



T.C.  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KADIN SPORCULARDA ÖN ÇAPRAZ BAĞ CERRAHİSİ  
SONRASI İNSTABİL ZEMİNLERDE UYGULANAN KUVVET  
EGZERSİZ PROGRAMININ ALT EKSTREMİTE SİMETRİSİ  
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Ayşenur KURT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Dr. Öğretim Üyesi Atakan ÇAĞLAYAN

Düzce 2019



T.C.  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KADIN SPORCULARDA ÖN ÇAPRAZ BAĞ CERRAHİSİ  
SONRASI İNSTABİL ZEMİNLERDE UYGULANAN KUVVET  
EGZERSİZ PROGRAMININ ALT EKSTREMİTE SİMETRİSİ  
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Ayşenur KURT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Dr. Öğretim Üyesi Atakan ÇAĞLAYAN

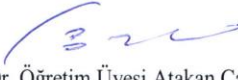
Düzce 2019

## KABUL VE ONAY

Düzce Üniversitesi ve Kocaeli Üniversitesi Ortak Yüksek Lisans Programı Çerçevesinde yürütülmüş olan “Kadın Sporcularda Ön Çapraz Bağ Cerrahisi Sonrası İnstabil Zeminlerde Uygulanan Kuvvet Egzersiz Programının Alt Ekstremitte Simetrisi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi” adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tarihi:** 08/02/2019

## TEZ SINAV JÜRİSİ

  
Dr. Öğretim Üyesi Atakan Çağlayan  
İstanbul Gedik Üniversitesi  
**Başkan**

  
Doç.Dr. Nurper Özbar  
Düzce Üniversitesi  
**Üye**

  
Dr. Öğretim Üyesi Ayla Taşkiran  
İstanbul Gedik Üniversitesi  
**Üye**

Yukarıdaki Tez, Yönetim Kurulunun 06 / 03 / 2019 tarih ve 97 sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

  
Prof.Dr. Adnan ÖZÇETİN  
Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürü

## BEYAN

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

08.02.2019

Ayşenur KURT

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve akademik hayatım boyunca bilgi birikimini, güler yüzünü, hoşgörüsünü esirgemeyen, mesleki hayatım boyunca yön veren, tezimin her aşamasında sabır ve özveriyle sağladığı katkılarından dolayı çalışmaktan her zaman gurur ve onur duyduğum değerli danışmanım ve sevgili hocam sayın Dr. Öğretim Üyesi Atakan ÇAĞLAYAN'a

Tez savunma jürimde ve yüksek lisans eğitimim boyunca akademik anlamda bilgi birikimi ve yorumlarını esirgemeyen, moral ve desteklerinden dolayı değerli hocalarım Doç.Dr.Nurper ÖZBAR ve Dr. Öğretim Üyesi Ayla TAŞKIRAN'a

Tezimin önemli bölümünü oluşturan istatistik alanında desteğini esirgemeyen, akademik bilgilerini paylaşan Arş.Gör.Halil KORKMAZ'a, gönüllü olarak çalışmamda yer alan değerli katılımcılarım'a

Bu süreçte en büyük desteği sağlayan, tez çalışma sürecimde manevi desteklerini esirgemeyen, bugünlere gelmemde büyük emekleri olan ve her koşulda yanımda olan canım aileme sonsuz teşekkür ederim.

Ayşenur KURT

# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

BEYAN

TEŞEKKÜR.....i

KISALTMALAR.....ii

ŞEKİL,RESİM VE TABLOLAR LİSTESİ.....iii

ÖZET ..... 1

ABSTRACT .....2

1. GİRİŞ VE AMAÇ .....3

1.1. Araştırmanın Hipotezi .....6

1.2. Araştırmanın Problemi .....6

1.3. Araştırmanın Alt Problemleri .....6

2. GENEL BİLGİLER .....7

2.1. Ön Çapraz Bağ Anatomisi ve Yapısı .....7

2.2. Ön Çapraz Bağın Kinematığı ve Biyomekaniği .....8

2.3. Kadın Sporcularda Diz Yaralanmaları .....10

2.4. Ön Çapraz Bağın Yaralanma Mekanizmaları.....11

2.5. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarına Neden Olan Risk Faktörleri .....11

2.5.1. Çevresel Faktörler .....12

2.5.1.1. Hava Şartları .....12

2.5.1.2. Zemin.....12

2.5.1.3. Ayakkabı .....12

2.5.1.4. Dizlik ve Breysler .....13

2.5.2. Anatomik Faktörler.....13

2.5.2.1. Vücut Kütle İndeksi (Vki) .....13

2.5.2.2. Diz Eklem Laksitesi .....13

2.5.2.3. Pelvis ve Gövde .....14

2.5.2.4. Quadriceps (Q) Açısı .....14

2.5.2.5. İnterkondiler Notch Genişliği, Ölç Boyutu Ve Kuvveti .....15

2.5.2.6. Ayak Pronasyonu.....16

<b>2.5.3. Hormonal Faktörler</b> .....	16
2.5.3.1. Laksite Ve Seks Hormonları.....	16
2.5.3.2. Seks Hormonları Ve Nöromusküler Performans .....	16
<b>2.5.4. Nöromusküler Faktörler</b> .....	<b>17</b>
2.5.4.1. Değiştirilmiş Hareket Paternleri .....	17
2.5.4.2. Değiştirilmiş Kas Aktivasyon Paternleri .....	17
2.5.4.3. Yetersiz Kas Sertliği .....	17
2.5.4.4. Dinamik Kas Kontrolü .....	17
<b>2.6. Kuvvet</b> .....	<b>18</b>
<b>2.7. Kuvvet Çeşitleri</b> .....	<b>19</b>
<b>2.7.1. Türüne Göre Kuvvet</b> .....	<b>19</b>
2.7.1.1. Maksimal Kuvvet.....	19
2.7.1.2. Relatif Kuvvet.....	20
2.7.1.3. Çabuk Kuvvet .....	20
2.7.1.4. Patlayıcı Kuvvet .....	20
2.7.1.5. Kuvvette Devamlılık.....	20
<b>2.7.2. Kasılma Çeşitlerine Göre Kuvvet</b> .....	<b>20</b>
2.7.2.1. İzometrik (Statik) Kasılma.....	20
2.7.2.2. İzotonik Kasılma.....	20
2.7.2.3. Konsantrik Kasılma .....	20
2.7.2.4. Eksantrik Kasılma.....	21
2.7.2.5. İzokinetik Kasılma .....	21
<b>2.8. İnstabil Zeminlerde Propriyosepsiyon ve Denge</b> .....	<b>21</b>
<b>2.9. Yaralanma Sonrası Rehabilitasyon</b> .....	<b>24</b>
<b>2.9.1. Yaralanma Sonrası Sahaya Dönüşte Fonksiyonel Testler</b> .....	<b>25</b>
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1. Antropometrik Ölçümler</b> .....	<b>27</b>
3.1.1. Boy (Cm) .....	27
3.1.2. Vücut Ağırlığı (Kg) ve Vücut Kütle İndeksi (VKI) .....	27

<b>3.2. Fonksiyonel Testler</b> .....	<b>28</b>
3.2.1. Tek Bacak Sıçrama Testi.....	28
3.2.2. Tek Bacak Üçlü Sıçrama Testi .....	28
3.2.3. Tek Bacak Çapraz Sıçrama Testi .....	28
3.2.4. 6 Metre Zamanlı Sıçrama Testi .....	28
3.2.5. Ekstremitte Simetri İndeksi (LSI) .....	29
<b>3.3. Alt Ekstremitte Fonksiyonel Skalası (LEFS)</b> .....	<b>29</b>
<b>3.4. İstatistiksel Analiz</b> .....	<b>29</b>
<b>4.BULGULAR</b> .....	<b>30</b>
<b>5.TARTIŞMA ve SONUÇ</b> .....	<b>34</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>41</b>
<b>7.EKLER</b> .....	<b>57</b>



## KISALTMALAR

- 6MZ:** 6 Metre Zamanlı Sıçrama  
**AM:** Anteromedial  
**FPT:** Fonksiyonel Performans Testleri  
**IKDC:** Uluslararası Diz Değerlendime Formu  
**LEFS:** Ekstremitte Simetri İndeksi  
**LSI:** Ekstremitte Simetri İndeksi  
**ÖÇB:** Ön Çapraz Bağ  
**PL:** Posterolateral  
**Q:** Quadriceps  
**TB:** Tek Bacak Sıçrama  
**TBÇ:** Tek Bacak Çapraz Sıçrama  
**TBÜ:** Tek Bacak Üçlü Sıçrama  
**VKI:** Vücut Kütle İndeksi  
**ÇG:** Çalışma Grubu  
**KG:** Kontrol Grubu

## ŞEKİLLER VE TABLOLAR

<b>Şekil 1.</b> Diz Eklemi Ve Eklemi Oluşturan Bağlar	3
<b>Şekil 2.</b> ÖÇB Tibia Yapışma Yeri	7
<b>Şekil 3.</b> ÖÇB Bant Yapısının Görünümü	8
<b>Şekil 4.</b> Dizde Valgus Görünümü	10
<b>Şekil 5.</b> Dizde Temasla Oluşan Valgus	10
<b>Şekil 6.</b> Ani Dönüşe Bağlı Yaralanma Mekanizması	11
<b>Şekil 7.</b> Dizlik	13
<b>Şekil 8.</b> Açılı ayarlı breys	13
<b>Şekil 9.</b> Erkeklerde Ve Kadınlarda Q Açısı	15
<b>Şekil 10.</b> İnterkondiler Çentik	15
<b>Şekil 11.</b> Sıçrama Testleri	27
<b>Tablo 1:</b> Çalışma Ve Kontrol Gruplarının Tanımlayıcı (Demografik) Verileri	30
<b>Tablo 2:</b> Çalışma Ve Kontrol Gruplarına Ait Ön - Son Test Değerleri	31
<b>Tablo 3:</b> Çalışma Ve Kontrol Grupların Grup İçi Ön Test Ve Son Test Karşılaştırma Değerleri	32
<b>Tablo 4:</b> Gruplar Arası Ön Ve Son Testlerin Gelişim Yüzdelerinin Karşılaştırılması	33

## ÖZET

### KADIN SPORCULARDA ÖN ÇAPRAZ BAĞ CERRAHİSİ SONRASI İNSTABİL ZEMİNLERDE UYGULANAN KUVVET EGZERSİZ PROGRAMININ ALT EKSTREMİTE SİMETRİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Ayşenur KURT

Yüksek Lisans Tezi, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Atakan ÇAĞLAYAN

Şubat 2019, 71 Sayfa

Çalışmaya  $121,74 \pm 3,15$  gün önce hamstring otogrefti ile ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu geçiren 18-32 yaşları arasında kadın (n:50) rekreatif sporcular katılmıştır. Katılımcılar instabil zeminlerde kuvvet antrenman programı uygulanan çalışma grubu (ÇG; n=25) ve farklı spora dönüş programları uygulayan kontrol grubu (KG; n=25) olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışma grubundaki sporculara 12 hafta süresince instabil zeminlerde gerçekleştirilen bireyselleştirilmiş progresif egzersizler 90 gün süresince 48 antrenman oturumu olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubunda ki sporcular ise klasik spora dönüş programlarına devam etmişlerdir. Sporcuların ameliyatlı(A) ve sağlam(S) bacağı arasındaki simetri indeksini belirlemek üzere Tek bacak (TB), Tek bacak üçlü (TBÜ), tek bacak çapraz(TBÇ) ve 6 metre zamanlı(6MZ) sıçrama testleri antrenman programı öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır. ÇG ve KG de yer alan sporcuların grup içi ön test ve son test değerleri karşılaştırıldığında her iki grupta da tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı gelişim görülmüştür ( $p<0,05$ ). Her iki grubun gelişim farkları değerlendirildiğinde ise; LEFS, TB-A, TB-S, TBÜ-A, TBÜ-S, TBÇ-A ve TOTAL sıçrama skorlarında ÇG lehinde KG sporcularına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Sonuç olarak instabil zemin de yapılan kuvvet egzersiz programının ÖÇB cerrahisi geçirmiş sporcuların spora dönüş evresinde hem fonksiyonel saha testleri üzerinde hem de LSI asimetrisi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. Tek bacak sıçrama testlerinin minimal ekipman ve zaman gerektirmesi ve sağlam bacağın kontrol amaçlı referans olarak kullanılması gibi avantajları izokinetik testlerle birlikte klinik değerlendirmede kullanılmasının daha etkili olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Ön Çapraz Bağ, Kuvvet, İnstabil, LSI, Denge

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE EFFECT OF STRENGTH EXERCISE PROGRAM APPLIED ON UNSTABLE SURFACES ON LIMB SYMMETRY INDEX OF FEMALE ATHLETES

Ayşenur KURT

Thesis Of Master, Physical Education and Sports Department

Thesis Advisor, Asst. Prof. Atakan ÇAĞLAYAN

February 2019, 71 page

Women aged between 18-32 years (n: 50) undergoing anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using a hamstring autograft of  $121.74 \pm 3.15$  days ago participated in the study. Participants were divided into two groups as the study group (SG; n = 25) who applied strength training program on unstable grounds and the control group (CG) that applied different return to sports programs. Individualized progressive exercises performed on unstable grounds during 12 weeks were applied to the athletes in the study group for a period of 90 days with 48 training sessions while the athletes in the control group will continue their classical rehabilitation programs. Single leg hop (SLH), Triple hop (STH), cross-over hop (SCH) and 6 m Timed hop (6MT) tests were performed before and after the training program to determine the limb symmetry index (LSI) between the injured (I) and the noninjured (NI) legs of the athletes. When the pre-test and post-test scores of the athletes were compared, a statistically significant improvement was observed in all parameters for both groups ( $p < 0.05$ ). When the improvement differences of both groups were evaluated; LEFS, TB-A, TB-S, TBU-A, TBU-S, TBC-A and TOTAL hop scores showed a statistically significant difference in favour of SG ( $p < 0.05$ ). As a conclusion, it is seen that the strength exercise program, which was applied on unstable ground, has positive effects on both functional field tests and LSI asymmetry in the return to sport phase of athletes who underwent ACL surgery. It is thought that it will be more effective to use the advantages of single leg hop tests with minimal equipment and time and the use of uninjured leg as a reference for control purposes in clinical evaluation with isokinetic tests.

**Key Words:** Anterior Cruciate Ligament, Strength, Unstable, LSI, Balance

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Diz, alt ekstremitenin eşsiz bir anatomi harmonisine ve fonksiyonuna sahip olan vücudun en büyük ve kompleks eklemi olup aynı zamanda yaralanmaya en çok maruz kalan eklemlerinden biridir. Diz eklemi oldukça zor bir eklem ve yapısındaki kemiklerin özellikleri, bağlarının çeşitliliği ve karmaşıklığı ile beraber menisküslerin yapısal ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle anlaşılması oldukça güçtür. Yaşanan diz eklemi yaralanmalarının ve rahatsızlıklarının anlaşılabilmesi, teşhis sürecinde muayene ve tetkiklerin yapılandırılabilmesi, cerrahi/ konservatif tedavi prosedürlerinin planlanabilmesi, rehabilitasyon süreci ve eksiksiz tedavi uygulanabilmesi amacıyla diz anatomisi ve biyomekaniğinin doktorlar tarafından iyi bilinmesi önem arz etmektedir 22,71,63

Diz eklemi meydana getiren bağlar, ön çapraz bağ, arka çapraz bağ, iç yan bağ ve dış yan bağ olarak bilinmektedir. Bağ yaralanmaları izole ve kombine yaralanmalar şeklinde ya da kapsül, posterior oblik ligaman, popliteus tendonu gibi yapıların yaralanmasının da oluşturduğu çok yönlü instabiliteler olarak da meydana gelmektedir.<sup>178</sup> Dizde ki stabilitenin kaybolması fonksiyonel bozukluklara neden olur ve böylece diz çevresinde görülen en sık yaralanmalardan biri olan ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmaları bu noktada önemli bir yere sahip olmaya başlar.



Şekil 1: Diz eklemi ve eklemi oluşturan bağlar<sup>82</sup>

16.000'in üzerinde yayınlanmış araştırma çalışmasıyla, ön çapraz bağ ÖÇB yaralanmaları 30 yılı aşkın bir süredir akademik ve tıp alanında araştırma konusu olmuştur.<sup>142</sup> ÖÇB yaralanmalarının günümüz koşullarında çok sık rastlanan sebeplerinden biri spor esnasında gerçekleşip ciddi sakatlıklara sebebiyet vermesi ve motor koordinasyondaki fonksiyonel defisitler açısından uzun bir süreç gerektirmektedir.<sup>104</sup> Bu süreç sporcular için endişe kaynağı olup<sup>169</sup> uzun vadede erken teşhis ve uygun tedavi yöntemlerine rağmen ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmaları; artroz, iş kaybı ve yüksek mali tabloya neden olur<sup>39</sup>

Kadın sporcularda ön çapraz bağ yaralanma oranı daha yaygın olup bu risk erkek sporcularda gözlenenin beş katıdır.<sup>9,83,147</sup> Son araştırmalar, hormonal, anatomik, çevresel, ailevi ve nöromüsküler faktörlerin yanı sıra ailesel yatkınlık ve özel gen sekansı da ÖÇB yaralanmaları risk faktörleri arasında olduğunu göstermiştir.<sup>56,129,141,93</sup>

ÖÇB'in yaralanma mekanizmaları temaslı ve temassız olmak üzere meydana gelmektedir. Ön çapraz bağ yaralanmaları, spor aktiviteleri sırasında yaklaşık % 80 oranda temas olmadan, sıçrama sonrası düşüş, ani durma ve dönme hareketleri içeren sporlarda daha fazla görülür ve tüm yaralanmaların %70-84'ünü oluşturur. Temaslı yaralanmalar ÖÇB yaralanmalarının yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır.<sup>30,52</sup> Buradan yola çıkarak temassız hasar vakalarının sayısı, temas hasarına kıyasla çok daha büyüktür.<sup>9</sup>

ÖÇB yaralanmalarının etiyojisi tam olarak anlaşılmamış olsa da, ÖÇB yaralanmaları, nöromüsküler, biyomekanik, anatomik ve hormonal faktörlerin bir kombinasyonuna bağlı olarak bilinir.<sup>168</sup> Yapılan birçok araştırmaya rağmen bu risk faktörlerinin sebepleri ve önlemeye yönelik çalışmalar yetersiz kalmıştır. Yaralanmayı önlemek, kas gücünü yeniden oluşturmak, eklem hareketliliği, nöromüsküler kontrolü yeniden kurmak ve sahaya dönüşü hızlandırmak amacıyla çeşitli antrenman programları uygulanmıştır. Bu programlar içerisinde denge, kuvvet, çeviklik, dayanıklılık, çabukluk, esneklik gibi motorik özellikleri geliştirmeyi ve yaralanmayı önlemeye yönelik fonksiyonel programlar uygulanır.

