, 29 volunteers who had undergone hamstring autograft ACL reconstruction at least 6 months ago were randomized and divided into two groups as HIIT (n=15) and control (n=14) groups. After the initial assessments, the Wingate style HIIT was applied to the experimental group three days a week for 6 weeks. The control group continued their normal lifestyle and exercise habits. After 6 weeks, final evaluations were made. After obtaining the demographic information of the individuals, body composition was measured with Tanita. Then, knee laxity measurement with GNRB arthrometer, 30° and 60° proprioception assessed with isokinetic dynamometer, muscle strength (quadriceps femoris, hamstring (concentric/eccentric) at 60°/sec and endurance measurements at 180°/sec were performed respectively. Sit and reach test for flexibility and performance (single leg jump, vertical jump, agility) parameters were measured. According to the findings; significant decrease in body composition ($p < 0.001$), increase in strength in concentric quadriceps ($p < 0.001$) and hamstring muscles ($p < 0.001$), Improvement was observed in performance tests such as < 0.001), vertical jump ($p < 0.001$), single leg hop test ($p < 0.001$), agility ($p < 0.001$), and operated side (30° and 60°) proprioception tests ($p < 0.005$). However, better eccentric strength increase ($p > 0.005$), 180°/sec endurance strength increase ($p > 0.005$) and flexibility ($p > 0.005$) did not occur in the quadriceps and hamstring muscles better than the control group. With these results, it is thought that the HIIT can be added to current physiotherapy programs as it provides positive enhancements in body composition, restoring muscle strength, operated side proprioception and increasing performance parameters without increasing knee laxity after ACL reconstruction.

Science Code : 1024

Key Words : Anterior cruciate ligament reconstruction, High intensity interval training, Flexibility, Performance, Muscle Strenght, Agility

Page Number : 83

Supervisor : Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL

TEŞEKKÜR

Tezin oluşturulmasında ve tez çalışması sırasında akademik ve klinik anlamda her türlü katkıda bulunan danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL ve Doç. Dr. Nihan KAFA' ya

Tez çalışmasının yapılabilmesi için sağladığı bilimsel yönlendirmelerinden dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Seyit ÇITAKER, Prof. Dr. Hayri Baran YOSMAOĞLU, Doç. Dr. Zeynep Hazar KANIK, Dr. Öğretim Üyesi Sinem SUNER KEKLİK ve Dr. Öğretim Üyesi Gürkan GÜNAYDIN' a

Tez çalışmasının gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Gökhan KARATAY, Şeyda ÖZAL, Fuat YÜKSEL, Çağatay Müslüm GÖKDOĞAN, Ali ZORLULAR, Gamze ÇOBANOĞLU, Elif AYGÜN POLAT, Zeliha ÇELİK, Ömer Burak TOR, Sonay GÜRÜHAN, Zeynep Berfu ECEMİŞ Murat ESMER, Uğur SÖZLÜ ve Kamile Uzun AKKAYA' ya

Tezimle alakalı istatistiksel sorunların çözümünde yardımcı olan ve beraber güzel çalışmalar yaptığım değerli arkadaşım Gökhan YAĞIZ' a

Maddi ve manevi desteklerini daima yanımda hissettiğim annem babam ve kardeşime

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi tezimde de beni destekleyen ve yardımlarını en yakından hissettiğim sevgili eşim Zeynep AKARAS ve kızlarım Kübra Nisa ve Asiye Selvi' ye

Tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiv
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Ön Çapraz Bağ Anatomi ve Biyomekanisi	7
2.2. Ön Çapraz Bağ ve Propriyosepsiyon	8
2.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanma Mekanizmaları	9
2.4. Ön Çapraz Bağ Risk Faktörleri	10
2.5. Ön Çapraz Bağ Cerrahisi	12
2.6. Eklem Laksitesi	14
2.7. İzokinetik Sistem	16
2.8. Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenman Tanımı ve Önemi	20
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Bireyler.....	23
3.2. Yöntem.....	25
3.3. Değerlendirmede Kullanılan Parametreler.....	25
3.3.1. Demografik bilgiler.....	25
3.3.2. Fiziksel aktivite düzeyinin belirlenmesi.....	26

3.3.3. Kas kuvveti.....	26
3.3.4. Fonksiyonel Testler.....	27
3.3.5. Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenman Uygulaması	30
3.3.6. Eklem Pozisyon Hissi (Aktif Açılı Tekrarlama Testi).....	31
3.3.7. Diz Eklem Laksitesi	32
3.3.8. Esneklik (Otur – Uzan Testi).....	33
3.4. İstatistiksel Analiz.....	33
4. BULGULAR	35
4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri.....	35
4.2. Laksite Ölçümleri	36
4.3. Fiziksel Aktivite Düzeyleri	37
4.4. Kas Kuvvet Ölçümü Sonuçları.....	37
4.5. Propriyosepsiyon Ölçüm Sonuçları	40
4.6. Fonksiyonel Değerlendirme Ölçüm Sonuçları	41
4.7. Esneklik Ölçüm Sonuçları.....	42
5. TARTIŞMA	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
7. KAYNAKLAR.....	55

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1.1 Katılımcıların demografik bilgileri	35
Çizelge 4.1.2 Ağırlık ve VKİ ölçümleri	35
Çizelge 4.2.1 Laksite ölçümleri	36
Çizelge 4.3.1 Uluslararası fiziksel aktivite kısa form sonuçları	37
Çizelge 4.4.1 60°/sn Quadriceps kas kuvveti pik tork ölçümleri.....	38
Çizelge 4.4.2 60°/sn Hamstring kas kuvveti pik tork ölçümleri.....	39
Çizelge 4.4.3 180°/sn Quadriceps ve Hamstring kas kuvveti pik tork ölçümleri	40
Çizelge 4.5.1 Aktif açı tekrarlama testi ölçümleri	41
Çizelge 4.6.1 Fonksiyonel performans test ölçümleri	42
Çizelge 4.7.1 Esneklik ölçümleri	42

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma akış diyagramı.....	34

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Artrometre ile diz eklem laksite ölçümü.....	18
Resim 3.2. İzokinetik kas kuvvet ölçümü	23
Resim 3.3. Tek ayak öne sıçrama testi	24
Resim 3.4. Dikey sıçrama testi	25
Resim 3.5. Altıgen çeviklik testi.....	26
Resim 3.6. Aktif açı tekrarlama testi.....	27
Resim 3.7. Eklem laksite ölçümü.....	28
Resim 3.8. Otur uzan testi	30

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
~	Yaklaşık
°	Derece
C	Santigrat
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
Kg	Kilogram
m	Metre
N	Newton
n	Olgu sayısı
p	İstatiksel yanılma düzeyi
X	Ortalama

Kısaltmalar	Açıklamalar
YŞAA	Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenman
ÖÇB	Ön Çapraz Bağ

Kısaltmalar	Açıklamalar
Sh	Standart hata
UFAA	Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu
VKİ	Vücut Kitle İndeksi

1. GİRİŞ

Son 25 yılda ön çapraz bağ (ÖÇB) kas-iskelet sisteminin en çok çalışılan yapılarından biri olmuştur ve spor yaralanmalarının %70'ini oluşturmaktadır. Genel ve mikroskobik anatomisi, biyomekanisi, fonksiyonu, yaralanma mekanizmaları, klinik seyir ve tedavileri yoğun bir şekilde incelenmiş ve günümüzde de incelenmeye devam edilmektedir. ÖÇB yaralanmaları sonrasında cerrahi ve konservatif tedavi yöntemleri denenmektedir. ÖÇB rekonstrüksiyonunun başarısı birçok faktörden etkilenmektedir. Bunlar; greft seçimi, greftin yerleşimi ve gerilimi, greftin güvenli fiksasyonu ve iyi bir rehabilitasyon programıdır [1]. Temassız ÖÇB yaralanmaları; yorgunluk oluşturan yüksek şiddetli aralıklı egzersiz yüklenmeleri ve çoklu yön değişikliği yapılan sporlarda sıklıkla meydana geldiğinden yapılacak egzersizlerin o sporun fizyolojik taleplerine uygun şekilde yapılması gerektiği vurgulanmaktadır [2].

ÖÇB cerrahisinden sonra üzerinde en çok durulan konu diz çevresi kas kuvvetlerinin olabildiğince hızlı şekilde restorasyonudur. Diz eklem stabilizasyonunda quadriceps kasının rolü ve quadriceps kasının fonksiyonel performans ve zayıflığı sebebiyle osteoartrit gelişimi gerçekleştiğinden ÖÇB rehabilitasyonunda quadriceps kası önemli role sahiptir [3]. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında doğal olarak gelişen kuvvet kayıpları nedeniyle rehabilitasyonda farklı egzersiz yöntemleri denense de bazı çalışmalarda quadriceps kas kuvvetinin yaralanma öncesi seviyesine dönemediği ve bu durumda spora geri dönüşte problemlere yol açtığı vurgulanmaktadır [4]. Ayrıca opere dizle beraber sağlam dizde de fit olmama durumu ve cross-over inhibisyon nedeniyle quadriceps kas kuvvetinde defisitler olduğu belirtilmektedir [5]. Bu durumda da sağlam tarafı opere tarafla karşılaştırmak objektif sonuç vermeyebilir. Bu durumun üstesinden gelmek için günlük yaşam aktivitelerine devam eden ÖÇB'li bireyler ile kas kuvvetini kıyaslamak daha doğru sonuçlar verebilir.

Hamstring kası ÖÇB ile agonist olarak çalışarak tibianın anteriora doğru translasyonunu önlemektedir. Hamstring kası ÖÇB ile sinerjist çalışarak posterior yönünde çekmeler uygulayarak ilgili bağı streslerden korumaktadır [6]. Bu yüzden hamstring kasları dinamik eklem stabilitesi ve dizin nöromusküler kontrolü açısından oldukça önemlidir. Ek olarak patellar tendondan greft alımlarında quadriceps kasında, hamstring kasından greft alınması

sonucu hamstring kas kuvvetinde ve enduransında azalma görüldüğü ve bu durumun yaklaşık bir yıldan dört yıla kadar devam ettiği belirtilmiştir [7, 8]. Bu durumdan dolayı uygun zaman geldiğinde diz çevresel kaslarında kuvvet ve kassal enduransı geliştirmek için daha özgün antrenman metodlarına ihtiyaç duyulmaktadır [9].

ÖÇB cerrahisi sonrasında bireylerde propriyosepsiyonda defisitler olduğu vurgulanmaktadır [10,11]. ÖÇB'nin toplam kitlesinin %1-2'sini somatosensöriyel sisteme propriyoseptif bilgi sağlayan propriyoseptif reseptörler (mekanoreseptörler vb.) oluşturur. Propriyosepsiyonda meydana gelen bu kayıp dizin nöromusküler kontrolünü etkileyerek fonksiyonel aktivitelere katılımı etkiler ve yeterli performans açığa çıkaramamaya neden olmaktadır [12]. ÖÇB rekonstrüksiyonu ile bağın mekanik olarak bütünlüğü sağlansa da, somatosensöriyel entegrasyonun gerçekleşip gerçekleşmediği hala bilinmemektedir [13]. ÖÇB cerrahisi sonrasında yapılan çalışmalar propriyosepsiyonda kayıpların 6.ayda bile devam ettiğini göstermektedir [14,15] ve bu kayıplar, ÖÇB rekonstrüksiyonu geçiren bireylerde tekrar yaralanma riskini de artırabilmektedir [16]. Bu nedenle ÖÇB rekonstrüksiyonu geçiren bireylerde propriyosepsiyon geliştirilmeye çalışılmaktadır. Daha önce YŞAA'nın propriyosepsiyona etkisi ile ilgili çalışmaya bilginiz dâhilinde rastlanılmadığından etkisi bilinmemektedir.

Spor araştırmacıları sürekli olarak sporcuların performansını ve sedanterlerin sağlıkla ilgili parametrelerini geliştirecek yeni antrenman metotları arayışındadırlar. Sporcuların sakatlık dönemlerinde kısa hazırlık dönemlerinin neden olduğu hızlı ve etkin uyum ihtiyacı, yeterli zamana sahip olmamaları; antrenörleri daha kısa sürede daha etkin egzersiz metodları uygulamaya itmiştir. Bu yüzden bazı araştırmacılar yetersiz zaman ve düşük motivasyon gibi egzersizin önündeki bariyerleri YŞAA metodlarıyla aşmaya çalışmıştır [17]. Uzun süreli geleneksel dayanıklılık antrenmanlarının aksine YŞAA, kısa yüklenme ve dinlenme aralıkları içermektedir. YŞAA, anaerobik eşikten daha büyük bir şiddette tamamlanan kısa ile orta süreli egzersizlerin tekrarlanan setleri olarak tanımlanabilir. Yüklenme setleri kısmen ya da çoğu zaman tam dinlenme sağlamayan, kısa süreli düşük şiddetli aktif ya da pasif dinlenme aralıklarıyla ayrılmaktadır. Spor profesyonelleri dayanıklılık sporcularının performanslarını artırabilmek için uzun süredir YŞAA'yı kullanmaktadırlar. Son yıllarda da kısa süre içerisinde

fiziksel performansı ve sağlıkla ilişkili bazı parametreleri iyileştirdiği bilimsel olarak birçok çalışmada ispatlanan YŞAA programlarına üst düzeyde bir ilgi ve alaka doğmuştur [18]. YŞAA yöntemi sporcuların aerobik ve anaerobik kapasitelerini kısa sürede geliştirmesinin yanında orta yetişkinlerde ve yaşlı bireylerde obezite, kardiyovasküler hastalıklar, Tip 2 diyabet gibi hastalıklar ile meydana gelen mortalite riskini azaltarak, yaşam kalitesinde artış sağlamaktadır [18].

Son yıllarda yapılan araştırmalar YŞAA'ın, fazla kilolu bireylerin vücut yağ oranlarını azaltmak için zaman açısından ekonomik ve etkili bir egzersiz protokolü olma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir [19]. Birçok çalışma YŞAA'nın geleneksel dayanıklılık antrenmanlarıyla karşılaştırıldığında YŞAA'nın yağ oksidasyonunu arttırdığına işaret etmektedir [20]. Daha önce antrenmanlı olmayan bireyler ile yapılan bir çalışma sonucunda, geleneksel dayanıklılık antrenmanına kıyasla YŞAA grubunda daha fazla lipid ve daha az glikojen kullanıldığı belirtilmiştir. YŞAA özellikle abdominal obeziteye etki ederek bireylerin vücut kompozisyonuna olumlu etki ederek kilo kontrolüne katkıda bulunmaktadır [21].

YŞAA'ın aerobik ve anaerobik performansı geliştirdiği birçok çalışmada gösterilmiştir [22, 23]. Dayanıklılık antrenmanı aerobik enerji metabolizması ve yorgunluk direncinin gelişmiş kapasitesiyle ilişkilendirilirken, kuvvet antrenmanları kas hipertrofisi ve artmış kuvvet oluşturma kapasitesiyle ilişkilidir [24]. Eskiden inaktif ve rekreasyonel olarak aktif bireylerin maxVO₂'lerini elit sporcu seviyesine getirebilmek için birkaç yıl antrenman yapılması gerektiği savunuluyordu. Fakat sonrasında uygulanan YŞAA programları ile çok daha kısa sürede maxVO₂'nin belirgin şekilde arttığı görüldü [25]. Enduranstaki bu artış karbonhidrat metabolizmasındaki ve kaslardaki enzimatik aktiviteler artışı sonucu meydana gelen periferik adaptasyonla açıklanmaktadır [25].

ÖÇB, dizde anterior tibial translasyonu önleyen ana bağdır. Bununla birlikte, dış kuvvetler arttığında bir miktar tibial yer değiştirmeye izin verir. Geçmişte pasif diz laksite derecesinin cerrahi rekonstrüksiyon ihtiyacının iyi bir göstergesi olduğu düşünülmüştür; ancak yapılan araştırmalar, pasif anterior diz laksitesinin dinamik aktiviteler sırasında diz stabilitesi ile ilişkili olmadığını göstermiştir [26,27]. Yapılan bir çalışmada, YŞAA'nın ÖÇB'li bireylerde

cerrahi sonrası 20.haftaya kadar diz laksitesine etkisinin olmadığı belirtilmiştir [28] ancak ilerleyen dönemlerde YŞAA'nın etkisini gösteren çalışma bulunmamaktadır.

Fonksiyonel performansa dayalı değerlendirme, ÖÇB cerrahisinin etkinliğini ve rehabilitasyonu için oldukça önemlidir [29]. YŞAA egzersiz performansını artırmak için yeterliliğini defalarca kanıtlamıştır. İki haftadan (toplam 6 seans) fazla yapılan YŞAA normal sağlıklı bireylerde [30-32], hasta popülasyonlarda [33,34] ve hatta iyi antrene olmuş sporcularda [35,36] egzersiz kapasitesinde belirgin gelişmeler gözlemlenmiştir. Fakat hala egzersiz performansında meydana gelen hızlı değişiklikler kapsamlı bir biçimde açıklanamamıştır [37].

Esneklik, günlük yaşam aktivitelerinin yerine getirilebilmesi, aynı zamanda sakatlıklardan korunabilmek açısından önemli bir etkidir. ÖÇB rekonstrüksiyonu için hamstring kasından alınan otogreft ilgili kaslarda spazm ve gerginlik meydana getirebilmektedir. Bu durumun üstesinden gelebilmek için rehabilitasyonda değişik modaliteler uygulanmaktadır. Otur uzan testi aynı zamanda hamstring ve lumbal bölgedeki esnekliği değerlendirmektedir [38]. Yapılan bir çalışmada YŞAA 'nın bireylerde hamstring esnekliğini artırdığı belirtilmiştir [39] başka bir çalışmada da artırmadığı belirtilmiştir [40].

YŞAA programları, yapılan eğitimin yüksek yoğunluklu doğası göz önüne alındığında, yaşlı bireylerden ziyade genç sağlıklı bireylerde uygulanmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir [18]. YŞAA'nın ÖÇB'li bireyler üzerinde etkisini inceleyen literatürde bilginiz dahilinde tek çalışma bulunabildi. İlgili çalışmada ÖÇB'li bireylerde YŞAA ile düşük şiddetli kuvvetlendirme eğitiminin cerrahi sonrası ilk 20 haftalık dönemde quadriceps kas kuvveti, laksite, diz fonksiyonunu ve sıçrama test sonuçlarını karşılaştırılmaktaydı [28]. Biz de literatürdeki eksiklikten yola çıkarak 18-45 yaş arası en az 6 ay önce ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde, altı haftalık wingate stili YŞAA'nın izokinetik kuvvet, propriyosepsiyon, esneklik, laksite, performans testleri (tek adım öne sıçrama testi, dikey sıçrama testi, çeviklik) ve vücut kompozisyonuna etkisini inceleyerek fonksiyonel durumlar üzerine etkisini göstermeyi amaçladık.

Çalışmanın hipotezleri:

H_0 : Yüksek şiddetli aralıklı antrenmanın ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylerde kas kuvveti, laksite, esneklik, propriyosepsiyon ve performans testleri üzerine etkisi yoktur.

H_1 : Yüksek şiddetli aralıklı antrenmanın ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylerde kas kuvveti, laksite, esneklik, propriyosepsiyon ve performans testleri üzerine etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ÖÇB Anatomi ve Biyomekanisi

Ön çapraz bağ (ÖÇB), ekstrasinovyal ve intrakapsüler bir ligamenttir ve tibianın femura göre öne doğru yer değiştirmesini ve tibianın aşırı rotasyonunu önleyen ana stabilizatördür [41]. Bağı diz eklemi stabilitesindeki ana rolü, femur ile ilişkili olarak tibianın aşırı anterior translasyonunu önlemek ve femoral ve tibial rotasyon sırasında meydana gelen screw home mekanizmasının tam diz ekstansiyonuna yönlendirilmesine yardımcı olmaktır [42]. Diğer ligamentler gibi ÖÇB de viskoelastik özelliğe sahip olmakla birlikte büyük oranda (%60-70) tip I kollajenlerden oluşmaktadır [43]. Tip I kollajenin longitudinal fibrilleri, ince (%10) tip III kollajen fibrillerle küçük demetlere bölünür. Distal 1/3'lük kısmında, dokunun yapısı, bir ligamanın tipik yapısından farklıdır. Bu bölgede doku yapısı fibrokartilaja benzemektedir. Metakromatik hücre dışı bir matris ile çevrili oval şekilli hücreler, longitudinal kollajen fibrilleri arasında yer alır. Femoral orijin ve tibial insersiyon yapısal olarak, kondral apofizyal entez yapısına sahiptir. Femur ve tibia kemiğindeki ankraj bölgesinin yakınında, diz ekleminin kinematiği için önemli bir işlevi olabilecek çeşitli mekanoreseptörler bulunmaktadır. ÖÇB, nervus tibialis posterior artiküler sinir dalı tarafından inerve edilmektedir [44].

ÖÇB'nin kan akımı genel olarak orta genikülat arterden kaynaklanır [45]. İnferomedial ve inferolateral genikülat arterler de ligamentin beslenmesine yardım etmektedir. ÖÇB, orta ve alt genikülat arterin terminal dallarının bir periligamentöz ağ oluşturduğu sinovyal bir sarmal ile kaplıdır. Sinoviyal kılıftan, kan damarları ligamente doğru yatay bir yönde nüfuz eder ve uzunlamasına yönlendirilmiş intraligamentöz bir ağ ile anastomoz yapar. Kan damarlarının ön çapraz bağ içindeki dağılımı homojen değildir. ÖÇB içinde üç avasküler alan tespit edilmiştir. ÖÇB'nin her iki fibrokartilajöz entezinde kan damarları bulunmamaktadır. Üçüncü bir avasküler bölge de interkondiler fossa çatısına bitişik fibrokartilajın distal bölgesinde bulunmaktadır [45].

ÖÇB, lateral femoral kondilin medial duvarından orijin alır ve interkondiler alanın ortasına yapışır ve ligamentin uzunluk ve genişliği kişiye göre değişmektedir. ÖÇB genişlik olarak ortalama 11mm (7-17mm arası) ve en olarak ortalama 3,9 mm kalınlığındadır. Diz ekleminin

stabilizasyonuna ve kinematiğine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Femurda yapıştığı alan ovaldir ve lateral femur kondilin arka tarafında yer almaktadır. Bu nedenle femoral orijini artroskopik olarak görüntülemek oldukça zordur. Bu durum, ÖÇB rekonstrüksiyonu sırasında femoral kemik tünelinin öne doğru malpozisyonunun bir nedeni olarak düşünülmektedir [46]. Femoral orijinin pozisyonu diz ekleminin dönme merkezinin gerisinde olduğu için diz uzatıldığında gerginleşmektedir. Tibial insersiyon noktası ovaldir ve merkezi tibial platonun hemen hemen ortasındadır. ÖÇB rekonstrüksiyonunda tibial tünel yerleşimi için belirli noktalar, interkondiler alandaki sentral insersio noktası ile arka çapraz bağ ve lateral menisküsün ön boynuzu arasındaki (7-8 mm) mesafedir [46].