Cerrahi tekniklerindeki ilerlemeler daha iyi sonuçlar alınmasında ve bir sporcunun yaralanma öncesi seviyesine dönmesinde önemli bir potansiyel oluştursa da daha belirgin farklılıkların oluşmasında cerrahiden çok rehabilitasyon süreci önem taşımaktadır.<sup>125,164,120</sup> Cerrahi sonrasında ki rehabilitasyon sürecinde, fiziksel olarak

yorucu ve zorlayıcı aktivitelere ne zaman güvenle dönüleceği önemlidir. Rehabilitasyon süreci prensip olarak, spor dalına uygun olacak şekilde koşu, çeviklik, pliometrik sıçramalar, ani çıkışlar, durma ve yön değiştirmeler gibi driller içermelidir. Amaç kontrollü bir ortam yaratarak rehabilitasyon programı boyunca sporculara özel hareket desenlerini öğretmek zorlayıcı aktivitelere karşı hazırlamaktır. Geçmiş protokollerle karşılaştırıldığında rehabilitasyon programlarının daha agresif olduğu ve sporcuların cerrahiden 8 hafta gibi kısa bir süre sonra sportif aktivite yapmalarına izin verilmesi gerektiğini savunmaktadır.<sup>108,19</sup>

Yaralanmayı takiben en yaygın kayıp fiziksel özelliklerinden biri kas gücüdür.<sup>113</sup> Güç teriminin belli bir işi yapmanın hızı olarak düşünüldüğünde<sup>109</sup>, sporcuların gücü hızlı bir şekilde üretebilmeleri sportif performansın yanı sıra yaralanmaların önlenmesinde önemlidir.<sup>46,101</sup>

Nöromusküler antrenmanların bayan sporcularda ÖÇB yaralanma sıklığı üzerindeki etkisinin yanı sıra patlayıcı güç, bacak kuvveti ve dizde kontrollü dinamik yüklemeyi geliştirdiği bildirilirken<sup>80</sup>, denge, dinlenme ve aktivite anında yer çekimi merkezinin değişikliklerine karşı hızlı ve postüral olarak yapılan uyum olarak tanımlanır ve dinamik postürel kontrol, dinamik durumdan statik duruma geçiş esnasında dengeyi korumayı içerir. Koşu, atlama ve iniş gibi işlevsel görevlerde postürel kontrol, dayanağın sınırı içinde, ağırlık merkezinin korunmasıyla kişinin dengesini korumak amaçtır. Dinamik denge çalışmalarının alt ekstremite valgus değerlerini azalttığını dolayısıyla etkili bir koruma programı için pliometrik ve dinamik denge çalışmalarının birlikte yapılması gerektiği ortaya koyulmuştur.<sup>120,153,91</sup>

Saha testlerinin hava şartları, zemin gibi çevresel faktörlerden etkilenmesine rağmen laboratuvar testlerine göre daha pratik olması ve az ekipman gerektirmesi,<sup>116</sup> sporcu veya takımı testlerin yapılacağı laboratuvara götürme sırasındaki lojistik gereksinim ve laboratuvar testlerinin pahalı oluşu gibi faktörler, iç ortamda yapılan laboratuvar testlerinin çoğu zaman daha güvenilir ve geçerli olmasına rağmen, branşa özgü hazır oluşluluğu ölçen, geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış saha testlerinin tasarımına sebep olmuştur.<sup>34</sup> Bu doğrultuda çalışmada instabil zeminlerde uygulanan kuvvet antrenman programı neticesinde alt ekstremitede kuvvet artışı sağlamak ve yaralanma geçiren bacak ile sağlam bacak arasındaki ekstremita simetri indeksini literatürde sıklıkla kullanılan fonksiyonel saha testleri ile ölçmek hedeflenmiştir.

### **1.1. Araştırmanın Hipotezi**

Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası kadın sporculara instabil zeminlerde uygulanan kuvvet egzersiz programının alt ekstremite simetrisi üzerinde etkisi vardır.

### **1.2. Araştırmanın Problemi**

Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası kadın sporculara instabil zeminlerde uygulanan kuvvet egzersiz programının alt ekstremite simetrisi üzerinde etkisi var mıdır?

### **1.3. Araştırmanın Alt Problemleri**

Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası çalışma grubunda yer alan kadın sporculara instabil zeminlerde uygulanan kuvvet egzersiz programı tek bacak sıçrama üzerine etkisi var mıdır?

Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası çalışma grubunda yer alan kadın sporculara instabil zeminlerde uygulanan kuvvet egzersiz programı tek bacak çapraz sıçrama üzerine etkisi var mıdır?

Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası çalışma grubunda yer alan kadın sporculara instabil zeminlerde uygulanan kuvvet egzersiz programı 6 metre zamanlı sıçrama üzerine etkisi var mıdır?

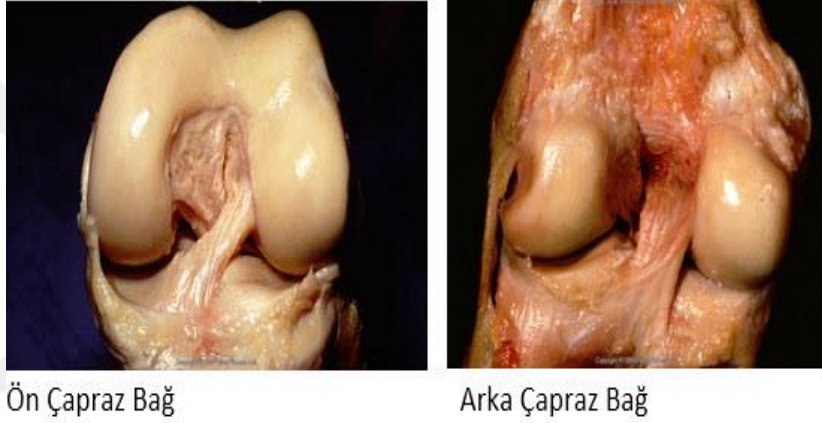
Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası çalışma grubunda yer alan kadın sporculara instabil zeminlerde uygulanan kuvvet egzersiz programı tek bacak üçlü sıçrama üzerine etkisi var mıdır?



## 2.GENEL BİLGİLER

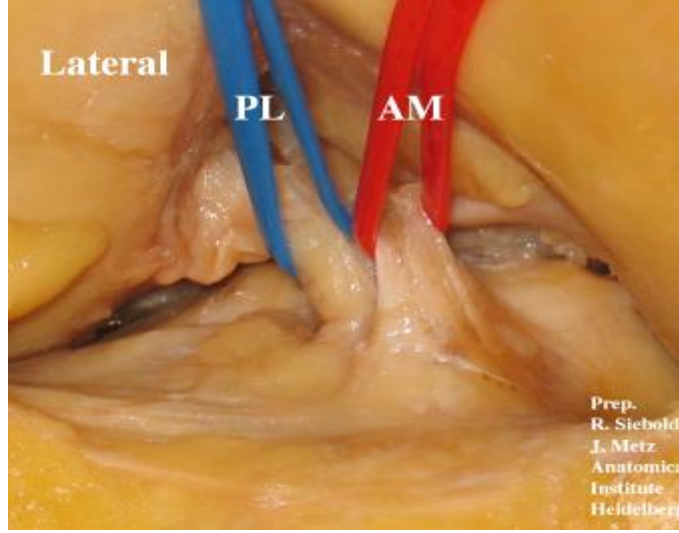
### 2.1. Ön Çapraz Bağ Anatomisi ve Yapısı

Öçb diz ekleminde bulunan kollojen açısından zengin olup fasiküllerden oluşan fibröz bir konnektif dokudur. Femoral lateral kondilin medial tarafından başlar, interkondiler fossadan oblik olarak anterior ve mediale doğru seyrederek medial tibial eminensiyaya yapışır. Tibial insersiyosu tibianın anteriorunun 10-14 mm arkasındadır. Tibial girişinin femoral insersiyon alanının yaklaşık %120'sidir ve bu bölgede kemiğe daha kuvvetle bağlanmıştır. Uzunluğu 22 ile 41 mm ve genişliği ise 7 ile 12 mm arasında olarak bilinir.<sup>174,22,8,73</sup>



**Şekil 2:** ÖÇB tibia yapışma yeri<sup>84</sup>

ÖÇB, özellikle alt fleksiyon açılarında, dizde anteroposterior ve dönme stabilitesini yönlendiren birincil yapıdır.<sup>105</sup> Tibia üzerindeki yerleştirme yerine göre adlandırılan anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) demetleri olan iki fonksiyonel demetten oluşur. AM ve PL demetleri, diz hareketinin tamamı boyunca karmaşık yüklere yanıt olarak, hem anterior stabiliteyi hem de diz stabilitesini sağlamak için bir birim olarak birlikte çalışırlar. Daha spesifik olarak, PL demeti, anteroposterior stabiliteyi kontrol etmekte ve düşük fleksiyon açılarında rotasyonda daha belirgin bir rol oynamaktadır.<sup>192,20</sup>



**Şekil 3:** ÖÇB bant yapısının görünümü<sup>85</sup>

AM demet hem tibial hem de femoral yapışma yerlerinde PL demetten daha kalındır. Femoral yapışma yerinde bu iki demetin oryantasyonu eklem hareketine bağlı olarak değişiklik gösterir. Ekstansiyon sırasında, PL demet AM demetin posteriorunda ve inferiorunda bulunurken, fleksiyon sırasında daha da derine ve inferiora doğru hareket eder. Diz ekstansiyona getirildiğinde, AM ve PL demetler birbirine paralel olarak uzanırlar.<sup>50</sup> Diz ekstansiyondayken AM demet orta derecede gevşek durumdayken posterolateral demet gergindir. Dolayısıyla ekstansiyon pozisyonundayken posterolateral lifler anterior tibial translasyonu engelleyen esas yapıdır. Dizde fleksiyon gerçekleştiğinde ise AM demette gerilim artar ve PL demetinde gevşeme meydana gelir. Bunun sonucunda anteromedial lifler gerilir ve stabilizasyonu sağlamaya başlar.<sup>139,193,50</sup> Yani ön çapraz bağı AM ve PL demetleri arasında resiprokal bir görev dağılımından söz etmek mümkündür.<sup>174lo</sup>

## **2.2. Ön Çapraz Bağı Kinematığı Ve Biyomekaniğı**

Diz, tibiofemoral ve patellofemoral eklem olmak üzere 2 eklem olarak kavramsallaştırılabilir. Tibiofemoral eklem, tibial aksiyal rotasyonun yanı sıra menteşe benzeri, sagittal düzlem eklem rotasyonunu sağlarken femurdan tibiya vücut ağırlığının iletilmesine izin verir. Fonksiyonel olarak, kuadriseps kas grubu ve patellofemoral eklemler - tibialis anterior ve ayak bileği eklemi - vücut yürüyüş döngüsünün duruş fazına girerken, ileri momentumu dağıtmak için hareket eder.<sup>138,54</sup>

Diz eklemi trokotinglimoid bir eklem olup üçü translasyonda üçü ise rotasyonda olmak üzere 6 farklı hareket derecesinden oluşan, fleksiyon ve ekstansiyonda kayma ve yuvarlanmayla beraber tipik bir fizyolojik hareket düzeyine sahiptir.<sup>2</sup>

Diz hareketlerinin limitleri, statik ve dinamik stabilize eden yapılarla belirlenir. Statik yapılar dört ana bağla birlikte kemik yapı, kapsül ve menisküsler oluştururken, dinamik stabilizeyi ise diz çevresinde bulunan kaslar ve tendonlar oluşturur ve ön çapraz bağ ile birlikte hareketi dinamik şekilde denetler. Kinematik, hareketi inceleyen ve dizde meydana gelen yaralanmanın nasıl gerçekleştiği hakkında bilgi veren bir kavramdır. Dizde ki 6 hareketi açıklayan translasyon ve rotasyon hareketlerini incelediğimizde;

Translasyonlar:

1. Medial-Lateral
2. Anterior-Posterior
3. Proksimal-Distal

Rotasyonlar:

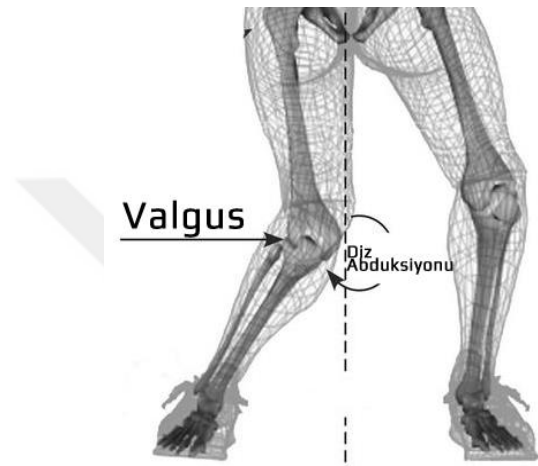
1. Fleksiyon-Ekstansiyon
2. Varus-Valgus
3. Internal-Eksternal

Diz ekleminde rotasyon iki şekilde yapılabilir. Birincisi ekstansiyonun sonunda veya fleksiyonun başlangıcında yapılan zorunlu rotasyon hareketidir. Ekstansiyonun son evresinde, bacak sabit ise femur tibia üzerinde iç rotasyon yapar. Fleksiyonun başlangıcında ise tam tersi hareket gerçekleşir yani femur tibia üzerinde dış rotasyon yapar.<sup>22</sup>

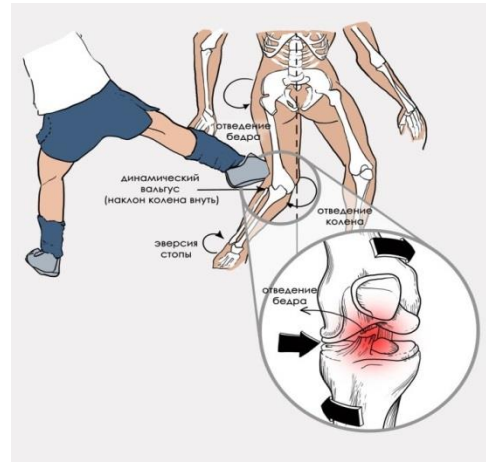
ÖÇB, dizde mekanik stabilize sağlayan, anteroposterior translasyon ve rotasyon hareketlerini kontrol eden, nöromusküler stabilitede önemli bir rol oynayan ana ligamentlerden biridir.<sup>59</sup> Ön ve arka çapraz bağ arasında fleksiyon ve ekstansiyonun farklı derecelerindeki yakın etkileşim diz ekleminin dinamik stabilitesinin sağlanmasına yardımcı olur. Fleksiyon ve ekstansiyon sürecinde bu bağların uzunluklarında ve gerilimlerinde oluşan değişimler asimetrik yapışma yerlerinden dolayıdır.

### 2.3. Kadın Sporcularda Diz Yaralanmaları

Laboratuvar sonuçlarına göre kadınlar erkeklere oranla sıçrama sonrası inişlerde, ani hız kesme ve dönüşlerde daha az diz ve kalça fleksiyonuna, dizde artmış valgusa, kalçada iç rotasyonda artışa, tibiada dış rotasyonda artışa, daha az diz eklem sertliğine ve hamstring aktivitesi yerine daha fazla kuadriseps aktivitesine sahiptir ve bu farklılıklar tibianın öne translasyonuna yol açarak yaralanma risk faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>21,25,186</sup>



Şekil 4: Dizde valgus görünümü<sup>88</sup>



Şekil 5: Dizde temasla oluşan valgus<sup>107</sup>

Ön çapraz bağ rüptürü tüm diz ligament yaralanmalarının yaklaşık% 50'sini oluşturur. Spora dönüş evresinde uygulanan programlar kas gücünü yeniden oluşturmak ve eklem hareketliliği ve nöromusküler kontrolü yeniden sağlamak amacıyla uygulanır ve çoğu zaman uzun vadede gerçekleşir.<sup>90</sup> Bu sebeple ÖÇB yaralanması, fonksiyonel defisitlere neden olduğundan sporcular için yaygın ve fiziksel olarak zayıflatıcı bir diz yaralanmasıdır.<sup>155</sup> Kadın sporcular, dizdeki tüm yaralanmaların% 30'unu oluştururken<sup>110</sup> ÖÇB cerrahisi oranı %70 oranında gerçekleşir ve erkek sporcularda görünenden beş katı daha fazladır.<sup>9</sup> Kadınlar erkeklere göre futbol, voleybol ve basketbol müsabakalarında 2-8 kat daha fazla yaralanmaya maruz kalmaktadır. Özellikle temassız oluşan ÖÇB yaralanmasının sebepleri arasında sıçrama, ani yön değişimlerinde diz ekstansiyondayken yere inişlerde dizin rotasyona uğraması sebep gösterilirken buna bağlı olarak kadınlarda artan kilo probleminin diz ekstansiyonunu arttırdığı, hormonal faktörlerin, anatomik yapının, hareket paternleri gibi bir çok faktörün etkili olduğu görülmüştür.<sup>168,122</sup>

## 2.4. Ön Çapraz Bağın Yaralanma Mekanizmaları

ÖÇB'in yaralanma mekanizmaları temaslı ve temassız yaralanmalar olmak üzere ikiye ayrılır. Spor aktiviteleri sırasında yaklaşık % 80 oranda temas olmadan, sıçrama sonrası düşüş, ani durma ve dönme hareketleri içeren sporlarda daha fazla görülür ve tüm yaralanmaların %70-84'ünü oluşturur. Temaslı yaralanmalar ise fiziksel temas içerir ve %20 oranında yaralanmaya sebep olurlar.<sup>52,30,134</sup>



**Şekil 6:** Ani dönüşe bağlı yaralanma mekanizması<sup>111</sup>

Kadınlar kassal olarak daha güçsüz olmalarının yanı sıra ani dönüş, hız kesme ve sıçrama sonrası iniş gibi pozisyonlarda ÖÇB yaralanmasına sebep olan tibianın öne translasyonunu durdurmak için önemli olan hamstring kasları yerine kuadriseps kaslarını kullanmakta buda ÖÇB üzerine hayli fazla baskı yaparak (makaslama kuvveti) yaralanmaya sebep olmaktadır.<sup>83</sup>

Ayrıca, Ön çapraz bağda gerilmeyi etkilediği düşünülen dinamik faktörler diz kinematikleri diz hiperekstansiyon, hiperfleksiyon durumlarında ve dizin dönme momentlerinde de ÖÇB yaralanmaları oluşmaktadır. ÖÇB yaralanmalarının dış çevredeki hızlı değişimlere karşı başarısız postürel değişiklik ve diz çevresindeki anormal yüklenmeler sonucu meydana geldiği düşünülmektedir.<sup>66,68</sup>

## 2.5. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarına Neden Olan Risk Faktörleri

Ön çapraz bağ yaralanmasına sebep olan birçok intrinsik ve ekstrinsik risk faktörü tanımlanmış olsada<sup>67</sup>, yaralanmanın kesin etiyolojisi henüz tam olarak anlaşılamamıştır.<sup>141</sup> Ön çapraz bağ yaralanmasına sebep olan risk faktörleri;

1.Çevresel Faktörler

2.Anatomik Faktörler

3.Hormonal Faktörler

4.Nöromusküler Faktörler

Olmak üzere 4 madde halinde ele alınabilir

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

### **2.5.1. Çevresel faktörler**

Çevresel faktörler, saha zemini, hava durumu özelliklerinin, ayakkabı tipi, ayakkabıdan yüzeye etkileşim (sürtünme katsayısı) gibi sporcuya dıştan etki eden faktörleri içerir.<sup>5</sup>

#### **2.5.1.1. Hava şartları**

Meteorolojik koşulların ÖÇB yaralanması ile ilişkili olduğu görülmüştür. Yağmurlu ve nemli hava şartlarında yapılan müsabakalarda öçb yaralanmasına yakalanma riskinin daha fazla olduğu belirtilmektedir.<sup>133</sup>

#### **2.5.1.2. Zemin**

Yüzey özelliklerinin yaralanma oranlarını etkilediği görülmektedir. Suni çimler doğal çime kıyasla<sup>132</sup>, sürtünme katsayısını arttırdığından dolayı performansı olumlu yönde etkilerken yaralanma oranlarını arttırdığı görülür.<sup>66</sup> Zeminin ıslak olması kuru zemine göre daha avantajlı kabul edilip, daha az risk taşıdığı görülmüştür.<sup>130</sup>

#### **2.5.1.3. Ayakkabı**

Ayakkabı-yüzey arası çekim gücü fazla olması durumunda, ÖÇB yaralanma riski artmaktadır. Ancak özellikle atletik branşlarda performans artışı için, özel tabanlı ayakkabılar da kullanılabilir. Kısa vidalı ayakkabı tercih edilmesi de riski azaltacaktır. Ayakkabılar zeminle olan fiksasyonu modüle ettiğinden dolayı risk faktörüdür.<sup>102,5</sup>

#### 2.5.1.4. Dizlik ve Breysler

Yapılan ilk çalışmalarda kullanılan dizlik ve breyslerin yaralanmayı önlemede yararlı olduğu düşünülse, ileri dönemlerde yapılan çalışmalar ÖÇB yaralanmalarını önleme konusunda bilimsel anlamda bir katkısının olmadığını ortaya koymuşlardır.<sup>27</sup>



Şekil 7: Dizlik<sup>123</sup>

Şekil 8: Açı ayarlı breys<sup>124</sup>

#### 2.5.2. Anatomik faktörler

Anatomik risk faktörleri alt ekstremitenin mekanik dizilimi sporcuların diz eklem stabiliteelerini etkiler, Vücut Kütle İndeksi (VKI), interkondiler notch (çap) genişliği, kuadriceps femoris açısının (Q açısı) büyüklüğü, diz eklem laksitesi, ÖÇB büyüklüğü ve kuvveti, pelvis ve gövde anatomisi ve ayak pronasyonu gibi faktörlerden meydana gelmektedir.<sup>68,177</sup>

##### 2.5.2.1. Vücut Kütle İndeksi (VKI)

Artmış VKI olan sporcularda diz yaralanmalarının sık görüldüğü; özellikle sıçrama sonrası inişte, dizin ekstansiyonda kalmasına sebep olduğu ve fleksiyona daha yavaş gelmesi sonucunda ÖÇB yaralanma riskini arttırdığı görülmüştür.<sup>33</sup>

##### 2.5.2.2. Diz Eklem Laksitesi

Diz eklem laksitesi yani eklem gevşekliği, sporcunun potansiyel olarak ÖÇB yaralanması riskine yol açabilecek bir risk faktörü olarak ele alınmaktadır. Soderman ve diğ. eklem gevşekliği yaşayan kadın futbolcular arasında yaralanma insidansını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda eklem gevşekliği ve diz hiperekstansiyonu olan sporcularda önemli ölçüde artmış ÖÇB yaralanması görüldüğünü belirtmişlerdir.<sup>165</sup> Diz

eklem laksitesi, kadınlarda erkeklere göre daha yüksek olup son zamanlarda özellikle kadın futbolcu ve basketbolcularda ÖÇB yaralanma riski ile ilişkili bulunmuştur.<sup>119</sup>

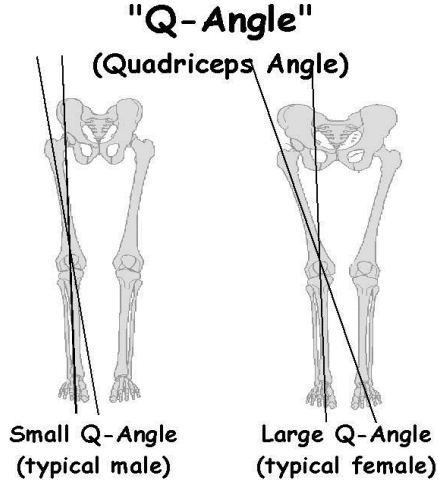
#### 2.5.2.3. Pelvis ve gövde

Kadın sporcunun biyomekanik profili karmaşık bir sistemdir. Diz eklemi mekaniği, pelvis ve gövde ile bağlantılı olduğu düşünüldüğünde yaralanma açısından risk faktörü olarak dikkate alınmalıdır. Anterior pelvik tilt kalçayı internal rotasyon, fleksiyon ve anteversiyon durumundayken hamstring kas grubunda uzama ve zayıflama meydana gelmektedir. Hamstring kas grubunun tibial anterior translasyonu engellediğinden dolayı bu kas grubundaki zayıflama yaralanma ihtimalini arttırmaktadır. Bununla birlikte valgus açısında artış meydana gelirken subtalar pronasyonunu arttırmaktadır. Gluteal kaslar dinamik valgusu kontrol etme açısından da önemli bir yere sahiptir. Pelvis ve gövde mekaniğinin temassız ÖÇB yaralanmaları üzerindeki etkisiyle ilgili çalışmalar yapılsa da henüz fikir birliğine varılamamıştır.<sup>162,79</sup>

#### 2.5.2.4. Quadriceps (Q) açısı

Artan ÖÇB yaralanmalarının en önemli anatomik risk faktörlerinden biri olan Q açısı spina iliaka anterior superior ve patella orta noktası arasındaki çizgi ile patella orta noktası ve tuberositas tibiayı birleştiren çizgi arasındaki açı olarak tanımlanmıştır. Daha büyük bir Q açısına sahip olan bireyler Q açısı küçük olanlara kıyasla femoral uzunluk oranlarına anlamlı ölçüde daha büyük bir pelvik genişliğe sahiptirler. Femoral uzunluk oranlarına göre pelvik genişlik hem statik hem de dinamik diz valgus ile ilişkili olduğu söylenmiştir.<sup>135</sup> Bu bilgilerden yola çıkarak yüksek Q açısı alt ekstremitte biyomekaniğinde değişikliğe yol açarken özellikle sıçrama sonrası yere inişlerde valgus stresini arttırdığından önemli bir risk faktörüdür.<sup>75,89</sup>

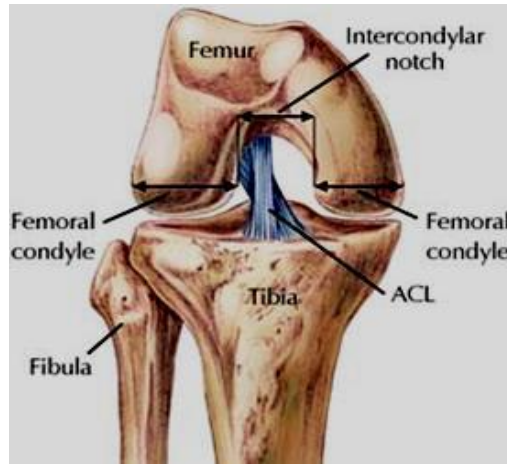




**Şekil 9:** Erkeklerde ve kadınlarda Q açısı<sup>143</sup>

#### 2.5.2.5. İnterkondiler notch genişliği, ÖÇB boyutu ve kuvveti

İnterkondiler çentik genişliğinin ÖÇB hasarı için bir risk faktörü olarak düşünülmektedir.<sup>103,167</sup> İnterkondiler çentik ters U şeklinden, düzensiz ters V şekline kadar yapısal olarak farklılık göstermektedir. Kadınlarda görülme sıklığı ise ters V şeklindedir. Yapılan anatomik çalışmalarda erişkinlerde ön genişlik ortalama 14 mm, arka genişlik ortalama 24 mm, tüm genişlik ortalaması 19 mm bulunmuştur.<sup>35</sup> Daha küçük interkondiler çentik genişliğinin yaralanma riski ile pozitif korelasyon gösterdiği belirtilmiştir.<sup>160,177</sup> Chandrashekar ve ark., kadınlarda ÖÇB kesit alanının erkeklere oranla; boy, hacim ve kütle bakımından daha küçük olduğunu bulmuşlardır.<sup>36</sup> İnterkondiler çentik ne kadar küçük olursa, tibial eksternal rotasyon ve abduksiyon sırasında çentiğin anterior ve posterior kenarlarına sıkışarak yaralanma riskini arttırdığı gözlenmiştir.<sup>44,136</sup>



**Şekil 10:** İnterkondiler çentik<sup>149</sup>

#### 2.5.2.6. Ayak pronasyonu

Subtalar eklem pronasyonu, dizdeki tibial internal rotasyon ve ayak pronasyonu arttığında valgus açılımı oluşturabilir ve bu da ÖÇB hasarı riskini arttırmaktadır.<sup>144</sup>

#### 2.5.3. Hormonal faktörler

Literatürde ÖÇB hasarı ile seks hormonları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak adına yapılan birçok çalışma olmasına rağmen henüz bir fikir birliğine varılamamıştır. Özellikle kadın sporcularda hormonların, ÖÇB yaralanmalarına sebep olduğu düşüncesine inanılmaktadır. ÖÇB hücreleri üzerinde hem östrojen hem de progesteron reseptörlerine rastlanmıştır. Menstrüasyon öncesi ovulasyon döneminde ÖÇB yaralanmalarının daha sık görüldüğü gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak östrojen seviyesinin üst noktalara ulaşmasıdır.<sup>79</sup> Arendt ve ark., kadın kayakçılar üzerinde yaptıkları bir çalışmada ÖÇB yaralanmalarının %74'ünün ovulasyon öncesi fazda ortaya çıktığını belirtmişlerdir.<sup>15</sup> Seks hormonlarının kollajen sentezinde düzenleyici rol alması ve bağ yüklenmesine sebebiyet verdiği düşüncesi ile hormonların ÖÇB yaralanmaları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.<sup>79</sup>

##### 2.5.3.1. Laksite ve Seks hormonları

Yapılan çalışmalar sonucunda seks hormonlarında artan anterior diz laksitesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Östrojen hormonunda ki artış sonucuna paralel olarak gerçekleşen eklem laksitesindeki artışın ÖÇB yaralanmalarında artış yaşandığı görülmektedir. Hewett ve Myer yaptıkları bir çalışmada oral kontraseptif alımıyla laksitenin azaldığı, dizdeki dinamik stabilitenin arttığını ve ciddi diz yaralanma riskini azalttığını belirtmişlerdir.<sup>77</sup>

\*Oral kontraseptif: Östrojen ve progesteron formları içeren ve oral (ağız yoluyla) alınan, doğum kontrol diğeri adıyla aile planlaması ve farklı amaçlarda kullanılan etkili ilaçlardır.

##### 2.5.3.2. Seks hormonları ve nöromusküler performans

Nöromusküler fonksiyonunda hormonlar tarafından etkilendiği çalışmalarda yer almaktadır. Kadınlarda ovulasyon (yumurtlama) evresinde quadriceps kas kuvvetinde artış, kaslarda gevşeme süresinde düşüş ve yorgunluğa karşı direnç kazanımında artış tespit edilmiştir.<sup>5</sup>

#### 2.5.4. Nöromusküler faktörler

Değiştirilmiş hareket paternleri, yetersiz kas sertliği, değiştirilmiş kas aktivasyon paternleri ve dinamik kas kontrolüdür.<sup>83,147</sup>

##### 2.5.4.1. Değiştirilmiş hareket paternleri

Kadınlarda, sıçrama sonrası inişler, ani hız kesme ve dönüşlerde dizde artan diz valgusu, dizde ve kalçada azalan fleksiyon, kalçada internal rotasyon ve tibiada dış rotasyonda artış, hamstring yerine quadriceps aktivitesi sonucunda tibianın öne translasyonuna yol açarak erkeklere oranla daha fazla ÖÇB yaralanması görülür.<sup>57,58,79</sup> Chappell ve ark., yaptıkları bir çalışmada rekreatif amaçlı spor yapan bireylerde alt ekstremitede yorgunluk oluşumuna bağlı olarak dizde fleksiyon açısında azalma ve dizde varusta artma meydana geldiğini belirtmiştir.<sup>37</sup>

##### 2.5.4.2. Değiştirilmiş kas aktivasyon paternleri

Kadınlarda sıçrama sonrası yere inişlerde, ani dönüşler ve manevralarda hamstring yerine quadriceps aktivasyonunun artması yaralanma riskini arttırmaktadır.<sup>79</sup> Myer ve ark., yaptıkları bir çalışmada kadın futbolcu ve basketbolcuların erkeklere oranla, artan quadriceps kuvveti ve azalan hamstring kuvvetine bağlı olarak ÖÇB yaralanma riski olarak görüldüğünü belirtmişlerdir. Bu sebeple hamstring kaslarının güçlendirilmesi yaralanma riskini azaltmak açısından önem arz etmektedir.<sup>118</sup>

##### 2.5.4.3. Yetersiz kas sertliği

Diz ekleminde, ÖÇB hasarı riskinin azaltılması ve aşırı yüklenmenin önlenmesi için hamstring ve quadriceps ko-aktivasyonu önemli bir yere sahiptir. Hamstringlerinde katılmasıyla quadriceps yükü azalır ve tibial rotasyonlara karşı direnç göstererek dinamik diz stabilitesi sağlanmada etkili olabilir.<sup>187</sup> Yapılan bazı çalışmalarda erkeklere oranla kadın sporcuların kas sertliklerinin daha az olduğunu ve özellikle quadriseps ve hamstring kaslarının yeterli sertlikte olmamalarının yaralanma riskini arttıracığı belirtilmiştir.<sup>64,65</sup>

##### 2.5.4.4. Dinamik Kas Kontrolü

Dinamik kas kontrolünde alt ekstremitte üzerinde olumsuz etkiler yaratan; kaslardaki dengesizlik, azalan torsiyonel sertlik, ani hız kesmeler, yorgunluk ve sıçrama sonrası

inişlerde postür dik bir şekilde düşüş, dizin tam ekstansiyonda olması gibi, olumlu etkilere baktığımızda; maksimum kasılmanın gerçekleşmesine hızlı bir şekilde yardımcı olan pliometrik alıştırmalar, ani hız kesmelerde hazırlıklı olma, çabukluk ve çeviklik alıştırmaları, diz çevresindeki kasların üst seviyede kasılarak sertliğinin artmasıdır.<sup>66</sup>

Yorgunluk dinamik kas kontrolü üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir, yorgunlukla birlikte fleksiyon açısında azalma meydana gelir, valgus ve tibial anteriorda makaslama kuvvetinin artmasıyla yaralanma riski artar.<sup>37</sup> Hamstring kaslarının güçlendirilmesi makaslama kuvvetini ve yaralanma riskini azaltır. Sıçrama sonrası yere inişlerde dizdeki fleksiyon esnasında hamstring kas kuvvetinin artmasıyla ÖÇB riski azaltılmış olur.<sup>187</sup>

## 2.6. Kuvvet

Spor bilimde kuvvet birçok tanıma sahiptir. Sportif verim düzeyini etkilemeyi başaran ve önemli bir unsur olup, bir dirence karşı koyabilme veya direnç karşısında belirli bir süre dayanabilme özelliği şeklinde tanımlanmaktadır.<sup>154</sup> Aynı zamanda içsel ve dışsal dirençlere karşı koymaya yardımcı sinir kas yeteneği şeklinde de bilinmektedir.<sup>31</sup>

Fizyolojik açıdan baktığımızda kasların kasılması esnasında oluşan gerilimi meydana getirir. Biyolojik açıdan incelendiğinde, sporcunun bir dirence karşı koyma, kas çalışmaları ile etkileme anlamına gelen bir kavramdır.<sup>17</sup> Başka bir tanımda ise kuvvet insanın temel özelliğinde olup, bir kütleyi hareket ettirebilir, direnci aşar veya kas gücü ile karşı koymakta olup<sup>158</sup> başka bir ifade ile kuvvet, yavaş hızda yapılan bir hareket esnasında, kasların göstermiş olduğu maksimum direnç olarak tanımlanabilir.<sup>188</sup> Kas kuvvetinin, çoğu sporsal etkinlikte ana yönlendirici olduğu bilinmekte olup aynı zamanda kas kuvvetinin sporsal verim düzeyi ile anlamlı bir ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu nedenle kas kuvveti gelişiminin önemli bir nokta olduğu ihmal edilmemelidir.<sup>31</sup>

Bir kasın maksimal gücünü ortaya koymasıyla birlikte tüm motor ünitelerinin uyarılması gerekmektedir. Ayrıca kas grubunun innervasyonundaki başarı düzeyi de kuvveti etkilemektedir.<sup>126</sup>

Sporcunun başarısını etkileyen en önemli unsurlardan biri kas kuvvetidir.<sup>16</sup> Çoğu spor dallarında, özellikle futbolda çoğu hareket (ani dönüş, sprint ve ani çıkışlar, sıçramalar, şut atma, ikili mücadele ve ani dönüşler) sırasında alt ekstremite yüksek stres altında

kalmaktadır. Sporcunun bu tür aktiviteleri yaparken yaralanmayı azaltmak ve daha iyi sonuç almak için dengeli ve optimal bir kuvvete ihtiyacı vardır.<sup>176</sup>

Yarışmacı ve rekreatif amaçlı yapılan sporlar, antrenmanın birçok bağımsız komponentine, kuvvet gelişimine, güce ve dayanıklılığa bağlıdır.<sup>81</sup>

Kuvvet antrenmanları maksimal yüklenmeleri, büyük ağırlıkları kapsıyor olsa da aslında her spor branşının gerektirmiş olduğu kuvvet ihtiyacını karşılamaya yönelik egzersizler bu antrenmanların parçasıdır.<sup>60</sup>

Antrenmanların parçası olan kuvvet aynı zamanda sporcuda oluşabilecek yaralanmaları önlemede ve yaralanma sonrası sahaya dönüşte etkin bir role sahip antrenman modeli olmuştur.

### **Kuvveti etkileyen faktörler**

Kuvveti etkileyen bir çok faktör vardır. Bunlar;

Nöral kontrol,

Kasın enine kesitinde meydana gelen artış,

Kas fibrillerindeki dizilim,

Kaslardaki uzunluk,

Eklemlerdeki açısal hız,

Motivasyonel faktörler.<sup>156,92</sup>

## **2.7. Kuvvet Çeşitleri**

Kuvvet türüne ve kasılma çeşitlerine göre ikiye ayrılır.

### **2.7.1. Türüne Göre Kuvvet**

Kuvvet türüne göre; maksimal kuvvet, relatif kuvvet, çabuk kuvvet, patlayıcı kuvvet ve kuvvette devamlılık olarak çeşitlendirilmektedir.

#### **2.7.1.1. Maksimal Kuvvet**

Kas sisteminin istemli şekilde geliştirdiği en büyük kuvvettir.<sup>157</sup> Başka bir tanımda ise Maksimal kuvvet bir direnci yenmek için kas ve kas gruplarının dinamik veya statik olarak istemli maksimal kuvvet üretme becerisi olarak tanımlanmaktadır.<sup>170</sup>

#### 2.7.1.2. Relatif Kuvvet

Vücut ağırlığı farketmeksizin, bir spor branşında hareket esnasında geliştirilen kuvvet olarak tanımlanır.<sup>157</sup>

#### 2.7.1.3. abuk Kuvvet

Kas-sinir sisteminde yüksek hızda meydana gelen kasılmayla direnci yenebilmektir.<sup>157</sup>

#### 2.7.1.4. Patlayıcı Kuvvet

Hareketin ilk anında g oranını hızla arttırabilme yeteneğidir. Kuvvetin aniden üretilmesi gereken durumlarda gereken kuvvet türüdür.

#### 2.7.1.5. Kuvvette Devamlılık

Sürekli kuvvet isteyen spor branşlarında sporcunun yorulmaya karşı gösterdiği direnç yeteneğidir.<sup>157</sup>

### 2.7.2. Kasılma eşitlerine Göre Kuvvet

Kuvvet kasılma çeşitlerine göre izometrik kuvvet, izotonik kuvvet ve izokinetik kuvvet olarak adlandırılır.

#### 2.7.2.1. İzometrik (Statik) Kasılma

İzometrik kasılmada kas boyu kısalmaz.<sup>70</sup> Kassal kuvvet direnç kuvvetine eşit olduğunda, hareket yoktur. Bu izometrik kasılma olarak bilinir ve kişinin gerçek kuvvet üretimini temsil edendir. Örneğin Ralph 90 derecelik dirsek fleksiyonunda maksimum 22 kg tutabiliyorsa, gerçek izometrik kuvveti 22,7 kg'dır. Statik bir kuvvettir ve eklemlerde hiçbir hareket gözlemlenmez.<sup>175</sup>

#### 2.7.2.2. İzotonik (Dinamik) Kasılma

Kasılma sırasında direncin sabit kaldığı durumdur. Aynı zamanda kas boyunda kısalma olan kasılma türleri olarak kabul edilirler.<sup>70,156</sup> İki çeşittir: konsantrik ve eksantrik kuvvet.