ÖÇB, çok sayıda küçük lif demetinden oluşmaktadır ve fonksiyonel açıdan bakıldığında, anteromedial ve posterolateral fiber demetleri birbirinden ayırt edilebilir. Anteromedial lifler, posterolateral liflere göre daha geniş bir hareket aralığında gergindir [45].

Dizin stabilizasyonunda görevi olan ÖÇB, bu fonksiyonunu mekanoreseptörler vasıtasıyla gerçekleştirmektedir. Ruffini reseptörleri bunların çoğunluğunu teşkil etmektedir. Golgi tendon organı, pacini ve serbest sinir uçları da diğer reseptörlerdendir. Diz fleksiyonda iken gerilme sonucu oluşan basınca duyarlı olan reseptör pacinidir. Ruffini ise ekstansiyonda açığa çıkan gerilmeye karşı duyarlıdır. Ağrı ve inflamasyon ise serbest sinir uçları tarafından kontrol edilmektedir [13].

Diz stabilizasyonundan ÖÇB, primer olarak görevlidir. Lateral ve medial kollateral ligamentler, medial menisküs, posterolateral köşe kısımları, iliotibial bant, lateral ve posteromedial kapsüller ise sekonder olarak stabilizasyona katkıda bulunmaktadır [43].

2.2.ÖÇB ve Propriyosepsiyon

Propriyosepsiyon, normal insan performansında kritik bir rol oynayan somatosensoriyel sistemin bir bileşenidir [42]. Ana rolü, bir eklemin konumu ve hareketleri hakkında afferent bilgi sağlamaktır. ÖÇB'nin diz propriyosepsiyonunda da önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir [42]. ÖÇB diz eklemi propriyosepsiyonundan sorumlu olmakla birlikte bağ

üzerindeki proprioseptif reseptörler hareketin hızı, gerimi ve eklemin pozisyonu hakkındaki bilgileri merkezi sinir sistemine iletmekle sorumludur [47]. ÖÇB'nin toplam alanının % 1'i üç tip proprioseptif reseptörden oluşur; pacinian kapsülleri, ruffini sinir uçları ve golgi tendon organı. Bunların her birinin kendine özgü rolleri vardır [48]. Pacinian kapsülleri, düşük dereceli eklem stresine hızla adapte olur, hızlanmalardaki hızlı değişikliklere duyarlıdır ve bu nedenle dinamik reseptörler olarak sınıflandırılır. Ruffini sinir uçları ve golgi tendon organları, strese karşı yüksek bir eşikle yavaş adapte olurlar ve diz ekleminin pozisyonu hakkında bilgi sağladığına inanılmaktadır [49]. Diz için statik dengeleyici olarak görev yapmak için farklı reseptörleri kullanan ÖÇB, eklem ve kaslardaki gerilmelerdeki değişiklikleri algılayarak dinamik olarak da dizi stabilize etmektedir [50,51]. Diz ve çevresinde mekanoreseptörlerin aktivasyonu arttığı zaman dizin propriyosepsiyonunda (eklem pozisyon hissi) olumlu değişiklikler görülmüştür [52].

ÖÇB yaralanmaları spor profesyonelleri için kariyer tehditidir ve rehabilitasyon tamamlandığında bile osteoartrit gibi ikincil yaralanma sorunları yaygındır [53]. Bu tür ÖÇB yaralanmalarının, dizdeki propriyosepsiyona zarar verebileceği ve daha fazla yaralanma ve uzun vadeli ikincil problemler için bir mekanizma olan anormal hareket paternlerine yol açabileceği uzun zamandır düşünülmüştür [54]. Bununla birlikte, ÖÇB hasarının diz propriyosepsiyonu üzerindeki etkilerine yönelik araştırmalar çelişkili sonuçlar vermiştir [55]. ÖÇB yaralanması diz ekleminde biyomekanik değişiklikler meydana getirmekle kalmaz aynı zamanda diz çevresi kasların nöromusküler kontrolünü de olumsuz yönde etkilemektedir [56].

2.3. ÖÇB Yaralanma Mekanizması

Diz eklemi potansiyel olarak her üç düzlemde (sagittal, frontal ve transvers) hareket etmektedir. Hareketin çoğu sagittal düzlemde (diz fleksiyonu / ekstansiyonu) meydana gelir ve herhangi bir düzlemde normal fizyolojik aralıkların ötesinde olan hareket bağ yaralanmasına neden olabilir. Yapılan sistematik bir derleme sonucunda, ÖÇB yaralanmalarının tek düzlemli mekanizmalardan ziyade çok düzlemli olarak ortaya çıkma olasılığının daha yüksek olduğu gösterilmiştir [57]. ÖÇB yaralanma anlarının videolarının değerlendirilmesi sonucu, yaralanma olmayan koşullara kıyasla, yaralanma sırasında sporcularda artmış lateral gövde

hareketine, daha fazla diz abdüksiyon hareketlerine, ilk zemin temasında düztabanlık pozisyonuna ve artmış kalça fleksiyonuna sahip olduğuna dair belirtiler görülmüştür [58]. Erkekler ve kadınlar da yaralanma mekanizmalarında farklılıklar göstermektedir. ÖÇB yaralanması sırasında kadınlar genellikle erkeklerle aynı diz valgusuna sahiptir, ancak erkeklere kıyasla genellikle önemli ölçüde daha yüksek diz ve kalça fleksiyonuna sahiptirler [59].

Atlet görüşmeleri, artroskopik çalışmalar, video analizleri, kadavra çalışmaları, in vivo laboratuvar çalışmaları ve matematiksel modelleme gibi ÖÇB yaralanma mekanizmalarını incelemek için birçok teknik bulunmasına rağmen, her tekniğin doğasında bulunan sınırlamalar, ÖÇB yaralanma mekanizmalarını açıkça tanımlamayı zorlaştırmaktadır. Bu sorunu çözmek için farklı bilgisayar modellemeleri geliştirilmekte ve ÖÇB hasarına yol açan karmaşık eklem biyomekaniğinin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılması sağlanmaya çalışılmaktadır. Yapılan video analizlerinde; yaralanma esnasında çok düzlemli yüklenmelerin anterior tibial translasyon, internal ve eksternal rotasyonlar ile birlikte dizin valgusu sırasında yaralanmanın olduğunu göstermektedir [60]. Birçok ÖÇB yaralanma mekanizması çalışması, nöromusküler eğitim programları ile önlenebilecek alt ekstremité biyomekanik paternlerini göstermektedir [59]. İniş tekniklerinin değiştirilmesi ve tehlikeli olabilecek diz duruşlarının eğitimi, gelecekte önemli yaralanma önleme stratejileri olabilir [61].

2.4. ÖÇB Risk Faktörleri

Kadın sporcular, erkek sporculara kıyasla 2–8 kat daha fazla ÖÇB yaralanma oranına sahiptir ve her yıl liseli ve üniversiteli kadın atletlerin %5'inin ÖÇB hasarı geçirdiği tahmin edilmektedir [62, 63]. Bununla birlikte, ergenlikten önce, ÖÇB yaralanmaları nispeten nadirdir ve pre-pubertal sporcularda ÖÇB kopmalarında cinsiyete bağlı farklılıklar gözlenmez. Kadınlar ve erkekler, ergenlik döneminin başlangıcından sonra önemli anatomik, hormonal ve nöromusküler faktör farklılıkları gösterir ve bu da ergenlikten sonra cinsiyetler arasındaki ÖÇB yaralanma oranlarındaki farklılığı potansiyel olarak etkiler. Erkeklerin ve kadınların farklı ÖÇB yaralanma mekanizmalarına sahip olabileceği teorisi halen tartışılmaktadır [64].

Erkeklerin ve kadınların tüm hareket düzlemlerinde (sagittal, koronal ve transvers) gövde ve kalçalarının, nöromüsküler kontrol ve biyomekanik açıdan farklılık gösterdiği belirtilmiştir [59]. Kadınlar, erkeklere kıyasla daha fazla lateral gövde deplasmanı, azalmış gövde ve kalça fleksiyon açıları ve daha büyük gövde hareketine sahiptirler. İniş stratejilerindeki cinsiyet farklılıkları ve kadınlarda artmış eklem laksitesi kadınlarda ÖÇB yaralanması riskini artırabilir. Yapılan sistematik incelemeler [65], menstrüel siklusun artmış diz laksitesi ve ÖÇB hasarı ile ilişkili olabileceği teorisini desteklemektedir. Bununla birlikte, menstrüel siklusun veya hormon stabilizasyonunun (oral kontraseptifler ile), yüksek riskli spor manevraları sırasında diz veya kalça eklemine yüklenmeler üzerinde hiçbir etkisi bulunamamıştır [66]. Şu anda, menstrüel siklus ile ilişkili kadın hormonlarının ÖÇB yaralanma riski üzerindeki etkileri ve bu etkileri değiştirme ihtimali belirsizliğini korumaktadır [67].

Kanıtlar, ÖÇB hasarı ile diz eklem laksitesi ve genel eklem laksitesi arasında bir ilişki olabileceğini göstermektedir [68]. Menstrüel siklusun ovulatuvar fazı, artmış diz eklemi laksitesi ile ilişkilendirilirken, ovulatuvar öncesi faz, kadınların ÖÇB hasarı için en fazla risk altında olduğu dönem olarak bilinmektedir [65]. Laksite ve hormonlar arasındaki ilişkiler, artan genel eklem laksitesi ile birleştiğinde, ergenlikten sonra kadın sporcularda ÖÇB yaralanma riskinin artmasına katkıda bulunabilir [67]. Laksite, özellikle kadınlarda ÖÇB yaralanması riskini artırabilse de, eklem laksitesini değiştirme yeteneği bir zorluk teşkil eder. Bununla birlikte, artmış kas kuvveti ve artmış nöromüsküler kontrol ile eklem laksitesinin etkilerinin dolaylı olarak üstesinden gelmek mümkün olabilir.

Hızlı pertürbasyonlardan sonra gövde yer değiştirmesini kontrol etme becerisinin azalması, diz, bağ ve ÖÇB hasarının tahmini açısından oldukça önemli bir göstergedir [69]. Pertürbasyonlar esnasında vücudun kor bölgesini kontrol etme becerisindeki eksiklikler, %90 duyarlılık ve %56 özgüllük ile diz yaralanmasını öngörmektedir. ÖÇB rekonstrüksiyonunu takiben tek ayak üzerinde postüral kontrol defisitleri, bir sporcu için ikinci bir ÖÇB hasarı için risk altına sokmaktadır [61]. Yapılan araştırmalar, kadın ve erkeklerin farklı kalça ve diz eklemi kas aktivasyonu sergilediğini göstermektedir [70]. Hamstring kas kuvveti azalmış ancak yüksek quadriceps kuvveti olan kadınların ÖÇB hasarı için daha büyük risk altında olduğu düşünülmektedir [71].

ÖÇB hasarının güçlü prediktörleri; diz abduksiyonu, kalça dış rotasyonu ve alt ekstremitedeki asimetrikler olarak tanımlanmıştır. Kadın sporcuların 3 boyutlu kinematikleri zıplamadan yere düşerken incelendiğinde erkeklere göre iniş esnasında 8° daha fazla diz abduksiyon açısı ve 2.5 kat daha fazla diz abduksiyon momentine gidiş olduğu gösterilmiştir [72]. Ek olarak, daha sonra ÖÇB yaralanmasına giden sporcular, kontrol takım arkadaşlarına kıyasla inişte % 20 daha yüksek yer reaksiyon kuvvetine sahip olduğu görülmüştür [72]. Kalçadaki koronal düzlem hareketleri, artan diz abduksiyonuna önemli ölçüde katkıda bulunur ve muhtemelen ÖÇB yaralanması riskini artırır [73]. Kalça ve gövdeyi hedefleyen nöromusküler eğitim yoluyla koronal düzlem kalça hareketinin azaltılması, yüksek riskli diz abduksiyon postürünü azaltmak ve sonuç olarak ÖÇB yaralanması riskini azaltmak için gerekli olabilir [59].

Önceden geçirilmiş ÖÇB hasarı, başka bir ÖÇB hasarına maruz kalma olasılığını önemli ölçüde artırır [74]. ÖÇB yaralanmasından sonra yüksek aktivite seviyelerine geri dönmek, 15–25 kat daha fazla müteakip yeniden yaralanma veya kontralateral ÖÇB hasarı olasılığına yol açabilir [75]. Yapılan bir araştırma, kadınların ikinci bir ÖÇB hasarı geçirme olasılığının dört kat daha fazla olduğunu ve kontralateral bir ÖÇB hasarı yaşama olasılığının altı kat daha fazla olduğunu bulmuştur [75]. Sistemik bir inceleme sonucunda, hamstring otogreftiyle ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan kadın hastaların, hamstring otogreft rekonstrüksiyonu olan erkeklere kıyasla daha fazla ön-arka diz laksitesi ölçütleri sergilediğini göstermektedir [76]. Postüral kontrol ve diz ve kalça nöromusküler fonksiyonundaki eksiklikler, ÖÇB rekonstrüksiyonundan spora döndükten sonra ikinci ÖÇB hasar riskini güçlü bir şekilde öngörmektedir [77].

2.5. ÖÇB Cerrahisi

ÖÇB rekonstrüksiyonu ilk olarak 1917'de Hey-Groves tarafından tanımlandı. O zamandan beri, eklem içi rekonstrüksiyonların gerçekleştirilmesinde önemli ilerlemeler kaydedildi. Mevcut teknikler ve hızlandırılmış rehabilitasyon protokolleri ile morbidite büyük ölçüde azaltılmıştır. Rekonstrüksiyon artık ön çapraz bağında sorun nedeniyle fonksiyonel dengesizliği olan bireyler için tercih edilen primer tedavi olarak kabul edilmektedir. Amerika

Birleşik Devletleri'nde yılda ortalama 60.000 ila 75.000 ÖÇB rekonstrüksiyonunun gerçekleştirildiği tahmin edilmektedir [78]. Stabilitenin restorasyonu ve aktiviteye geri dönüş, genellikle ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında beklenilir ve rapor edilen uzun vadeli başarı oranları % 75 ile % 95 arasındadır [79].

Diz eklemine en sık olarak yapılan operasyon ÖÇB rekonstrüksiyonudur. Cerrahinin amacı dizde kaybolan fonksiyonel stabilitenin tekrar sağlanmasıdır. Cerrahisinde sıklıkla dejenere olmuş ÖÇB çıkarılarak ve hastanın kendisinden alınan (hamstring, patellar tendon, tibialis anterior) tendon grefti ile değiştirilmesini içeren bir rekonstrüksiyon gerekmektedir [80]. ÖÇB rekonstrüksiyonu, tibia ve femur üzerinde hazırlanan tünellere tendon veya ligamentten alınan otogreftin sabitlenmesini içermekte ve bu durum bugünlerde tümüyle artroskopik olarak uygulanmaktadır [81]. Otogreft, allogreft veya sentetik greft ÖÇB rekonstrüksiyonu için kullanılmakta ve otogreftler diğer greftlere göre daha fazla tercih edilmektedir. Semitendinozis ve gracilis kaslarından alınan greftler yaygın olarak rekonstrüksiyon için kullanılmaktadır. Patellar tendon (kemik-tendon-kemik) grefti de bazen semitendinozis tendon greftine alternatif olarak kullanılmaktadır. Fakat uzun dönem sonuçlarında (yaklaşık 10 yıllık takip) patellar tendon kullanılarak ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde %38,4 yürümede ağrı, %37,6 ciltte hassasiyet ve %40 oranında osteoartrit geliştiği görülmüştür [82].

ÖÇB rekonstrüksiyonunun ideal zamanlaması tartışmalıdır ve kısmen menisküs yırtığı, artrofibrozis insidansı, tam aktiviteye dönüş gibi eşlik eden yaralanmalar arasındaki etkileşim ve ekonomik faktörlerden etkilenir. Erken cerrahi ile artrofibrozis riskinin arttığı iddia edildiği için geleneksel yaklaşım; dizin “dinlenmesine”, ödemin azaltılmasına ve eklem hareket açıklığını geri kazanmasına izin vermek için ameliyatın en az 6 hafta ertelenmesini önermektedir [83,84]. Bir ÖÇB hasarından sonra, dizde "çift vuruş" fenomeni görülür yani hem intrinsik inflamasyon hem de ekstrinsik quadriceps inhibisyonu beraber görülür (hemartroz tarafından kolaylaştırılır). Efüzyon ve ağrının eşlik ettiği eklemde inflamasyonun başlamasının sinoviyal sıvıda sitokin seviyelerinin yükselmesine neden olduğu bilinmektedir [85]. Aslında, osteoartrit hem operatif hem de non-operatif tedaviden sonra görülür ve ÖÇB hasarlı dizlerde sinoviyal sıvıda inflamatuvar, kondrojeneratif sitokinlerin artışı ile ilişkili olabilir [86]. Bu, kötü klinik sonuçların bir göstergesi olarak tanımlanan daha yüksek

proinflatuvar sitokin seviyeleri için geçerlidir [87]. Enflamasyonu, efüzyonu azaltmak ve normal hareket açıklığını yeniden sağlamak amacıyla pre-rehabilitasyona başlamak son yıllarda sıklıkla ifade edilmektedir [88].

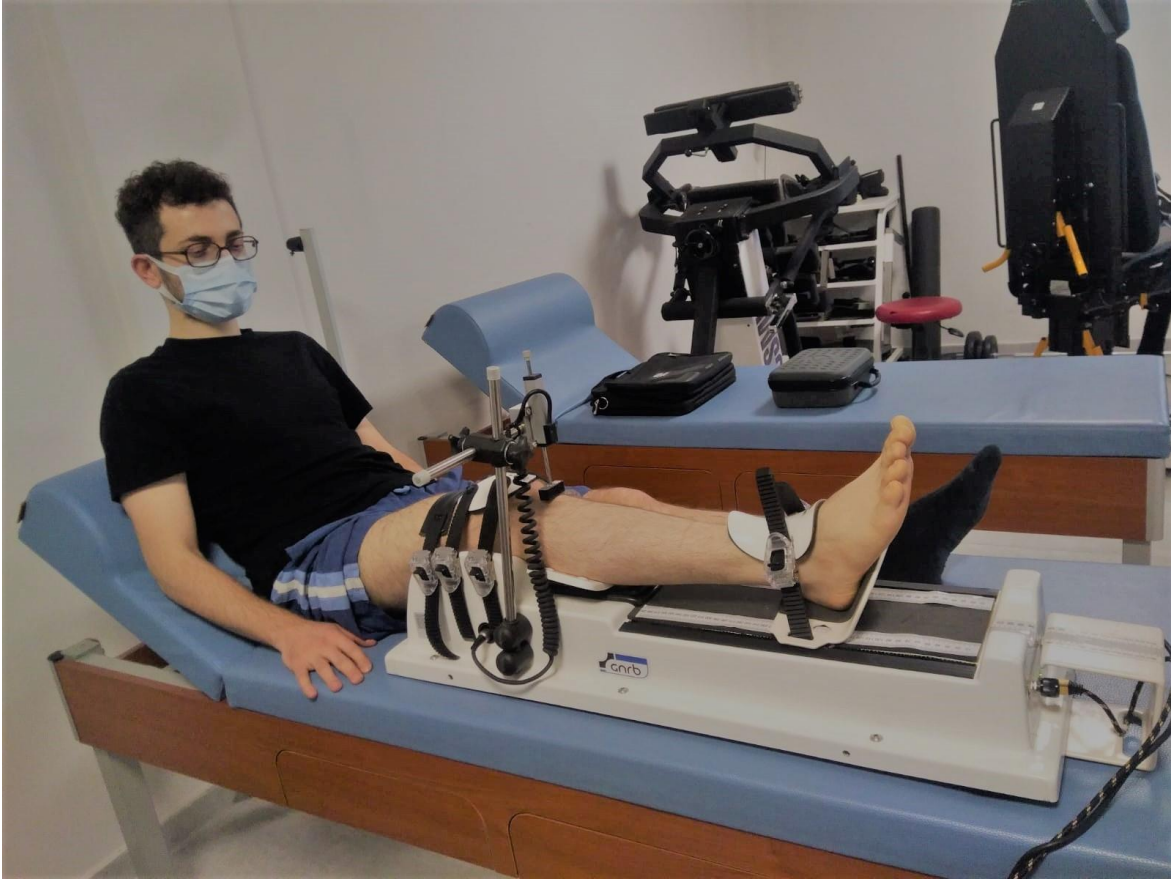
ÖÇB rekonstrüksiyonunu takiben artrofibrozis önemli bir komplikasyondur. Rekonstrüksiyon zamanlamasının önemli bir faktör olduğu düşünülse de, teknik (yani, açık ve artroskopik), greft boyutu, greft tipi, çentik tipi ve kemik morfolojisi ve hasta uyumu da önemli faktörlerdendir [89]. 1990'lardaki literatüre bakıldığında, cerrahi zamanlama ve artrofibrozis insidansını ilişkilendiren erken çalışmaların çoğu, ÖÇB rekonstrüksiyonu için açık teknik kullanmıştır. Artroskopik yaklaşıma kıyasla açık teknik, daha fazla postoperatif ağrı ve daha yavaş postoperatif rehabilitasyon ile ilişkilendirilebilir; bu nedenle artrofibrozis üzerindeki etkisi sürpriz olmamalıdır [90]. Ancak günümüzde, artroskopi, anatomik bir ÖÇB rekonstrüksiyonu için altın standarttır [91]; ama yine de, ÖÇB rekonstrüksiyonunun zamanlaması ile artrofibrozis insidansı arasında net bir ilişki bulunamamaktadır [92].

2.6. Eklem Laksitesi

ÖÇB, tibianın anterior subluksasyonunun ana kısıtlayıcısıdır. ÖÇB'nin yırtılması tibianın anterior yönde translasyona doğru gidişine tek başına sebebiyet verebilir [93]. Ön diz laksitesi ölçümü, ÖÇB yırtığı teşhisini (kut-off değerinin üzerinde laksite) belirlemek, prognozu değerlendirmek (tedavinin etkinliği) ve tedaviyi seçmek (cerrahi prosedürün seçimi gevşekliğin derecesine göre değiştiğinden) yönünden yararlıdır. Manuel tekniklerle diz laksitesi değerlendirmesi subjektif ve yanlış sonuç verebilmektedir [94]. Daha önceleri diz laksitesi ölçümü için referans ölçümler stres radyografisi ile yapılmaktaydı. Yakın zamanda piyasaya sürülen artrometreler bireyleri radyasyona maruz bırakmadan hızlı bir şekilde objektif olarak diz laksitesi ölçümleri yapmaktadırlar [95]. Stres radyografileri yumuşak dokulardan etkilenmeden tibianın femur üzerinde öne doğru yer değiştirmesini ölçmesi bakımından önemlidir. Fakat aktif diz hareketleri sırasında radyografiler ağırlı ve zayıf tanısal performansa sahip olduğu için günümüzde nadiren kullanılmaktadır [96]. Artrometre cihazlarında bireyin üst baldır bölgesinde 67 ile 250N itme kuvveti uygulayan bir kriko vardır. Veriler, protokolü (uyluğa uygulanan basınç ve itme kuvveti) standartlaştıran ve sonuçları

analiz eden (bağ esneklik eğrisi, diferansiyel gevşeklikler) bir bilgisayar tarafından işlenerek sonuçlar ortaya konmaktadır [97].

Kişinin diz ekleminde laksite olmasının ÖÇB yaralanma riskini bariz şekilde artırdığı ifade edilmiştir [98]. Kadınlarda erkeklere oranla 3-6 kat daha fazla eklem laksitesi görüldüğü vurgulanmıştır [99]. Dizdeki eklem laksitesi ve hiperekstansiyonun kadın futbolcu ve basketbolcularda ÖÇB yaralanma riskini arttırdığı yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir [67]. Genel eklem laksitesi daha fazla olan kadın sporcuların ÖÇB yaralanması riskinin diğer takım arkadaşlarına oranla daha fazla olduğu da belirtilmektedir [100]. (Şekil 2.1)



Şekil 2.1 Artrometre ile diz eklem laksitesi ölçümü

2.7. İzokinetik Sistem

Rehabilitasyon, bireyin yaralanmadan sonra en kısa sürede eski kuvvet ve güç kapasitesine ulaşmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Kas kuvvetini geliştirme hususunda son yıllarda izokinetik egzersizler sıklıkla kullanılmakta ve en etkili yöntem olduğu belirtilmektedir [101, 102]. İzokinetik dinamometre, sabit eklem açısal hız hareketleri sırasında uygulanan eklem momentini ölçerek dinamik kas gücünün ve genel olarak fonksiyonun değerlendirilmesini sağlamaktadır. Spor, egzersiz ve patolojik koşullarda kas gücünün ölçülmesi, eğitim veya rehabilitasyon programlarının değerlendirilmesi, performans tahmini, yaralanmaların önlenmesi ile kas, tendon ve eklemlerin mekaniği, modelleme ve simülasyon üzerine temel araştırmalarda ve diğer birçok ilgili alanda yaygın uygulamaları vardır [102].

İzokinetik dinamometreler, belirli koşullar altında dinamik kas ve eklem fonksiyonunun değerlendirilmesine izin veren son derece kullanışlı ve benzersiz cihazlardır. İzokinetik dinamometre, kas gücünü değerlendirmek için güvenilir ve geçerli bir cihaz olarak kabul edilir ve sıklıkla diğer güç değerlendirmeleri için altın standart olarak kullanılmaktadır [103]. İzokinetik bir dinamometre, sabit bir açısal hızda uyumlu bir dirençle kas fonksiyonunu değerlendirmeye izin verir, böylece öngörülen bir hareket aralığı boyunca maksimum kuvvet üretimini mümkün kılmaktadır [102,104]. İzokinetik kasılma esnasında normal eklem hareketi boyunca kasılma sabit hızla olmakta ve tüm hareket boyunca eşit ve maksimal dirençtedir [105].

Spor ve egzersizde kas ve eklem fonksiyonlarının değerlendirilmesi, sadece performans amaçları için değil, aynı zamanda yaralanmanın değerlendirilmesi ve rehabilitasyonu için de gereklidir. İzokinetik dinamometre, egzersiz ve test etmenin en güvenli biçimlerinden biridir. Önceden ayarlanmış açısal hıza ulaşıldığında, direnç momenti uygulanan net momente eşit olur, böylece eklem ve kaslar sabit (izokinetik) hareket aralığı üzerinde maksimum kapasiteyle yüklenmektedir. Dinamometre direnç momenti normalde uygulanan net momenti aşmadığından, eklem veya kasa aşırı yüklenme olmaz ve bu nedenle yaralanma riski oluşmamaktadır [106]. Yaptırılma şekli su içinde yapılan aquatik egzersizlere benzemektedir. Klinik uygulamada, izokinetik dinamometre genellikle bireylerin rehabilitasyon sırasındaki

ilerlemesini izlemek için kullanılmaktadır. Günümüzde izokinetik sistemler, spor yaralanmalarında, ortopedik ve romatolojik hastalıklarda, nörolojik hastalıklarda ve muskuloskeletal sistemini ilgilendiren çoğu problemlerin ölçme, değerlendirme ve tedavisinde sıklıkla başvurulmuş bir cihaz olmuştur. Dizin yanısıra omuz, dirsek, el bileği, gövde, kalça ve ayak bileğindeki problemlere dönük olarak bu eklemlerde de egzersiz yaptırılabilir [101].

İzokinetik sistemlerde yapılan egzersizle birlikte; hareketlilik, denge, güç ve postural kontrolde gelişmeler sağlanmaktadır. Güncel izokinetik sistemler, dört adet direnç moduyla birlikte bu modlarla ilgili feedbacklar vermektedir [107].

İzometrik mod; uygulanmak istenen açıda yapılacak kuvvet egzersizleri için eklemi sabitlemektedir.

Izokinetik mod; konsantrik, egzentrik yükler ve yavaşlatma egzersizleri ile birlikte kas güçlendirmede kullanılmaktadır.

Pasif mod (CPM); hastanın ihtiyacı olan hareketliliği geliştirmektedir. Düz modellerden karmaşık PNF modellerine kadar geniş bir perspektifte çalışmaktadır.

İzotonik mod; simüle izotonik modunda, tüm hareket açıklığını geri kazandırma egzersizleri uygulanmaktadır.

Robotik mod; izokinetik sistemlerin son çıkan versiyonlarında olmakla beraber birçok farklı robotik mod seçimleri sunmaktadır. Robotik mod sayesinde CPM ve izokinetik modlar otomatik olarak uygulatılmakta ve sistem aktif olarak çalışmaktadır [108].

2.7.1 İzokinetik sistemlerin avantaj ve dezavantajları

Avantajları

- Değerlendirme esnasında görsel ve işitsel geri bildirim değerlendirilen bireyi motive edebilmektedir.

- Cihazın bazı aparatları aktif olarak egzentrik modda da testlere olanak vermektedir[109].
- İzokinetik sistemler normal eklem hareketinin tüm açılarında maksimum dirence izin vermektedir.
- Bireylerin yaralanma riski ihtimali hakkında ipuçları vermektedir.
- İzokinetik sistemler maksimum direnç uygulayarak farklı açısal hızlarda çalışma imkanı sağlamaktadır [110].
- İzokinetik değerlendirme güvenilirdir ve test esnasında sakatlık riski oldukça düşüktür.
- Bireyler istenirse etkilenen taraf ekstremite, sağlam ekstremite ya da her iki ekstremiteyi sırayla çalışabilmektedir.
- Yapılan testler farklı zamanlarda da benzer şekilde tekrar edilebilir özelliktedir.
- Özel izokinetik aparatları ile farklı protokoller oluşturulabilmektedir.
- Eklemler izole olarak çalıştırılabilmektedir.
- Kasların eklem hareketi boyunca en zayıf olduğu aralığın tespiti yapılabilir.
- Bireylerin verilerini saklayıp daha sonraki verilerle karşılaştırmaya olanak sağlamaktadır.
- Cihazın izoinertial ve izometrik testlere olanak sağlayan aparatları mevcuttur.
- Yorgunluk hakkında geri bildirim vermektedir [111].

Dezavantajları

- İzokinetik sistemlerin cihaz, aparatları ve yazılımı oldukça pahalıdır.
- Omuzla ilgili ölçümleri alırken cihaz kurulumu ve hareketin izolasyonunu sağlamak güç olabilmektedir.

- Testler uygulanırken psikolojik etkiler gibi bazı faktörler test sonuçlarını etkileyebilmektedir [112].
- Cihazın sadece açısal hızı kontrol edilebildiğinden kişiden beklenen efor değişebilmektedir [110].
- Bireyler testleri tek başına yapamadıkları için bir değerlendiriciye ihtiyaç duyulmaktadır.
- İzokinetik sistemlerde; sinerjistik kasları, antagonistik kasları ve nöromusküler koordinasyonu, izole etmek oldukça zor olmaktadır.
- Bu sistemlerde tüm vücudu aynı anda çalıştırabilmek mümkün değildir.
- Özgünlüğü azdır.
- Genellikle cerrahi uygulamalardan hemen sonra uygulanamamaktadır. Etkilenen dokuların iyileşmesi beklenmektedir [113].
- Düzenli olarak belirli aralıklarla kalibre edilmesi gerekmektedir.
- Sınırlı sayıda test paterni bulunmaktadır. Spora özel hareket paternlerini simule etmek zordur.
- Yapılan kas aktiviteleri bazı spor branşlarına özel olmayabilir [114].

2.7.2 İzokinetik sistem test parametreleri

- Açısal hız: Birim zamandaki açısal yer değiştirmeye denir. (derece/saniye)
- Kuvvet: Bir cisme uygulanan itme ya da çekme şeklindeki dış kaynaklı etkiye denir. (Newton)
- Ağırlık: Yer çekiminin bir cisme uyguladığı kuvvete denmektedir. (Newton)
- Döndürme momenti (Tork): Bir cismi bir eksen etrafında döndürmek amacıyla uygulanan kuvvetin ölçütüne denmektedir. (Newton-metre)

- Döndürme momenti tepe noktası değeri (Peak tork): Belli bir açısal hızda tüm eklem hareket açıklığı içinde elde edilen en yüksek döndürme momenti değerinin karşılığıdır. Tüm parametreler arasında isabet, kesinlik ve güvenilirlik açısından altın standart olarak kabul edilir. (Newton-metre)
- Döndürme momentinin vücut ağırlığına oranı: Vücut kütlelerinin kilogram başına düşen döndürme momenti değeridir. (Nm/kg)
- Yapılan iş: Bir kuvvetin belli bir direnci hareket ettirdiği mesafedir. (Newton/metre)
- Güç: Birim zamanda yapılan iş miktarıdır. (Newton/saniye veya watt)
- Endurans: Kasta gelişen yorgunluğun ölçüsüne (dayanıklılık) denmektedir [113, 115].

2.7.3 İzokinetik sistem kontraendikasyonları

İzokinetik test; cerrahi uygulamanın hemen sonrasında, kemik kırıklarında, eklem instabilitesi, şiddetli osteoporoz, ödem, eklem ve kemik malignitesi, kardiyak problemler, akut sprain ve strainler, ileri derece eklem limitasyonlarında, epilepsi ve gebelik durumlarında uygulanmamaktadır.

2.8. Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenman Tanımı ve Önemi

Yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz, her egzersiz seansı arasında toparlanma süresi ile kısa aralıklı yüksek yoğunluklu egzersizi içeren belirli periyotlarda uygulanan egzersiz şeklidir. Egzersiz yoğunluğu 5 saniye ile 8 dakika arasında değişebilir ve bir kişinin değerlendirilen maksimum kalp atış hızının % 80 ile % 95'i arasında yapılmaktadır [116]. Toparlanma döngüleri, antrenman kadar ya da daha uzun sürebilir ve genellikle bir kişinin tahmini maksimum kalp atış hızının % 40 ila % 50' sine dönmesi beklenmektedir [117].

Antrenmanın periyodik hale getirilmesi, egzersiz adaptasyonunu ve performansını optimize etmek amacıyla farklı eğitim uyaranlarının planlanmış bir manipölasyonudur. Antrenman planının birden fazla bloğa bölüldüğü, her biri performansın sadece bir veya birkaç belirli yönünü geliştirmek için ve özel uyaran sağlayan özel eğitim dönemlendirme stratejisi, blok periyodizasyon olarak bilinmektedir. Egzersiz için yeterli zamana sahip olunamaması, tekrarlayan benzer yüklenme programlarının motivasyon için yeterli olamaması ve daha kısa

sürede daha etkin ve hızlı eğitim programlarına ihtiyaç duyulması ve performansı kısa devrede geliştirecek yeni metod arayışları (YŞAA) yöntemini ortaya çıkarmıştır. YŞAA yönteminin primer önceliği aerobik kapasiteyi geliştirmektir. Aerobik kapasiteyi geliştirmek için 8-12 hafta süresince haftada en az 3 gün ve yaklaşık bir saat süren egzersizler gereklidir[118]. Literatürde, metabolik fonksiyonları, kardiyovasküler sistemi, aerobik ve anaerobik kapasiteyi geliştiren en etkili egzersiz çeşidi olduğu bildirilmiştir [119]. Toplam egzersiz süresi submaximal egzersizlere nazaran çok daha az olmasına rağmen fizyolojik olarak daha etkili olduğu ve klasik endurans eğitimleri için güzel bir alternatif olduğu bildirilmektedir [120]. YŞAA yönteminin orta şiddetli sürekli antrenmanlara göre daha kısa sürede daha iyi fizyolojik etki gösterdiği de bildirilmiştir [121].

2.8.1 Yüksek şiddetli aralıklı antrenman tipleri

Gibala Stili, Timmon Stili, ip atlama, dairesel ağırlık antrenmanı, insanity workout, koşu, yürüme, yüzme, aqua antrenmanları, merdiven çıkma, kumda koşma ve kısa mesafe mekik gibi yüksek şiddetli interval antrenman stilleri mevcuttur. Pratikte bu yüksek şiddetli antrenman stilleri kullanılmasına rağmen, bunlarla ilgili henüz yeterli literatür oluşturulamamıştır. En sık kullanılanları; Wingate stili, Tabata stili ve bunların beraber kullanıldığı antrenmanlardır [122].

Wingate Stili

YŞAA metodlarının en çok kullanılan yöntemlerinden birisi Wingate stilidir. Bisiklet ergometresi üzerinde ısınma yapıldıktan sonra vücut ağırlığının %7,5 ağırlığı yüke karşı ya da 60 rpm dirence ya da önceden belirlenmiş bir dirence karşı yapabildiğinin en iyisini yapması istenerek, 30 sn boyunca pedal çevirmesi istenir [123]. Dört dakikalık dinlenme periyotlarından sonra 4-6 tekrar yapılmaktadır. Günaşırı olmak üzere haftada 3 gün önerilmektedir. Geleneksel sürekli antrenman programlarına göre fizyolojik adaptasyonların 10 kat daha hızlı olduğu ve bu kazanımların üç kat daha az sürede olduğu bildirilmiştir [120, 124].

Tabata Stili

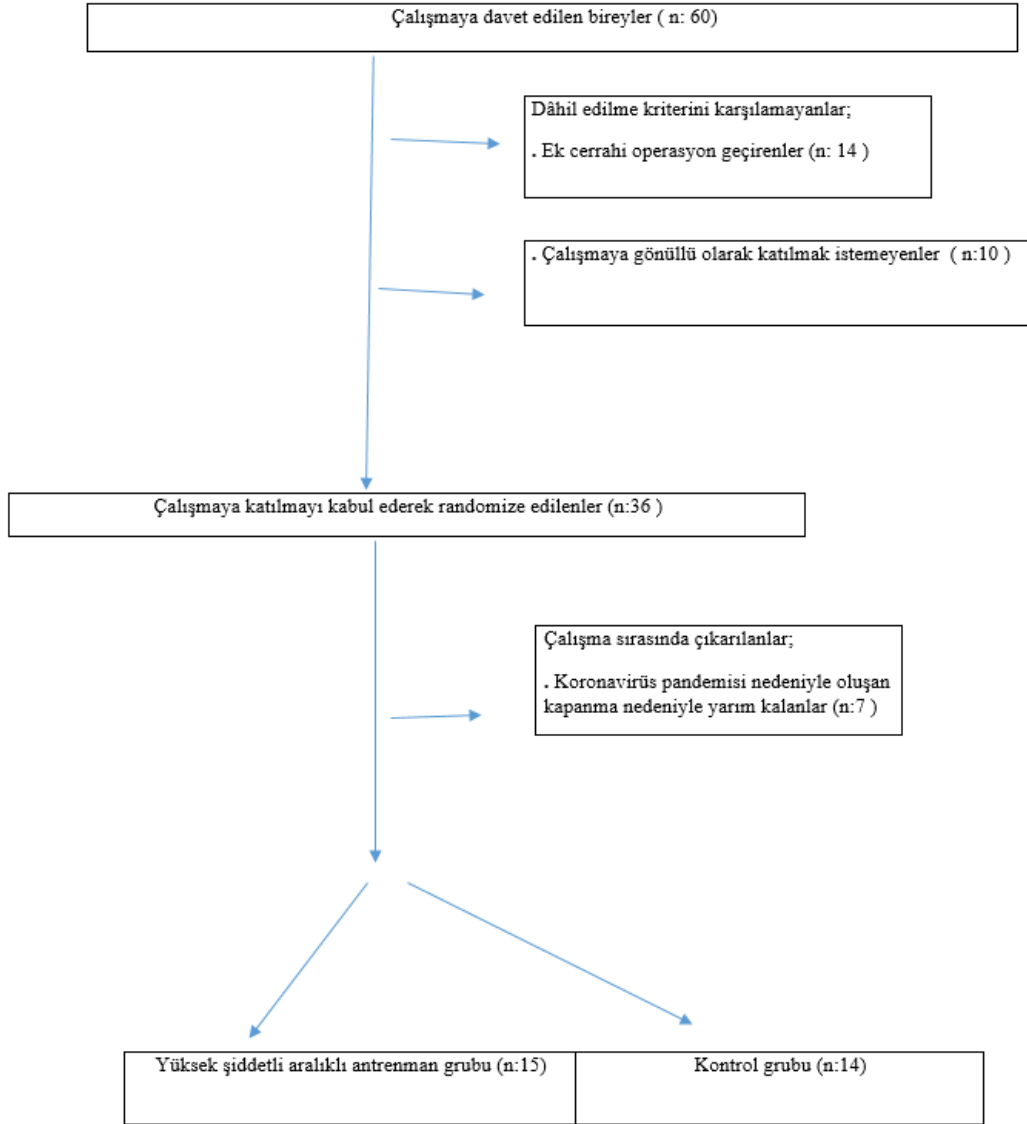
"Tabata Protokolü", ilk kez 1996 yılında Japon bilim adamı Izumi Tabata tarafından açıklanan bir YŞAA yöntemidir [125]. Tabata protokolüne göre YŞAA eğitimi, vücudun bir sonraki tekrarından önce tam olarak yenilenemediği kısa dinlenme molaları ile dönüşümlü yüksek yoğunluklu çalışma ile karakterize edilmektedir. Antrenman, kalp atış hızı yanıtlarında değişken yoğunluklu sürekli antrenmana benzeyebilir. Bu da oksijen kapasitesi gelişimini ve maxVO₂'ta artışı teşvik etmektedir. YŞAA yöntemlerinin en bilinenlerinden olan Tabata protokolü, 5 dk'lık ısınma sonrasında 20 sn süren yüklenmeler arasında 10 sn mola veren 8 yüklenmeden ve 2 dk'lık soğumadan oluşmaktadır. Toplam olarak 4 dk'lık yüklenme ile beraber 11 dakika sürmektedir [126, 127].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Bireyler

Çalışmaya başlangıçta (hamstring otogreft) ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş 60 birey davet edildi. Dâhil edilme kriterlerini karşılamayan 14 birey çalışmadan çıkarıldıktan sonra 7 birey de pandemi dönemindeki kapanma nedeniyle çalışmayı yarıda bıraktı. 10 birey ise çalışmaya gönüllü olarak katılmak istemedi. 29 birey blok randomizasyon yöntemi ile (1.grup: hamstring otogreft YŞAA, ve 2.grup kontrol) iki gruba ayrıldı. 29 birey ile çalışma tamamlandı. Bireylerin ölçümleri Gazi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde yapıldı. (Şekil 3.1).

En az 6 ay önce hamstring otogreft yöntemiyle ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerdeki 6 haftalık yüksek şiddetli aralıklı antrenmanın kuvvet, propriyosepsiyon, esneklik, laksite, performans (tek adım sıçrama, dikey sıçrama, çeviklik) ve vücut kompozisyonuna etkisini araştırmak amacıyla yapılan prospektif, tek-kör, randomize kontrollü klinik çalışma için, Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Komisyon'undan gerekli izin ve onay alındı (Tarih: 04.11.2019, Karar No: 2020-52) (EK-1).



Şekil 0.1. Çalışma akış diyagramı

Çalışmaya dâhil edilme kriterleri

- 18-45 yaş aralığında bulunmak,
- Çalışmaya katılmayı kabul etmek (EK-2),
- En az 6 ay önce otojen hamstring tendon grefti ile tek demet tek tünel Endobutton ÖÇB yöntemi ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş olmak,
- Başka diz cerrahisi geçirmemiş olmak,

- Son 6 ay içinde herhangi bir diz yaralanması geçirmemiş olmak,
- Herhangi bir sistemik rahatsızlığı olmamak

Çalışma dışı bırakılma kriterleri

- Nörolojik ve/veya algılama problemi olanlar,
- Rekonstrüksiyonunda patellar tendon veya allogreft kullanılanlar,
- Herhangi bir sistemik hastalığı olanlar,
- Diz fleksiyon yada ekstansiyon hareketlerinin herhangi birinde limitasyon bulunanlar,
- Alt ekstremitte ağrısı, yaralanma veya başka cerrahi hikayesi bulunanlar,

3.2. Yöntem

Çalışmaya davet edilen bireylerin demografik bilgileri sorgulanarak kaydedildi. Dâhil edilme kriterlerini karşılayan bireylere Random Allocation Software 2.0.0 programı ile tek blok düzeninde randomizasyon uygulandı. Bireyler; hamstring otogreft YŞAA ve kontrol olarak iki gruba ayrıldı. YŞAA grubuna 6 hafta boyunca haftada 3 kez wingate stili yüksek şiddetli aralıklı antrenman yapıldı. Kontrol grubunun ise normal bir şekilde günlük yaşam aktivitelerine devam etmesi istenildi.

3.3. Değerlendirmede Kullanılan Parametreler

Bireylerden alınan veriler öncelikle Olgu Rapor Formuna kaydedildi (EK-3). Çalışmaya dâhil olan bireylere vücut kompozisyonu, propriyosepsiyon, izokinetik kuvvet, esneklik, laksite, tek ayak öne sıçrama, dikey sıçrama ve çeviklik testleri ölçümleri aynı sıra ile uygulandı. Ardından uluslararası fiziksel aktivite anketi (UFAA) kısa form yapıldı.

3.3.1. Demografik bilgiler

Çalışmanın başlangıcında bireylerin yaş, meslek, kalp problem varlığı, dispne varlığı, daha önce fizik tedavi alıp almadığı, fitness yapma alışkanlığı ve sıklığı gibi demografik bilgileri sözel olarak belirlendi. Tüm katılımcılar çalışma hakkında detaylıca bilgilendirildi. Tüm

katılımcılara deneyden 2 saat önce yorucu eğitimlerden, gıda tüketiminden kaçınmaları, yemek alışkanlıklarını değiştirmemeleri ve alkol tüketmemeleri söylendi.