### 2.7.2.3. Konsantrik Kasılma

Kassal kuvvet dirençten daha büyük olduğunda, kas, konsantrik(pozitif) kasılma ile kısılır. Konsantrik kasılmalar, kas içi sürtünmeler ortaya konulan kuvveti % 20 düzeyinde azalttığı için, izometrik kasılmalar kadar kuvvetli değildir.<sup>175</sup> Örneğin bir futbolcunun şut çekerken quadriseps kas grubunda meydana gelen konsantrik kasılma ile birlikte dizde ekstansiyon gerçekleşmesi.<sup>156</sup>

### 2.7.2.4. Eksantrik Kasılma

Kasılma gücünün dış dirençten düşük olmasından dolayı kas boyunun uzaması aşamasıdır. Bu direnç egzersizlerinde indirme esnasında meydana gelen kasılma türüdür. Squat yaparken çökme aşaması buna örnektir. Bu aşama sırasında kontrolün kaybedilmesi durumunda önemli derecede yaralanma riski oluşabilir. Fakat aynı kas için konsantrik aşamaya göre eksantrik aşamada fizyolojik olarak daha yüksek direnç oluşturulabilmesi nedeni ile bu kontrolün kaybedilme olasılığı sabit dirençli egzersizlerde düşüktür.<sup>156,145</sup>

### 2.7.2.5. İzokinetik Kasılma

İzokinetik kasılma, ekstremitenin eklem çevresinde sürekli bir hızda hareket halinde olduğu bir kasılma türüdür. Dinamometre eşliğinde hareket hızı süreklilik kazanır. Dinamometrede görülen direnç hareket sonlanana kadar her açıda uygulanan kuvvet ile eşittir. Bu metot dinamik şekilde gerçekleşen hareketlerdeki kassal kuvvet ölçümüne imkan tanır ve optimal yüklenme meydana gelir.<sup>72</sup>

Kas kuvveti, hem sakatlıkların önlenmesi hem de yüksek performans için sporun en önemli unsurlarından birisi olmuştur. Kas kuvveti, denge ve eklem stabilizasyonunu değerlendirmenin birkaç yolu vardır. Literatürde izokinetik kas kuvveti ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, diz değerlendirmesi için, dominant-nondominant, Hamstring/Quadriceps oranı agonist-antagonist arasındaki kas dengesini ve kuvvetlerini belirlemek amacıyla en rahat yöntem izokinetik dinamometrelerdir.<sup>100,151,131</sup> Günümüzde bir çok spor branşında olmak üzere diz fleksiyon ve ekstansiyon izokinetik kas profili ortaya çıkmış ve diz çevresindeki kaslar sakatlıkların önlenmesinde, diz fonksiyonun geliştirilmesinde antrenmanlarda ve rehabilitasyon sürecinde önemli bir yere sahip olduğu belirtilmiştir.<sup>4,179</sup>

## 2.8. İnstabil Zeminlerde Propriyosepsiyon ve Denge

Propriyosepsiyon ilk olarak 1906 yılında Sherrington tarafından kullanılıp çalışmaların ortaya çıkmasında önde gelen bir isim olmuştur.<sup>161</sup> Bu kelime Latince proprio ve ception kelimelerinin birleşmesiyle meydana gelip, Proprio özelleşmiş, ception ise algılama olarak tanımlanmaktadır. Buradan yola çıktığımızda propriyosepsiyonun, özelleşmiş algılama şeklinde tanımlandığı söylenebilir. Özellikle son 20 yılda yapılan çalışmalar doğrultusunda, propriyosepsiyon kavramı, günümüzde spor yaralanmaları ile alakalı çoğu konuda ışık tutan bilgileri literatüre katmıştır.<sup>95</sup>

İki temel komponenti olup bunlardan bir tanesi durumun, pozisyonun, etki halinde olan güçlerin merkezi sinir sistemi tarafından algılanması ve analiz edilmesi, diğeri ise analiz sonuçlarında meydana gelen risk faktörlerinin yok edilmesi amacıyla yanıtın oluşturulmasıdır.<sup>95</sup>

Karmaşık bir nöromusküler sistem olan propriyosepsiyon afferent ve efferent sistemler arasında etkileşim halinde olup merkezi sinir sistemi ile vücudun diğer bölümleri arasında iki yönlü bağlantı kurmaktadır. Kaslar, tendonlar, eklem kapsülü, bağlar, menisküsler, menisküs bağları, derideki reseptörlerden gelen afferent uyarılar, yani merkezi sinir sistemine duysal bilgiyi taşıyan sinirler yoluyla gelen bilgi, beyin sapı ve beyincikte işlenir ve sonrasında merkezi sinir sisteminden periferik yapılara iletiyi sağlayan efferent sinirler vasıtasıyla motor emirleri başlatarak dengeyi sağlar.<sup>10,45</sup>

Propriyoseptif egzersizlerin önemli bir komponentini denge eğitimi oluşturmakta ve çocukluk döneminden yetişkinliğe kadar motor becerilerin en uygun şekilde öğrenilmesinde ve sportif verimin artırılmasında önkoşul olmuştur.<sup>114,61</sup> Genel tanımı ile derin duyu şeklinde tanımlanan propriyosepsiyon, bilinçli ve bilinçsiz şekilde oluşan hissin, hareketlerin otokontrolünün, postürün ve dengenin bilgisidir.<sup>41,191</sup> Özellikle ani hareket içeren spor branşlarında<sup>6</sup>, bütün bedenimizi dengede tutma ve spor branşına özgü hareketleri uygularken meydana gelen hızlı pozisyon değişimlerinde dengede kalabilmek önemli bir konudur.<sup>18</sup>

Denge, vücut üzerinde çalışan tüm kuvvetlerin, kütle merkezi istikrar sınırları içinde, destek tabanının kenar boşlukları içinde olduğu bir şekilde dengelendiği durumdur.<sup>159</sup> Vücut dengesi, ağırlık merkezinin, ayaklar tarafından tanımlanan destek tabanı içinde tutulmasıyla statik veya dinamik olabilir. Statik dengede, ağırlık merkezi hareket



halindeyken sabit kalır. Bu durumda denge hissi, ayakların tanımladığı destek tabanı içinde yerçekimi merkezini korur. Oysa dinamik denge içinde, hem ağırlık merkezi hem de destek tabanı sabit hareket halindedir ve yerçekimi merkezi, hareketin duruş fazı boyunca kendisini asla destek tabanına hizalamaz.<sup>112</sup> Dinamik denge çoğu spor ve günlük yaşam aktiviteleri için hayati öneme sahip olup, aynı zamanda karmaşık hareketlerde beceri sergilemek ve spor performansını geliştirmek için önemli bir unsur olmuştur ve bu nedenle dinamik istikrarın değerlendirilmesi önemli bir konu haline gelmiştir.<sup>148,40</sup>

Hrysomallis ve ark., geliştirilen denge performansının sıçramalar, koşular ve ani yön değiştirmeler ile ilişkisi olduğunu belirtmiştir. Sporcular için üst düzey performans için geliştirilmesi gereken bir motorik özellik olduğunu vurgulamışlardır. Özellikle basketbol, hentbol, voleybol ve futbol gibi ani yön değiştirme, sıçrama içeren branşlarda başarılı bir performansın ana unsurudur.<sup>87,98,26</sup>

İnstabil zeminler sensör ve motor geri bildirim döngülerini kısıtlayarak vücut salınımında artışlara yani denge kaybına ve kas aktivitesine neden olurlar. Bu da, gelen propriyoseptif bilginin kapasitesinde önemli değişiklik yani yüksek seviyede kontrol sistemi gerektirir.<sup>11</sup> Bunun için denge çalışmaları sonrası görülen postural kontrol gibi fonksiyonel gelişmeler ve azalan yaralanma oranları sıklıkla nöromusküler kontrol mekanizmalarındaki adaptasyonlarla ilişkilidir.<sup>49,76</sup>

ÖÇB diz ekleminde görülen propriyosepsiyon önemli bir yere sahip olup, yaralanma ve cerrahi sonrasında propriyosepsiyon ve dengede kayıp gibi çeşitli problemler yaşanmaktadır.<sup>115</sup> Dizde meydana gelen ÖÇB yaralanmasıyla birlikte propriyosepsiyon defisiti, kuvvette azalma ve laksitede artış görülebilir.<sup>183</sup>

Günümüze kadar yapılmış çalışmalarda genç ve yetişkinlerde instabil zeminlerde gerçekleştirilen denge çalışmalarının performans artırıcı etkilerini ve sportif yaşamı tehlike altına alan, ekonomik kayıplara ve sezon kayıplarına sebep olan alt ekstremitte yaralanmalarında (Ön çapraz bağ ve menisküs gibi ) önleyici bir tedavi yöntemi olduğu görülmüştür.<sup>61,49,117</sup> İnstabil platformlar veya aletler kullanarak instablite ve direnç antrenmanları rehabilitif ve sportif olarak uyarlandığında çok güçlü etkiler gösterebilir.<sup>10,95</sup>

Bunun yanında, dengede kalmayı zorlaştıran ve propriyoseptif egzersizlerde faydalanılan denge tahtası, İsveç topu ve benzer ekipmanlar gibi stabil olmayan platformların kullanımı, rehabilitasyonun ve antrenman programlarının bir parçası olarak yer almaktadır.<sup>96</sup> Anderson ve Behm, dengesizliğin bir hareketi gerçekleştirirken yeterli kuvvet çıkışının olmamasına neden olduğunu ve bu durumun, esas hareketlerin gerçekleşmesi için artan denge sorumluluğundan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Denge yeteneğinin geliştirilmesi ile vücudun stabilizasyonunu sağlamak için devreye giren temel hareket kaslarının oranının azalacağını, böylece bu kasların sıçrama veya koşma gibi aktivitelerde itici güç olarak katkı yapabileceğini belirtmişlerdir.<sup>12</sup>

## **2.9. Yaralanma Sonrası Rehabilitasyon**

Sporcuyu bir önceki seviyesine geri döndürmek ve sportif performans gelişimini arttırmak amacıyla rehabilitasyon programı iyi organize edilmeli ve sistemli bir şekilde ilerlemelidir. Fazlar arası geçiş kriterleri (eklem hareket açıklığı, kuvvet vb.) tam anlamıyla uygulanmalı ve iyi bir şekilde değerlendirilmelidir.<sup>29,53</sup>

Rehabilitasyon programı sonucunda eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, ağırlık aktarımıyla diz stabilitesindeki uyum, denge, tam diz ekstansiyonu ve propriyosepsiyon tekrardan kazandırılmalı ve en iyi seviyeye gelmelidir. Literatürde daha önce yapılan çalışmalarda ÖÇB yaralanmalarını önleme yönelik antrenman programlarının yaralanmalar üzerindeki olumlu etkisiyle birlikte sportif performans üzerindeki etkilerini belirleyen çalışmalar bulunmaktadır.<sup>128,52</sup> Rehabilitasyon süreci prensip olarak sportif müsabakalara uygun olacak şekilde koşu, çeviklik, pliometrik sıçramalar, ani çıkışlar ve durma, yön değiştirmeler, yan koşular gibi driller içermelidir. Açık ve kapalı kinetik egzersizlerle aşırı stres ortadan kaldırılmalıdır. Oluşabilecek kinezyofobi durumu engellenmelidir.<sup>189,55</sup>

Rehabilitasyon aşamasında sporcu kontrollü bir şekilde takip edilmeli ve özel hareket kalıplarını içeren branşa özgü program tasarlanarak uygulanmalıdır. Amaç kontrollü bir ortam yaratarak rehabilitasyon programı boyunca sporculara özel hareket desenlerini öğreterek zorlayıcı aktivitelere karşı hazırlamaktır.<sup>166,182</sup>

### **Spora dönüş aşamasında spora özgü testler tamamlanmış olmalı ;**

Literatürde ayrıca alt ekstremite fonksiyonel skalası (LEFS), alt ekstremite kas iskelet disfonksiyonu olan bireylerin fonksiyonel durumunu değerlendirmek için kullanılan bir

anket formudur. Klinikte ve araştırma ortamında yönetimi ve skorlaması kolaydır. LEFS 20 başlıktan oluşur her bir başlığın 5 puanlık skorlaması vardır (0-4), başlıklardan alınan puanlar toplanır ve toplam LEFS skoru belirlenir (0-80), en yüksek değerler en iyi fonksiyonel durum olarak tanımlanır. LEFS fonksiyonel durumdaki değişikliği belirleyen geçerli ve güvenilir bir araçtır. Bir önceki puandan 9 puan daha fazla artış gerçekleşmişse bu durum klinikte önemli bir artış olarak değerlendirilir.<sup>171</sup>

## **2.10. Yaralanma Sonrası Sahaya Dönüşte Fonksiyonel Testler**

Fonksiyonel testler performans seviyesini ölçmek için kullanılırken, izokinetik testler alt ekstremité gücü değerlendirmek için kullanılmalıdır. Fonksiyonel testlerin alt ekstremité simetri indeksi (LSI) sonuçları ile taraflar arasındaki izokinetik dinamometre sonuçları arasındaki pozitif yönde olan korelasyon, bu ölçüm araçlarının her birinin ön çapraz bağ ameliyatlı kişileri değerlendirmekte kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Buna rağmen, izokinetik dinamometre sağlanamadığında, fonksiyonel testlerin LSI'si quadriceps yetersizliğini ölçebilir. Fonksiyonel performans testleri (FPT), sporcunun spora dönüşünün güvenli olup olmadığını ölçmenin yanı sıra, ilerlemeyi objektif olarak ölçer ve rehabilitasyonun etkinliğini belirler. Optimal performans testleri, sporcunun aktivitelerini sahaya geri dönmeden evvel canlandırır. Yapılan çalışmalarda spora güvenli bir şekilde dönüş kriterleri tam olarak bilinmemektedir. Fakat bu kriterler spor branşının özelliğine ve branşın pivot hareketleri içerip içermediği gibi özelliklere bağlıdır. Çalışma sonuçları %90 oranında sıçrama testlerinde simetrinin oluşması önerilmektedir.<sup>51</sup>

Tek bacak sıçrama testi, yaralanma geçirmiş ekstremitéde fonksiyonel performansı, kas gücü ve kuvvetini, nöromusküler kontrolü, eklem stabilitesini, dinamik kas aktivasyonunu ve ameliyatlı bacakta güven kombinasyonunu ameliyatı ve rehabilitasyonu takiben spora özgü aktivitelerle alakalı yüklenmeleri tolere etme becerisini değerlendirmede kullanılır.<sup>184,107</sup> sıçrama testlerinin yararlı bir klinik yöntem olduğu düşünülür çünkü minimal ekipman ve zaman gerektirir, ameliyatlı bacak sağlam bacak ile karşılaştırılır ve referans olarak kullanılabilir.<sup>127</sup> Fonksiyonel testler yaralanma sonrası, hekimin sporcunun spora dönmeye tam hazır olup olmadığını değerlendirmesine yardımcı olur, bu noktada tek bacak sıçrama testleri etkili bir yöntemdir ve geçerliliği objektif olarak ölçülebilir.<sup>152</sup>

Mesafe ölçümü yapan sıçrama testlerinin, ameliyatlı ve sağlam bacakları değerlendirerek yaptıkları nicel ölçümler, fonksiyonel limitasyonları değerlendirmede ve dizin ileriki aşamalarda durumunu tahmin edebilmek için klinik olarak karar verebilme aşamasında önemli bir metottür. Testler sportif aktiviteler esnasında dinamik diz stabilitesine yönelik, sporcunun tekrar spora dönüşüne katkı sağlayan hareket paternlerini (yön değiştirme, hızlanma, ani duruş gibi).<sup>185,180</sup> Bunun yanı sıra, hastanın prognozu ve diz fonksiyonunu iyileştirmek için takip edilen rehabilitasyon programının etkinliğini değerlendirmek, asimetrisini eşitlemek için rehabilitasyon programının iyileştirilmesi ve geliştirilmesini sağlamak için kullanılabilir.<sup>121</sup> Çeşitli sıçrama testleri zaman, mesafe ve yükseklik değerlendirmek için kullanılmıştır.<sup>69</sup>

Ölçümler her iki ekstremiteye uygulanır böylece, ameliyatlı bacak performansı, sağlam taraf test performans değeri üzerinden orantılanabilir. Bu orantılamaya ekstremiter simetri indeksi denir (LSI). LSI kullanılarak, ameliyatlı bacağın performansı hakkında yorumda bulunulabilir. Tek bacak sıçrama testlerinde, 15% 'den fazla performans farkları anormal olarak nitelendirilir ve spor aktivileri sırasında artmış yaralanma risk faktörü olarak değerlendirilir.

### **3.GEREÇ ve YÖNTEM**

Çalışmaya 2017 Şubat - 2018 eylül ayları arasında,  $121,74 \pm 3,15$  gün önce hamstring otogrefti ile ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu geçiren 18-32 yaşları arasında kadın (n:56) rekreatif sporcular (10 futbol, 14 basketbol, 12 hentbol, 16 voleybol, 4 tenis) katılmıştır. Katılımcılar instabil zeminlerde kuvvet antrenman programı uygulanan çalışma grubu (ÇG; n=30) ve farklı sahaya dönüş programları uygulayan kontrol grubu (KG; n=26) olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışma grubundan 5 sporcu, kontrol grubundan ise 1 sporcu son testlere katılım sağlamadıkları için çalışma dışı tutulmuştur. ÇG ve KG oluşturan sporcular cerrahi sonrası fizik tedavi süreçleri tamamlanmış, goniometre ile ölçülen eklem hareket açıklıkları simetrik, dizlerinde ödem veya enflamasyon olmayan, tam ekstansiyona ve >120 derece fleksiyona sahip, koşu sırasında veya sonrasında dizinde ödem veya ağrısı olmayan, alt ekstremiter fonksiyonel skalası (LEFS) > 55 olan ve cerrahilerini gerçekleştiren cerrahlar tarafından fiziksel muayeneleri yapılarak spora dönüş aktiviteleri için onay alınmış hastalardan seçilmiştir. Çalışma grubundaki sporculara 8 hafta süresince instabil zeminlerde gerçekleştirilen bireyselleştirilmiş (aynı egzersizin set ve tekrar sayıları katılımcıların fiziksel, fizyolojik ve psikolojik

durumlarına göre değiştirilerek) progresif egzersizler 90 gün süresince 48 antrenman oturumu olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubunda ki sporcuların bir bölümü (n:10) antrenman programına başlayıp sonrasında düzenli olarak devam edemeyip (n:10,24 ± 5,65) kendi tercihleri ile antrenman programı uygularken kontrol grubunu oluşturan diğer sporcular (n:15) ise farklı rehabilitasyon merkezlerinde klasik spora dönüş programlarına devam etmişlerdir. Sporcuların yaralanma geçiren bacağı ile sağlam bacağı arasındaki simetri indeksini belirlemek üzere tek bacak sıçrama testleri antrenman programına başlamadan önce ve antrenman programı bitiminde uygulanmıştır. Eşlik eden bağ yaralanması geçiren, geçirilmiş diz cerrahisi hikayesi bulunan sporcular çalışmaya dahil edilmemiştir. Bireylere, çalışmada kişilerin kişisel bilgilerinin üçüncü kişilere verilmeyeceğine dair ayrıca gizlilik ibaresinin yer aldığı gönüllü katılım onay formu imzalatılmıştır. Çalışma grubuna her antrenman gününün başlangıcında 20 dakika yürüyüş, koşular, hareketlilik, dinamik esnetme, germeler ve koordinatif (ip merdiven ve çeşitli driller kullanılarak) ısınma yapılmıştır. Antrenman programı bitiminde tekrar cardio, yürüyüş, koşu uygulanmıştır. Hastalardan geri bildirim alınarak tam dinlenme verilmiştir. (Katılımcıların ağrı durumları göz önüne alınarak) Çalışmada kullanılan antrenman programı (Ek 1) daha önce yayınlanmış olan çalışma ve önleyici tekniklerden elde edilen bulgular sonucunda oluşturulmuş ve instabil zeminlerde gerçekleştirilmiştir.<sup>39,119,48</sup>

### **3.1. Antropometrik Ölçümler**

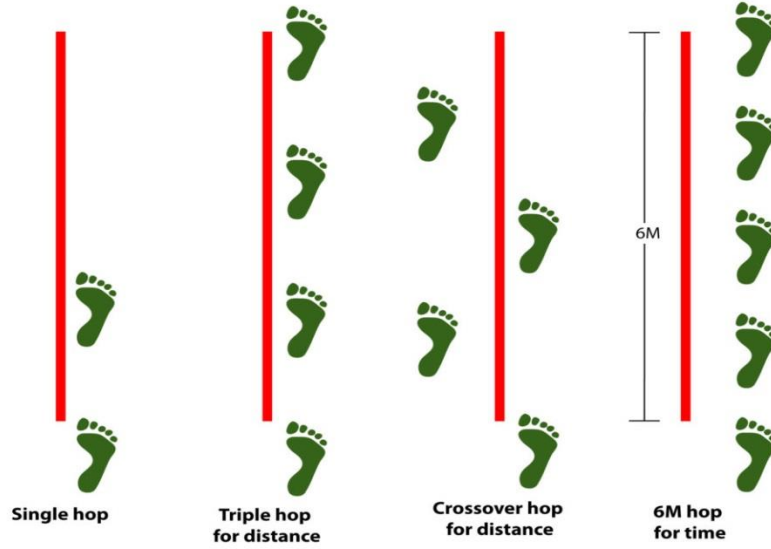
#### **3.1.1. Boy (cm)**

Katılımcıların boy ölçümleri Shind marka çelik mezura ile alınmıştır. Katılımcılar ölçüm esnasında ayakkabı ve üzerinde olan kalın kıyafetleri çıkarmışlardır. Katılımcılar dik pozisyonda topukları birbirine değerken, kolları vücudun yan tarafında olacak şekilde ölçümleri alınmıştır.<sup>3</sup>

#### **3.1.2. Vücut ağırlığı (kg) ve Vücut kütle indeksi (VKI)**

Çalışmaya başlamadan önce katılımcıların uygun kıyafet (şort, tişört ve çıplak ayak) ile Tanita MC 780 cihazı üzerine çıkmaları istenmiştir. Önce vücut ağırlıkları (kg) ardından vücut kütle indeksleri ölçülmüş ve sonuçlar kaydedilmiştir.<sup>94</sup>

### **3.2. Fonksiyonel Testler**



Şekil 11: Sıçrama Testleri<sup>163</sup>

### 3.2.1. Tek Bacak Sıçrama Testi

Tek bacak sıçrama testi sporcunun tek bacak ile sıçrama boyunca mümkün olduğunca aynı bacak eşliğinde sıçrayabildiği kadar uzak mesafeye sıçrar ve aynı bacakla bitirmesi istenmiştir. Sporcuların teste başlamadan önce 2 deneme yapmasına izin verilmiştir. Sıçradığı toplam mesafe ölçülmüş ve her ekstremitte iki kez tekrar edildikten sonra en iyi skor kaydedilmiştir. Test skorlarına göre iki bacak arasındaki fark, ekstremitte simetri indeksi (LSI) ile belirlenmiştir.<sup>140</sup>