3.3.2. Fiziksel aktivite düzeyinin belirlenmesi

Fiziksel aktivite düzeyi yetişkin bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini tespit etmek amacıyla geliştiren Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi kısa formu (UFAA) ile değerlendirildi (EK-4). Bu anket ile son 7 günde kaç gün ve ne kadar süreyle şiddetli ve orta seviye fiziksel aktivite ile yürüyüş yapıldığı ve son soruda ise gün içinde hareketsiz harcanan zaman sorgulandı. Fiziksel aktivite düzeyinin belirlenmesi için metabolik eşdeğer (MET) yöntemi kullanıldı. Toplam fiziksel aktivite skoru; yürüme, orta şiddetli ve şiddetli aktivite toplamıyla belirlendi. Fiziksel aktivite seviyesi 600 MET-dk/hafta'nın altı düşük düzey, 600-3000 MET-dk/hafta orta düzey ve 3000 MET-dk/hafta yüksek düzey olarak kabul edildi [128, 129]. UFAA anketinin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması bulunmaktadır [128].

3.3.3. Kas kuvveti

Çalışmaya dâhil edilen bireylerin quadriceps femoris ve hamstring kas kuvveti izokinetik dinamometre (Cybex Humac Norm Testing and Rehabilitation System, CSMI, USA) ile konsantrik ve egzentrik modlarda ölçüldü (ICC: 0,89) [102]. Kuvvet ölçümleri yapılmadan önce cihaz için düzenli aralıklarla kalibrasyon işlemi yapıldı. Ölçüm öncesi dinamometrenin rotasyon eksenini ve diz ekleminin anatomik eksenini doğru ölçüm için aynı seviyede olacak şekilde ayarlandı. Test esnasında oluşabilecek kompensasyonların engellenmesi amacıyla bireyler omuz, bel ve uyluktan sabitlendi ve kalça eklemi 90° fleksiyon pozisyonuna yerleştirildi. Pik tork değerleri, dominant taraf diz eklemi 0°-90° arası fleksiyon, ekstansiyon hareketi oluşturacak ve açısal hızları 60°/sn olacak şekilde ayarlandı. Bireylerin izokinetik dinamometreye alınmadan önce bisikletle 5 dk ısınmaları istendi. Daha sonra bireylerin teste adaptasyonlarını sağlamak amacıyla test öncesi aynı hız ve açıda 3 defa deneme yaptırıldı ve 60 saniyelik dinlenme süresinin ardından teste geçildi. Bireylerden 60°/sn'deki açısal hızda konsantrik olarak beş maksimum tekrar yapmaları istendi en yüksek değerler dinamometre tarafından pik tork değeri olarak kaydedildi. Daha sonra aynı test 60° sn açısal hızda egzentrik olarak uygulandı. Son olarak da 180° sn açısal hızda 15 tekrar yaptırılarak kas endurans

ölçümü yapıldı. Fleksör ve ekstansör kasların pik tork/vücut ağırlığı oranı izokinetik kas gücünün mutlak değerlerindeki bireysel farklılıkları telafi etmek için kullanıldı. Konsantrik, egzentrik ve endurans ölçümleri arasında 90 saniyelik dinlenme süreleri konuldu. Tüm test süresi boyunca maksimum kontraksiyon ortaya çıkması için bireyler aynı tonda ve şiddette sözlü uyarılarla cesaretlendirildi ve kalan tekrar sayıları hakkında bilgilendirildi. Bireylerin çevresel faktörlerden etkilenmemeleri için aydınlatılmış, ferah ve sessiz test ortamı oluşturuldu [105]. (Resim 3.2)



Resim 3.2 İzokinetik kas kuvvet ölçümü

3.3.4. Fonksiyonel testler

Performans testlerinde; bireylerin tek ayak öne doğru sıçrama ve dikey sıçrama mesafeleri ile çeviklikleri ölçüldü.

Tek ayak öne sıçrama testi

Tek ayak öne sıçrama testi alt ekstremitenin patlayıcı gücünü ölçmektedir [130]. Tek ayak öne sıçrama testi için bir mezura yere sabitlendi. Bireyden eller gövde yanında iken ayak başparmak ucu mezuranın başlangıcındaki sıfır değerine gelecek şekilde durması, sıçrayabildiği kadar uzağa sıçrayarak aynı ayak üzerinde yere doğru inmesi istendi ve inerken aynı zamanda geriye doğru dengesini kaybetmemesi gerektiği söylendi. Dengesini kaybeden ve adım alan bireylerin ölçümleri tekrarlandı. Test öncesinde birer kez deneme yapıldı.

Testler arasında 30 saniye dinlenme süresi verilerek üç kez tekrarlandı ve ortalaması alındı. Sıçrama mesafesi cm cinsinden kaydedildi (ICC:0.89-0.97) [88, 131, 132]. (Resim 3.3)



Resim 3.3 Tek ayak öne sıçrama testi

Dikey sıçrama testi

Dikey sıçrama testinin değerlendirilmesinde katılımcılar ayakları omuz genişliğinde ve elleri kalçalarında olarak dik pozisyonda teste başladılar. Dikey sıçrama testinin ölçülmesinde sağlıklı yetişkinlerde yürüme ve atlama performansının ölçülmesinde güvenilir ve geçerli bulunan BTS G-Walk sistemi (ICC 0.98) kullanıldı [133]. Test yapılmadan önce katılımcıların bellerine giyilebilir hareket analiz sistemi (ivmeölçer BTS G Walk) bağlandı. Değerlendirici tarafından başlama komutu verildikten sonra, katılımcılar dizlerini 90° fleksiyona getirerek çömelme pozisyonuna geldi ve bu pozisyonunu bir saniye kadar koruduktan sonra farklı herhangi farklı bir yöne hareket yapmadan dikey bir sıçrama gerçekleştirdi. Tüm test boyunca, katılımcılara elleriyle kalçalarının üzerinde gövdenin dik pozisyonunu korumaları talimatı verildi. Her katılımcı, değerlendirilen atlayışların her biri için üç deneme gerçekleştirdi. Maksimum yüksekliğe ulaşılan sıçrama kabul edilerek kaydedildi. (Resim 3.4)



Resim 3.4 Dikey sıçrama testi

Çeviklik

Altıgen Çeviklik Testi

Altıgen çeviklik testinin amacı, sporcunun çevikliğini ve koordinasyonunu objektif şekilde ölçmektir [134]. Testi yaparken; ölçüm yapacak bir birey, kronometre ve yere çizilmiş 66 cm kenarlı bir altıgen gerekmektedir. Bireyler ısındıktan sonra ölçümü alınacak birey altıgenin ortasında durdu ve yüzü hep ön tarafa doğru A çizgisine bakacak şekilde durdu. Komutla birlikte kronometre başlatıldı ve birey altıgenin tüm kenarlarının dışına saat yönünde sırasıyla atladı. Ön çizginin üzerinden atladığında ve ortaya geri döndüğünde bir turu bitirmiş sayılır ve toplam üç tur bittikten sonra kronometre durdurulup süre kaydedildi. Birey 5 dk dinlendikten sonra ikinci test yapıldı. İkinci testin tamamlanmasının ardından uygulayıcı, kaydedilen iki sürenin ortalamasını belirleyerek kaydetti. Testi yapan birey yanlış çizgiyi atlarsa veya bir çizgiye inerse, test yeniden başlatıldı [135]. (Resim 3.5)



Resim 3.5 Altıgen çeviklik testi

3.3.5. Yüksek şiddetli aralıklı antrenman uygulaması

YŞAA kısa sürelidir ve laktat eşiğinin üzerinde, maksimum oksijen tüketimine yakın ve aralıklı dinlenme süreleri ile gerçekleştirilmektedir.

Wingate stili YŞAA uygulaması

Bireyler önce 3 ile 5 dakikalık ısınma yaptılar. Daha sonra maksimum eforla maksimum iş yüküne karşı 30 sn boyunca sabit bisiklet ergometresi sürdüler. Tipik bir YŞAA protokolü 15-30 dk arasında süren 30 sn-2 dk maksimum egzersizden sonra 4 dakikalık dinlenme ile toplam 4 ile 6 setten oluşur. Wingate protokolü son derece yorucu ve rahatsız edici bir protokoldür, bu nedenle YŞAA'nın aktif ve motive olmuş bireyler için daha uygun olduğu düşünülmektedir [136]. Wingate protokolü aşırı kilolu/obez bireyler için de uygulanabilir [137].

Bisiklet ergometresi pedal direnci 60 rpm'e ayarlandı [138,139]. Daha sonra bireylere 30 sn boyunca olabildiğince hızlı pedal çevirmeleri talimatı verildi. Dört dakikalık dinlenme

aralıklarıyla toplam 4 set uygulandı. Egzersiz protokolü esnasında, 30 sn boyunca bireyler sözlü olarak güçlü bir şekilde teşvik edildiler. Egzersiz protokolü haftada 3 defa ve gūnaşırı olmak üzere toplam 6 hafta (toplam 18 seans) boyunca uygulandı.

3.3.6. Eklem pozisyon hissi ölçümü (aktif açı tekrarlama testi)

Propriyosepsiyon, izokinetik dinamometre (Cybex Humac Norm 360, USA) kullanılarak, gözler kapalıyken eklem pozisyonunu algılama testi ile değeriendirildi [140]. Gözlerin görmemesi için gözlere uyku bandı takıldı. Hastalar hedef açiya ulaştıklarını hissettiğinde durdur düğmesine basıp açı kaydedildi ve açiyı düzeltmelerine izin verilmedi. Bu işlem, her hedef açı (30° ve 60°) için dört kez tekrarlandı. Diz, 90 ° fleksiyon başlangıç pozisyonundan pasif olarak 60 ° ve 30 ° 'lik hedef açıların her birine ayrı ayrı hareket ettirildi. Hastanın pozisyonu ezberlemesi için bacak 10 saniye orada tutuldu ve ardından 90° diz fleksiyonuna geri döndü. 5 saniyelik bir duraklamadan sonra hasta, aktif olarak alt ekstremiteyi hareket ettirdi ve hasta hedef açiya ulaşıldığını algıladığında durdu. Her bir açıda her hasta için ilk tekrar deneme olarak değeriendirilip son üç denemenin ortalaması alındı ve elde edilen açılar ile hedef açılar arasındaki fark cihaz tarafından hesaplanıp kaydedildi. Hastanın ulaştığı son açı ve hedef açıdan farkı ekrandan bakılarak kaydedildi.(Resim 3.6)



Resim 3.6 Aktif açı tekrarlama testi ölçümü

3.3.7. Diz eklem laksite ölçümü

Artrometre cihazı, ön tibial tüberkülün femura göre göreceli yer değiştirmesini kaydeder. Önceki testlerden farklı olarak, GNRB artrometresi patella ve baldıra uygulanan kuvveti kontrol edebilme ve hamstring kaslarının diz üzerindeki etkisini sınırlayabilme avantajına sahiptir [141]. GNRB diz artrometresinin geçerli ve güvenilir olduğu gösterilmiştir [142]. Bireyin ÖÇB laksitesi Genourob (GNRB) diz artrometresiyle Lachman test pozisyonundaki gibi (20-30 derece diz fleksiyonunda iken) ölçüldü. Hasta, sağlıklı taraftan başlayarak her iki dizinin karşılaştırmalı testi için sırtüstü pozisyonda ve sırt desteği 30°'lik eğimde olan standart bir muayene masasında yatırıldı. Diz laksite testi, diğer testlerde olduğu gibi yaklaşık 25°–30° diz fleksiyonundan başlatıldı. Test sırasında, diz 0° rotasyonda olacak şekilde alt ekstremite sert, ayarlanabilir bir bacak desteğine yerleştirildi, böylece patellanın alt yüzeyi, patella desteğinin alt sınırına denk getirildi. Eklem hattı palpe edildi ve destek ile 0 N'den 134 ve 200N'e kademeli olarak artan anterior öteleme itme kuvvetleri uygulayan lineer bir kriko arasında yer alacak şekilde ayarlandı. Laksite ölçümleri YŞAA öncesi ve 6 hafta sonrasında 134 ve 200N 'da üçer defa yapıldı. Alınan ölçümlerin ortalaması alınarak kaydedildi.

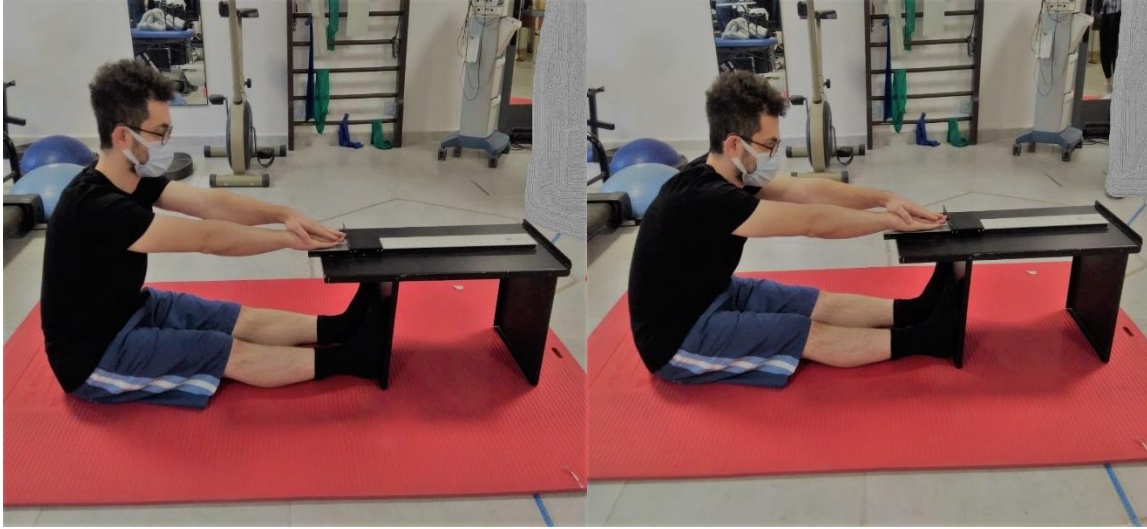
(Resim 3.7)



Resim 3.7 Eklem laksite ölçümü

3.3.8 Esneklik ölçümü (otur –uzan testi)

Esneklik ölçümü için basit, kolay ve uygulanabilir bir yöntem olmakla beraber geçerli ve güvenilir bir yöntem olan otur-uzan testi ile değerlendirildi [143]. Birey ayakkabılarını çıkardıktan sonra dizlerini düz konumda (bükmeden) tutarak ve ayak tabanlarını nötral konumda aparata dayandırarak otur uzan testi aparatının (LaFayette Flexibility Tester Instrument Model 01285A) yanında oturtuldu. Bireyden her iki eli üstüste binmiş şekilde avuç içi aşağı bakacak yönde aparat üstündeki cetvele doğru uzanıp ittirerek gidebildiği son noktaya kadar gitmesi istendi. En son parmak uçlarıyla ulaştığı noktada iki sn bekletilerek ulaşılan mesafe cm cinsinden kaydedildi[135]. İlki deneme olmak üzere toplam dört ölçüm yapıldı. Son üç ölçümün ortalaması alınarak kaydedildi [143].(Resim 3.8)



Resim 3.8 Otur uzan testi

3.4. İstatistiksel Analiz

ÖÇB rekonstruksiyonu ve kontrol grubundan elde edilen verilerin analizi, “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) Versiyon 27.0 (SPSS inc. Chicago, II, ABD) programı kullanılarak yapıldı. Sayısal değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama ve standart hata ($\bar{X} \pm Sh$) ile belirtildi. Vücut ağırlığı, VKİ, esneklik, izokinetik kas kuvveti, propriyosepsiyon, laksite, esneklik, tek adım öne sıçrama, dikey sıçrama ve çeviklik ölçümlerindeki değişimler

ve gruplar arasındaki farklar incelenirken karma model varyans analizi (ANOVA) testi uygulandı. Levene testi ile varyansların homojenliği dikkate alınarak, gruplar arasındaki eşitlik veya varyansların homojenitesine göre Box testi ya da Mauchly's Sferisite testiyle post-hoc analizler yapıldı. Gerekğinde Bonferroni düzeltmesi uygulandı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

Çalışma sonrası örneklem büyüklüğüne karar vermek için post-hoc güç analizi, 29 birey üzerinde G*Power 3.1 programı kullanılarak yapıldı. Grupların çeviklik puanları arasındaki fark temel alınarak yapılan post-hoc güç analizinde 0,77 etki büyüklüğü ve 0,05 hata payında, çalışmanın gücü % 94 olarak bulundu. Sonuçta, YŞAA (n:15) ve kontrol (n=14) gruplarına alınan örneklemin yeterli olduğuna karar verildi.

4. BULGULAR

4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri

Bu çalışmaya 29 (24 erkek 5 kadın) birey dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen ve YŞAA yapılan grubun ortalama yaş $29,33 \pm 7,66$, boy uzunluğu $174,8 \pm 6,12$ cm, vücut ağırlığı $78,73 \pm 8,59$ kg, VKİ $26,09 \pm 3,25$, rehabilitasyon süresi $4,32 \pm 2,39$ hafta ve cerrahi gün süresi $200,87 \pm 12,99$ gün olduğu belirlendi. Çalışmaya dahil edilen ve kontrol grubu olarak takip edilen grubun ise ortalama yaş $27,79 \pm 5,05$, boy uzunluğu $172,93 \pm 8,21$, vücut ağırlığı $72,30 \pm 11,19$ kg, VKİ $24,98 \pm 2,39$, rehabilitasyon süresi $4,76 \pm 3,11$ hafta ve cerrahi gün süresi $197,36 \pm 12,14$ gün olarak belirlendi. Katılımcıların yaş, boy, kilo, VKİ, rehabilitasyon süresi ve cerrahi gün açısından grupların benzer olduğu görüldü ve gruplar arasında herhangi anlamlı farklılık bulunamadı. (Çizelge 4.1.1)

Çizelge 4.1.1 Katılımcıların demografik bilgileri ($X \pm Sh$).

	YŞAA (n = 15, 2 kadın, 13 erkek)	Kontrol (n = 14, 3 kadın, 11 erkek)	Levene's Test for Equality of Variances	p
Yaş (yıl)	$29,33 \pm 7,66$	$27,79 \pm 5,05$	0,073	0,529
Boy (cm)	$174,8 \pm 6,12$	$172,93 \pm 8,21$	0,194	0,491
Cerrahi gün	$200,87 \pm 12,99$	$197,36 \pm 12,14$	0,792	0,460
Rehabilitasyon süresi (hafta)	$4,32 \pm 2,39$	$4,76 \pm 3,11$	0,677	0,421
Kilo (kg)	$78,73 \pm 8,59$	$72,30 \pm 11,19$	0,734	0,093
VKI(kg/m ²)	$26,09 \pm 3,25$	$24,98 \pm 2,39$	0,372	0,309

Kısaltmalar: YŞAA, yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata

Çizelge 4.1.2 Vücut ağırlığı ve VKİ ölçümleri ($X \pm Sh$).

n=29	YŞAA				Kontrol				Gruplar arası fark			
	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p
Vücut ağırlığı (kg)	$78,73 \pm 8,59$	$77,58 \pm 2,58$	$1,1 \pm 0,97$	p < 0.001*	$72,30 \pm 11,19$	$71,98 \pm 2,67$	$0,321 \pm 0,94$	p = 0,219	$6,43 \pm 3,69$	$5,59 \pm 3,71$	$0,832 \pm 0,367$	p = 0.027*
VKI (kg/m ²)	$26,088 \pm 0,74$	$25,626 \pm 0,724$	$0,4620 \pm 0,4574$	p < 0.001*	$24,984 \pm 0,766$	$24,854 \pm 0,749$	$0,1307 \pm 0,37021$	p = 0,252	$1,104 \pm 1,065$	$0,772 \pm 0,042$	$0,33129 \pm 0,15522$	p = 0.042*

Kısaltmalar: YŞAA, yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata

Vücut ağırlığı açısından gruplar arasında ilk ve son testler açısından anlamlı farklılık bulunamadı. Fakat YŞAA grubunda ağırlıkta azalmalar kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek olarak bulundu (p = 0.027).

VKİ açısından kontrol grubunda ilk ve son testler açısından anlamlı farklılık bulunamadı. Fakat YŞAA grubunda VKİ'deki düşüşler kontrol grubuna göre daha yüksek olarak bulundu. ($p = 0.042$). (Çizelge 4.1.2)

4.2. Laksite Ölçümleri

Çizelge 4.2.1 Laksite ölçümleri (mm) ($X \pm Sh$).

n=29	YŞAA				Kontrol				Gruplar arası fark			
	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p
Opere taraf 134N	3,553 $\pm$ 0,128	3,467 $\pm$ 0,132	0,0667 $\pm$ 0,07234	$p = 0,301$	3,343 $\pm$ 0,145	3,329 $\pm$ 0,136	0,0143 $\pm$ 0,3631	$p = 0,364$	0,190 $\pm$ 0,184	0,138 $\pm$ 0,19	0,05238 $\pm$ 0,2106	$p = 0,221$
Sağlam taraf 134N	3,007 $\pm$ 0,104	2,987 $\pm$ 0,107	0,02 $\pm$ 0,04140	$p < 0,076$	3,279 $\pm$ 0,107	3,257 $\pm$ 0,110	0,0214 $\pm$ 0,04258	$p = 0,067$	0,343 $\pm$ 0,132	0,329 $\pm$ 0,136	0,00143 $\pm$ 0,0156	$p = 0,928$
Opere taraf 200N	5,007 $\pm$ 0,132	4,96 $\pm$ 0,133	0,0467 $\pm$ 0,08338	$p = 0,113$	4,871 $\pm$ 0,136	4,843 $\pm$ 0,137	0,0286 $\pm$ 0,04688	$p = 0,129$	0,135 $\pm$ 0,189	0,117 $\pm$ 0,191	0,01810 $\pm$ 0,02538	$p = 0,475$
Sağlam taraf 200N	4,38 $\pm$ 0,139	4,36 $\pm$ 0,147	0,2 $\pm$ 0,09411	$p = 0,711$	4,693 $\pm$ 0,144	4,729 $\pm$ 0,152	0,0357 $\pm$ 0,28177	$p = 0,524$	0,313 $\pm$ 0,2	0,369 $\pm$ 0,211	0,05571 $\pm$ 0,0769	$p = 0,475$

Kısaltmalar: YŞAA, yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata

Gruplar arasında opere tarafta 134N laksite ölçümleri açısından anlamlı farklılık bulunamadı ($p = 0.221$).

Gruplar arasında sağlam tarafta 134N laksite ölçümleri açısından anlamlı farklılık bulunamadı ($p = 0.928$).

Gruplar arasında opera tarafta 200N laksite ölçümleri açısından anlamlı farklılık bulunamadı ($p = 0.475$).

Gruplar arasında sağlam tarafta 200N laksite ölçümleri açısından anlamlı farklılık bulunamadı ($p = 0.475$). (Çizelge 4.2.1)

4.3. Fiziksel Aktivite Düzeyleri

Çizelge 4.3.1 Uluslararası fiziksel aktivite kısa form sonuçları (MET-dk/hafta) ($X \pm Sh$).

n=29	YŞAA				Kontrol				Gruplar arası fark			
	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p
MET dk/hafta	2480 $\pm$ 190,307	3051,467 $\pm$ 269,478	571,4667 $\pm$ 151,916	p = 0.001*	2456,714 $\pm$ 197,052	2777,571 $\pm$ 278,936	320,857 $\pm$ 157,248	p = 0,051	23,286 $\pm$ 273,99	273,895 $\pm$ 387,844	358,75238 $\pm$ 227,89764	p = 0,262

Kısaltmalar: YŞAA: yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata MET : metabolik eşik değeri

Fiziksel aktivite açısından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunamadı ($p = 0.262$). Fakat YŞAA olan grupta fiziksel aktivitenin anlamlı şekilde arttığı görüldü ($p = 0.001$).