### 3.2.2. Tek Bacak Üçlü Sıçrama Testi

Sporcu tek bacak üzerinde durur ve mümkün olduğunca en uzak mesafeye aynı bacağı ile üç ardışık sıçrama gerçekleştirir. Sıçranan toplam mesafe ölçülür ve her ekstremitte iki kez test edildikten sonra en iyi skor kaydedilir. Sporcunun hangi bacağı ile teste başladıysa o bacağı ile bitirmelidir ve dengesini iki saniye boyunca koruyabilmelidir. Test sonuçları doğrultusunda ortalamalar ekstremitte simetri indeksine göre hesaplanmıştır.<sup>140</sup>

### 3.2.3. Tek Bacakla Çapraz Sıçrama Testi

Zemin üzerinde merkezde, 15 cm genişliğinde, 6 m .uzunluğunda işaretlenmiş bir bant yerleştirilir. Sporcu aynı bacak üzerinde ardışık şekilde 3 kez bantı çapraz şekilde ileri doğru sıçraması istenmiş ve aynı bacak üzerinde iki saniye boyunca dengesini koruması

istenmiştir. Sıçranan toplam mesafe ölçülmüş ve her ekstremitte için ikişer kez denemeleri istenmiştir, ortalamaları alındıktan sonra ekstremitte simetri indeksine göre hesaplanmıştır. Sporcu test esnasında, ikinci ve üçüncü sıçrayışlar arasında hareket sürekliliğini sağlamalıdır. Bir saniyeden fazla durmak ve denge kaybı olması testi geçersiz sayılmıştır.<sup>140</sup>

#### **3.2.4. 6 Metre Zamanlı Sıçrama Testi**

Sporcunun mümkün olduğunca hızlı bir şekilde tek bacak üzerinde 6 metre boyunca sıçraması istenmiştir. Sıçranan mesafenin ölçümünde  $\pm 0.1$  sn hassasiyete sahip fotosel cihazı (Sport Expert, Türkiye) kullanılmış ve iki denemenin ardından en iyi sonuç kaydedilmiştir. Ortalamaları hesaplandıktan sonra ve ekstremitte simetri indeksine göre hesaplanmıştır.<sup>140</sup>

#### **3.2.5. Ekstremitte Simetri İndeksi (LSI)**

LSI şu formüle göre hesaplanmıştır; ameliyatlı bacak/sağlam bacak x 100 .<sup>121</sup>

#### **3.3. Alt Ekstremitte Fonksiyonel Skalası (LEFS)**

1999 yılında Binkley ve ark., Alt ekstremitte meydana gelen disfonksiyonu olan hastaların cerrahi sonrası durumlarını kolayca değerlendirebilmek için geliştirdiği 20 maddeden oluşan, her maddenin 5 sayısal değerlendirme kriteri olan, (0-80) puan aralığına sahip skala uygulanmıştır. Elde edilen veriler kaydedilmiştir.<sup>28,38</sup>

#### **3.4. İstatistiksel Analiz**

İstatistiksel analiz için SPSS 22 programı kullanılmıştır. Veriler normal dağılım göstermediğinden nonparametrik test kullanılmıştır. Gruplar arası farkı belirlemek için Mann Whitney u test kullanılmış, grup içi farklılıkları belirlemek için ise Wilcoxon test uygulanmıştır

## 4.BULGULAR

**Tablo 1:** Çalışma ve kontrol gruplarının tanımlayıcı (Demografik) verileri

		Çalışma			Kontrol	
		N	Ort	SS	Ort	SS
DEMOGRAFİK	YAŞ	25	21,68	3,85	21,44	3,19
	ÖT_GÜN	25	122,04	3,13	121,44	2,81
	ST_GÜN	25	215,28	6,07	213,96	6,69
	BOY	25	1,70	0,05	1,67	0,07
	ÖT_KİLO	25	64,04	4,91	60,84	6,54
	ST_KİLO	25	60,52	4,95	58,36	6,63
	ÖT_VKI	25	22,04	1,50	21,74	0,80
	ST_VKI	25	20,82	1,53	20,84	0,91



**Tablo 2:** Çalışma ve kontrol gruplarına ait ön - son test değerleri

		N	Çalışma				Kontrol			
			Min	Max	Ort	SS	Min	Max	Ort	SS
LEFS	ÖT_LEFS	25	58,00	64,00	60,68	1,84	58,00	64,00	61,00	2,02
	ST_LEFS	25	64,00	74,00	69,92	2,45	61,00	76,00	69,40	3,64
	% LEFS GELİŞİM	25	12,50	22,41	16,37	2,94	0,00	18,64	11,88	3,95
TB	ÖT_TB_A	25	79,00	116,00	95,80	10,11	65,00	121,00	100,56	13,09
	ST_TB_A	25	109,00	166,00	128,48	14,81	98,00	136,00	121,36	8,95
	ÖT_TB_S	25	100,00	138,00	120,96	8,99	109,00	142,00	128,12	9,68
	ST_TB_S	25	119,00	162,00	138,80	11,49	123,00	174,00	139,52	11,08
	ÖT_TB_%LSI	25	59,85	95,87	79,43	8,32	55,56	88,97	78,40	7,43
	ST_TB_%LSI	25	77,86	104,49	92,47	5,62	68,90	98,55	87,25	6,71
	% A GELİŞİM	25	16,00	79,00	34,84	15,57	6,00	51,00	22,00	12,47
	% S GELİŞİM	25	1,00	34,00	15,00	7,87	1,00	23,00	9,04	5,57
TBÜ	ÖT_TBÜ_A	25	240,00	419,00	288,48	38,99	231,00	368,00	304,48	34,87
	ST_TBÜ_A	25	276,00	457,00	377,52	41,33	305,00	457,00	365,00	35,79
	ÖT_TBÜ_S	25	320,00	424,00	377,32	27,45	311,00	427,00	390,68	28,29
	ST_TBÜ_S	25	371,00	481,00	416,32	33,03	372,00	472,00	416,56	24,31
	ÖT_TBÜ_%LSI	25	60,20	98,82	76,43	8,00	65,07	89,71	77,87	6,00
	ST_TBÜ_%LSI	25	72,63	101,11	90,60	5,70	74,45	98,38	87,66	7,10
	% A GELİŞİM	25	9,00	57,00	31,60	11,83	2,00	45,00	20,52	9,32
	% S GELİŞİM	25	4,00	21,00	10,56	5,09	1,00	22,00	6,92	4,73
TBÇ	ÖT_TBÇ_A	25	215,00	338,00	262,16	30,34	235,00	323,00	280,40	24,87
	ST_TBÇ_A	25	280,00	405,00	327,80	33,72	254,00	415,00	321,08	35,56
	ÖT_TBÇ_S	25	281,00	419,00	332,04	34,05	275,00	385,00	348,32	23,76
	ST_TBÇ_S	25	321,00	432,00	361,84	30,67	297,00	431,00	375,16	28,03
	ÖT_TBÇ_%LSI	25	70,47	91,89	79,06	5,89	71,95	88,49	80,49	4,17
	ST_TBÇ_%LSI	25	84,92	98,39	90,52	3,74	75,20	96,29	85,49	5,36
	% A GELİŞİM	25	11,00	52,00	25,52	8,66	-2,00	30,00	14,64	9,26
	% S GELİŞİM	25	1,00	17,00	9,32	4,26	0,00	17,00	7,72	3,68
6MZ	ÖT_6MZ_A	25	3,01	3,81	3,37	0,20	3,00	3,76	3,39	0,18
	ST_6MZ_A	25	2,14	2,99	2,61	0,24	2,28	3,35	2,73	0,23
	ÖT_6MZ_S	25	2,23	2,88	2,64	0,16	2,37	2,98	2,66	0,15
	ST_6MZ_S	25	1,96	2,56	2,35	0,15	2,12	2,79	2,39	0,17
	ÖT_6MZ_%LSI	25	71,99	86,42	78,15	3,75	69,01	85,58	78,66	3,88
	ST_6MZ_%LSI	25	82,37	104,98	90,39	5,16	77,43	94,96	87,80	5,15
	% A GELİŞİM	25	13,00	56,00	29,96	11,93	11,00	48,00	24,72	10,10
	% S GELİŞİM	25	-4,00	35,00	12,24	7,88	0,00	29,00	11,68	7,88
TOTAL	ÖT_TOTAL_LSI	25	68,65	87,36	78,27	4,69	72,86	85,62	78,85	3,38
	ST_TOTAL_LSI	25	84,52	97,23	90,99	3,00	82,14	96,66	87,05	3,21
	TOTAL FARK %	25	10,00	30,00	16,44	5,69	3,00	19,00	10,60	4,16

**A:** Ameliyatlı **S:** Sağlam **LEFS:** Alt Ekstremitte Fonksiyonel Skalası **TB:** Tek Bacak Sıçrama **TBÜ:** Tek Bacak Üçlü Sıçrama **TBÇ:** Tek Bacak Çapraz Sıçrama **6MZ:** 6 Metre Zamanlı Sıçrama **LSI:** Ekstremitte Simetri indeksi

**Tablo 3:** Çalışma ve kontrol grupların grup içi ön test ve son test karşılaştırma değerleri

		Çalışma		Kontrol	
		Z	P	Z	P
LEFS	ST_LEFS - ÖT_LEFS	-4,383	<b>0,000</b>	-4,294	<b>0,000</b>
TB	ST_TB_A - ÖT_TB_A	-4,373	<b>0,000</b>	-4,376	<b>0,000</b>
	ST_TB_S - ÖT_TB_S	-4,376	<b>0,000</b>	-4,375	<b>0,000</b>
	ST_TB_%LSI - ÖT_TB_%LSI	-4,345	<b>0,000</b>	-3,754	<b>0,000</b>
TBÜ	ST_TBÜ_A - ÖT_TBÜ_A	-4,373	<b>0,000</b>	-4,373	<b>0,000</b>
	ST_TBÜ_S - ÖT_TBÜ_S	-4,374	<b>0,000</b>	-4,374	<b>0,000</b>
	ST_TBÜ_%LSI - ÖT_TBÜ_%LSI	-4,319	<b>0,000</b>	-4,265	<b>0,000</b>
TBÇ	ST_TBÇ_A - ÖT_TBÇ_A	-4,374	<b>0,000</b>	-4,172	<b>0,000</b>
	ST_TBÇ_S - ÖT_TBÇ_S	-4,373	<b>0,000</b>	-4,346	<b>0,000</b>
	ST_TBÇ_%LSI - ÖT_TBÇ_%LSI	-4,319	<b>0,000</b>	-3,242	<b>0,001</b>
6MZ	ST_6MZ_A - ÖT_6MZ_A	-4,373	<b>0,000</b>	-4,373	<b>0,000</b>
	ST_6MZ_S - ÖT_6MZ_S	-4,321	<b>0,000</b>	-4,286	<b>0,000</b>
	ST_6MZ_%LSI - ÖT_6MZ_%LSI	-4,372	<b>0,000</b>	-4,103	<b>0,000</b>
TOTAL	ST_TOTAL_LSI - ÖT_TOTAL_LSI	-4,372	<b>0,000</b>	-4,372	<b>0,000</b>

**A:** Ameliyatlı **S:** Sağlam **LEFS:** Alt Ekstremitte Fonksiyonel Skalası **TB:** Tek Bacak Sıçrama **TBÜ:** Tek Bacak Üçlü Sıçrama **TBÇ:** Tek Bacak Çapraz Sıçrama **6MZ:** 6 Metre Zamanlı Sıçrama **LSI:** Ekstremitte Simetri indeksi

ÇG ve KG yer alan sporcuların grup içi ön test ve son test değerleri karşılaştırıldığında her iki grupta tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı gelişim görülmüştür ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 4:** Gruplar arası ön ve son testlerin gelişim yüzdelerinin karşılaştırılması

	Grup	N	Ort.	Ss	Min	Max	Effect size	U	P
LEFS	Çalışma	25	16,37	2,94	12,50	22,41	1,29	108	<b>0,000*</b>
	kontrol	25	11,88	3,95	0,00	18,64			
TB - A	Çalışma	25	34,84	15,57	16,00	79,00	0,91	163	<b>0,004*</b>
	kontrol	25	22,00	12,47	6,00	51,00			
TB-S	Çalışma	25	15,00	7,87	1,00	34,00	0,87	159	<b>0,003*</b>
	kontrol	25	9,04	5,57	1,00	23,00			
TBÜ - A	Çalışma	25	31,60	11,83	9,00	57,00	1,03	134	<b>0,001*</b>
	kontrol	25	20,52	9,32	2,00	45,00			
TBÜ - S	Çalışma	25	10,56	5,09	4,00	21,00	0,74	169	<b>0,005*</b>
	kontrol	25	6,92	4,73	1,00	22,00			
TBC - A	Çalışma	25	25,52	8,66	11,00	52,00	1,21	135	<b>0,001*</b>
	kontrol	25	14,64	9,26	-2,00	30,00			
TBC - S	Çalışma	25	9,32	4,26	1,00	17,00	0,40	242	0,167
	kontrol	25	7,72	3,68	0,00	17,00			
6MZ - A	Çalışma	25	29,96	11,93	13,00	56,00	0,47	233	0,123
	kontrol	25	24,72	10,10	11,00	48,00			
6MZ - S	Çalışma	25	12,24	7,88	-4,00	35,00	0,07	300	0,800
	kontrol	25	11,68	7,88	0,00	29,00			
Total	Çalışma	25	16,44	5,69	10,00	30,00	1,17	133	<b>0,000*</b>
	kontrol	25	10,60	4,16	3,00	19,00			

**A:** Ameliyathlı **S:** Sağlam **LEFS:** Alt Ekstremitte Fonksiyonel Skalası **TB:** Tek Bacak Sıçrama **TBÜ:** Tek Bacak Üçlü Sıçrama **TBC:** Tek Bacak Çapraz Sıçrama **6MZ:** 6 Metre Zamanlı Sıçrama **LSI:** Ekstremitte Simetri İndeksi

Her iki grubun gelişim farkları değerlendirildiğinde; LEFS ( $p=0,000$ ), TB-A ( $p=0,004$ ), TB-S ( $p=0,003$ ), TBÜ-A ( $p=0,001$ ), TBÜ-S ( $0,005$ ), TBC-A ( $p=0,001$ ) ve TOTAL sıçrama skorlarında ( $p=0,000$ ) ÇG lehinde KG sporcularına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken ( $p<0,05$ ) TBC-S, 6MZ-S, 6MZ-A parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ).

## 5.TARTIŞMA ve SONUÇ

Ön çapraz bağ yaralanmaları, spor aktiviteleri sırasında yaklaşık % 80 oranda temas olmadan, sıçrama sonrası düşüş, ani durma ve dönme hareketleri içeren sporlarda daha fazla görülür ve tüm yaralanmaların %70-84'ünü oluşturur. ÖÇB yaralanmaları erken teşhis ve uygun tedavi yöntemlerine rağmen; artroz, iş kaybı ve yüksek mali tabloya neden olur.<sup>30,52</sup> Günümüzde ÖÇB yaralanması geçiren sporcuların yaptıkları spor dalına güvenli dönebilmeleri için iyi bir fizik tedavi ve güçlendirmeye yönelik tedavi süreçleri önerilir. Literatürde ÖÇB cerrahisi sonrası ÖÇB ameliyatı ve tedavi sürecinden sonraki yüksek aktivite dönemine geri dönüşün, daha önce bu yaralanmaya maruz kalmamış sporculardan % 23 daha fazla risk taşıdığı bildirilmiştir.<sup>62,13</sup>

ÖÇB rehabilitasyonunda, yorucu fiziksel aktivite dönemine geri dönebilme süresini belirleyebilmek oldukça zordur. Bu süreci belirleyebilmek için ÖÇB hasarından sonra fonksiyonel performansı değerlendirmek veya yeniden yapılandırabilmek için tek bacak sıçrama testleri uygulanıp iki diz arasındaki hareket kısıtlılığı ile ortaya konmaktadır.<sup>69</sup>

Tek bacak sıçrama testleri yaralanma geçiren ekstremitede fonksiyonel performansı değerlendirmek amacıyla dizayn edilmiştir.<sup>42,127</sup> Bu testlerin alt ekstremitede kassal kuvvet, nöromusküler koordinasyon ve eklem stabilitesi gerektirdiği bildirilmiştir.<sup>173,42,23,127</sup> Ayakta durma, yürüme ve koşma gibi aktiviteler kapalı kinetik zincir biomekanikleri ile kazanılır ve izokinetik kuvvet testi gibi izole kas testi tek başına hastanın fonksiyonel düzeyi hakkında yeterli bilgi vermez.<sup>173</sup> Tek bacak sıçrama testlerinin minimal ekipman ve zaman gerektirmesi ve sağlam bacağın kontrol amaçlı referans olarak kullanılması gibi avantajları izokinetik testlerle birlikte klinik değerlendirmede kullanışlı olmasını sağlar.<sup>43,127,152</sup>

Ön çapraz bağ ameliyatını takiben, azalmış quadriceps gücü (yaralanmış bacakta >15%'den fazla fark) sıçrama testlerinde azalmış sıçrama mesafesi ile ilişkilendirilir. Bu ölçüm sonucunda, ön çapraz bağ ameliyatını takiben, kuvvet eksikliklerinin spora dönüşe tam hazır olup olmama konusunda karar vermede önemli bir kriterdir.<sup>14</sup>

Sıçrama testlerinin yönetimi basit ve işlevseldir; bu sebeple, bu testler genel olarak hem diz fonksiyonunu hem de popülasyona özgü normatif verilere ihtiyaç duymadan ÖÇB cerrahisi sonrası spora geri dönüşü hazır olduğunu değerlendirmek için kullanılır.<sup>24,128</sup>

Sıçrama testlerinin güvenilirliği dört ayda<sup>146</sup> yedi ayda<sup>32,137</sup> ve cerrahiye takiben on iki ayda<sup>86</sup> yapılabileceği çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Çalışmamızda literatürden elde ettiğimiz bilgiler doğrultusunda katılımcıların ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası ortalama 4.ayda ve 7.aylarında tek bacak sıçrama testleri yapılmıştır. Buna göre çalışmamızda ÇG'de yer alan sporcuların grup içi; TB, TBÜ, TBC, 6MZ ve Total ön-son test LSI skorlarında sırasıyla %79,43 - %92,47; %76,43 - %90,60; %79,06 - %90,52; %78,15 - %90,39; %78,27 - %90,99 değerlerine ulaşırken, KG'de yer alan sporcuların TB, TBÜ, TBC, 6MZ ve Total ön-son test LSI skorlarında sırasıyla %78,40 - %87,25; %77,87 - %87,66; %80,49 - %85,49; %78,66 - %87,80; %78,85 - %87,05 değerleri bulunmuştur (Tablo 2). ÇG ve KG de yer alan sporcuların grup içi ön test ve son test değerleri karşılaştırıldığında her iki grupta da tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı gelişim görülmüştür ( $p<0,05$ ) (Tablo 3).

Her iki grubun gelişim farkları değerlendirildiğinde ise; LEFS ( $p=0,000$ ), TB-A ( $p=0,004$ ), TB-S ( $p=0,003$ ), TBÜ-A ( $p=0,001$ ), TBÜ-S ( $p=0,005$ ), TBC-A ( $p=0,001$ ) ve TOTAL sıçrama skorlarında ( $p=0,000$ ) ÇG lehinde KG sporcularına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken ( $p<0,05$ ), TBC-S, 6MZ-S, 6MZ-A parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 4).

Gokeler ve ark., araştırmalarına ÖÇB cerrahisi uygulanan 52 hasta (38 erkek ortalama yaş  $23.9 \pm 3.5$  yıl; 14 kadın ortalama  $21.7 \pm 3.5$  yıl) katılmıştır. Hastalar cerrahiden sonra ortalama 7. ayda 3 sıçrama testini gerçekleştirmiş ve LSI değerlerini belirlemişlerdir. Tek bacak sıçrama ve tek bacak üçlü sıçrama testi sonuçları erkeklerde sırasıyla ( $156.5 \pm 23.5$ ;  $506.3 \pm 71.4$ ), Tek bacak sıçrama ve tek bacak üçlü sıçrama testi sonuçları kadınlarda sırasıyla ( $131.3 \pm 13.7$ ;  $426.5 \pm 49.2$ ). LSI değerleri ise kadınlarda Tek bacak sıçrama ve tek bacak üçlü sıçrama testi sırasıyla (95.4; 95.9) erkeklerde sırasıyla (96.5; 97.1) bulmuşlardır.<sup>62</sup> Çalışmamızda ise ÇG de yer alan katılımcıların TB ve TBÜ değerleri sırasıyla  $128,48 \pm 14,81$ ;  $377,52 \pm 41,33$ ) olarak tespit edilirken, LSI değerleri ise sırasıyla (92,47; 90,60) olarak belirlenmiştir.

Literatürde yer alan bir diğer çalışmada ise Reid ve ark., yaptıkları çalışmada ÖÇB ameliyatı geçirmiş 42 hastanın (yaş: 15-45) cerrahi sonrası 16. haftasında tek bacak sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama, çapraz sıçrama ve 6 m zamanlı sıçrama değerlerini yaralanma geçiren bacak için sırasıyla  $112 \pm 32.5$  cm,  $344.8 \pm 91.4$  cm,  $303.3 \pm 90.7$  cm,  $3.4 \pm 2.1$  sn, olarak bulurken sağlam bacak için  $135.3 \pm 31.2$ ,  $416.1 \pm 84.1$ ,  $362.6 \pm 93.2$  ve

2.5±0.71 olarak tespit etmişlerdir. LSI değerlerini ise aynı testler için sırasıyla % 82.9±15.4, % 82.6±13.3, % 83.1±13.0 ve 81.7±16.3, dört sıçramanın kombinasyonundan oluşan LSI değerini ise 82.6±13.0 olarak tespit etmişlerdir. Yazarlar bu ilk ölçümlerden 2 gün ve 5 gün sonra güvenilirliği sağlamak amacıyla tekrar aynı testleri yapmışlar ve sonuçların her iki bacak içinde gelişim gösterdiğini fakat LSI değerlerinin birbirine yakın olduğunu ortaya koymuşlardır. Herhangi bir antrenman protokolü uygulamadan 6 hafta sonra yani cerrahiden 22 hafta sonra yaptıkları ölçümlerde ise tek bacak sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama, çapraz sıçrama ve 6 m zamanlı sıçrama değerlerini yaralanma geçiren bacak için sırasıyla 141.4±28.1 cm, 393.2± 88.9 cm, 358.6±89.3 cm, 2.6±0.8 sn, olarak bulurken sağlam bacak için 160.0±26.0, 450.6±99.4, 405.6±89.8 ve 2.3±0.5 olarak tespit etmişlerdir. LSI değerlerini ise aynı testler için sırasıyla % 88.2±9.5, % 87.7±10.2, % 88.3±9.6 ve 89.6±9.5, dört sıçramanın kombinasyonundan oluşan LSI değerini ise 88.5±8.5 olarak tespit etmişlerdir. Yazarlar buna ek olarak LEFS değerlerini de cerrahiden sonra 16. haftada 66.0±9.9, 22. haftada ise 69.3±8.3 olarak tespit etmişlerdir.<sup>146</sup> Yazarların ilk testlerden elde ettikleri değerler çalışmamızla örtüşürken son testlerde ölçülen değerler çalışmamızda elde ettiğimiz hem sıçrama hem de LSI değerlerinden daha az olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin çalışmamızda uyguladığımız antrenman programının etkisinin yanı sıra son testlerin cerrahiden sonra 28. hafta da (yaklaşık 7 ay) yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Spora güvenli geri dönüş için literatürde de belirtilen % 90 ve üstü LSI değerlerinin cerrahiden 7.aydan sonra elde edildiği görülmektedir. Başka bir çalışmada Kınıklı ve ark., sadece hamstring otogrefti kullanılarak cerrahisi gerçekleştirilen ve yaşları çalışma grubu için (n=16) 33.87±8.19 ve kontrol grubu için (n=17) 32.64±8.21 olan 33 hasta üzerinde progresif eksentrik ve konsentrik egzersiz programı uygulamışlar ve cerrahiden 16 hafta sonra yaptıkları yatay ve dikey sıçrama testlerinde çalışma grubunun LSI değerini sırasıyla 91.14±8.6 ve 89.18±10.36, kontrol grubunun LSI değerlerini ise sırasıyla 84.58±7.4 ve 77.25±14.98 olarak belirlemişlerdir. Yazarlar dikey sıçrama testinde (p=0.012) ve yatay sıçrama testinde (p=0.027) istatistiksel anlamlılık tespit ederlerken diz ekstansör ve fleksör izokinetik kuvveti açısından fark bulamamışlardır (p>0.05).<sup>97</sup>

Wellsandt ve ark., 70 sporcuyla yaptıkları çalışmada ÖÇB cerrahisi öncesinde ilk olarak kuadriseps kuvveti testi uygulamışlar ardından rehabilitasyon programı ve onu takiben sıçrama testlerini uygulamışlardır. Cerrahiden 6 ay sonra tekrar sıçrama testleri

uyguladıktan sonra 40 (% 57,1) hasta, kuadriseps kuvveti ve tüm tek bacaklı sıçrama testleri sonucunda % 90 LSI'ya ulaşmışlardır. Sadece 20 (% 28,6) hasta, kuadriseps kuvveti ve tüm sıçrama testleri için % 90 düzeyine ulaşamamıştır.<sup>181</sup> Çalışmamızda ise her ne kadar ortalama TOTAL LSI değeri spora geri dönüşte belirtilen referans değeri olan %90 seviyesini yakalamış olsa da çalışmaya katılan 8 sporcunun 4 sıçrama testinin kombinasyonundan oluşan %90 TOTAL LSI değerini sağlayamadığı görülmektedir. Çalışmamıza KG olarak katılan sporcularda ise 20 olarak tespit edilmiştir. Testlerin her biri ayrı incelendiğinde ise ÇG ve KG için TB,TBÜ,TBÇ ve 6MZ testlerinde sırasıyla (6-16; 8-14; 11-18; 9-14) katılımcının %90 LSI değerine ulaşamadığı tespit edilmiştir.

Hartigan ve ark., Yaşları 13-55 arasında ÖÇB cerrahisi geçirmiş 49 hastayı iki gruba ayırmışlardır. Pertürbasyon antrenmanı (n=23) ve kuvvet antrenmanı (n=26) uygulamışlar ve sonucunda cerrahiden üç ay sonra yapılan sıçrama testleri LSI sonucu %90 a ulaşmamıştır. 3.ayda pertürbasyon antrenmanı uygulayan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi LSI sonuçları sırasıyla (83.7 ; 81.7 ; 82.4 ; 89.2). Kuvvet antrenmanı yapan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi LSI sonuçları sırasıyla (83.1; 85.6; 86.4; 89.8)değerlerini bulmuşlardır. Cerrahiden altı ay sonra, her iki grup için skor aralıkları geniş kalmaya devam etse de, tüm sonuçlar en az % 90 idi. Pertürbasyon antrenmanı uygulayan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi sonuçları sırasıyla (92.6; 93.1; 93.5; 95.2). Kuvvet antrenmanı yapan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi sonuçları sırasıyla (92.9; 95.2; 95.0; 98.2) değerlerine ulaşmışlardır.<sup>74</sup>

Cerrahiden on iki ay sonra, sıçrama testi skorları kuvvet grubunda anlamlı olarak daha yüksek görülmüştür. 6 metre zamanlı sıçrama testi için puan aralığının kuvvet grubu için simetrik değerler olduğu kabul etmişler, çünkü ilgili uzuvlar diğer uzuvların en az % 90'ına sahip olduğu görülmüş; Pertürbasyon grubundakiler için puan aralıkları % 90'ın altındaki değerleri içerdiği görülmüş ve cerrahiden 12 ay sonra tüm spor geri dönüş kriterleri için ortalama değerler % 90'ın üzerinde kalmaya devam etmiştir. Pertürbasyon antrenmanı uygulayan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi sonuçları sırasıyla (94.9; 96.3; 95.4; 95.2). Kuvvet antrenmanı yapan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi sonuçları sırasıyla (98.0; 97.7 ;

97.6; 100.3) sonuçlarına ulaşmışlardır.<sup>74</sup> Araştırmacıların uyguladıkları kuvvet antrenman programının çalışmamızda uyguladığımız instabil zeminlerdeki kuvvet antrenmanına benzer şekilde olumlu etki gösterdiği görülmektedir.

Çalışmamızda çıkan LSI sonuçlarına benzer olarak, Toole ve ark ., yaptıkları çalışmada ÖÇB cerrahisi sonrası yaklaşık 8,5 ayında 27 erkek ve 88 kadın olmak üzere toplamda 115 sporcu çalışmışlardır. Katılım kriteri olarak unilateral ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş olmak, cerrahiden sonra rehabilitasyon programı uygulamak, yılda en az 50 saat düzenli spor yapmak kriter alınmıştır. Çalışmamızdan farklı olarak tüm greft tipleri (patellar tendon otogreft, hamstring tendon otogreft ve allogreft) ile cerrahi geçirmiş olan sporcular dahil edilmiştir. Sıçrama testleri sonuçlarına bakıldığında erkeklerde tek bacak, tek bacak üçlü, tek bacak çapraz ve 6 metre zamanlı sıçrama testleri LSI değerleri sırasıyla ( $93.7 \pm 6.4$ ;  $94.9 \pm 7.6$ ;  $92.8 \pm 12.3$ ;  $96.3 \pm 8.0$ ), kadınlarda tek bacak, tek bacak üçlü, tek bacak çapraz ve 6 metre zamanlı sıçrama testleri LSI değerleri sırasıyla ( $94.2 \pm 6.3$ ;  $95.2 \pm 6.1$ ;  $95.1 \pm 7.5$ ;  $96.8 \pm 7.6$ ) değerlerine ulaşmışlardır.<sup>172</sup>

Xergia ve Pappas hamstring grefti kullanılarak cerrahileri gerçekleştirilen 22 rekreasyonel erkek sporcu ve 22 kontrol grubu olmak üzere 44 kişi ile çalışmalarını yapmışlardır.  $7 \pm 0.9$  ayda, çalışma grubu tek bacak üçlü sıçrama ve çapraz sıçrama testi sağlam olmayan bacakta sırasıyla ( $325 \pm 88$ ;  $312 \pm 86$ ), Sağlam bacakta tek bacak üçlü sıçrama ve çapraz sıçrama testi sonuçları sırasıyla ( $400 \pm 88$ ;  $372 \pm 88$ ). LSI değerleri ise (81;84) sonucuna ulaşmışlardır. Kontrol grubu tek bacak üçlü sıçrama ve çapraz sıçrama testi sağlam olmayan bacakta sırasıyla ( $480 \pm 69$ ;  $414 \pm 54$ ), sağlam bacakta ise ( $476 \pm 66$ ;  $415 \pm 60$ )sonucuna ulaşmışlardır. LSI değerleri ise (101;100) çıkmıştır. ÇG ve KG karşılaştırıldıklarında ÇG tüm hızlarda daha fazla izokinetik diz ekstansiyonuna ve sıçrama testlerinde daha yüksek asimetri olduğunu gözlemişlerdir. ÇG LSI iniş fazında daha az ayak bileği dorsifleksiyonu ve diz fleksiyonu görülmüştür. Sıçrama testlerinde özellikle yere iniş aşamalarında fonksiyonel bozukluklar ve izokinetik diz ekstansiyon eksikliklerinin yanı sıra kinematik farklılıkların görüldüğünü belirtmişlerdir.<sup>190</sup>

Çalışmamızda uyguladığımız antrenman programına benzer şekilde Risberg ve ark., ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş 74 (27 kadın,47 erkek) kişi ile çalışma yapmışlardır. Kuvvet antrenman grubu (n=35) ve nöromusküler antrenman grubu (n=39) olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Nöromusküler antrenman grubu çalışmalarını 3-5 hafta aralığında 6



faza ayırmış ve denge egzersizleri, dinamik eklem stabilite egzersizleri, plyometrik egzersizler, çeviklik drilleri ve spora özgü egzersizleri uygulamışlardır. Kuvvet antrenman grubu ise quadriceps femoris, hamstring, gluteus medius ve gastrocnemius gibi alt ekstremitte kaslarına yönelik Amerikan Spor Hekimliği Kolejinin önerilerinden oluşan egzersizleri uygulamışlardır.<sup>7</sup> Cerrahi öncesi kuvvet antrenman grubunun üçlü sıçrama ve tek bacak sıçrama sonuçları sırasıyla (83.1; 81.0), nöromusküler antrenman grubunun sonuçları sırasıyla (88.5; 84.9) 6. ayda alınan ölçüm sonuçları kuvvet antrenman grubunda üçlü sıçrama ve tek bacak sıçrama (94.6; 93.7), nöromusküler antrenman grubunda ise (91.8; 90.1) bulunmuştur. 3. ayda sıçrama test ölçümü alınmamıştır. Çalışmacılar 6. Ayda alınan ölçümler değerlendirildiğinde kuvvet antrenman programının nöromusküler antrenman programına göre daha etkili sonuçlar gösterdiğini belirtmişlerdir.<sup>150</sup> Çalışmamızda ise instabil zeminlerde yapılan nöromusküler çalışmaların farklı protokollerle kuvvet çalışan KG sporcularına göre daha etkili olduğu görülmektedir.

Logerstedt ve ark., yaptıkları çalışmada 15-53 yaş arası 83 sporcuya cerrahi öncesi pertürbasyon uygulaması yapıldıktan sonra, semitendinosus-grasilis otogrefti ve yumuşak doku allogrefti uygulanarak cerrahi sonrası alt ekstremitteyi kuvvetlendirmeye yönelik nöromusküler antrenmanlara devam etmişlerdir. Fonksiyonel toparlamayı sağlamak için kuadricesps kuvveti, sıçrama testler, diz fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla uluslararası kişisel diz değerlendirme anketi, günlük sonuç ölçeği ve işlev değerlendirme anketi uygulamışlardır. Başlangıçta iki bacak arasında ki fark tek bacak sıçramada 87.2, tek bacak çapraz sıçrama 91.2, tek bacak üçlü sıçrama 87.1, 6 metre zamanlı sıçrama 91.1, pertürbasyon antrenmanı sonrası iki bacak arasında ki fark tek bacak sıçramada 93.8, tek bacak çapraz sıçrama 95.4, tek bacak üçlü sıçrama 94.0, 6 metre zamanlı sıçrama 96.3 bulunmuştur. 6. Ay sonuçlarına baktığımızda iki bacak arasında ki fark tek bacak sıçramada 94.1, tek bacak çapraz sıçrama 95.9, tek bacak üçlü sıçrama 95.4, 6 metre zamanlı sıçrama 96.5 bulmuşlardır. 6. Aydan sonra ekstremitte simetrisinin normal seviyeye geldiği gözlenmiştir.<sup>106</sup>

Abrams ve ark., geleneksel sıçrama testlerini incelemişlerdir. Sonuçta 6 metre zamanlı ve tek bacak çapraz sıçrama testlerinin sahaya dönüş için kullanılan en iyi belirleyiciler olduklarını ve sonuçların, ilk 6 ay içinde % 70 oranında normal sınırlarda olduğunu, 1 yıl içinde de hemen hemen her kategoride, % 90'ın altında olduğunu ifade etmişlerdir.<sup>1</sup>

Üçlü tek bacak sıçrama testi sporcunun alt ekstremitte gücünü ve kuvvetini belirleyen kullanışlı bir klinik test olarak değerlendirilebilirken statik denge ile ilişkisi olmadığı fakat daha uygun ve fonksiyonel olan Star Excursion Balance Test gibi dinamik denge testleri ile ilişkisi olabileceği bildirilmiştir.<sup>99,47</sup>

1999 yılında Binkley ve ark., Alt ekstremitte meydana gelen disfonksiyonu olan hastaların cerrahi sonrası durumlarını kolayca değerlendirebilmek için alt ekstremitte fonksiyonel ölçeğini (LEFS) geliştirmiştir. Alt ekstremitte fonksiyonel ölçeği 20 maddeden oluşmaktadır ve her bir maddenin 5 sayısal değerlendirme kriteri vardır. 0-80 arası toplam puan elde edilmekte ve toplam puan ne kadar yüksek çıkarsa değerlendirme sonucu olumlu kabul edilir.<sup>28,38</sup>

Sonuç olarak literatürde yer alan birçok rehabilitasyon protokolünün kombinasyonu ile dizayn edilen instabil zemin de yapılan kuvvet egzersiz programının ÖÇB cerrahisi geçirmiş sporcuların spora dönüş evresinde hem fonksiyonel saha testleri üzerinde hem de LSI asimetrisi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir ancak çalışmamızda da belirttiğimiz gibi ÇG de yer alan tüm katılımcılar referans olarak belirtilen LSI değerlerine ulaşamamışlardır. Bu durum göz önünde bulundurularak katılımcıların spora güvenli dönüşlerinin sağlanabilmesi için antrenman programına devam etmeleri önerilmektedir. Tek bacak sıçrama testlerinin minimal ekipman ve zaman gerektirmesi ve sağlam bacağın kontrol amaçlı referans olarak kullanılması gibi avantajları izokinetik testlerle birlikte klinik değerlendirmede kullanılmasının daha etkili olacağı düşünülmektedir.

## 6.KAYNAKLAR

- 1) Abrams Gd, Haris JD, Gupta AK, McCormick FM, Bush-Joseph CA, Verma NN, Cole BJ, Bach Jr BR (2014) functional performance testing after anterior cruciate ligament reconstruction *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2(1)
- 2) Akan K., Poyanlı OŞ. The Surgical Anatomy of the Knee, *Turkiye Klinikleri J Orthop & Traumatol-Special Topics* 2013;6(4):9-16
- 3) Akın S., Coşkun Ö.Ö., Özberk Z.N., Ertan H., Korkusuz F., ‘Profesyonel ve Amatör Futbol Oyuncularının Fiziksel Özellikler ve İzokinetik Diz Kaslarının Konsantrik Kuvvetinin Karşılaştırması’, *Klinik Araştırma*, Volume 15, No 3, s: 161-167, (2004).
- 4) Alangari A.S., Al-Hazzaa H.M., “Normal Isometric and Isokinetic Peak Torques of Hamstring and Quadriceps Muscles in Young Adult Saudi Males”, *Neurosciences*, Vol.9 (3):165–170, (2004).
- 5) Alentorn-Geli, E., Myer, G.D., Silvers, H.J., Samitier, G., Romero, D., Lazaro-Haro, C. ve diğerleri. (2009) Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17 (7), 705-729.
- 6) Alpay, C. B., Işık, Ö. (2017). Comparison of body components and balance levels among hearing-impaired wrestlers and healthy wrestlers. *Acta Kinesiologica*, 11(1):79-84.
- 7) American College of Sports Medicine Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30:975–991.
- 8) Amis, A. A., Dawkins, G. P. (1991). Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br*, 73(2), 260-267.
- 9) An KO., Park GD., Lee JC. Effects of acceleration training 24 weeks after anterior cruciate ligament reconstruction on proprioceptive and dynamic balancing functions 2015, *J. Phys. Ther. Sci*. 27: 2825–2828.
- 10) Anderson K., Behm D.G., ‘The Impact of Instability Resistance Training on Balance and Stability’, *Sports Medicine*, 35 (1): 43-53, (2005).
- 11) Anderson K., Behm D.G., ‘Trunk Muscle Activity Increases With Unstable Squat Movements’, *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30 (1): 33-45, (2005).

- 12) Anderson K.G., Behm D.G., ‘Maintenance of EMG Activity and Loss of Force Output with Instability’, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Volume: 18, Issue: 3, Pages: 637-640, (2004).
- 13) Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. (2016). Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 44(7):1861-76.
- 14) Garrison JC, Bothwell JM, Wolf G, Aryal S, Thigpen CA. (2015), ‘Y balance test anterior reach symmetry at three month related to single leg functional performance at the time of return to sports following anterior cruciate ligament construction’. *The international journal of sports physical therapy* Vol:10 num:5 page:602
- 15) Arendt, E., Bershadsky, B., Agel, J. (2001) Periodicity of noncontact anterior cruciate ligament injuries during the menstrual cycle. *The journal of gender-specific medicine: JGSM: the official journal of the Partnership for Women's Health at Columbia*, 5 (2), 19-26.
- 16) Askling C, Karlsson J, Thorstensson A: Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports* 13: 244-50, 2003.
- 17) Ateş M., Ateşoğlu U., ‘Pliometrik Antrenmanın 16-18 Yaş Grubu Erkek Futbolcuların Üst ve Alt Ekstremitte Kuvvet Parametreleri Üzerine Etkisi’, *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, V (1) 21-28, (2007).
- 18) Atılğan O.E., (2013). ‘Effects of Trampoline Training on Jump, Leg Strength, Static and Dynamic Balance of Boys’, *Science of Gymnastics Journal*, Vol. 5, Issue 2: 15 – 25
- 19) Augustsson J. Documentation of strength training for research purposes after ACL reconstruction. *Knee Surgery 2013, Sports Traumatology, Arthroscopy*, Volume 21, Issue 8, pp 1849–1855
- 20) Azar AA., Sabzevari S., Irarrázaval S., Chao T., Fu FH.(2016). Anatomical Individualized ACL Reconstruction, *Arch Bone Jt Surg.* 2016; 4(4): 291-297.
- 21) Bahr R, Krosshaug T. Understanding the injury mechanisms: a key component to prevent injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005;39:324-329.
- 22) Bamaç B. Diz Ekleminin Fonksiyonel Anatomi Ve Biyomekaniği. İçinde: *Diz Yaralanmalarında Rehabilitasyon*, Baltacı G.(Ed.), 1. Baskı, Hipokrat Kitabevi, Ankara; 2016: S.3.