(Çizelge 4.3.1)

4.4. Kas kuvvet ölçümü sonuçları

Çizelge 4.4.1 60°/sn Quadriceps kas kuvveti pik tork (Nm/kg) ölçümleri ($X \pm Sh$).

n=29	YŞAA				Kontrol				Gruplar arası fark		
	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	p
Opere taraf 60°/sn konsantrik Quadriceps kas kuvveti	114,67 $\pm$ 6,623	137,400 $\pm$ 6,435	23,333 $\pm$ 4,804	p < 0,001*	106,429 $\pm$ 6,856	112,786 $\pm$ 6,661	6,357 $\pm$ 4,973	p = 0,212	7,638 $\pm$ 3,532	24,614 $\pm$ 9,261	p = 0,021*
Sağlam taraf 60°/sn konsantrik Quadriceps kas kuvveti	175,2 $\pm$ 10,938	184,467 $\pm$ 12,778	9,267 $\pm$ 3,209	p = 0,008*	159,571 $\pm$ 11,322	168,214 $\pm$ 13,227	8,643 $\pm$ 3,321	p = 0,015	15,629 $\pm$ 15,743	16,252 $\pm$ 18,391	p = 0,018*
Opere taraf 60°/sn egzentrik Quadriceps kas kuvveti	146,667 $\pm$ 10,347	175,667 $\pm$ 13,095	29 $\pm$ 6,709	p = 0,171	149 $\pm$ 10,71	160,143 $\pm$ 13,555	11,143 $\pm$ 6,944	p = 0,12	2,333 $\pm$ 14,892	15,524 $\pm$ 18,847	p = 0,075
Sağlam taraf 60°/sn egzentrik Quadriceps kas kuvveti	192,6 $\pm$ 11,695	219,067 $\pm$ 15,579	26,467 $\pm$ 6,798	p = 0,126	185,143 $\pm$ 12,105	195,286 $\pm$ 16,125	10,143 $\pm$ 7,036	p = 0,161	7,457 $\pm$ 16,831	23,781 $\pm$ 22,422	p = 0,107

Kısaltmalar: YŞAA, yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata

Kontrol grubunda 60°/sn konsantrik quadriceps kas kuvveti açısından anlamlı farklılık görülmedi.($p = 0.212$) Fakat opere taraf 60°/sn konsantrik quadriceps kas kuvvetinde YŞAA grubunda anlamlı artışın kontrol grubuna göre daha fazla olduğu görüldü. ($p = 0.021$).

Kontrol grubunda 60°/sn konsantrik quadriceps kas kuvveti açısından anlamlı farklılık görülmedi. Fakat sağlam taraf 60°/sn konsantrik Quadriceps kas kuvvetinde YŞAA grubunda anlamlı artışın kontrol grubuna göre daha fazla olduğu görüldü ($p = 0.018$).

Opere taraf 60°/sn egzentrik quadriceps kas kuvveti açısından gruplar arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p = 0.075$).

Sağlam taraf 60°/sn egzentrik quadriceps kas kuvveti açısından gruplar arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p = 0.107$). (Çizelge 4.4.1)

Çizelge 4.4.2 60°/sn Hamstring kas kuvveti pik tork (Nm/kg) ölçümleri ($X \pm Sh$).

n=29	YŞAA				Kontrol				Gruplar arası fark		
	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	p
Opere taraf 60°/sn konsantrik Hamstring kas kuvveti	62,933 $\pm$ 4,012	72,733 $\pm$ 3,825	9,8 $\pm$ 2,041	$p < 0,001^*$	60,714 $\pm$ 4,152	63,286 $\pm$ 3,959	2,571 $\pm$ 2,113	$p = 0,234$	2,219 $\pm$ 5,774	9,448 $\pm$ 5,505	$p = 0,021^*$
Sağlam taraf 60°/sn konsantrik Hamstring kas kuvveti	87,133 $\pm$ 4,632	93,267 $\pm$ 4,979	6,133 $\pm$ 1,161	$p < 0,001^*$	93,929 $\pm$ 4,794	97,786 $\pm$ 5,514	3,857 $\pm$ 1,201	$p = 0,103$	6,785 $\pm$ 6,666	4,519 $\pm$ 7,166	$p = 0,184$
Opere taraf 60°/sn egzentrik Hamstring kas kuvveti	84 $\pm$ 5,17	96,933 $\pm$ 5,702	12,933 $\pm$ 2,456	$p = 0,091$	85,357 $\pm$ 5,351	90,071 $\pm$ 5,902	4,714 $\pm$ 2,543	$p = 0,075$	1,357 $\pm$ 7,44	6,862 $\pm$ 8,206	$p = 0,228$
Sağlam taraf 60°/sn egzentrik hamstring kas kuvveti	102,8 $\pm$ 7,051	112,733 $\pm$ 7,927	9,933 $\pm$ 1,571	$p = 0,071$	121,071 $\pm$ 7,298	127,143 $\pm$ 8,205	6,071 $\pm$ 1,626	$p = 0,201$	18,721 $\pm$ 10,148	14,410 $\pm$ 11,409	$p = 0,099$

Kısaltmalar: YŞAA, yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata

Kontrol grubunda opere taraf 60°/sn konsantrik hamstring kas kuvveti açısından anlamlı farklılık görülmedi. Fakat YŞAA grubunda kontrol grubuna göre 60°/sn opere taraf konsantrik hamstring kas kuvvetinde anlamlı artışlar olduğu görüldü ($p = 0.021$).

Sağlam taraf 60°/sn konsantrik hamstring kas kuvveti açısından kontrol grubunda anlamlı farklılık görülmedi. Fakat YŞAA grubunda kontrol grubuna göre sağlam taraf 60°/sn konsantrik hamstring kas kuvvetinde anlamlı artış olduğu görüldü ($p < 0.001$).

Opere taraf 60°/sn egzentrik hamstring kas kuvveti açısından gruplar anlamlı farklılık görülmedi ($p = 0.228$).

Sağlam taraf 60°/sn egzentrik hamstring kas kuvveti açısından gruplar anlamlı farklılık görülmedi ($p = 0.099$). (Çizelge 4.4.2)

Çizelge 4.4.3 180°/sn Hamstring ve Quadriceps kas kuvveti pik tork (Nm/kg) ölçümleri ($\bar{X} \pm Sh$).

n=29	YŞAA				Kontrol				Gruplar arası fark		
	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	p
Opere taraf 180°/sn konsantrik quadriceps kas kuvveti	75,467 $\pm$ 5,872	92,867 $\pm$ 6,129	17,4 $\pm$ 5,306	p = 0,073	71,429 $\pm$ 6,078	75,929 $\pm$ 6,344	4,5 $\pm$ 5,492	p = 0,42	4,038 $\pm$ 8,451	16,938 $\pm$ 8,821	p = 0,103
Sağlam taraf 180°/sn konsantrik Quadriceps kas kuvveti	132,067 $\pm$ 8,814	135,067 $\pm$ 9,651	3 $\pm$ 2,743	p = 0,284	101,429 $\pm$ 9,123	103,714 $\pm$ 9,989	2,286 $\pm$ 2,839	p = 0,428	30,638 $\pm$ 12,685	31,352 $\pm$ 13,89	p = 0,033*
Opere taraf 180°/sn konsantrik hamstring kas kuvveti	50,6 $\pm$ 4,052	63,867 $\pm$ 4,26	13,267 $\pm$ 2,106	p = 0,201	55,929 $\pm$ 4,195	59,5 $\pm$ 4,41	3,571 $\pm$ 2,18	p = 0,113	5,329 $\pm$ 5,832	4,367 $\pm$ 6,132	p = 0,304
Sağlam taraf 180°/sn konsantrik hamstring kas kuvveti	76,667 $\pm$ 5,609	76,133 $\pm$ 6,137	0,553 $\pm$ 3,085	p = 0,864	77,571 $\pm$ 5,806	82,143 $\pm$ 6,352	4,571 $\pm$ 3,194	p = 0,164	0,905 $\pm$ 8,073	6,01 $\pm$ 8,883	p = 0,26

Kısaltmalar: YŞAA, yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata

Opere taraf 180°/sn konsantrik quadriceps kas kuvveti açısından gruplar arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p = 0.103$).

Sağlam taraf 180°/sn konsantrik Quadriceps kas kuvveti açısından gruplar arasında ilk test ve son testler açısından anlamlı farklılık görülmedi. Fakat gruplar arasında YŞAA lehine anlamlı farklılık olduğu görüldü ($p = 0.033$).

Opere taraf 180°/sn konsantrik hamstring kas kuvveti açısından gruplar arasında ve ilk test ve son testler açısından anlamlı farklılık görülmedi ($p = 0.304$).

Sağlam taraf 180°/sn konsantrik hamstring kas kuvveti açısından gruplar arasında ve ilk test ve son testler açısından anlamlı farklılık görülmedi ($p = 0.26$). (Çizelge 4.4.3)

4.5 Propriyosepsiyon ölçüm sonuçları

Çizelge 4.5.1 Aktif açı tekrarlama testi ölçümleri (°) ($X \pm Sh$).

n=29	YŞAA				Kontrol				Gruplar arası fark		
	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	p
Opere taraf 60°	4,153 $\pm$ 0,445	3,376 $\pm$ 0,396	0,777 $\pm$ 0,327	p = 0.025*	4,639 $\pm$ 0,461	4,093 $\pm$ 0,41	0,546 $\pm$ 0,339	p = 0,119	0,485 $\pm$ 0,641	0,717 $\pm$ 0,57	p = 0,242
Sağlam taraf 60°	2,263 $\pm$ 0,33	2,065 $\pm$ 0,411	0,199 $\pm$ 0,301	p = 0,515	2,83 $\pm$ 0,341	2,264 $\pm$ 0,426	0,166 $\pm$ 0,331	p = 0,599	0,567 $\pm$ 0,474	0,6 $\pm$ 0,592	p = 0,94
Opere taraf 30°	4,464 $\pm$ 0,418	3,599 $\pm$ 0,333	0,865 $\pm$ 0,252	p = 0.002*	5,568 $\pm$ 0,433	5,213 $\pm$ 0,345	0,355 $\pm$ 0,26	p = 0,184	1,104 $\pm$ 0,602	1,614 $\pm$ 0,479	p = 0,17
Sağlam taraf 30°	3,453 $\pm$ 0,339	2,765 $\pm$ 0,423	0,688 $\pm$ 0,457	p = 0,144	3,854 $\pm$ 0,351	3,449 $\pm$ 0,437	0,404 $\pm$ 0,474	p = 0,401	0,4 $\pm$ 0,488	0,684 $\pm$ 0,608	p = 0,67

Kısaltmalar: YŞAA, yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata

Gruplar arasında opere taraf 60° aktif açı tekrarlama testi açısından anlamlı fark bulunamadı ($p = 0.242$). Fakat YŞAA grubunda kontrol grubuna göre aktif açı tekrarlama testinde anlamlı olarak daha fazla düşüş olduğu görüldü ($p=0.025$).

Gruplar arasında ve ilk test ve son test sonuçlarına göre sağlam taraf 60° aktif açı tekrarlama testi ölçüm değerleri açısından anlamlı fark bulunamadı ($p=0.94$).

Gruplar arasında opere taraf 30° aktif açı tekrarlama testi ölçümleri açısından anlamlı fark bulunamadı ($p=0.17$). Fakat YŞAA grubunda kontrol grubuna göre anlamlı düşüş olduğu görüldü ($p=0.002$).

Gruplar arasında ve ilk ve son test sonuçlarına göre opere taraf 30° aktif açı tekrarlama testi ölçüm değerleri açısından anlamlı fark bulunamadı ($p=0.67$). (Çizelge 4.5.1)

4.6. Fonksiyonel değerlendirme ölçüm sonuçları

Çizelge 4.6.1 Fonksiyonel performans test ölçümleri ($X \pm Sh$).

n=29	YŞAA				Kontrol				Gruplar arası fark		
	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	p
Opere taraf tek adım sıçrama testi (cm)	104,867 $\pm$ 3,499	115,667 $\pm$ 3,728	10,8 $\pm$ 1,499	p < 0,001*	102,429 $\pm$ 3,622	110,286 $\pm$ 3,859	7,857 $\pm$ 1,552	p < 0,001*	2,438 $\pm$ 5,036	5,381 $\pm$ 5,365	p = 0,184
Sağlam taraf tek adım sıçrama testi (cm)	124,4 $\pm$ 1,73	132,467 $\pm$ 1,981	8,067 $\pm$ 1,263	p < 0,001*	123,929 $\pm$ 1,791	133,571 $\pm$ 2,05	9,643 $\pm$ 1,307	p < 0,001*	0,471 $\pm$ 2,49	1,105 $\pm$ 2,851	p = 0,394
Dikey sıçrama testi (cm)	25,493 $\pm$ 1,057	27,08 $\pm$ 1,257	1,587 $\pm$ 0,376	p < 0,001*	24,193 $\pm$ 1,095	25,279 $\pm$ 1,301	1,086 $\pm$ 0,39	p = 0,01*	1,3 $\pm$ 1,522	1,801 $\pm$ 1,809	p = 0,363
Altıgen Çeviklik testi (sn)	20,089 $\pm$ 0,759	16,785 $\pm$ 0,644	3,304 $\pm$ 0,25	p < 0,001*	19,875 $\pm$ 0,786	19,106 $\pm$ 0,666	0,759 $\pm$ 0,259	p = 0,006*	0,214 $\pm$ 1,093	2,32 $\pm$ 0,927	p < 0,001*

Kısaltmalar: YŞAA, yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata

Gruplar arasında opere taraf tek adım sıçrama testi ölçümleri açısından anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,184$). Fakat hem YŞAA grubunda hem de kontrol grubunda tek adım sıçrama test ölçüm sonuçlarında gelişmeler olduğu görüldü ($p<0,001$).

Gruplar arasında sağlam taraf tek adım sıçrama testi ölçümleri açısından anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,394$). Fakat hem YŞAA grubunda hem de kontrol grubunda tek adım sıçrama test ölçüm sonuçlarında gelişmeler olduğu görüldü ($p<0,001$).

Gruplar arasında dikey sıçrama testi ölçümleri açısından anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,363$). Fakat hem YŞAA grubunda hem de kontrol grubunda dikey sıçrama test ölçüm sonuçlarında gelişmeler olduğu görüldü ($p<0,001$).

Gruplar arasında altıgen çeviklik testi ölçümleri açısından anlamlı fark olduğu görüldü ($p<0,001$). Her iki grupta da anlamlı olarak gelişmeler olduğu görüldü. YŞAA grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha iyi gelişmeler olduğu görüldü ($p<0,001$). (Çizelge 4.6.1)

4.7. Esneklik ölçüm sonuçları

Çizelge 4.7.1 Esneklik ölçümleri (cm) ($X \pm Sh$).

n=29	YŞAA				Kontrol				Gruplar arası fark		
	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	Δ Fark	p	İlk test	Son test	p
Esneklik (cm)	20,333 $\pm$ 1,459	22 $\pm$ 1,561	1,667 $\pm$ 0,318	p = 0,063	18,214 $\pm$ 1,51	19,071 $\pm$ 1,616	0,857 $\pm$ 0,33	p = 0,067	2,219 $\pm$ 2,099	2,929 $\pm$ 2,247	p = 0,089

Kısaltmalar: YŞAA, yüksek şiddetli aralıklı antrenman X: ortalama Sh: Standart hata

Gruplar arasında ve ilk test ve son test sonuçlarına göre her iki grupta da esneklik testi ölçümleri açısından anlamlı farklılık görülmedi ($p = 0,089$). (Çizelge 4.7.1)

5. TARTIŞMA

En az 6 ay önce hamstring otogreft yöntemiyle ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde 6 haftalık wingate stili YŞAA'nın kuvvet, propriyosepsiyon, esneklik, laksite, çeviklik ve vücut kompozisyonuna etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda, YŞAA grubunda vücut ağırlığında azalma, VKİ'de azalma, quadriceps ve hamstring kaslarında konsantrik kuvvet artışı, opera taraf propriyosepsiyonda iyileşme, tek ayak öne sıçrama, dikey sıçrama ve çeviklik gibi performans testlerinde artış tespit edilmiştir. Fakat kontrol grubuna kıyasla quadriceps ve hamstring kaslarında egzentrik kuvvet artışı ve kassal endurans artışı gerçekleşmemiştir. Aynı zamanda eklem pozisyonu sapma derecesinde azalma, laksitede azalma ve esneklikte artış kontrol grubuyla benzer bulunmuştur. Bu sonuçlarla YŞAA'nın vücut kompozisyonuna, konsantrik hamstring ve quadriceps kas kuvvetine, opere taraf propriyosepsiyonuna ve performans parametrelerine olumlu etkisine rağmen egzentrik kas kuvvetine, kassal enduransa, esnekliğe ve laksiteye herhangi bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası optimal rehabilitasyon programı konusunda hala fikir birliği sağlanamamıştır [144,145]. Güncel fizyoterapi programları tam pasif diz ekstansiyonu, tolere edebildiği şekilde hemen ağırlık verme ve fonksiyonel egzersizler üzerinde daha çok durmaktadır [146]. Bu programların; düşük yoğunluklu fonksiyonel egzersizlere ve düşük yoğunluklu spora dönüş egzersizlerine daha fazla odaklandığı ayrıca ağırlık antrenmanları yoğunluğunun kas kuvvetini tatmin edici seviyeye çıkarmak için çok düşük olduğu vurgulanmaktadır [147, 148]. Buradan yola çıkarak bu araştırma kurgusunda en az 6 ay önce ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylere düşük yoğunluklu egzersizler yerine yüksek şiddetli aralıklı antrenmanı tercih ettik. Ayrıca uygulanan greft tiplerinin karşılaştırıldığı ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası 6 yıllık takip yapılan bir çalışmada rekonstrüksiyonda hamstring tendon greftlerinin kullanılması sonucu daha az osteoartrit gelişimi ve fonksiyonel performansta daha iyi gelişmeler olduğu gösterilmiştir [149]. Dolayısıyla bu çalışmada hamstring otogreft kullanılarak rekonstrüksiyon geçirmiş olan ÖÇB'li olgular tercih edildi.

Düzenli fiziksel aktivite yapan bireyler ve sedanter bireyler fiziksel uygunluk düzeyi, kuvvet, denge, koordinasyon, sağlık durumu ve yaşam kalitesi açısından farklılıklar göstermektedir [150]. Yine çalışmamızda; bu farklılıkların ölçüm sonuçlarını etkileyebileceği düşüncesiyle, YŞAA grubu ile kontrol grubunu oluşturan bireylerin fiziksel aktivite düzeyi ve aldığı fizyoterapi sürelerinin benzer olmasına özen gösterildi.

ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde (VKİ) cerrahi başarı açısından oldukça önemlidir [151]. VKİ, cerrahinin ardından dizin işlevsel ve fonksiyonel sonuçlarını etkileyen önemli göstergelerden birisi olarak kabul edilmektedir [152]. YŞAA programlarının hem erkeklerde hem de kadınlarda; abdominal ve visseral yağ kütlesini önemli derecede azalttığı bilinmektedir [153]. Obez ve aşırı kilolu bireylerde bu etkinin daha fazla olduğu bildirilmektedir [154]. Egzersizin yoğunluğunun vücut kitle indeksini düzenlemede daha önemli rol oynadığı da ifade edilmektedir [153]. Yüksek yoğunluklu tüm vücutta etkili olurken, düşük yoğunluklu egzersizler özellikle abdominal bölge üzerinde daha etkili olmaktadır. Wewege ve arkadaşları yaptıkları metanalizde YŞAA uygulamasının yaklaşık %40 daha az zaman süresinde orta yoğunluklu antrenman programlarıyla benzer etkiler gösterdiğini ifade etmişlerdir [19]. YŞAA'nın aynı zamanda ağırlık kontrolü üzerine olumlu etkileri olduğu da bildirilmiştir [116, 155]. Çalışmamız sonucunda 6 haftalık Wingate stili YŞAA uygulanan ÖÇB rekonstrüksiyonu geçiren bireylerde kontrol grubuna göre literature benzer bir şekilde VKİ ve vücut ağırlığı açısından önemli azalmalar olduğu görüldü. Gözlenen bu faydalı etkiler, Khammasi ve arkadaşlarının çalışmasıyla [156] paralel olarak örneklemimizi oluşturan olguların çok aktif olmayan katılımcılardan oluşmasıyla açıklanabilir.

Görme duyusunun ortadan kalkması durumunda bile eklemlerin hangi pozisyonda olduğunu algılamayı, buna bağlı olarak ayakta dengeyi koruyabilmeyi sağlayan duyuya propriyosepsiyon denir [11]. Santral sinir sistemi tarafından ekstremite ya da eklem uzaydaki pozisyonunun, hareketinin ve ilgili bölgeyi etkileyen güçlerin algılanması ve eklemi en güvenli durumda tutacak makul yanıtların oluşturulması olarak da tanımlanabilir. Propriyosepsiyonun üç temel bileşeni vardır. Bunlar eklem pozisyonunun farkındalığı, hareket ve ivmenin farkındalığı ve tespiti ile kasların tonus regülasyonudur [12].

ÖÇB liflerinde önemli miktarda mekanoreseptör bulunmaktadır [157]. Bu reseptörler arka çapraz bağda bulunan mekanoreseptörler (golgi tendon organı, pacini kapsülü ve ruffini sinir uçları), kollateral ligamentler ve kapsüler liflerle beraber propriyosepsiyonun karmaşık nöral ağında önemli rol oynamaktadır [158,159].

Propriyosepsiyonun; sporcuların sakatlıklardan korunmasında önemli role sahip olduğu belirtilmektedir. ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylerde yürüyüş paternlerindeki bozulmalar, nöromüsküler kontrol kaybı ve propriyoseptif defisitler dizde mekanik instabiliteye sebebiyet vererek ikincil yaralanmalara neden olmaktadır [160,161]. Diz çevresinde olan yaralanma ve cerrahi müdahalelerin ardından da diz ekleminin statik ve dinamik eklem pozisyon hissini olumsuz olarak etkilendiği de vurgulanmaktadır [162]. Yapılan metaanaliz sonuçlarına göre; ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylerin opere taraf, sağlam bacak ve asemptomatik bireylerle karşılaştırıldığında diz propriyosepsiyonunda defisitler olduğu gösterilmiştir [163,164].

Yaptığımız literatür taraması sonucunda bilginiz dahilinde, YŞAA'nın propriyosepsiyon üzerinde etkisini gösteren bir çalışma bulunamadı. Fakat çeşitli nöromüsküler eğitim metodlarının propriyoseptif yeteneği artırdığına dair kanıtlar bulunmaktadır [165, 166]. Çalışmamızda propriyosepsiyonu değerlendirmek için kullandığımız aktif açı tekrarlama testinde günlük yaşam aktivitelerinde oldukça sık kullanılan 30° ve 60° tercih edildi [167]. Elde edilen bulgulara göre en az 6 ay önce ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylerde YŞAA grubunda opere tarafta 30° ve 60° aktif açı tekrarlama testinde olumlu gelişmeler olduğu görüldü. Yapılan YŞAA, Arumugam ve arkadaşlarının yaptığı derlemedeki [166] vardığı kaniya benzer şekilde; ÖÇB rekonstruksiyonu gerçekleşen bireylerde yaralanma ve cerrahinedeniyle azalmış propriyosepsiyonu, dinamik eklem kontrolünden sorumlu mekanizmaları propriyoseptörler aracılığıyla uyarmak suretiyle kinestetik farkındalığı artırarak [168] merkezi sinir sisteminde nöroplastisite mekanizması üzerinden sağlamış olabilir.

Bu araştırmada quadriceps ve hamstring kaslarının 60°/ sn'lik açısal hızlarda konsantrik ve egzentrik kas kuvvetini ve 180°/ sn'lik hızda kassal enduransını belirlemede objektif ve geçerli

bir yöntem olarak izokinetik sistem tercih edildi. ÖÇB rekonstruksiyonu sonrası rehabilitasyonun en önemli hedeflerinden birisi de oluşan atrofi sebebiyle quadriceps kas kuvvetinin yeniden restore edilmesidir. Yapılan çalışmalarda dizle alakalı yaralanma sonrası cerrahilerde quadriceps kas kuvvetindeki zayıflığın çok uzun süre devam ettiğini belirtmişlerdir. Quadriceps kas kuvvetindeki uzun süreli defisitlerin özellikle sporcuların spora geri dönüşünü geciktirdiği ve tekrar yaralanma riskini artırdığı da literatürde ifade edilmektedir [169]. Ek olarak quadriceps kas zayıflığı osteoartrit gelişimi için risk faktörü olarak bilinmektedir [170]. Akcan ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada kaslarda kuvvetlenme için en az 3 hafta YŞAA yapılması gerektiğini vurgulamaktadırlar [171]. Ancak Curran ve arkadaşları, ÖÇB rekonstruksiyonu sonrası 10. haftadan itibaren 8 hafta boyunca YŞAA'a ek olarak kan akışı kısıtlanmalı eğitimin izokinetik 60°/sn konsantrik quadriceps kas kuvveti pik torkunda değişiklik meydana getirmediğini ifade etmişlerdir [169]. Ohta ve arkadaşları ise bireylere uygulanan ÖÇB rekonstruksiyonu sonrası 2. haftada başlanan 15 haftalık düşük yoğunluklu direnç egzersizlerinin izokinetik quadriceps kas kuvvetini artırmadığını ifade etmişlerdir [172]. Çalışmamız sonuçlarına göre YŞAA yapılan ÖÇB rekonstruksiyonu uygulanan bireylerde kontrol grubuna göre 60°/sn konsantrik quadriceps kas kuvvetinde anlamlı artış olduğu görüldü. Bu durum yapmış olduğumuz wingate stili YŞAA'nın ilgili kasları bisiklet ergometresiyle konsantrik olarak çalıştırmasıyla açıklanabilir.

Hamstring kas aktivasyonu, quadricepste resiprokal inhibisyonla diz eklemi çevresinde kassal dengenin kurulmasına katkı sağlamaktadır [173]. ÖÇB cerrahisi sonrasında görülen kuvvet kayıplarının hamstring kasından greft alınmasına bağlı olarak bu alanda oluşan nöral inhibisyona ve muskületendinoz yapılarıdaki biyomekanik değişikliklere dayandırılmaktadır [174]. Çalışmamız sonuçlarına göre YŞAA yapılan ÖÇB'li bireylerde kontrol grubuna göre 60°/sn konsantrik hamstring kas kuvvetlerinde anlamlı olarak daha fazla artış olduğu görüldü. Bu durum yapmış olduğumuz wingate stili YŞAA'nın ilgili kasları bisiklet ergometresiyle konsantrik olarak çalıştırmasıyla açıklanabilir.

Endurans eğitimleri, geleneksel olarak yirmi dakikadan fazla sürekli koşma, bisiklet, kürek çekme vb. egzersizleri içerirken, YŞAA eforlar arasında toparlanma periyotlarıyla aerobik egzersizlerin kısa sürede yüksek eforlu tekrarlarını içermektedir. Bazı araştırmalar, hücre

homeostazisinin değiştirilmesi yoluyla aşırı egzersiz sonrası oksijen tüketimi artışında kas hipertrofisi ve kas hasarı ile ilgili hormonal mekanizmaların rol oynadığını tahmin etmektedir [175,176]. Aşırı egzersiz sonrası oksijen tüketimi, egzersizin ilk aşamasında oksijen borcunu ödemek için kullanılan artan oksijen tüketimini temsil eder [177]. Oksidatif enzimler, mitokondri ve kapiler perfüzyonun aerobik kapasite üzerindeki önemli rolü nedeniyle fizyolojik açıdan kas dokusu, oksijen tüketimi için ana sınırlayıcı faktörlerden biridir. Bununla birlikte, YŞAA'nın aerobik kapasite üzerindeki rolü hala tartışmalıdır, bazı yazarlar aerobik kapasitede hiçbir değişiklik olmadığını ifade etmektedirler [177,178] fakat diğerleri de YŞAA'nın enerji metabolizmasını güçlendirmedeki rolünü doğrulamaktadırlar [179,180]. Literatürde bu konu üzerindeki konsensus hala sağlanamamıştır [139]. Astorino ve arkadaşları YŞAA'ın atletlerde 180°/sn hamstring ve quadriceps kas enduransında artışa neden olduğunu göstermişlerdir [181]. Sabag ve arkadaşlarının yapmış olduğu meta-analizde ise bisiklet bazlı YŞAA programlarının alt ekstremitte kuvvetinde yeterince artış sağlamadığı fakat sprint bazlı YŞAA programlarının kuvveti daha çok artırdığı belirtilmiştir [182]. Çalışmamız sonucunda da literatürle benzer şekilde bisiklet bazlı Wingate stili YŞAA yöntemi kontrol grubuna göre hamstring ve quadriceps kas enduransında artış sağlamamıştır. Bu durum YŞAA programının kassal enduransı artıracak yeterli süreye sahip olamaması ile açıklanabilir.

Yapılan araştırmalar egzentrik egzersizlerin tek başına standart rehabilitasyon programlarına göre kas kuvveti [183], aktivasyonu [184] ve kas volümünde [183] daha fazla gelişmelere yol açtığını bildirmektedirler [169]. Ancak çalışmamız sonucunda YŞAA grubunda kontrol grubuna göre 60°/sn hamstring ve quadriceps kas gruplarında egzentrik kuvvet artışı gözlemlenmedi. Bu durumun tercih edilen wingate stili YŞAA protokolünün egzentrik kas kuvvetlendirmesinden ziyade, konsantrik yüklenme etkisinin baskın olması sebebiyle ortaya çıktığı söylenebilir.

Esneklik, bir kasın gevşeme ve gerilimini sağlayabilme yeteneğine denilmektedir. Otur- uzan testi hamstring ve bel çevresi kaslarının esnekliğini ölçen ve aynı zamanda yaralanma riski ve performansını değerlendiren pratik ve güvenilir bir saha testidir [185, 186]. Howard ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada Wingate stili 10 haftalık YŞAA eğitiminin liseli futbol oyuncularında otur uzan testiyle ölçülen esnekliklerini etkilemediğini bulmuşlardır [40].

Horst ve arkadaşları da yaptıkları çalışmada; esneklikle ÖÇB yaralanması arasında pozitif korelasyon olduğunu ifade etmişlerdir [187] ve aynı zamanda ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylerin rehabilitasyon programında hamstring esnekliği üzerine egzersizler yapılmasının normal bireylere göre daha esnek hamstring yapısına sahip olabileceğini vurgulamaktadırlar [187]. Yapılan bu çalışmada elde edilen bulgulara göre Howard ve arkadaşlarının araştırma sonuçlarıyla benzer olarak [40] YŞAA grubunun otur uzan testi sonuçlarının kontrol grubundan farklı olmadığı görüldü. Bu durum her iki grubun erken dönemde aldığı benzer rehabilitasyon programları ve süreleriyle açıklanabilir.

ÖÇB yaralanmalarının tanısında kesin doğruluk ve tekrarlanabilirliğini değerlendirmek için artrometreler geliştirilmiştir [188]. Kanıtlar, ÖÇB yaralanması ile diz eklem laksitesi ve genel eklem gevşekliği arasında bir bağlantı olabileceğini göstermektedir [59]. ÖÇB rekonstruksiyonu ve sonrasında uygulanan rehabilitasyon ile dizin bozulmuş olan mekanik stabilitesi düzeltilir. Nöromüsküler kontrolde ve kas kuvvetlerinde artışın eklem laksitesi etkilerinin dolaylı olarak üstesinden gelmeye yardımcı olabileceği belirtilmektedir [59]. ÖÇB rekonstruksiyonu geçiren bireylere uygulanan YŞAA eğitiminin diz laksitesinde önemli değişikliğe neden olmadığı ya dakötü sonuçlara yol açmadığı bildirilmiştir [28]. Yine aynı çalışmada ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylere uygulanan düşük ve yüksek şiddetli antrenmanların diz laksitesine etkisinin benzer olduğu gösterilmiştir [28]. Yapılan bu çalışmada elde ettiğimiz bulgulara göre de YŞAA ve kontrol grubunda laksite açısından anlamlı farklılık görülmedi. Yapılan bu uygulama laksitede artış şeklinde olumsuz bir etkiye sebep olmamıştır. Laksiteye neden olmaksızın konsantrik kas kuvvetlerinde artış, vücut kompozisyonunda ve çeviklikte iyileşme, propriyosepsiyonda gelişme ve fiziksel aktivite düzeyinde artış elde edilmesi YŞAA programının etkili olduğunu düşündürmektedir.

ÖÇB rekonstruksiyonunu takiben alt ekstremitenin fonksiyonelliğini ve işlevselliğini değerlendiren literatürde bildirilen en yaygın fonksiyonel testler sıçrama testleridir[189]. Araştırmacılar tek bir test uygulamasının diz fonksiyonunu belirlemede yetersiz kalması üzerine (%50) iki test (%62), üç test (%83) mümkünse dört test (%97) yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir [132, 190]. Biz de çalışmamızı kurgularken fonksiyonel diz performansını belirlemek için üç ayrı test kullandık.

Tek ayak öne doğru sıçrama testiyle bireyin kendine güveni, patlayıcı kuvveti ve kısmen de olsa dengesi değerlendirilmektedir [191]. Ayrıca postoperatif rehabilitasyonun ilerleyişi ve bireyin sportif aktivitelere dönüş bakımından hazır olup olmadığını gösteren önemli testlerden birisidir ve ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası sporla ilgili performansı değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır [192,193]. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında tek ayak öne sıçrama mesafesi ve dizin işlevsel seviyesinin azaldığı bildirilmektedir [145]. Krafft ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ÖÇB rekonstrüksiyonu geçiren 40 bireyin 6. ay sonunda sağlam kontrollere göre tek ayak öne doğru sıçrama mesafesinin daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada, opera tarafın sağlam ekstremiteye tek ayak öne sıçrama mesafesi oranı %74,9 olarak bulunmuştur [146].

Tek ayak öne sıçrama testi yüksek düzeyde fiziksel aktivite taleplerini yansıtmak üzere tasarlanmış olup diz fonksiyonuyla pozitif ilişkidir [194]. Bu sebeple egzersiz eğitimin verimli olup olmadığını anlamak için iyi bir göstergedir. Noyes ve arkadaşları tek ayak öne sıçrama testinde opere tarafın sağlam tarafa göre oranının en az %85 olması gerektiğini söylemiştir [194] fakat daha yakın çalışmalarda bu oranın en az %90 olması gerektiği vurgulanmaktadır [195]. Elde ettiğimiz bulgulara göre tek ayak öne sıçrama testlerinde her iki grupta da anlamlı artışlar görüldü. Bu durumun ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan bireylerde oluşan kinezyofobinin zamanla azalması [196] neticesinde oluştuğunu düşünmekteyiz. Ayrıca iyileşmenin ligamentizasyon, kapillarizasyon, propriyosepsiyon ve nöromusküler kontrol mekanizmalarının kontrol grubunda bile olsa günlük yaşam aktivitelerine dönülmesiyle artması sonucu oluştuğu söylenebilir.

Dikey sıçrama testleri, alt ekstremita kaslarının patlayıcı gücünü test etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır [150]. Bilgisayarlı sistemlerle ölçülen dikey sıçrama mesafelerinin tekrarlanabilir ve tutarlı olması sebebiyle oldukça güvenilir olarak bulunmuşlardır [151]. ÖÇB yaralanması genellikle temassız şekilde yüksek riskli sporlarda sıçrama sonrası yere inerken meydana gelmektedir [1]. Yorulmaya sebep olan müsabakalarda ya da yorgunluk protokollerinde vertikal sıçrama sonrası iniş fazında biyomekanikler bozulur ve ÖÇB

yaralanması görülür [152]. Bu sebepten dolayı dikey sıçrama testi genellikle ÖÇB yaralanma izleme ve risk faktörü olarak kullanılmaktadır [153].

Toumi ve arkadaşları, ÖÇB rekonstruksiyonu sonrasında sağlam ayağa göre opere tarafta defisitleri azaltmak amacıyla uyguladığı plyometrik egzersizler sonucunda dikey sıçrama testinde gelişmeler olduğunu bulmuşlardır [197]. Chmielewski ve arkadaşları 4-6 ay önce ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylere 8 hafta süreyle yüksek ve düşük şiddetli (koşma, zıplama, çeviklik) içeren plyometrik antrenmanlar yaptırmış ve sonunda dikey sıçrama testinde anlamlı artış olduğu bildirilmiştir [198]. Burgomaster ve arkadaşları da wingate stili YŞAA uyguladıkları çalışmalarında [31,136] bireylerde aneorobik güçte artışla beraber, dikey sıçrama testlerinde olumlu gelişmeler olduğunu bildirmişlerdir. Aerobik antrenmanların tek başına dikey sıçramayı iyileştirdiği daha önce gösterilmediğinden YŞAA'nın dikey sıçrama yüksekliğini artırabileceğini savunmuşlardır [199]. Elde ettiğimiz bulgulara göre her iki grupta da dikey sıçrama testleri olumlu olarak artmıştır. ÖÇB rekonstruksiyonu sonrası literatürde iyileşme sürecinin 6 aydan 24 aya kadar uzayabileceği bildirilmektedir [200-203]. Çalışmaya dahil edilen grupların iyileşme süreçlerinin devam etmesinin, her iki grupta da benzer gelişmelere yol açtığı söylenebilir.

Hız, yüksek hıza ulaşma yeteneği olarak tanımlanırken çeviklik ise doğru ve hızlı bir şekilde yön değiştirme yeteneğidir. Aynı zamanda hız, denge, güç ve koordinasyonun birleşimi olarak da tanımlanmaktadır [204]. Çeviklik performansı, patlayıcı kuvvet, denge, kas koordinasyonu ve esneklikten etkilenmektedir [205]. Kirsch ve arkadaşları az 6 ay önce ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylerin çevikliğini rekreasyonel olarak aktif bireylerle (toplam 47 kişi) karşılaştırdığında ÖÇB grubunun çevikliğinin daha az olduğunu göstermişlerdir [206]. Brown [207] ve Chu [208] yazdıkları kitaplarda patlayıcı egzersizlerin güç, hız ve çevikliği doğal olarak artırdığını ifade etmişlerdir. Monks ve arkadaşları tekvandocu sporcuları ikiye ayırarak (toplam 33 kişi) 4 hafta süreyle (toplam 11 seans) sprint bazlı YŞAA ile yüksek şiddetli devamlı koşma antrenmanı uygulayarak karşılaştırmıştır [209]. YŞAA grubunda çeviklik artarken, diğer grupta çeviklik artmamıştır. Arslan ve arkadaşları toplam 20 adölesan futbolcuya YŞAA ile kısa mesafede yapılan oyun eğitimini 5 hafta boyunca uygulamış ve YŞAA'nın diğer gruba göre çevikliği daha fazla artırdığını bulmuşlardır [210]. Fakat Kilit ve arkadaşları 6 haftalık kort tenis eğitiminin YŞAA'a göre çevikliği daha fazla

artırdığını da ifade etmişlerdir [211]. Çalışmamız sonucu hem YŞAA grubunda hem kontrol grubunda çevikliğin arttığını fakat YŞAA grubunda diğer gruba göre çevikliğinin daha fazla arttığını bulduk. Bireylerin YŞAA sonucu kuvvetinin özellikle patlayıcı kuvvetinin artmasıyla paralel olarak çeviklik performansının arttığını düşünmekteyiz. Ayrıca YŞAA uygulaması ile konsantrik kas kuvvetinin artmış olması, propriyosepsiyonun iyileşmiş olması ve vücut kompozisyonunda iyileşmeler gibi faktörlerin çeviklik performansının artmasına neden olması muhtemeldir.

Limitasyonlar

ÖÇB rekonstruksiyonu geçirmiş bireylere, standardize diyet programının uygulanmamış olması ve pandemi sebebiyle daha fazla ÖÇB'li bireylere ulaşamaması çalışmanın limitasyonlarından biridir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

En az 6 ay önce hamstring otograft yöntemiyle ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerdeki 6 haftalık yüksek şiddetli aralıklı antrenmanın kuvvet, propriyosepsiyon, esneklik, laksite, performans parametreleri (tek ayak öne sıçrama, dikey sıçrama ve çeviklik) ve vücut kompozisyonuna etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmadan elde klinik bulgular karşılaştırılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Bu sonuçlar doğrultusunda:

- 1) YŞAA yöntemi ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde vücut ağırlığı ve VKİ'yi kontrol grubuna göre daha fazla azaltmıştır.
- 2) YŞAA grubu ve kontrol grubunda diz laksitesinde değişiklik meydana getirmemiştir.
- 3) YŞAA uygulanan grupta fiziksel aktivite artmış olarak bulundu.
- 4) YŞAA grubunda kontrol grubuna göre opere ve sağlam tarafta 60°/sn konsantrik quadriceps ve hamstring kas kuvvetinde daha fazla artış olduğu görüldü.
- 5) YŞAA ve kontrol grubunda opere ve sağlam tarafta 60°/snegzentrik quadriceps ve hamstring kas kuvvetinde benzer artışlar meydana geldi.
- 6) YŞAA ve kontrol grubunda opera ve sağlam tarafta 180°/sn konsantrik quadriceps ve hamstring kas kuvvetinde benzer artışlar meydana geldi.
- 7) YŞAA grubunda opere taraf 30° ve 60° eklem pozisyon hissi sapma derecesinde azalmalar görüldü.
- 8) YŞAA grubunda ve kontrol grubunda opere ve sağlam tarafta tek adım öne sıçrama ve dikey sıçrama testlerinde olumlu gelişmeler olduğu görüldü.
- 9) YŞAA grubunda ve kontrol grubunda çeviklikte olumlu gelişmeler olduğu görüldü ve YŞAA grubundaki gelişimin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görüldü.
- 10) YŞAA ve kontrol grubunda esneklik ölçümlerinde benzer değişimler olduğu görüldü.

Bu sonuçlar ışığında en az 6 ay önce ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerin rehabilitasyon programlarına YŞAA rahatlıkla dahil edilebilir. YŞAA'nın diğer egzersiz programlarına göre daha kısa sürede uygulanabilmesi, hiçbir olumsuz etkisinin gözlemlenmemesi, vücut kompozisyonunda olumlu değişiklikler, diz çevresi kas gruplarında konsantrik kuvvet artışı,

özellikle opere tarafta bozulmuş eklem pozisyon hissinde getirdiği olumlu gelişmeler, laksiteyi olumsuz olarak etkilemeden performans parametrelerinde kayda değer artışlar sağlaması yönüyle özellikle spora dönüş evresinde, ÖÇB’li bireylere ya da sporculara uygulanması gerektiğini düşünmekteyiz.

Gelecek çalışmalarda;

- . ÖÇB’li bireylerde uygulanan greft tipinin YŞAA’a vereceği yanıtlar karşılaştırılabilir.
- . ÖÇB ve ÖÇB+ menisküs tamiri olan bireylerde YŞAA’ın etkileri karşılaştırılabilir.
- . ÖÇB rekonstrüsyonu geçirmiş bireylerde düşük yoğunluklu egzersizler ile yüksek şiddetli egzersizler karşılaştırılabilir.
- . ÖÇB li bireylerde ya da sağlıklı bireylerde bisikletle konsantrik ile egzentrik yüklenme karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

1. Honl, M., et al., (2002) Bone-patellar tendon-bone grafts for anterior cruciate ligament reconstruction: an in vitro comparison of mechanical behavior under failure tensile loading and cyclic submaximal tensile loading. *The American journal of sports medicine*,. 30(4): p. 549-557.
2. Waldén, M., et al., (2015) Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *British journal of sports medicine*,. 49(22): p. 1452-1460.
3. Kessler, M., et al., (2008) Function, osteoarthritis and activity after ACL-rupture: 11 years follow-up results of conservative versus reconstructive treatment. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,. 16(5): p. 442-448.
4. Davies, G.J., et al., (2017) ACL return to sport guidelines and criteria. *Current reviews in musculoskeletal medicine*,. 10(3): p. 307-314.
5. Harput, G., et al., (2015) Quadriceps and hamstring strength recovery during early neuromuscular rehabilitation after ACL hamstring-tendon autograft reconstruction. *Journal of sport rehabilitation*,. 24(4): p. 398-404.
6. Solomonow, M., et al., (1987) The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *The American journal of sports medicine*,. 15(3): p. 207-213.
7. Pelegrinelli, A.R., et al., (2018) Isokinetic muscle performance after anterior cruciate ligament reconstruction: a case-control study. *International journal of sports physical therapy*,. 13(5): p. 882.
8. Hohmann, E., K. Tetsworth, and V. Glatt, (2019) The hamstring/quadriceps ratio is an indicator of function in ACL-deficient, but not in ACL-reconstructed knees. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*,. 139(1): p. 91-98.
9. Buckthorpe, M., (2019) Optimising the late-stage rehabilitation and return-to-sport training and testing process after ACL reconstruction. *Sports Medicine*,. 49(7): p. 1043-1058.
10. Güzel, N., et al., (2021) Evaluation of proprioception in patients who underwent ACL reconstruction: measurement in functional position. *Turkish Journal of Medical Sciences*,. 51(4): p. 2036-2042.
11. Kaya, D., B. Yosmaoglu, and M.N. Doral, (2018) Proprioception in orthopaedics, sports medicine and rehabilitation. : *Springer*. 3 (4) p. 134-147

12. Relph, N., L. Herrington, and S. Tyson, (2014) The effects of ACL injury on knee proprioception: a meta-analysis. *Physiotherapy*,. 100(3): p. 187-195.
13. Young, S.W., et al., (2016) Mechanoreceptor reinnervation of autografts versus allografts after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedic journal of sports medicine*,. 4(10): p. 2325967116668782.
14. Angoules, A., et al., (2011) Knee proprioception following ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone–patellar tendon–bone autograft. *The Knee*,. 18(2): p. 76-82.
15. Büyükaşar, E., S. Başar, and U. Kanatli, (2020) Proprioception following the anterior cruciate ligament reconstruction with tibialis anterior tendon allograft. *The journal of knee surgery*,. 33(07): p. 722-727.
16. Mir, S.M., et al., (2014) Assessment of knee proprioception in the anterior cruciate ligament injury risk position in healthy subjects: a cross-sectional study. *Journal of physical therapy science*, 26(10): p. 1515-1518.
17. Gibala, M.J., (2007) High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Current sports medicine reports*,. 6(4): p. 211-213.
18. Feito, Y., et al., (2018) High-intensity functional training (HIFT): definition and research implications for improved fitness. *Sports*,. 6(3): p. 76.
19. Wewege, M., et al., (2017) The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*,. 18(6): p. 635-646.
20. Amaro-Gahete, F.J., et al., (2019) Effects of different exercise training programs on body composition: A randomized control trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*,. 29(7): p. 968-979.
21. Gremeaux, V., et al., (2012) Long-term lifestyle intervention with optimized high-intensity interval training improves body composition, cardiometabolic risk, and exercise parameters in patients with abdominal obesity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*,. 91(11): p. 941-950.
22. Heinrich, K.M., et al., (2015) High-intensity functional training improves functional movement and body composition among cancer survivors: a pilot study. *European journal of cancer care*,. 24(6): p. 812-817.
23. Heinrich, K.M., et al., (2012) Mission essential fitness: comparison of functional circuit training to traditional Army physical training for active duty military. *Military medicine*,. 177(10): p. 1125-1130.

24. MacInnis, M.J. and M.J. Gibala, (2017) Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of physiology*, 595(9): p. 2915-2930.
25. Milanović, Z., G. Sporiš, and M. Weston, (2015) Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO₂max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports medicine*,. 45(10): p. 1469-1481.
26. Ciccotti, M.G., et al., (1994) Non-operative treatment of ruptures of the anterior cruciate ligament in middle-aged patients. Results after long-term follow-up. *The Journal of bone and joint surgery*. American volume,. 76(9): p. 1315-1321.
27. Rudolph, K.S., et al., (2001) Dynamic stability in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*,. 9(2): p. 62-71.
28. Bieler, T., et al., (2014) The effects of high-intensity versus low-intensity resistance training on leg extensor power and recovery of knee function after ACL-reconstruction. *BioMed research international*,p.14-23.
29. Yosmaoglu, H.B., et al., (2011) Comparison of functional outcomes of two anterior cruciate ligament reconstruction methods with hamstring tendon graft. *Turkish Assoc Orthopedics Traumatology*.p.45-76
30. Bailey, S.J., et al., (2009) Influence of repeated sprint training on pulmonary O₂ uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. *Journal of applied physiology*,. 106(6): p. 1875-1887.
31. Burgomaster, K.A., G.J. Heigenhauser, and M.J. Gibala, (2006) Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. *Journal of applied physiology*,. 100(6): p. 2041-2047.
32. Little, J.P., et al., (2010) A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *The Journal of physiology*,. 588(6): p. 1011-1022.
33. Little, J.P., et al., (2011) Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*,. 111(6): p. 1554-1560.
34. Whyte, L.J., J.M. Gill, and A.J. Cathcart, (2010) Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*,. 59(10): p. 1421-1428.
35. Christensen, P.M., et al., (2011) VO₂ kinetics and performance in soccer players after intense training and inactivity. *Medicine and science in sports and exercise*,. 43(9): p. 1716-1724.

36. Laursen, P.B., et al., (2002) Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*,. 34(11): p. 1801-1807.
37. Jacobs, R.A., et al., (2013) Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *Journal of applied physiology*,.p.29-45
38. Mayorga-Vega, D., R. Merino-Marban, and J. Viciano, (2014) Criterion-related validity of sit-and-reach tests for estimating hamstring and lumbar extensibility: a meta-analysis. *Journal of sports science & medicine*,. 13(1): p. 1.
39. Baynaz, K., et al., (2017) The effect of high intensity interval training on flexibility and anaerobic power Yüksek yoğunluklu interval antrenmanın esneklik ve anaerobik kapasite üzerine etkisi. *Journal of Human Sciences*,. 14(4): p. 4088-4096.
40. Howard, N. and S. Stavrianeas, (2017) In-season high-intensity interval training improves conditioning in high school soccer players. *International journal of exercise science*,. 10(5): p. 713.
41. Rayan, F., et al., (2015) Review of evolution of tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction. *World journal of orthopedics*,. 6(2): p. 252.
42. Lephart, S.M., (2000) Proprioception and neuromuscular control in joint stability. *Human kinetics*,: p. 405-413.
43. Giuliani, J.R., K.G. Kilcoyne, and J.-P.H. Rue, (2009) Anterior Cruciate Ligament Anatomy—A Review of the Anteromedial and Posterolateral Bundles. *The journal of knee surgery*,. 22(02): p. 148-154.
44. Arnoczky, S.P., (1983) Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clinical orthopaedics and related research*, (172): p. 19-25.
45. Petersen, W. and B. Tillmann, (1999) Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anatomy and embryology*,. 200(3): p. 325-334.
46. Petersen, W. and B. Tillmann, (2002) Anatomie und Funktion des vorderen Kreuzbandes. *Der Orthopäde*,. 31(8): p. 710-718.
47. Bonfim, T.R., et al., (2008) Additional sensory information reduces body sway of individuals with anterior cruciate ligament injury. *Neuroscience letters*,. 441(3): p. 257-260.
48. Johansson, H., et al., (2000) Peripheral afferents of the knee: their effects on central mechanisms regulating muscle stiffness, joint stability, and proprioception and coordination. *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*,: p. 5-22.

49. Johansson, H., P. Sjölander, and P. Sojka, (1991) A sensory role for the cruciate ligaments. *Clinical orthopaedics and related research*, (268): p. 161-178.
50. Boerboom, A., et al., (2008) Validation of a method to measure the proprioception of the knee. *Gait & Posture*,. 28(4): p. 610-614.
51. Suner-Keklik, S., et al., (2017) The validity and reliability of knee proprioception measurement performed with inclinometer in different positions. *Journal of sport rehabilitation*,. 26(6).
52. Adachi, N., et al., (2002) Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthopaedica Scandinavica*,. 73(3): p. 330-334.
53. Hewett, T.E., K.R. Ford, and G.D. Myer, (2006) Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *The American journal of sports medicine*,. 34(3): p. 490-498.
54. Marks, P., K. Droll, and M. Cameron-Donaldson, (2007) Does ACL reconstruction prevent articular degeneration. *Understanding and preventing noncontact ACL injuries*,; p. 31-45.
55. Beard, D. and K. Refshauge, (2000) Effects of ACL Reconstruction on proprioception and neuromuscular performance. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Philadelphia: *Human Kinetics*,; p. 213-24.
56. Fulton, J., et al., (2014) Injury risk is altered by previous injury: a systematic review of the literature and presentation of causative neuromuscular factors. *International journal of sports physical therapy*,. 9(5): p. 583.
57. Quatman, C.E., C.C. Quatman-Yates, and T.E. Hewett, (2010) A 'plane' explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms. *Sports medicine*,. 40(9): p. 729-746.
58. Krosshaug, T., et al., (2007) Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *The American journal of sports medicine*,. 35(3): p. 359-367.
59. Hewett, T.E., et al., (2016) Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. *Journal of Orthopaedic Research*,. 34(11): p. 1843-1855.
60. Quatman, C.E., et al., (2011) Cartilage pressure distributions provide a footprint to define female anterior cruciate ligament injury mechanisms. *The American journal of sports medicine*,. 39(8): p. 1706-1714.

61. Paterno, M.V., et al., (2010) Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *The American journal of sports medicine*,. 38(10): p. 1968-1978.
62. Chandy, T. and W. Grana, (1985) Secondary school athletic injury in boys and girls: a three-year comparison. *Journal of Pediatric Orthopaedics*,. 5(5): p. 629.
63. Malone, T., (1992) Relationship of gender in anterior cruciate ligament injuries of NCAA division I basketball players. *J. South Orthop. Assoc.*,. 2: p. 36-39.
64. Quatman, C.E. and T.E. Hewett, (2009) The anterior cruciate ligament injury controversy: is “valgus collapse” a sex-specific mechanism? *British journal of sports medicine*,. 43(5): p. 328-335.
65. Hewett, T.E., B.T. Zazulak, and G.D. Myer, (2007) Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *The American journal of sports medicine*,. 35(4): p. 659-668.
66. Chaudhari, A.M., et al., (2000) Knee and hip loading patterns at different phases in the menstrual cycle. *The American journal of sports medicine*, 2007. 35(5): p. 793-800.
67. Harmon, K.G. and M.L. Ireland, Gender differences in noncontact anterior cruciate ligament injuries. *Clinics in sports medicine*,. 19(2): p. 287-302.
68. Rozzi, S.L., et al., (1999) Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players. *The American journal of sports medicine*,. 27(3): p. 312-319.
69. Zazulak, B.T., et al., (2007) The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study. *The American journal of sports medicine*,. 35(3): p. 368-373.
70. Hewett, T., et al., (2005) A review of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. *British journal of sports medicine*,. 39(6): p. 347-350.
71. Myer, G.D., et al., (2005) The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clinical journal of sport medicine*, 2009. 19(1): p. 3-8.
72. Hewett, T.E., et al., Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*,. 33(4): p. 492-501.

73. Imwalle, L.E., et al., (2009) Relationship between hip and knee kinematics in athletic women during cutting maneuvers: a possible link to noncontact anterior cruciate ligament injury and prevention. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*,. 23(8): p. 2223.
74. Wright, R.W., et al., (2007) Risk of tearing the intact anterior cruciate ligament in the contralateral knee and rupturing the anterior cruciate ligament graft during the first 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective MOON cohort study. *The American journal of sports medicine*,. 35(7): p. 1131-1134.
75. Paterno, M.V., et al., (2012) Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*,. 22(2): p. 116.
76. Paterno, M.V., A.M. Weed, and T.E. Hewett, (2012) A Between Sex Comparison of Anterior-Posterior Knee Laxity after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Patellar Tendon or Hamstrings Autograft. *Sports medicine*,. 42(2): p. 135-152.
77. Webster, K.E. and J.A. Feller, (2019) Expectations for return to preinjury sport before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*,. 47(3): p. 578-583.
78. Johnson, D., (1994) Revision anterior cruciate ligament surgery. *Knee surgery*,. 1: p. 877-895.
79. Wetzler, M.J., et al., (1996) Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Operative Techniques in Orthopaedics*,. 6(3): p. 181-189.
80. Monk, A.P., et al., (2016) Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4).
81. Collins, J.E., et al., (2013) Cumulative incidence of ACL reconstruction after ACL injury in adults: role of age, sex, and race. *The American journal of sports medicine*,. 41(3): p. 544-549.
82. Ahn, J.H., et al., (2012) Long-term results of anterior cruciate ligament reconstruction using bone–patellar tendon–bone: an analysis of the factors affecting the development of osteoarthritis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*,. 28(8): p. 1114-1123.
83. Harner, C.D., et al., (1992) Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*,. 20(5): p. 499-506.
84. Shelbourne, K.D., et al., (1991) Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction: the effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *The American journal of sports medicine*, 19(4): p. 332-336.

85. Swärd, P., et al., (2012) Cartilage and bone markers and inflammatory cytokines are increased in synovial fluid in the acute phase of knee injury (hemarthrosis)—a cross-sectional analysis. *Osteoarthritis and cartilage*, 20(11): p. 1302-1308.
86. Lattermann, C., et al., (2018) Select biomarkers on the day of anterior cruciate ligament reconstruction predict poor patient-reported outcomes at 2-year follow-up: a pilot study. *BioMed research international*, p.18-20
87. Lattermann, C., et al., (2017) Logistical challenges and design considerations for studies using acute anterior cruciate ligament injury as a potential model for early posttraumatic osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*,. 35(3): p. 641-650.
88. Ergun, N. and G. Baltacı, (2015) Spor yaralanmalarında fizyoterapi ve rehabilitasyon prensipleri. : *Hacettepe sağlık bilimleri dergisi*.37-45
89. Mayr, H.O., T.G. Weig, and W. Plitz, (2004) Arthrofibrosis following ACL reconstruction—reasons and outcome. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*,. 124(8): p. 518-522.
90. Fu, F.H., et al., (1999) Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*,. 27(6): p. 821-830.
91. Fu, F.H., et al., (2015)Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: a changing paradigm. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*,. 23(3): p. 640-648.
92. Eriksson, K., et al., (2018) No risk of arthrofibrosis after acute anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,. 26(10): p. 2875-2882.
93. Noyes, F.R., et al., (1980) Clinical laxity tests and functional stability of the knee: biomechanical concepts. *Clinical orthopaedics and related research*, (146): p. 84-89.
94. Benvenuti, J.-F., et al., (1998) Objective assessment of the anterior tibial translation in Lachman test position comparison between three types of measurement. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,. 6(4): p. 215-219.
95. Wiertsema, S., et al., (2008.) Reliability of the KT1000 arthrometer and the Lachman test in patients with an ACL rupture. *The Knee*, 15(2): p. 107-110.
96. Beldame, J., et al.,(2011) Laxity measurements using stress radiography to assess anterior cruciate ligament tears. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*,. 97(1): p. 34-43.
97. Beldame, J., et al., (2012) Anterior knee laxity measurement: comparison of passive stress radiographs Telos® and “Lerat”, and GNRB® arthrometer. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*,. 98(7): p. 744-750.

98. Söderman, K., et al., (2001) Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,. 9(5): p. 313-321.
99. Herzberg, S.D., et al., (2017) The effect of menstrual cycle and contraceptives on ACL injuries and laxity: a systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*,. 5(7): p. 2325967117718781.
100. Ahmad, C.S., et al., (2006) Effect of gender and maturity on quadriceps-to-hamstring strength ratio and anterior cruciate ligament laxity. *The American journal of sports medicine*,. 34(3): p. 370-374.
101. Şahin, Ö., (2010) Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler. *Cumhuriyet Medical Journal*,. 32(4): p. 386-396.
102. Habets, B., et al., (2018) Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles. *BMC research notes*,. 11(1): p. 15.
103. Stark, T., et al., (2011) Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM&R*,. 3(5): p. 472-479.
104. Perrin, D.H., (1994) Open chain isokinetic assessment and exercise of the knee. *Journal of Sport Rehabilitation*,. 3(3): p. 245-254.
105. Arikan, H., et al., (2021) Development, reliability and validity of the Closed Kinetic Chain Lower Extremity Stability Test (CKCLEST): a new clinical performance test. *Research in Sports Medicine*,: p. 1-16.
106. Payton, C.J. and A. Burden, (2017) Biomechanical evaluation of movement in sport and exercise: *the British Association of Sport and Exercise Sciences guide*.: Routledge.p.456-459
107. Humac, N., (2005) Testing & Rehabilitation System: User's Guide Model 770. *Computer Sports Medicine, Inc*,.p.39-42
108. Habets, B., et al.,(2018) Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles. *BMC research notes*,. 11(1): p. 1-5.
109. Brown, E.,(2000) Isokinetics in human performance, *Human Kinetics*. Florida: Hardback,.p.23-28
110. Foran, B., (1985) Facility considerations: Advantages and disadvantages of isokinetics, variable resistance and free weights. *Strength & Conditioning Journal*,. 7(1): p. 24-25.

111. Yaggie, J.A. and S.J. McGregor, (2002) Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Archives of physical Medicine and Rehabilitation*,. 83(2): p. 224-228.
112. Papciak, A.S. and M. Feuerstein, (1991) Psychological factors affecting isokinetic trunk strength testing in patients with work-related chronic low back pain. *Journal of occupational rehabilitation*,. 1(2): p. 95-104.
113. Chan, K.-M., et al., (1996) Principles and practice of isokinetics in sports medicine and rehabilitation.: *Williams & Wilkins Hong Kong*. p. 234-239
114. Gürol, B. and İ. Yılmaz, (2013) İzokinetik kuvvet antrenmanı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*,. 11(1): p. 1-11.
115. Özcan Söylev, G. (2008) Diz osteoartriti olan hastalarda izokinetik egzersiz ile izokinetik egzersiz ve kesikli ultrason tedavilerinin karşılaştırılması., *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. s. 45-58
116. Boutcher, S.H.,(2011) High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, 3-1, p 20-21.
117. Meyer, P., et al., (2013) High-intensity aerobic interval exercise in chronic heart failure. *Current heart failure reports*,. 10(2): p. 130-138.
118. Garber, C.E., et al., (2011) Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: *guidance for prescribing exercise*.. p. 45-56
119. Buchheit, M. and P.B. Laursen, (2013) High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports medicine*,. 43(10): p. 927-954.
120. Gibala, M.J., et al., (2012) Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*,. 590(5): p. 1077-1084.
121. Barker, A.R., et al., (2014) The influence of 2 weeks of low-volume high-intensity interval training on health outcomes in adolescent boys. *Journal of sports sciences*,. 32(8): p. 757-765.
122. Akgül, M.Ş., et al.,(2017) Yüksek şiddetli interval antrenman. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*,. 15(2): p. 39-46.
123. Vera-Ibañez, A., et al., (2017) Neural adaptations after short-term wingate-based high-intensity interval training. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*,. 17(4): p. 275.

124. Nicolò, A. and M. Girardi, (2016) The physiology of interval training: a new target to HIIT. *The Journal of physiology*,. 594(24): p. 7169.
125. Finn, C., (1996) Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sports Exerc*,. 28(10): p. 1327-30.
126. Olson, M., (2014) Tabata: It'sa HIIT! *ACSM'S Health & Fitness Journal*,. 18(5): p. 17-24.
127. Emberts, T., et al., (2013) Exercise intensity and energy expenditure of a tabata workout. *Journal of sports science & medicine*,. 12(3): p. 612.
128. Saglam, M., et al., (2010) International physical activity questionnaire: reliability and validity of the Turkish version. *Perceptual and motor skills*,. 111(1): p. 278-284.
129. Craig, C.L., et al., (2003) International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & science in sports & exercise*,. 35(8): p. 1381-1395.
130. Pate, R., M. Oria, and L. Pillsbury, (2012) Methodology for Selection and Interpretation of Health-Related Fitness Measures in Youth, in Fitness Measures and Health Outcomes in Youth., *National Academies Press (US)*. p. 346-349
131. Barber, S.D., et al., (1990) Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (255): p. 204-214.
132. Gustavsson, A., et al., (2006) A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*,. 14(8): p. 778-788.
133. Yazıcı, G., et al., (2020) The reliability of a wearable movement analysis system (G-walk) on gait and jump assessment in healthy adults. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*,. 7(2): p. 159-167.
134. Cengizhan, P.A., et al., (2019) The relationship between postural stability, core muscle endurance and agility in professional basketball players. *Annals of Medical Research*,. 26(10): p. 2181-6.
135. Mackenzie, B., (2005) Performance evaluation tests. London: *Electric World plc*,. 24(25): p. 157-158.
136. Burgomaster, K.A., et al., (2008) Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of physiology*,. 586(1): p. 151-160.

137. Nie, J., et al., (2012) Acute changes in glycemic homeostasis in response to brief high-intensity intermittent exercise in obese adults. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 10(2): p. 97-100.
138. Bar-Or, O.,(1987) The Wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. *Sports medicine*,. 4(6): p. 381-394.
139. Moro, T., et al., (2020) Effects of 6 weeks of traditional resistance training or high intensity interval resistance training on body composition, aerobic power and strength in healthy young subjects: A randomized parallel trial. *International journal of environmental research and public health*,. 17(11): p. 4093.
140. Fridén, T., et al., (1996) Proprioception in the nearly extended knee. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,. 4(4): p. 217-224.
141. Vauhnik, R. and F. Sev, (2015) Reliability between examiners for the GNRB knee arthrometer. *Age* , 26(6.3): p. 20-40.
142. Jenny, J.-Y., et al., (2017) Experimental validation of the GNRB® for measuring anterior tibial translation. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*,. 103(3): p. 363-366.
143. Baltaci, G., et al., (2003) Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *British journal of sports medicine*,. 37(1): p. 59-61.
144. Kruse, L., B. Gray, and R. Wright, (2012) Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*,. 94(19): p. 1737.
145. Van Grinsven, S., et al., (2010) Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,. 18(8): p. 1128-1144.
146. Wilk, K.E., et al., (2012) Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*,. 42(3): p. 153-171.
147. Thomeé, R., et al.,(2011) Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,. 19(11): p. 1798.
148. Thomeé, R., et al., (2012) Variability in leg muscle power and hop performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,. 20(6): p. 1143-1151.

149. Keays, S.L., et al., (2007) A 6-year follow-up of the effect of graft site on strength, stability, range of motion, function, and joint degeneration after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*,. 35(5): p. 729-739.
150. Can, S., (2019) Sedanter davranış, adım sayısı ve sağlık. *Spor Hekimliği Dergisi*,. 54(1): p. 071-082.
151. Kluczynski, M.A., L.J. Bisson, and J.M. Marzo, (2014) Does body mass index affect outcomes of ambulatory knee and shoulder surgery? *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*,. 30(7): p. 856-865.
152. Rosenberger, P.H., et al., (2010) Sex differences in factors influencing recovery from arthroscopic knee surgery. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*,. 468(12): p. 3399-3405.
153. Maillard, F., B. Pereira, and N. Boisseau, (2018) Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. *Sports Medicine*,. 48(2): p. 269-288.
154. Su, L., et al., (2019) Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One*,. 14(1): p. e0210644.
155. Shehata, A. and I. Mahmoud, (2018) Effect of high intensity interval training (hiit) on weight, body mass index and body fat percentage for adults. *Science, Movement and Health*,. 18(2): p. 2018.
156. Khammassi, M., et al., (2018) Impact of a 12-week high-intensity interval training without caloric restriction on body composition and lipid profile in sedentary healthy overweight/obese youth. *Journal of exercise rehabilitation*,. 14(1): p. 118.
157. Zimny, M.L., M. Schutte, and E. Dabezies, (1986) Mechanoreceptors in the human anterior cruciate ligament. *The Anatomical Record*,. 214(2): p. 204-209.
158. Gao, F., et al., (2016) A morphologic and quantitative study of mechanoreceptors in the remnant stump of the human anterior cruciate ligament. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*,. 32(2): p. 273-280.
159. Lephart, S.M., et al., (1997) The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American journal of sports medicine*,. 25(1): p. 130-137.
160. Nagelli, C.V. and T.E. Hewett, (2017) Should return to sport be delayed until 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction? Biological and functional considerations. *Sports Medicine*,. 47(2): p. 221-232.

161. Dhillon, M.S., K. Bali, and S. Prabhakar, (2011) Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian journal of orthopaedics*,. 45(4): p. 294-300.
162. Rymer, T. and J. Kruczyński, (2007) Knee joint proprioception evaluation with own construction device. *Chirurgia narządów ruchu i ortopedia polska*,. 72(3): p. 189-192.
163. Kim, H.-J., J.-H. Lee, and D.-H. Lee, (2017) Proprioception in patients with anterior cruciate ligament tears: a meta-analysis comparing injured and uninjured limbs. *The American journal of sports medicine*, 45(12): p. 2916-2922.
164. Remedios, L., (1998) Reduced static proprioception of the knee joint following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physiotherapy Canada*,: p. 299-308.
165. Kapreli, E. and S. Athanasopoulos, (2006) The anterior cruciate ligament deficiency as a model of brain plasticity. *Medical hypotheses*, 67(3): p. 645-650.
166. Arumugam, A., et al., (2021) Effects of neuromuscular training on knee proprioception in individuals with anterior cruciate ligament injury: a systematic review and GRADE evidence synthesis. *BMJ open*, 11(5): p. e049226.
167. Pincivero, D.M., B. Bachmeier, and A.J. Coelho, (2001) The effects of joint angle and reliability on knee proprioception. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(10): p. 1708-1712.
168. Fleming, J.D., R. Ritzmann, and C. Centner, (2021) Effect of an Anterior Cruciate Ligament Rupture on Knee Proprioception Within 2 Years After Conservative and Operative Treatment: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*,: p. 1-12.
169. Curran, M.T., et al.,(2020) Blood flow restriction training applied with high-intensity exercise does not improve quadriceps muscle function after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*,. 48(4): p. 825-837.
170. Keays, S.L., et al., (2010) Factors involved in the development of osteoarthritis after anterior cruciate ligament surgery. *The American journal of sports medicine*,. 38(3): p. 455-463.
171. Akcan, İ.O., L. Aydos, and M.Ş. Akgül, (2020) The Effect of High Intensity Interval Training in Different Forms Applied to Combat Athletes on Body Composition and Muscular Strength. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 22(2): p. 196-201.
172. Ohta, H., et al., (2003) Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthopaedica Scandinavica*,. 74(1): p. 62-68.

173. Pamukoff, D.N., et al., (2017) Quadriceps function and hamstrings co-activation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of athletic training*, 52(5): p. 422-428.
174. Tashiro, T., et al., (2003) Influence of medial hamstring tendon harvest on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction: a detailed evaluation with comparison of single-and double-tendon harvest. *The American journal of sports medicine*,. 31(4): p. 521-529.
175. Schuenke, M.D., R.P. Mikat, and J.M. McBride, (2002) Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. *European journal of applied physiology*, 86(5): p. 411-417.
176. Sherwood, L., (2015) Human physiology: from cells to systems. *Physiology* Cengage learning. p. 237-246
177. Gaesser, G.A. and C.A. Brooks, (1984) Metabolic bases of excess post-exercise oxygen. *Medicine and science in sports and exercise*, 16(1): p. 29-43.
178. Minahan, C. and C. Wood, (2008) Strength training improves supramaximal cycling but not anaerobic capacity. *European journal of applied physiology*, 102(6): p. 659-666.
179. Loveless, D.J., et al., (2005) Maximal leg-strength training improves cycling economy in previously untrained men. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(7): p. 1231.
180. McCarthy, J.P., et al., (1995) Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(3): p. 429-436.
181. Astorino, T.A., et al., (2018) Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2012. 26(1): p. 138-145.
182. Sabag, A., et al., The compatibility of concurrent high intensity interval training and resistance training for muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences*, 36(21): p. 2472-2483.
183. Gerber, J.P., et al., (2009) Effects of early progressive eccentric exercise on muscle size and function after anterior cruciate ligament reconstruction: a 1-year follow-up study of a randomized clinical trial. *Physical therapy*, 89(1): p. 51-59.
184. Lepley, L.K., E.M. Wojtys, and R.M. Palmieri-Smith, (2015) Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps function post-ACL reconstruction. *The Knee*, 22(3): p. 270-277.

185. Ayala, F., et al., (2012) Absolute reliability of five clinical tests for assessing hamstring flexibility in professional futsal players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(2): p. 142-147.
186. Hui, S.-C. and P.Y. Yuen, (2000.) Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(9): p. 1655-1659.
187. van der Horst, N., et al., (2017) Hamstring-and-lower-back flexibility in male amateur soccer players. *Clinical journal of sport medicine*,. 27(1): p. 20-25.
188. Robert, H., et al., (2009) A new knee arthrometer, the GNRB®: experience in ACL complete and partial tears. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 95(3): p. 171-176.
189. Abrams, G.D., et al., (2014) Functional performance testing after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 2(1): p. 2325967113518305.
190. Phillips, N., et al., (2000) Outcome and progression measures in rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. *Physical Therapy in Sport*, 1(4): p. 106-118.
191. Bremander, A., L. Dahl, and E. Roos, (2007) Validity and reliability of functional performance tests in meniscectomized patients with or without knee osteoarthritis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*,. 17(2): p. 120-127.
192. Hegedus, E.J., et al., (2015) Clinician-friendly lower extremity physical performance measures in athletes: a systematic review of measurement properties and correlation with injury, part 1. The tests for knee function including the hop tests. *British journal of sports medicine*, 49(10): p. 642-648.
193. Fitzgerald, G.K., et al., (2001) Hop tests as predictors of dynamic knee stability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(10): p. 588-597.
194. Noyes, F.R., S.D. Barber, and R.E. Mangine, (1991) Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American journal of sports medicine*, 19(5): p. 513-518.
195. Greenberg, E.M., et al., (2020) Uninjured Youth Athlete Performance on Single-Leg Hop Testing: How Many Can Achieve Recommended Return-to-Sport Criterion? *Sports health*,. 12(6): p. 552-558.
196. Harput, G., et al., (2016) External supports improve knee performance in anterior cruciate ligament reconstructed individuals with higher kinesiophobia levels. *The Knee*, 23(5): p. 807-812.

197. Toumi, H., et al., (2004) Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. *International journal of sports medicine*, 25(05): p. 391-398.
198. Chmielewski, T.L., et al., (2016) Low-versus high-intensity plyometric exercise during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 44(3): p. 609-617.
199. Helgerud, J., et al., (2001) Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(11): p. 1925-1931.
200. Suydam, S.M., et al., (2017) Semitendinosus tendon for ACL reconstruction: regrowth and mechanical property recovery. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(6): p. 2325967117712944.
201. Eriksson, K., et al., (2001) Semitendinosus muscle in anterior cruciate ligament surgery: morphology and function. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 17(8): p. 808-817.
202. Okahashi, K., et al., (2006) Regeneration of the hamstring tendons after harvesting for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a histological study in 11 patients. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14(6): p. 542-545.
203. Papandrea, P., et al., (2000) Regeneration of the semitendinosus tendon harvested for anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation using ultrasonography. *The American journal of sports medicine*, 28(4): p. 556-561.
204. Królikowska, A., et al., (2018) Effects of postoperative physiotherapy supervision duration on clinical outcome, speed, and agility in males 8 months after anterior cruciate ligament reconstruction. Medical science monitor: *international medical journal of experimental and clinical research*, 24: p. 6823.
205. Sheppard, J.M. and W.B. Young, (2006) Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of sports sciences*, 24(9): p. 919-932.
206. Kirsch, A.N., et al., (2019) Measures of agility and single-legged balance as clinical assessments in patients with anterior cruciate ligament reconstruction and healthy individuals. *Journal of athletic training*, 54(12): p. 1260-1268.
207. Brown, L. and V. Ferrigno, (2014) Training for speed, agility, and quickness, 3E: *Human Kinetics*. p. 167-174
208. Chu, D.A. and G.C. Meyer, (2013) Plyometrics.: *Human kinetics*. p.54-65
209. Monks, L., et al., (2017) High-intensity interval training and athletic performance in taekwondo athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(10): p. 1252-1260.

210. Arslan, E., G.E. Orer, and F.M. Clemente, (2020) Running-based high-intensity interval training vs. small-sided game training programs: effects on the physical performance, psychophysiological responses and technical skills in young soccer players. *Biology of Sport*, 37(2): p. 165.
211. Kilit, B. and E. Arslan, (2019) Effects of high-intensity interval training vs. on-court tennis training in young tennis players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(1): p. 188-196.

EKLER

EK-1. Çalışma Etik Kurul Raporu

EK-1. (devam) Çalışma Etik Kurul Raporu

EK-2. Sağlıklı Erişkinler İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu Örneği

GAZİ ÜNİVERSİTESİ “GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR” DA YER ALACAK “SAĞLIKLI ERİŞKİNLER ” İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırma Projesinin Adı: Ön Çapraz Bağ Tamiri Geçirmiş Olgularda Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenmanın Etkileri

Sorumlu Araştırmacının Adı:

Diğer Araştırmacıların Adı:

Destekleyici (varsa):

Sizi, **Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu**’ndan 11.04.2019 tarih / 11 sayılı ile izin alınan ve Esedullah AKARAS tarafından yürütülen “ÖN ÇAPRAZ BAĞ TAMİRİ GEÇİRMİŞ OLGULARDA YÜKSEK ŞİDDETLİ ARALIKLI ANTRENMANIN ETKİLERİ” başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesinden in sorumluluğu altındadır.

Çalışmanın amacı nedir; benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

Bu araştırma; Ön Çapraz Bağ Tamiri Geçirmiş Olgularda Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenmanın Etkileri’nin araştırılması amacıyla tek merkezli olarak Gazi Üniversitesinde planlanmıştır. Çalışma 18-50 yaş arasındaki, 30 sağlıklı birey üzerinde yürütülecektir. En az 6 ay önce ACL rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerdeki 6 haftalık yüksek şiddetli aralıklı antrenmanın kuvvet, propriyosepsiyon, esneklik, laksite, çeviklik, vücut kompozisyonuna etkisini araştırmaktır.

Bu çalışmaya katılmalı mıyım? (Bu bölüm aynen korunacaktır)

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çalışmaya devam etmeniz sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için en uygun tedavi seçilecektir.

Bu çalışmaya katılırsam beni ne bekliyor?

Kişisel bilgileriniz, özgeçmişiniz, topa hangi taraf ile vurduğunuz sorularak, boyunuz ve kilonuz ölçülerek alınacaktır. Ardından vücut fonksiyonlarınızı değerlendirmek için ölçümlerinizi yapılacaktır. Çalışmaya katılan bireylere bisiklet ergometresiyle 6 hafta süreyle, haftada üç gün olmak üzere yüksek şiddetli aralıklı antrenman yaptırılacaktır. Bireylere yüksek şiddetli aralıklı antrenman, (30 saniye x 4-6 kez) bisiklet üzerinde, 60 rpm dirence

karşı, yapabildiğinin en iyisini yapması istenerek, 4 dakikalık dinlenme ile toparlanma sağlandıktan sonra gün aşırı olmak üzere hafta da 3 gün yaptırılacaktır. Bisiklet sürerken elinize cihaz takılarak kalp atışlarınız izlenecek ve güvenli aralıklarda kalması sağlanacaktır. İzokinetik dinamometre ile dizin itme ve çekme kuvveti değerlendirilecektir. Birey cihaz ve test protokolü hakkında bilgilendirilecektir. Genel ısınma hareketleri yapmış olan birey ölçüme uygun pozisyonda cihaza yerleştirilecektir. Hareketin güvenli ve verimli yapılabilmesi için hareket dışı kısımlar sabitlenecektir. Hareket eksenini ayarlanacak ve cihazda bağlı iken ısınma hareketleri yaptırılacaktır. Cihazda önceden hazır bulunan uygun test protokolü seçilip ardından tek tek iki bacağınız da değerlendirilecektir. Test sırasında her harekette birey yönlendirici veya motive edici aynı tonda sözel komutlar verilecektir. 2 farklı açısal hız değerinde itme ve çekme yönünde diz kuvveti (60°/sn) ve dayanıklılığı (180°/sn) değerlendirilecektir ve değerleri kaydedilecektir. Diz kuvveti için bireyden 5 kere tekrar etmesi istenilecektir. Dayanıklılık için 15 tekrar yapılacaktır. Gerçek test performansından önce hareketi ve cihazın kendisine uyguladığı direnci öğrenebilmesi için 3 kez denemesine izin verilecektir. Diz eklemimizin eklem pozisyon hissi yani (propriocepsiyonu) (30°ve 60°)' de ölçülecektir. Gözleriniz kapalı olarak dinamometrede size gösterilen derecenin bulunması istenecektir. Patlayıcı kuvvetinizi ölçmek için dikey sıçrama ve tek bacak öne doğru zıplama testleri üç tekrar olmak üzere yaptırılacaktır. Esnekliğinizi değerlendirmek için oturduğunuz yerde ellerinizi öne doğru uzatarak uzanabildiğiniz noktaya kadar uzanmanız istenerek ulaşabildiğiniz nokta tespit edilip ölçülecektir. Diz cihazı ile ön çapraz bağınızın esnekliği ölçülecektir. Dizlerinizi cihazın içine alınıp makine tarafından dizin arkasından önüne doğru hafif bir itme uygulanıp ön çapraz bağın esnekliği ölçülecektir. Altıgen koordinasyon testi ile çevikliğiniz ve koordinasyonunuz saniye cinsinden ölçülecektir. 66 cm uzunluğunda altıgen bir alanda altıgenin her kenarının dışına ve içine atlamanız suretiyle üç tur sonucu sn cinsinden kaydedilecektir. Vücut kompozisyon cihazı ile vücudunuzun ağırlığı ve vücut kitle indeksiniz belirlenecektir.

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları var mıdır?

Değerlendirmeler sırasında herhangi bir problem yaşamayacaksınız.

Bu çalışmaya katılmamanın maliyeti nedir? (Bu bölüm aynen korunacaktır)

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak? (Bu bölüm aynen korunacaktır)

Çalışma doktorunuz kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Daha fazla bilgi için kime başvurabilirim?

Çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

EK-2. (devam) Sağlıklı Erişkinler İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu Örneği

ADI
GÖREVİ
TELEFON

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Gazi Üniversitesinde Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim)*. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL’ i Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümünden arayabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı soyadı, unvanı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih:

AYDINLATMA ve KATILIMCININ BEYANI KESİNLİKLE BİRBİRLERİNİN DEVAMI ŞEKLİNDE OLACAKTIR. AYRI AYRI SAYFALARDA YER ALMAYACAKTIR.

EK-3. Olgu Rapor Formu

ACL HİİT DEĞERLENDİRME FORMU

Ad-Soyad:

Tarih:

Yaş:

Boy:

Kilo:

Dominant taraf:

Meslek:

Cerrahi tarihi:

Kalp problemi varlığı:

Ameliyat tekniği (otogreft, allogreft) hangi kas:

Daha önce fizik tedavi aldı mı, ne kadar aldı (nerede)?

Fitness yaptı mı ne kadar yaptı ne kadar sıklıkla (haftada kaç gün):

Tanita:

1.ölçüm

2.ölçüm

Vücut yağ oranı:

İzokinetik Kuvvet Değerlendirmesi:

1.ölçüm

2.Ölçüm

Quadriiceps konsantrik60 kuvveti:

Quadriiceps egzentrik60 kuvveti:

Hamstring konsantrik60 kuvveti:

Hamstring egzentrik60 kuvveti:

Quadriiceps endurans180:

Hamstring endurans180:

Quadriiceps endurans180 (toplam):

Hamstring endurans180(toplam):

İzokinetikProprioepsiyon Değerlendirmesi:

Sağ:

1 2 3

4

5

6

30 ° :

60 ° :

Sol:

1 2 3

4

5

6

30 ° :

60 ° :

Esneklik otur uzan testi :

1. 1..... 2 3 Ort.

2. 1..... 2 3 Ort.

SingleLeg Hop Test (Tek Adım Sıçrama Testi):

Sağ1: 1..... 2 3 Ort.

EK-3. (devam) OlguRaporFormu

Sağ2: 1..... 2 3 Ort.

Sol1: 1..... 2 3 Ort.

Sol2: 1..... 2 3 Ort.

VertikalJump testi: (Gwalk) yürüyüş analizi 2 sefer

1.ölçüm 1..... 2 3 Ort.

2. ölçüm 1..... 2 3 Ort.

Arthrometre laksite:

Sağ134: 1..... 2 3

Sağ200: 1..... 2 3

2.Sağ134: 1..... 2 3

2.Sağ200: 1..... 2 3

Sol134: 1..... 2 3

Sol200: 1..... 2 3

2.Sol134: 1..... 2 3

2.Sol200: 1..... 2 3

Hexagonalobstacle testi: (3 tur)

1. 1..... 2

2. 1..... 2

EK-4. Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi

ULUSLARARASI FİZİKSEL AKTİVİTE ANKETİ (KISA FORM)

İnsanların günlük hayatlarının bir parçası olarak yaptıkları fiziksel aktivite tiplerini bulmayla ilgileniyoruz. Sorular son 7 gün içerisinde fiziksel olarak harcanan zamanla ilgili olarak sorulacaktır. Lütfen yaptığınız aktiviteleri düşünün; işte, evde, bir yerden bir yere giderken, boş zamanlarınızda yaptığınız spor, egzersiz veya eğlence aktiviteleri.

Son 7 günde yaptığınız şiddetli aktiviteleri düşünün. Şiddetli fiziksel aktiviteler zor fiziksel efor yapıldığını ve nefes almanın normalden çok daha fazla olduğu aktiviteleri ifade eder. Sadece herhangi bir zamanda en az 10 dakika yaptığınız bu aktiviteleri düşünün.

1. Geçen 7 gün içerisinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli fiziksel aktivitelerden yaptınız?

- ☐ Haftada ___ gün
☐ Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım. → (3.soruya gidin.)

2. Bu günlerin birinde şiddetli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

- ☐ Günde ___ saat
☐ Günde ___ dakika
☐ Bilmiyorum/Emin değilim

Geçen 7 günde yaptığınız orta dereceli fiziksel aktiviteleri düşünün. Orta dereceli aktivite orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir. Yalnız bir seferde en az 10 dakika boyunca yaptığınız fiziksel aktiviteleri düşünün.

3. Geçen 7 gün içerisinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet çevirme, halk oyunları, dans, bowling veya çiftler tenis oyunu gibi orta dereceli fiziksel aktivitelerden yaptınız? Yürüme hariç.

- ☐ Haftada ___ gün
☐ Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım. → (5.soruya gidin.)

4. Bu günlerin birinde orta dereceli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

- ☐ Günde ___ saat
☐ Günde ___ dakika
☐ Bilmiyorum/ Emin değilim

Geçen 7 günde yürüyerek geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu işyerinde, evde, bir yerden bir yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığınız yürüyüş olabilir.

5. Geçen 7 gün, bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?

- ☐ Haftada ___ gün
☐ Yürümedim. → (7.soruya gidin.)

6. Bu günlerden birinde yürüyerek genellikle ne kadar zaman geçirdiniz?

- ☐ Günde ___ saat
☐ Günde ___ dakika
☐ Bilmiyorum/ Emin değilim

Son soru, geçen 7 günde hafta içinde oturarak geçirdiğiniz zamanlarla ilgilidir. İşte, evde, çalışırken ya da dinlenirken geçirdiğiniz zamanlar dahildir. Bu masanızda, arkadaşınızı ziyaret ederken, okurken, otururken veya yatarak televizyon seyrettiğinizde oturarak geçirdiğiniz zamanları kapsamaktadır.

7. Geçen 7 gün içerisinde, günde oturarak ne kadar zaman harcadınız?

- ☐ Günde ___ saat
☐ Günde ___ dakika
☐ Bilmiyorum/ Emin değilim

EK-5. Fotoğraf Çekme ve Kullanma İzin Beyannamesi

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler : AKARAS, Eseddullah
 Soyadı, adı : T.C.
 Uyruğu

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
Doktora	Gazi Üniversitesi/ Fizyoterapi ve Rehabilitasyon A.B.D.	2021
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/ Fizyoterapi ve Rehabilitasyon A.B.D.	2017
Lisans	Abant İzzet Baysal Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	2010
Lise	Iğdır MEV AnadoluLisesi	2004

İş Deneyimi, Yıl	ÇalıştığıYer	Görev
2014-2021	Gazi Üniversitesi, Ankara	Araştırma Görevlisi
2011-2013	Iğdır Rehberlik ve Araştırma Merkezi,	Fizyoterapist
2011-2013	Iğdır Devlet Hastanesi	Fizyoterapist
2010-2011	Özel Denizyıldızı Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	Fizyoterapist

Yabancı Dili
 İngilizce, Almanca

Yayınlar

1. Akaras, E., Guzel, N. A., Kafa, N., &Özdemir, Y. A. (2020). The acute effects of two different rigid taping methods in patients with hallux valgus deformity. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 33(1), 91-98.
2. Arikan, H., Maras, G., Akaras, E., Citaker, S., &Kafa, N. (2021). Development, reliability and validity of the Closed Kinetic Chain Lower Extremity Stability Test (CKCLEST): a new clinical performance test. *Research in Sports Medicine*, 1-16.
3. Yagiz, G., Akaras, E., Kubis, H. P., &Owen, J. A. (2021). Heterogeneous effects of eccentric training and nordic hamstring exercise on the biceps femoris fascicle length based on ultrasound assessment and extrapolation methods: A systematicreview of randomisedcontrolledtrialswith meta-analyses. *PloSone*, 16(11), e0259821.
4. Akaras, E., &AtalayGüzel, N. (2021). Asthma and Sport. *Türkiye Klinikleri Archives of Lung*, 20(1).
5. Bingöl, H., Akaras, E., &Kocaman, H. (2020). The effects of massage therapy on symptoms related cerebral palsy in children with cerebral palsy: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine of Kazakhstan*, 4(58), 6-14.
6. Kafa, N., Aksen Cengizhan, P., Erikoğlu Örer, G., Çobanoğlu, G., Gökdoğan, Ç. M., Zorlular, A., Akaras E. &Atalay Güzel, N. (2020). Adölesan Basketbolcularda" Core" Antrenman Programının" Core" Kas Endüransı, Denge, Çeviklik ve Anaerobik Güç Üzerine Etkisi. *Türkiye Klinikleri iSpor Bilimleri*, 12(3).
7. Cengizhan, P. A., Cobanoglu, G., Gokdogan, C. M., Zorlular, A., Akaras, E., Orer, G. E., ... &Guzel, N. A. (2019). The relationship between postural stability, core muscle endurance and agility in professional basketball players. *Annals of Medical Research*, 26(10), 2181-2186.
8. Cobanoglu, G., Zorlular, A., Polat, E. A., &Akars, E. (2019). The relationship between scapular and core muscle endurance in professional athletes. *Annals of Medical Research*, 26(7), 1295-1300.
9. Suner-Keklik, S., Çobanoğlu-Seven, G., Zorlular, A., Akaras, E., Gökdoğan, Ç. M., Nihan, Kafa., ... &Kanatli, U. (2017). Physiotherapy programme after Peroneal Tendon Instability Surgery in a Hentball Player: A Case Report. *GaziSağlıkBilimleriDergisi*, 1(3), 1-7.
10. Akaras E., Güzel N. Ön Çapraz Bağ Cerrahi Zamanlamasının Artrofibrozis Ve Spora Dönüş Etkisi – Derleme. (2021). *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*

Hobiler

Kitap okuma, yüzme, voleybol, masa tenisi



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..