- 23) Barber SD, Noyes FR, Mangine RE, McCloskey JW, Hartman W. (1990). Quantative Assessment of Functional Limitations in Normal and Anterior Cruciate Ligament- Deficient Knees. *Clin Orthop Relat Res.* 255: 204-214.
- 24) Barber-Westin, S. D., & Noyes, F. R. (2011). Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 27(12), 1697-1705.
- 25) Baumhauer JF, Alosa DM, Renstrom AF, Trevino S, Beynnon B. A prospective study of ankle injury risk factors. *Am J Sports Med.* 1995; 23:564-570.
- 26) Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The use of instability to train the core musculature. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35(1):91–108. <https://doi.org/10.1139/H09-127>.
- 27) Beynnon BD, Fleming BC, Churchill DL, Brown D. The effect of anterior cruciate ligament deficiency and functional bracing on translation of the tibia relative to the femur during nonweightbearing and weightbearing. *Am J Sports Med.* 2003;31:99-105.
- 28) Binkley et al (1999): The Lower Extremity Functional Scale (LEFS): Scale development, measurement properties, and clinical application. *Physical Therapy.* 79:371-383.
- 29) Bizzini M, Hancock D, Impellizzeri F (2012) Suggestions From The Field For Return To Sports Participation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Soccer. *Journal Of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 42(4):304-12
- 30) Boden, B.P., Sheehan, F.T., Torg, J.S., Hewett, T.E. (2010) Noncontact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *J Am Acad Orthop Surg*, 18 (9), 520-527.
- 31) Bompa T.(2015). Nitelikli Kuvvet Antrenmanı. Spor Yayınevi, 2. Baskı , Ankara
- 32) Brosky Jr, J. A., Nitz, A. J., Malone, T. R., Caborn, D. N., & Rayens, M. K. (1999). Intrarater reliability of selected clinical outcome measures following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29(1), 39-48.
- 33) Brown CN, Yu B, Kirkendall DT, et al. Effects of increased body mass index on lower extremity motion patterns in a stop-jump task: National Athletic Trainers Association annual meeting. Indianapolis, In, June 13-16, 2005. *J Athl Train.* 2005;404(suppl):5.

- 34) Castagna C, Impellizzeri FM, Belardinelli R, Abt G, Coutts A, Chamari K, and D'Ottavio S. Cardiorespiratory responses to yo-yo intermittent endurance test in nonelite youth soccer players 2006, *J Strength Cond Res* 20: 326–330.
- 35) Cebeci İ.: Hamstring Greftli Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonlu Sporcularda Postoperatif Spora Dönüş Dönemi Takip Parametrelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, İstanbul 2006.
- 36) Chandrashekar N, Slauterbeck J, Hashemi J (2005) Sex-based differences in the anthropometric characteristics of the anterior cruciate ligament and its relation to intercondylar notch geometry. *Am J Sports Med* 33:1492–1498
- 37) Chappell, J.D., Herman, D.C., Knight, B.S., Kirkendall, D.T., Garrett, W.E., Yu, B. (2005) Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *Am J Sports Med*, 33 (7), 1022-1029.
- 38) Citaker S., Kafa N., Kanik ZH., Ugurlu M., Kafa B., Tuna Z. Translation, cross-cultural adaptation and validation of the Turkish version of the Lower Extremity Functional Scale on patients with knee injuries, *Arch Orthop Trauma Surg* (2016) 136:389–395 DOI 10.1007/s00402-015-2384-6
- 39) Çağlayan A, Karahan M, Erdem K, Ökmen AŞ (2015). Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarını Engelleyici Antrenmanların Bayan Futbolcularda Yaralanma Sıklığı ve Fiziksel Parametreler Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi*. Cilt 1, Sayı 2, 104-113.
- 40) Çelenk Ç., Arslan H., Aktuğ ZB., Şimşek E.(2018). The Comparison Between Static And Dynamic Balance Performances Of Team And Individual Athletes, *European Journal of Physical Education and Sport Science*, Volume 4, Issue 1, <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1134618>
- 41) Çulhaoğlu B., ‘Sağlıklı Genç Bireylerde Nemli Sıcaklık ve Kısa Dalga Diatermi Uygulamasının Denge, Eklem Pozisyon Hissi ve Kas Kuvveti Üzerine Etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, T.C., Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Ankara, (2011).
- 42) Daniel DM, Malcolm L, Stone ML, Perth H, Morgan J, Riehl B. (1982). Quantification of Knee Stability and Function. *Contemp Orthop*. 5(1): 83-91.
- 43) Daniel DM, Stone ML, Riehl B, Moore MR (1988). A Measurement of Lower Limb Function: The One Leg Hop for Distance. *Am J Knee Surg*. 1(4):212-214.

- 44) Dienst M, Schneider G, Altmeyer K, Voelkering K, Georg T, Kramann B, Kohn D (2007) Correlation of intercondylar notch cross sections to the ACL size: a high resolution MR tomographic in vivo analysis. Arch Orthop Trauma Surg 127:253–260
- 45) Donatelli, R., Wooden, M. (2010). Orthopaedic physical therapy. W. J. Hurd & L. S. Mackler (Ed.). Neuromuscular training (fourth bs., s. 377-387). Churchill Livingstone Elseiver: Linda Duncan.
- 46) Dudley G.A., Stevenson S.W. ‘Use of Electrical Stimulation in Strength and Power Training 2003, In: Komi PV (Ed) Strength and Power in Spor’t. Blackwell Science, Oxford, pp 426–435.
- 47) Hamilton Rt, Shultz SJ, Schmitz RJ (2008). ‘Triple hop distance as av valid predictor of lower limb symmetry and power’. J Athl Train 43:144-151
- 48) Baltacı G.,(2016).Diz Yaralanmalarında Rehabilitasyon,Hipokrat Kitabevi, Ankara
- 49) Emery C.A., Cassidy J.D., Klassen T.P., Rosychuk R.J, Rowe B.H., ‘Effectiveness of a Home-Based Balance-Training Program in Reducing Sports-Related Injuries Among Healthy Adolescents: A Cluster Randomized Controlled Trial’, CMAJ, 172 (6): 749-754, (2005).
- 50) Harput G.,(2015). Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası İki Farklı Stabilizasyon Eğitiminin Diz Kas Kuvvet Gelişimine Etkilerinin Karşılaştırılması,Hacettepe Üniversitesi,Sağlık Bilimleri Enstitüsü,Doktora Tezi
- 51) Ercan S., Demir HM., Atalay YB., Turgay O., Atay T., Çetin C. Are Contralateral Extremity References Adequate To Take Decision For Return To Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction?, Med J SDU / SDÜ Tıp Fak Derg 2018:25(1):7-18 DOI : 10.17343/sdutfd.290419
- 52) Fischer, D.V. (2006). Neuromuscular Training to Prevent Anterior Cruciate Ligament Injury in the Female Athlete. Strength and Conditioning Journal, 28(5): 44-54.
- 53) Fitzgerald GK, Lephart SM, Hwang JH et al (2001) Hop Tests As Predictors Of Dynamic Knee Stability. J Orthop Sports Phys Ther 31(10):588–597.
- 54) Flandry F., Hommel G. Normal Anatomy and Biomechanics of the Knee. Sports Med Arthrosc Rev Volume 19, Number 2, June 2011
- 55) Flanigan, D.C., Everhart, J.S., Pedroza, A., Smith, T.,Kaeding, C.C. (2013) Fear of reinjury (kinesiophobia) and persistent knee symptoms are common factors for lack

of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 29 (8), 1322-1329.

56) Flynn RK, Pedersen CL, Birmingham TB, Kirkley A, Jackowski D, Fowler PJ. The familial predisposition toward tearing the anterior cruciate ligament: a case control study. *Am J Sports Med* 2005; 33(1):23-28.

57) Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1745-1750.

58) Ford KR, Myer GD, Toms HE, Hewett TE (2005) Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Med Sci Sports Exerc* 37:124–129

59) Furlanetto TS, Peyré-Tartaruga LA, Pinho AS d, et al. Proprioception, body balance and functionality in individuals with ACL reconstruction. *Acta Ortop Bras.* 2016;24(2):67–72.

60) Gambetta, V. (2007). *Athletic development: The art & science of functional sports conditioning.* New World Library.

61) Gebel A., Lesinski M., Behm D., Granacher U. (2018). Effects and Dose–Response Relationship of Balance Training on Balance Performance in Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Sports Med* <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0926-0>

62) Gokeler A., Welling W., Benjaminse A., Lemmink K., Seil R., Zaffagnini S. (2017). A critical analysis of limb symmetry indices of hop tests in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: A case control study, *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 103 (2017) 947–951

63) Gözübüyük ÖB., Coşkun O., Bayraktar B. Anatomy and Biomechanics of Knee Joint, *Turkiye Klinikleri J Sports Med-Special Topics* 2018;4(1):1-8

64) Granata KP, Padua DA, Wilson SE. Gender differences in active musculoskeletal stiffness, part II: quantification of leg stiffness during functional hopping tasks. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002;12:127-135.

65) Granata KP, Wilson SE, Padua DA. Gender differences in active musculoskeletalstiffness, part I: quantification in controlled measurements of knee joint dynamics. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002;12:119-126.

66) Griffin L.Y,Albohm M.J,Arendt E.A, Understanding and preventing non contact anterior ligament injuries, a rewiev of Hunt Valley II Meeting , January 2005



- 67) Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynnon BD, Demaio M et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med* 2006; **34**(9):1512-1532.
- 68) Griffin, L.Y., Agel, J., Albohm, M.J., Arendt, E.A., Dick, R.W., Garrett, W.E. ve diğeri. (2000) Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg*, 8 (3), 141-150.
- 69) Gustavson A, Neeter C, Thomee P, Silbernagel KG, Augustsson J, Thomee R, Karlsson J (2006) A test battery for evaluating hop performance in patients with ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction *Knee Surgery Sports Traumatol Arthrosc* 14:778-788
- 70) Guyton AC, Hall JE.(2017). *Tıbbi Fizyoloji*. 1996; ed, Çeviren: Yeğen BÇ, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
- 71) Gürbüz H. Diz Fonksiyonel Anatomisi, *Türkiye Klinikleri J Orthop & Traumatol-Special Topics* 2016;9(3):1-6
- 72) Gürol B., Yılmaz İ.(2013). İzokinetik Kuvvet Antrenmanı, *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, XI (1) 1-11
- 73) Harner, C. D., Baek, G. H., Vogrin, T. M., Carlin, G. J., Kashiwaguchi, S., Woo, S. L. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy* 1999, 15(7), 741-749.
- 74) Hartigan EH., Axe MJ., Mackler LS.(2010). Time Line for Noncopers to Pass Return-to-Sports Criteria After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, volume 40, number 3
- 75) Heiderscheit BC, Hamill J, Caldwell GE (2000) Influence of Q-angle on lower-extremity running kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther* 30:271–278
- 76) Hewett T.E., Paterno M.V., Myer G.D., ‘Strategies for Enhancing Proprioception and Neuromuscular Control of the Knee’, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 402: 76-94, (2002).
- 77) Hewett TE, Myer GD (2000) The effects of oral contraceptives on knee stability and neuromuscular performance in female athletes. *Med Sci Sports Exerc* 32:S207
- 78) Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR: Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med* **24**: 765-73, 1996.

- 79) Hewett TE, Zazulak BT, Myer GD (2007) Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *Am J Sports Med* 35:659–668
- 80) Hewett, T.E., Lindenfeld, T.N., Riccobene, J.V., Noyes, F.R. The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes: A Prospective Study 1999. *The American Journal of Sports Medicine*, 27: 699-706.
- 81) Hickson, R., ‘Interference of Strength Development by Simultaneously Training for Strength and Endurance’, *European Journal of Applied Physiology*, 45:255–263, (1980).
- 82) <https://www.anatomi.gen.tr/images/Diz-Ekleme-Anatomisi-23.jpg>
- 83) Hirst S.E, Armeau E, Parish T. Recognizing Anterior Cruciate Ligament Tears in Female Athletes, What every primary care practitioner know. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*. Jan 2007, Volume 5 Number 1
- 84) <http://nurzatelmali.com/images/cpr1.jpg>
- 85) [https://www.hkf-ortho.de/media\\_lib\\_files/49\\_vkb\\_anatomie.jpg](https://www.hkf-ortho.de/media_lib_files/49_vkb_anatomie.jpg)
- 86) Hopper, D. M., Goh, S. C., Wentworth, L. A., Chan, D. Y. K., Chau, J. H. W., Wootton, G. J., Strauss, G. R., & Boyle, J. J. W. (2002). Test–retest reliability of knee rating scales and functional hop tests one year following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy in Sport*, 3(1), 10-18.
- 87) Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports Med*. 2011;41(3):221–32. <https://doi.org/10.2165/11538560-000000000-00000>.
- 88) <http://atletiknet.com/wp-content/uploads/2017/01/valgus-300x280.png>
- 89) Huston LJ, Vibert B, Ashton-Miller JA, Wojtys EM. Gender differences in knee angle when landing from a drop-jump. *Am J Knee Surg*. 2001;14:215-219.
- 90) Jacopetti M, Pasquini A, Costantino C. Evaluation of strength muscle recovery with isokinetic, squat jump and stiffness tests in athletes with ACL reconstruction: a case control study. *Acta Biomed*. 2016;87(1):76–80.
- 91) Johnston W, Dolan K, Reid N, Coughlan GF, Caulfield B. (2017). Investigating the effects of maximal anaerobic fatigue on dynamic postural control using the Y-Balance Test. *Journal of Science and Medicine in Sport* 21- 103–108
- 92) Kaplan A. (2016). Serbest Ağırlık Ve Smith Ağırlık Makinesinde Kuvvet Performansının Karşılaştırılması, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

- 93) Karayılan Ş.Ş., Dönmez G., Babayeva N., Yargıç PM., Korkusuz F., Doral NM. (2013). Spor Yaralanmaları Ve Genetik. Spor Hekimliği Dergisi Cilt: 48, S. 139-146
- 94) Kayıtken B., Yücel S.B., Dinç N., ‘Benzer Şiddet Düzeyindeki Egzersizlerde Farklı Kas Katılım Modellerinin Fizyolojik Parametrelere Olan Etkileri’ Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe Journal of Sport Sciences, 23 (3), 77–88, (2012).
- 95) Kaynak H., Altun H., Özer M., Akseki D. (2015). Proprioception in Sport and Its Relations with Hot and Cold Applications, CBU J Phys Edu Sport Sci, ISSN: 2149-1046
- 96) Kean C.O., Behm D.G., Young W.B., Fixed Foot Balance Training Increases Rectus Femoris Activation During Landing and Jump Height in Recreationally Active Women, Journal of Sports Sciences Medicine, 5(1): 138-148, (2006).
- 97) Kınıklı Gİ, Yüksel I, Baltacı G, Atay OA (2014). Hemstring Ototgrefti ile Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Progresif Eksentrik ve Konsentrik Egzersiz Programının Fonksiyonel Performansa Etkisi. Acta Orthop Traumatol 48(3): 283-289.
- 98) Kibele A, Granacher U, Muehlbauer T, Behm DG. Stable, unstable and metastable states of equilibrium: definitions and applications to human movement. J Sports Sci Med. 2015;14(4):885–7.
- 99) Kinzey SJ, Armstrong CW (1998). The Reliability of the Star Excursion Test in Assessing Dynamic Balance. J Orthop Sports Phys Ther. 27(5): 356-360.
- 100) Kocahan, T., Akınoğlu, B., Soylu, Ç., Ün Yıldırım, N., & Hasanoğlu, A. (2017). Görme engelli uzun mesafe atletizm sporcularında diz fleksör ve ekstansörlerinin izokinetik kas kuvvet profiline belirlenmesi: Pilot çalışma. Journal of Human Sciences, 14(2), 2111-2120.
- 101) Kraemer W.J., Adams K., Cafarelli E., Dudley G.A., Dooly C., Feigenbaum M.S., Fleck S.J., Franklin B., Fry A.C., Hoffman J.R., Newton R.U., Potteiger J., Stone M.H., Ratamess N.A., Triplett-McBride T. American College of Sports Medicine Position Stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults 2002, Med Sci Sports Exerc., 34:364–380
- 102) Lambson RB, Barnhill BS, Higgins RW. Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries: a 3-year prospective study. Am J Sports Med. 1996;24:155-159.

- 103) LaPrade RF, Burnett QM II. Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries: a prospective study. *Am J Sports Med.* 1994;22:198-203.
- 104) Lehmann T., Paschen L., Baumeister J. Single-Leg Assessment of Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Injury: a Systematic Review and Meta-Analysis, *Sports Medicine* 2017, <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0100-5>
- 105) Lipke JM, Janecki CJ, Nelson CL, McLeod P, Thompson C, Thompson J, et al. The role of incompetence of the anterior cruciate and lateral ligaments in anterolateral and anteromedial instability. A biomechanical study of cadaver knees. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(6):954-60.
- 106) Logerstedt D, Lynch A, Axe M, Snyder-Mackler L (2013) Symmetry restoration and functional recovery before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21:859–868
- 107) <https://spinehard.ru/wp-content/uploads/2018/04/a53jirsmallcefa53.jpg>
- 108) Markatos K, Kaseta MK, Lалlos SN, Korres DS, Efstathopoulos N. The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction 2013, *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, Volume 23, Issue 7, pp 747–752.
- 109) Maud P.J., Foster C., (2006), *Physiological Assessment of Human Fitness*, 94.
- 110) Meeuwisse WH, Sellmer R, Hagel BE: Rates and risks of injury during intercollegiate basketball. *Am J Sports Med*, 2003, 31: 379–385.
- 111) <http://nurzatelmali.com/images/cpr1.jpg>
- 112) Melo RS., Marinho SEDS., Freire MEA., Souza RA., Damasceno HAM., Raposo MCF.(2017). Static and dynamic balance of children and adolescents with sensorineural hearing loss, *einstein.* 2017;15(3):262-8, DOI: 10.1590/S1679-45082017AO3976
- 113) Meyer GD, Faigenbaum AD, Chu DA. Integrative training for children and adolescents: techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance 2011, *Phys Sportmed.* 39(1):74-84.
- 114) Mickle KJ, Munro BJ, Steele JR. Gender and age affect balance performance in primary school-aged children. *J Sci Med Sport.* 2011;14(3):243–8. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.11.002>.
- 115) Mir, S., Hadian, M., Talebian, S., Nasser, N. (2008) Functional assessment of knee joint position sense following anterior cruciate ligament reconstruction. *British journal of sports medicine*, 42 (4), 300-303.

- 116) Mirkov D, Nedeljkovic A, Kukulj M, Ugarkovic D, and Jaric S. Evaluation of the reliability of soccer-specific field tests 2008. *J Strength Cond Res* 22: 1046–1050.
- 117) Moksnes H, Grindem H. Prevention and rehabilitation of paediatric anterior cruciate ligament injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(3):730–6. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3856-5>.
- 118) Myer GD, Ford KR, Barber Foss K, Liu C, Nick TG, Hewett TE (2009) The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clin J Sport Med* 19:3–8
- 119) Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Nick TG, Hewett TE (2008) The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *Am J Sports Med* 36:1073–1080
- 120) Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE., (2006), ‘Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Criteria-Based Progression Through The Return-To-Sport Phase’. *J Orthop Sports Phys Ther.* 36:385-402.
- 121) Myer GD., Schmitt LC., Brent JL., Ford KR., Barber Foss KD., Scherer BJ., Heidt Jr. RS., Divine JG., Hewett TE. (2011) ‘Utilization of modified NFL Combine testing to identify functional deficits in athletes following ACL reconstruction’ *J Orthop Sport PHYS Ther.* 41(6):377-387
- 122) Myers, C.A., Torry, M.R., Peterson, D.S., Shelburne, K.B., Giphart, J.E., Krong, J.P. ve diğerleri. (2011) Measurements of tibiofemoral kinematics during soft and stiff drop landings using biplane fluoroscopy. *The American journal of sports medicine*, 39 (8), 1714-1722.
- 123) <http://www.aurafix.com/Images/Urunler/Urun/115-0-54fa31774a33c.jpg>
- 124) <https://www.narecza.com/aurafix-on-capraz-bag-destekli-dizlik-109-12682-93-B.jpg>
- 125) Nessler T, Linda Denney, Justin Sampley. ACL Injury Prevention: What Does research tell us?. *Curr Rev Musculoskelet Med* (2017) 10:281–288.
- 126) Newton, R.U., Kraemer, W.J., ‘Developing Explosive Muscular Power: Implications For a Mixed Methods Training Strategy’, *Strength and Conditioning Journal*, 16:20-31, (1994).
- 127) Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med.* 1991; 19:513–518.

- 128) Noyes FR, Barber-Westin SD (2012) Sportsmetrics ACL intervention training program: Components, results. ACL Injuries in the Female Athlete: Causes, Impacts, and Conditioning Programs. Orthopedics , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 275-308.
- 129) Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R (2004) Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball. Am J Sports Med 32:1002–101
- 130) Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. Scand J Med Sci Sports. 2003;13:299-304.
- 131) Olyaei G.R., Hadion M.R., Talebian S., Bagheri H., Malmir K., Olyaei M., ‘The Effect of Muscle Fatigue on Knee Flexor to Extensor Torque Ratios and Knee Dynamic Stability’, The Arabian Journal of Science and Engineering, Volume 31, Number 2c: 212–127, (2006).
- 132) Orchard J (2002) Is there a relationship between ground and climatic conditions and injuries in football? Sports Med 32:419– 432
- 133) Orchard J, Seward H, McGivern J, Hood S. Rainfall, evaporation and the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury in the Australian Football League. Med J Aust. 1999;170:304-306.
- 134) Owings, M.F.,Kozak, L.J. (1998) Ambulatory and inpatient procedures in the United States, 1996. *Vital Health Stat 13* (139), 1-119.
- 135) Pantano KJ, White SC, Gilchrist LA, Leddy J (2005) Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. Clin Biomech (Bristol, Avon) 20:966–972
- 136) Park HS, Wilson NA, Zhang LQ (2008) Gender differences in passive knee biomechanical properties in tibial rotation. J Orthop Res 26:937–944
- 137) Paterno, M. V., & Greenberger, H. B. (1996). The test-retest reliability of a one legged hop for distance in young adults with and without ACL reconstruction. *Isokinetics and Exercise Science*, 6(1), 1-6.
- 138) Perry J, Burnfield JM. Gait Analysis: Normal and Pathological Function. 2nd ed. Thorofare, NJ: Slack Incorporated; 2010.
- 139) Petersen W., Zantop T. Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament with Regard to Its Two Bundles 2007, Clinical Orthopaedics And Related Research, Number 454, pp. 35–47.

- 140) Pişirici P., Çağlayan A., Karahan M., Hantes M. (2018). Return to Play in Football, On Field Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Springer, 559-567.
- 141) Posthumus M, September AV, Schwellnus MP, Collins M. Investigation of the Sp1-binding site polymorphism within the *COL1A1* gene in participants with Achilles tendon injuries and controls. *J Sci Med Sport*, 2009; **12**:184-189.
- 142) Potach D., Myer G., Grindstaff TL. Special Consideration: Female Athlete and ACL Injury Prevention, *The Pediatric Anterior Cruciate Ligament* 2017,pp 251-283.
- 143) <http://keremtoprakhisar.com/resim.php?src=http://keremtoprakhisar.com/uploads/blog/14894448016702.jpg&w=770>
- 144) Powers CM (2003) The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 33:639–646
- 145) Ratamess, N. A. (2012). ACSM's foundations of strength training and conditioning. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- 146) Reid A, Birmingham T, Stratford P, Alcock G, Giffin J (2007) Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther* 87: 337-349.
- 147) Renstrom P, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement, *British Journal of Sports Medicine* 2008;**42**:394-412
- 148) Ringhof S., Stein T. (2018). Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests. *Human Movement Science*, Volume 58, April 2018, Pages 140-147
- 149) <https://www.beyzadeoglu.com/wp-content/docs/ocb.pdf>
- 150) Risberg MA., Holm I., Myklebust G., Engebretsen L.(2007). Neuromuscular Training Versus Strength Training During First 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical Trial, *Physical Therapy*, Volume 87, Number 6
- 151) Rosene JM., Fogarty TD., Mahaffey BL.(2001). Isokinetic Hamstrings:Quadriceps Ratios in Intercollegiate Athletes, *Journal of Athletic Training* 2001;**36**(4):378–383
- 152) Ross MD, Langford B, Whelan PJ (2002). Test-retest Reliability of 4 Single-Leg Horizontal Hop Tests. *J Strength Cond Res*. 16(4): 617-622.

- 153) Sandrey, M.A. The Comparative Effects Of A Six-Week Balance Training Program, Gluteus Medius Strength Training Program, and Combined Balance Training/Gluteus Medius Strength Training Program On Dynamic Postural Control 2006, West Virginia.
- 154) Sayın, M. (2011). *Hareket ve Beceri Öğretimi*. (Editör, Muammer Altun). 1. Baskı. Ankara: Spor Yayınevi Ve Kitabevi.
- 155) Schmitt LC, Paterno MV, Hewett TE. The impact of quadriceps femoris strength asymmetry on functional performance at return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42:750–9.
- 156) Sever O. (2016). Statik Ve Dinamik Core Egzersiz Çalışmalarının Futbolcuların Sürat Ve Çabukluk Performansına Etkisinin Karşılaştırılması, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- 157) Sevim Y. Antrenman Bilgisi. Ankara; Nobel Yayın Dağıtım, 2002: 38-147.
- 158) Sevim, Y. (2007). Antrenman bilgisi. Nobel Yayın Dağıtım.
- 159) Sharma S., Multani N.K., Relationship Of Dynamic Balance With Lower Extremity Muscular Strength And Endurance In Football Players, *Indian Journal Of Research*, Volume-6 | Issue-11 | November-2017 | ISSN - 2250-1991 | IF : 5.761 | IC Value : 79.96
- 160) Shelbourne KD, Kerr B (2001) The relationship of femoral intercondylar notch width to height, and sex in patients with intact anterior cruciate ligaments. *Am J Knee Surg* 14:92–96
- 161) Sherrington, C. S. (1906). On the proprioceptive system, especially in its reflex aspect. *Brain*, 29: 1-28.
- 162) Shultz SJ (2007) Hormonal influences on ligament biology. In: Hewett TE, Shultz SJ, Griffin LY (eds) *Understanding and preventing non-contact ACL injuries*, 1st edn. Human Kinetics, Champaign, pp 219–238
- 163) <https://www.sportsinjurybulletin.com/wp-content/uploads/2018/04/Lower-limb-symetry-index-1024x821.jpg>
- 164) Sigward SM, Lin P., Pratt K. Knee loading asymmetries during gait and running in early rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: A longitudinal study 2016. *Clinical Biomechanics*, 32: 249–254.
- 165) Soderman K, Alfredson H, Pietila T, Werner S (2001) Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 9:313–321



- 166) Souissi S, Wong DP, Dellal A et al (2011) Improving functional performance and muscle power 4-to-6 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal Of Sports Science And Medicine* 10,655-664
- 167) Souryal TO, Freeman TR. Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes: a prospective study. *Am J Sports Med.* 1993;21:535-539.
- 168) Steffen, K., Nilstad, A., Kristianslund, E. K., Myklebust, G., Bahr, R., Krosshaug, T. Association between Lower Extremity Muscle Strength and Noncontact ACL Injuries. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2016, 48, s. 2082-2089.
- 169) Steffen, K., Nilstad, A., Krosshaug, T., Pasanen, K., Killingmo, A., Bahr, R. O. R., Narici, M. V., Kjaer, M. (2017). No association between static and dynamic postural control and ACL injury risk among female elite handball and football players: a prospective study of 838 players. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 253-259
- 170) Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. and Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports medicine*, 35 (6), 501-536.
- 171) Stratford P.W., Hart D.L., Binkley J.M., Kennedy D.M., Alcock G.K., Hanna S.E., (2005), 'Interpreting Lower Extremity Functional Status Scores'. *Physiotherapy Canada*, 57(2): 154-162.
- 172) Toole AR., Ithurburn MP., Rauh MJ., Hewett TE., Paterno MV., Schmitt LC. Young Athletes Cleared for Sports Participation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: How Many Actually Meet Recommended Return-to-Sport Criterion Cutoffs?, *journal of orthopaedic & sports physical therapy* | volume 47, number 11, 2017, 825
- 173) Tunay VB, Baltacı G, Ergun N, Düzgün İ, Yosmaoğlu B, Özer D (2008). Quadriceps Femoris Strength and Knee Functions in Soccer Players After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Six Month Follow-up. *Fizyoterapi Rehabilitasyon* 19(1): 10-14.
- 174) Tunay VB., Yosmaoğlu HB. Diz Eklemi. İçinde: *Fizyoterapi ve Rehabilitasyon*, Karaduman AA., Yılmaz ÖT.(Ed.), 2. Cilt, Hipokrat Kitabevi, Ankara; 2017: S.193.
- 175) Tuncel F. (2010). *Personel Fitness Trainer (Kassal Kuvvet ve Dayanıklılık)*. Ed:Naumman Mazıcıoğlu. İstanbul
- 176) Türksoylu A., İşlegen Ç.(2013). Kuvvet Ve Sportif Yaralanmaların Önlenmesindeki Önemi, *Spor Hekimliği Dergisi* Cilt: 48, S. 9-16
- 177) Uhorchak, J.M., Scoville, C.R., Williams, G.N., Arciero, R.A., St Pierre, P.,Taylor, D.C. (2003) Risk factors associated with noncontact injury of the anterior

- cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med*, 31 (6), 831-842
- 178) Ünal AM., Çetin C. Sporcularda Diz Yaralanmalarının Sınıflandırılması, *Türkiye Klinikleri J Sports Med-Special Topics* 2018;4(1):9-13
- 179) van Dyk, N., Bahr, R., Whiteley, R., Tol, J. L., Kumar, B. D., Hamilton, B., ... & Witvrouw, E. (2016). Hamstring and Quadriceps Isokinetic Strength Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Strain Injuries A 4-Year Cohort Study. *The American journal of sports medicine*, 0363546516632526.
- 180) Webster, K.E., Feller, J.A., Whitehead, T.S., Myer, G.D., Merory, P.B. (2017). Return to Sport in the Younger Patient With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(4), 1-4.
- 181) Wellsandt E., Failla MJ., Mackler LS.(2017). Limb Symmetry Indexes Can Overestimate Knee Function After ACL Injury, *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017 May ; 47(5): 334–338. doi:10.2519/jospt.2017.7285.
- 182) Wilk KE, Macrina LC, Arrigo CA. Passive Range of Motion Characteristics in the Overhead Baseball Pitcher and Their Implications for Rehabilitation. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:1586-1594.
- 183) Wilk, K.E., Reinold, M.M., Hooks, T.R. (2003) Recent advances in the rehabilitation of isolated and combined anterior cruciate ligament injuries. *Orthopedic Clinics of North America*, 34 (1), 107-137.
- 184) Williams D, Heidloff D, Haglage E, Schumacher K, Cole BJ, Campbell KA. (2015) Anterior cruciate ligament functional sport assessment *Oper Tech Sports Med* 24:59-64
- 185) Williams GN, Chmielewski T, Rudolph K, et al. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2001; 31:546–566.
- 186) Withrow TJ, Huston LJ, Wojtys EM, Ashton-Miller JA (2006) The effect of an impulsive knee valgus moment on in vitro relative ACL strain during a simulated jump landing. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 21:977–983
- 187) Withrow TJ, Huston LJ, Wojtys EM, Ashton-Miller JA (2008) Effect of varying hamstring tension on anterior cruciate ligament strain during in vitro impulsive knee flexion and compression loading. *J Bone Joint Surg Am* 90:815–823
- 188) Wong P.L., Chamari K., Wisloff U., ‘Effects Of 12-Week On-Field Combined Strength and Power Training On Physical Performance Among U-14 Young Soccer

Players', *Journal of Strength and Conditioning*, Volume 24, Number 3, Pages 644 – 652, (2010).

189) Wright, R.W., Preston, E., Fleming, B.C., Amendola, A., Andrish, J.T., Bergfeld, J.A. ve diğeri. (2008) A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: part II: open versus closed kinetic chain exercises, neuromuscular electrical stimulation, accelerated rehabilitation, and miscellaneous topics. *J Knee Surg*, 21 (3), 225-234.

190) Xergia, S. A., & Pappas, E. (2013). Asymmetries in Functional Hop Tests, Lower Extremity Kinematics and Isokinetic Strength Persist 6-9 Months Following ACL Reconstruction. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 43(3), 154-162.

191) Yıldız Y., Şekir U., 'Reliability of a Functional Test Battery Evaluating Functionality, Proprioception and Strength of the Ankle Joint', *Turk J. Medical Science*. 39 (1): 115-123, (2009).

192) Zantop T, Herbort M, Raschke MJ, Fu FH, Petersen W. The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *The American journal of sports medicine*. 2007;35(2):223-7

## 7. EKLER

### EK 1: ANTRENMAN PROGRAMI

	1.FAZ		2.FAZ		3.FAZ	
	4.ay	4.ay	5.ay	5.ay	6.ay	6.ay
Mat üzerinde yerinde diz çekme	20 sn	20 sn				
Bosu üzerinde diz çekme	20 sn	20 sn				
Denge tahtası üzerinde çift ayak durma	40 sn	40 sn				
Bosu üzerine çift ayak öne sıçrama	12 tekrar	12 tekrar				
Bosu üzerine çift ayak yan sıçrama	12 tekrar	12 tekrar				
Bosu üzerinde sağ ve sol yönlere doğru hamle ile diz çekme	20 sn	20 sn				
Denge pedi üzerinde tek ayak dengede durma	20 sn	20 sn	30sn	30 sn		
Bosu üzerinde tek bacak squat	8 tekrar	8 tekrar	10 tekrar	10 tekrar		
Bosular üzerinde lunge	20 tekrar	20 tekrar	30 tekrar	30 tekrar		
Bosu üzerinde kettlebell squat	20 tekrar	20 tekrar	25 tekrar	25 tekrar		
Denge tahtasında squat			20 tekrar	20 tekrar		
Diagonal Koşu			30 sn	30 sn		
Bosu üzerinde dirençli koşu			20sn	20 sn		
Bosular üzerinden geçerek düz koşu			30 sn	30 sn	30 sn	30 sn
Bosular üzerinden geçerek yan koşu			30 sn	30 sn	30 sn	30 sn
Trambolin üzerinde dikey sıçrama			1dk	1 dk	1dk	1 dk
Bosuya sıçra-düş, dikey sıçrama					12 tekrar	12 tekrar
İnstabil zeminde Tek bacakla öne mesafeli sıçrama					8 tekrar	8 tekrar
İnstabil zeminde Tek bacak lateral sıçrama					8 tekrar	8 tekrar
Trambolin üzerinden 180 ° dönüşlü çift bacak sıçrama					12 tekrar	12 tekrar
Trambolin üzerinden 180 ° dönüşlü tek bacak sıçrama					8 tekrar	8 tekrar
İnstabil zeminde tek bacak üçlü çapraz sıçrama					6 tekrar	6 tekrar
İnstabil zeminde tek bacak seri sıçrama					8 tekrar	8 tekrar

## EK 2: ALT EKSTREMİTE FONKSİYONEL SKALASI

AD-SOYAD:

TARİH:

Tıbbi yardım almak üzere başvurmuş olduğunuz **baçağınızdaki problem nedeniyle** aşağıda listelenen aktivitelerde dikkatinizi çeken herhangi bir zorluk yaşayıp yaşamadığınızla ilgileniyoruz. Lütfen her bir aktivite için cevap veriniz.

Bugün, aşağıdaki aktiviteler ile ilgili herhangi bir zorluk **yaşadınız mı** veya **yaşayacak mısınız** ?

**\*\*\*Her satırdaki bir rakamı daire içine alınız.**

	AKTİVİTELER	Aşırı Zorluk Ve Ya Aktiviteyi Yapamama	Epeyce Zorluk	Orta Derecede Zorluk	Biraz Zorluk	Hiç Zorluk Yok
1	Günlük iş, ev işi ya da okul aktivitelerinizin herhangi birini yaparken	0	1	2	3	4
2	Günlük hobileriniz, boş zaman veya sportif aktivitelerini yaparken	0	1	2	3	4
3	Banyoya girerken ya da çıkarken	0	1	2	3	4
4	Odalar arasında yürürken	0	1	2	3	4
5	Çorap veya ayakkabınızı giyerken	0	1	2	3	4
6	Çömelirken	0	1	2	3	4
7	Manav poşeti gibi bir nesneyi yerden kaldırırken	0	1	2	3	4
8	Evinizde hafif işler yaparken	0	1	2	3	4
9	Evinizde ağır işler yaparken	0	1	2	3	4
10	Arabaya binerken-inerken	0	1	2	3	4
11	İki blok (yaklaşık 500 m ) yürüdüğünüzde	0	1	2	3	4
12	Bir mil yürüdüğünüzde (yaklaşık 1500 metre)	0	1	2	3	4
13	10 basamak merdiven inip-çıkmanızda	0	1	2	3	4
14	1 saat ayakta durduğunuzda	0	1	2	3	4
15	1 saat oturduğunuzda	0	1	2	3	4
16	Düz zeminde koştuğunuzda	0	1	2	3	4
17	Düz olmayan zeminde koştuğunuzda	0	1	2	3	4
18	Hızla koşarken keskin dönüşler yaptığınızda	0	1	2	3	4
19	Zıpladığınızda	0	1	2	3	4
20	Yatak içinde döndüğünüzde	0	1	2	3	4

**SKOR:**        /80

### **EK 3: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU**

Bu form; sizi bu araştırmanın antrenman süreçleri ve uygulanacak testler ile ölçümler hakkında bilgilendirmek amacıyla yapılmış gönüllü bilgilendirme toplantısı ve imza karşılığı size verilmiş gönüllü bilgilendirme formu sonrasında, sizin özgür iradeniz ile bu çalışmaya katılmaya gönüllü olduğunuzu ifadesi anlamını taşımaktadır. Çalışmada instabil zeminlerde uygulanan kuvvet antrenman programı neticesinde alt ekstremitede kuvvet artışı sağlamak ve yaralanma geçiren bacak ile sağlam bacak arasındaki ekstremité simetri indeksini literatürde sıklıkla kullanılan fonksiyonel saha testleri ile ölçmek hedeflenmiştir.

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Size ait tüm bilgiler gizli tutulacaktır. Araştırma sırasında araştırma konusuyla sizi ilgilendirebilecek ve sizin araştırmaya katılmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler/gelişmeler olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir.

#### **Çalışmaya Katılma Onayı:**

Bu çalışmada uygulanacak tüm antrenman, test ve ölçüm süreçleri ile ilgili olarak tüm bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana, aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum. Çalışma sonucunda elde edilecek verilerin derlenip, sadece bilimsel amaçlara hizmet etmek amacıyla yayınlanmasına izin veriyorum. Antrenman süreçlerindeki uygulamalar esnasında oluşabilecek olası tüm aksaklık ve sportif yaralanmalar durumunda her türlü desteğin (fizyoterapist ve doktor) ücretsiz olarak sağlanacağını ve maddi açıdan yük altına girmeyeceğim konusunda güvence verildi. Bu koşullar altında, bana bu araştırma kapsamında yapılacak olan tedavi ve/veya uygulamalar ile şahsıma ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve

işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya hiçbir zorlama ve baskı altında olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

- Sadece yukarıda bahsi geçen araştırmada kullanılmasına izin veriyorum
- İleride yapılması planlanan tüm araştırmalarda kullanılmasına izin veriyorum
- Hiçbir koşulda kullanılmasına izin vermiyorum

<b>Gönüllünün,</b> Adı-Soyadı: Adresi: Tel.-Faks: Tarih ve İmza:	<b>Açıklamaları yapan araştırmacının,</b> Adı-Soyadı: Görevi: Adresi: Tel.-Faks: Tarih ve İmza:
<b>Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin,</b> Adı-Soyadı: Adresi: Tel.-Faks: Tarih ve İmza:	<b>Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının,</b> Adı-Soyadı: Görevi: Adresi: Tel.-Faks: Tarih ve İmza: