



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

**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI  
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON  
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ YARALANMASI  
ENGELLEME PROGRAMININ  
PROFESYONEL BAYAN HENTBOLCULARDA  
ALT EKSTREMİTE PERFORMANSINA ETKİSİ**

**Seher AY**

**Temmuz 2018**

**DENİZLİ**

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ YARALANMASI  
ENGELLEME PROGRAMININ  
PROFESYONEL BAYAN HENTBOLCULARDA  
ALT EKSTREMİTE PERFORMANSINA ETKİSİ**

**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI  
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON  
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Seher AY**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ummuhan BAŞ ASLAN**

**Denizli, 2018**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Seher AY tarafından Prof. Dr. Ummuhan BAŞ ASLAN yönetiminde hazırlanan “**Ön Çapraz Bağ Yaralanmasını Engelleme Programının Profesyonel Bayan Hentbolcularda Alt Ekstremitte Performansına Etkisi**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı ve Danışman: Prof. Dr. Ummuhan BAŞ ASLAN

Pamukkale Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Fatma ÜNVER

Pamukkale Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Hasan Atacan TONAK

Akdeniz Üniversitesi

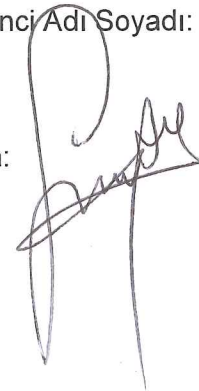
Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
03.08/2018 tarih ve 2018/18-13 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hakan AKÇA  
Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı: Seher AY

İmza:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Seher AY', written over a horizontal line.

## ÖZET

### ÖN ÇAPRAZ BAĞ YARALANMASI ENGELLEME PROGRAMININ PROFESYONEL BAYAN HENTBOLCULARDA ALT EKSTREMİTE PERFORMANSINA ETKİSİ

Ay, Seher

Yüksek Lisans Tezi, Fizik Tedavi ve Rahabilitasyon Anabilim Dalı  
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Ummuhan BAŞ ASLAN

Temmuz 2018, 65 sayfa

Hentbol olimpik bir takım sporudur. Hentbol branşında en sık görülen yaralanmalardan biri diz yaralanmalarıdır. Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı (PEP) kadın sporcuların maruz kaldığı ön çapraz bağ yaralanmalarının sayısını azaltmak ve stratejik bir eğitim programı uygulamak için geliştirmiştir. Bu çalışmanın amacı antrenman programına eklenen PEP eğitim programının profesyonel kadın hentbolcularda esneklik, çeviklik, kas kuvveti, denge ve fonksiyonel sıçrama performansı üzerine etkisinin incelenmesidir. Çalışmaya Türkiye 2017-2018 hentbol sezonunda süper ligde yeralan dört takımda oynayan 64 kadın hentbol sporcusu katılmıştır. Takımlar rasdgele PEP grubu (n=32) ve kontrol grubu (n=32) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. PEP grubundaki sporcular antrenman programlarına ilave olarak 20 hafta PEP eğitim programı uygulamışlardır. PEP programı ısınma, kuvvet, pliometrik, çeviklik ve germe egzersizlerini içermiştir. Kontrol grubundaki sporcular ise olağan antrenman programlarını sürdürmüşlerdir. Katılımcılar başlangıçta ve 20 hafta sonra değerlendirilmiştir. Esneklik; Otur Uzan Testi, kuadriseps kas kuvveti, hand-held dinamometre, denge; Yıldız Denge Testi ve Kinesthetic Ability Trainer (KAT) denge sistemi, çeviklik; İllinois Çeviklik Testi ve fonksiyonel sıçrama; Tek Bacak Sıçrama ve Üçlü Sıçrama Testleri ile değerlendirilmiştir. Bu testlerin yanı sıra sporcular için her hafta için yaralanma günlüğü tutulmuştur. 20 haftanın sonunda her iki grupta Otur Uzan Testi, kuadriseps kas kuvveti, İllinois Çeviklik Testi ve Tek Bacak Sıçrama ve Üçlü Sıçrama Testlerinde gelişme görülmüştür ( $p<0.05$ ). Ancak Yıldız Denge Testi parametreleri incelendiğinde PEP grubunda posterior ve postero-lateral yönler dışındaki tüm yönlerde gelişme görülürken, kontrol grubunda ise sadece sağ bacak posterior ve sol bacak anterior yönlerinde gelişme saptanmıştır. Her iki grupta KAT ölçüm parametrelerinden sadece birkaçında fark oluşmuştur (PEP grubu: çift ayak sağ, tek ayak sağ-posterior; Kontrol grubu: çift ayak sağ, çift ayak anterior, çift ayak posterior). Grupların ilk değerlendirme verileri karşılaştırıldığında Yıldız Denge Test verilerinden sağ-anterolateral, sağ lateral ve posterolateral yönde kontrol grubu lehine, KAT verilerinde Çift ayak denge PEP grubu lehine fark saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Son değerlendirmede ise yıldız denge test verilerinden sağ-anterior, sol anterior ve sol antero-medial yönde, KAT verilerinden ise sağ-sağ verisinde PEP grubu lehine anlamlı fark görülmüştür ( $p<0.05$ ). Yaralanma günlüğü incelendiğinde 20 haftanın sonunda PEP grubundaki sporcularda yaralanma oluşmadığı belirlenmiştir. Ancak kontrol grubunda bir sporcuda 7. haftada, diğer sporcuda 16. haftada olmak üzere iki sporcu (%6,25) ön çapraz bağ yaralanması geçirmiştir. Çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar antrenman programına eklenen PEP eğitim programının profesyonel kadın hentbolcularda dinamik dengeyi olumlu yönde etkilediğini, ancak esneklik, çeviklik, kas kuvveti, fonksiyonel sıçrama üzerine etkisinin olmadığını göstermiştir. Bu sonuçlar ışığında kadın hentbol sporcularında dinamik dengenin geliştirilmesi için PEP eğitim programı uygulanması önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Takım sporu, önleme programı, performans

**ABSTRACT****THE EFFECTS OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT PREVENTION PROGRAM ON LOWER EXTREMITY PERFORMANCE IN FEMALE PROFESSIONAL HANDBALL PLAYER**

Ay, Seher

MSc. Thesis in Physical Therapy and Rehabilitation  
Supervisor: Prof. Dr. Ummuhan BAŞ ASLAN

July 2018, 65 pages

Handball is an Olympic team sport. Knee injuries is one of the most common injuries in handball. Preventing Injuries and Enhancing Performance Program (PEP) has been developed to decrease the number of anterior cruciate ligament injuries suffered by female athletes and to implement a strategic training program. The purpose of this study is to investigate the effects of adding PEP on jump performance, flexibility, agility, muscle strength, and balance in female professional handball players. 64 players from teams of 2017-2018 Turkish Women Super Handball League has been participated in the study. Teams divided randomly two groups as PEP group (n = 32) and control group (n = 32). Players in the PEP group applied PEP training program as three times a week for 20 weeks, as added routine training program. The program consists of warming up, strength, plyometric, agility and stretching exercises. The players in the control group continued their regular training programs. Participants were assessed at baseline and after 20 weeks. Players assessed with Sit and Reach for flexibility, hand held dynamometer for strength, Star Excursion Balance Test and Kinesthetic Ability Trainer (KAT) for balance, Illinois Agility Test for agility, Single Hop Test, Triple Leg Hop Test for jump performance at pre- and post-training period. In addition to these tests, injury diaries were kept for players every week. At the end of 20 weeks, improvement was observed in quadriceps muscle strength, Illinois Agility Test and Single Leg Jump and Triple Jump Test in both groups ( $p < 0.05$ ). However, when the Star Balance Test parameters were examined, all directions except the posterior and postero-lateral directions were improved in the PEP group, whereas only the right leg posterior and left leg anterior directions were improved in the control group. There was difference for a few measurement the KAT parameters in both groups (PEP group: double foot right, single foot right-posterior, Control group: double foot right, double foot anterior, double foot posterior). When the baseline data of the groups were compared, there was a difference for KAT value of double foot balance in favor of PEP group; Star Excursion Balance Test values including right leg anterolateral, right leg lateral and posterolateral in favor of control group ( $p < 0.05$ ). In the final examination, there was a significant difference in favor of PEP group for the right leg anterior, left leg anterior and left antero-medial directions of the Star Excursion Balance Test values and single leg right-right values of KAT ( $p < 0.05$ ). When the injury diary was examined in two groups, at the end of 20 weeks there was no injury for players in the PEP group. However, in the control group, two athletes (%6,25) suffered anterior cruciate ligament injury, one at week 7 and the other at week 16. Our results showed that the PEP education program which was added to training of female handball players has positive effects on dynamic balance, but had no effect on agility, flexibility, muscle strength, functional jumping. The implementation of the PEP training program for the development of dynamic balance in female handball athletes in the light of these results can be suggested.

Key word: Team sport, prevention program, performance

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sırasında kıymetli bilgisi, birikimi, tecrübesi ve yol göstericiliğiyle bana ışık olan ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, mesleki kariyerimde her zaman örnek aldığım, birlikte çalıőmaktan onur ve gurur duyduğum değerli danışman hocam Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Müdürü Sayın Prof. Dr. Ummuhan BAŞ ASLAN'a,

Tezin istatistiksel olarak yorumlanmasında bilgisi ve desteğini esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi Biyoistatistik ABD Öğretim Görevlisi Sayın Hande ŐENOL'a,

Yardıma ihtiyaç duyduğum anlarda bana destek olan sayın mesai arkadaşım Gloria Sports Arena fizyoterapisti Sayın Pelin Deniz DUYGULU, spor operasyonları müdürümüz Sayın Emre AK, direktörümüz Sayın Prof. Dr. Ali ERDOĞAN ve diğer çalışma arkadaşlarıma,

Tez vakalarımın değerlendirilmesinde ve bilgilerin toplanmasında bana kıymetli zamanını ayırarak yardımcı olan takım antrenörlerine, özellikle sporculuk hayatımda da büyük izler bırakan, sporcularını en iyi ve doğru şekilde yönlendiren kıymetli antrenörüm Birol ÜNSAL'a,

Bu çalışmanın yapılmasından benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olup beni cesaretlendiren canım annem Cennet AY, babam Ahmet AY, abim Mustafa AY, ablam Fatma AY BABÜR, eniőtem Kadir BABÜR ve diğer aile üyelerime,

En içten saygı, sevgi ve teőekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Amaç.....	<b>2</b>
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>3</b>
2.1. Ön Çapraz Bağ Anatomisi.....	<b>3</b>
2.2. Ön Çapraz Bağ Biyomekanik Özellikleri.....	<b>4</b>
2.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanması Görülme Sıklığı.....	<b>4</b>
2.4. Ön Çapraz Bağ Yaralanma Mekanizması.....	<b>5</b>
2.5. Ön Çapraz Bağ Yaralanmasına Neden Olan Risk Faktörleri.....	<b>6</b>
2.5.1. Çevresel Faktörler.....	<b>6</b>
2.5.1.1. Hava şartları.....	<b>6</b>
2.5.1.2. Zemin.....	<b>6</b>
2.5.1.3. Ayakkabı.....	<b>7</b>
2.5.2. Anatomik faktörler.....	<b>7</b>
2.5.2.1. Eklem laksitesi.....	<b>7</b>
2.5.2.2. Pelvis ve gövde.....	<b>8</b>
2.5.2.3. Kuadriseps açısı.....	<b>8</b>
2.5.2.4. İnterkondiler notch genişliği .....	<b>8</b>
2.5.3. Hormonel faktörler.....	<b>9</b>
2.5.4. Nöromusküler faktörler.....	<b>9</b>
2.6. Ön Çapraz Bağ Yaralanmaları ve Kuvvet.....	<b>10</b>
2.7. Ön Çapraz Bağ Yaralanmaları ve Denge.....	<b>10</b>
2.8. ÖÇB Yaralanmalarını Önleme Programları.....	<b>11</b>
2.8.1. Hewett'in önleme programı.....	<b>11</b>
2.8.2. FIFA 11+.....	<b>14</b>
2.8.3. PEP önleme programı.....	<b>16</b>
2.9. Tezin hipotezleri.....	<b>16</b>



	ix
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b> .....	17
3.1. Çalışmanın Amacı.....	17
3.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer.....	17
3.3. Çalışma Süresi.....	17
3.4. Katılımcılar.....	18
3.5. Değerlendirmeler.....	19
3.5.1. Otur Uzan Testi.....	19
3.5.2. İllinois Çeviklik Testi.....	19
3.5.3. Diz ekstansör kas kuvveti ölçümü.....	20
3.5.4. Denge Değerlendirmeleri.....	20
3.5.4.1. Yıldız Uzanma Denge Testi.....	21
3.5.4.2. KAT Denge Testi.....	21
3.5.5. Fonksiyonel sıçrama testleri.....	23
3.5.5.1. Tek bacak sıçrama testi.....	23
3.5.5.2. Üçlü sıçrama testi.....	23
3.5.6. Yaralanma günlüğü.....	23
3.6. PEP eğitimi.....	23
3.7. İstatiksel Analiz.....	24
<b>4.BULGULAR</b> .....	26
4.1.Gruplara ait demografik özelliklerin ve eğitim öncesi verilerin karşılaştırılması.....	26
4.2. Grupların başlangıç test değerlerinin karşılaştırılması.....	27
4.3. Grupların eğitim sonrası değerlerinin karşılaştırılması.....	32
4.4.Grupların kendi içlerinde eğitim öncesi ve sonrası verilerinin karşılaştırılması.....	37
4.5. Grupların Yaralanma Günlüklerinin Karşılaştırılması.....	46
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	47
<b>6. SONUÇ</b> .....	54
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	56
<b>8. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	65
<b>9. EKLER</b> .....	
Ek 1.....	
Ek 2 .....	

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 3.1</b> Commander PowerTrack Hand Held Dinamometre .....	20
<b>Şekil 3.2</b> Portatif Bilgisayarlı Kinestetik Denge Cihazı (SportKAT 550) Kullanım Şematiği.....	22

## TABLOLAR DİZİNİ

		Sayfa
<b>Tablo 2.1</b>	Hewitt (1999) ÖÇB Önleme Programı.....	13
<b>Tablo 2.2</b>	FIFA 11+ Isınma Programı.....	15
<b>Tablo 2.3</b>	PEP ÖÇB Yaralanması Engelleme Programı.....	16
<b>Tablo 4.1</b>	Grupların demografik özelliklerinin karşılaştırılması.....	27
<b>Tablo 4.2</b>	Grupların başlangıç otur-uzan, illinois çeviklik, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama test değerlerinin karşılaştırılması.....	28
<b>Tablo 4.3</b>	Grupların başlangıç yıldız uzanma denge sağ bacak test değerleri karşılaştırılması.....	29
<b>Tablo 4.4</b>	Grupların başlangıç yıldız uzanma denge sol bacak test değerleri karşılaştırılması.....	30
<b>Tablo 4.5</b>	Grupların başlangıç KAT denge değerlendirmesiverilerinin karşılaştırılması.....	31
<b>Tablo 4.6</b>	Eğitim sonrasında grupların otur-uzan, illinois çeviklik, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama test değerleri karşılaştırılması.....	33
<b>Tablo 4.7</b>	Eğitim sonrasında grupların yıldız uzanma denge sağ bacak test değerleri karşılaştırılması.....	34
<b>Tablo 4.8</b>	Eğitim sonrasında grupların yıldız uzanma denge sol bacak test değerleri karşılaştırılması.....	35
<b>Tablo 4.9</b>	Eğitim sonrasında grupların KAT denge değerlendirmesi verilerinin karşılaştırılması.....	36
<b>Tablo 4.10</b>	PEP grubu eğitim öncesi ve sonrası otur-uzan, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama, çift ayak ve tek ayak denge test değerleri karşılaştırılması.....	38
<b>Tablo 4.11</b>	PEP grubu eğitim öncesi ve sonrası yıldız uzanma denge sağ bacak test değerleri karşılaştırılması.....	39
<b>Tablo 4.12</b>	PEP grubu eğitim öncesi ve sonrası yıldız uzanma denge sağ bacak test değerleri karşılaştırılması.....	40
<b>Tablo 4.13</b>	PEP grubu eğitim öncesi ve sonrası KAT denge test değerleri karşılaştırılması.....	41

<b>Tablo 4.14</b>	Kontrol grubu eğitim öncesi ve sonrası otur-uzan, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama, çift ayak ve tek ayak denge test değerleri karşılaştırılması.....	42
<b>Tablo 4.15</b>	Kontrol grubu eğitim öncesi ve sonrası yıldız uzanma denge sağ bacak test değerlerinin karşılaştırılması.....	43
<b>Tablo 4.16</b>	Kontrol grubu eğitim öncesi ve sonrası yıldız uzanma denge sol bacak test değerlerinin karşılaştırılması.....	44
<b>Tablo 4.17</b>	Kontrol grubu eğitim öncesi ve sonrası sonrası KAT test değerleri karşılaştırılması.....	45

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BM	Basınç merkezi
FIFA	Federation Internationale de Football Association
KAT	Kinesthetic Ability Trainer
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
OH	Ohio
ÖÇB	Ön çapraz bağ
PEP	Prevent Injury Enhance Performance
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
VAM	Vücut ağırlık merkezi
VKİ	Vücut kütle indeksi
YUĞT	Yıldız Uzanma Denge Testi
±	Artı/eksi
%	yüzde
A	anterior
AM	anteromedial
AL	anterolateral
AP	anteriorposterior
cm	santimetre
ÇA	Çift ayak
kg	kilogram
m	metre
M	medial
Max	maksimum
Min	minimum
ML	mediolateral
mm	milimetre
n	olgu sayısı
P	posterior
PL	posterolateral
PM	posteromedial
psi	Pounds per inch square
sn	saniye
TA	Tek ayak
$X \pm SS$	Aritmetik Ortalama $\pm$ Standart Sapma

## 1. GİRİŞ

Hentbol, Dünya Şampiyonası, kıta şampiyonaları ve uluslararası turnuvalar ve de dünya çapında oynanan büyük kulüp şampiyonalarını kapsayan büyük uluslararası yarışmalar ile 1972 Münih oyunlarından beri olimpiyatlarda da yer alan olimpik bir takım sporudur. İleri düzeyde fiziksel performans gerektiren, sporcuların zıplama, koşu ve hızlı şut atma gibi faaliyetlerde bulunduğu, müsabakaların altmış dakikadan fazla sürdüğü bu spor dalında, başarılı olabilmek için sporcuların fiziksel olarak çok iyi hazırlanmaları gerekmektedir (Ghobadi vd 2013, Wedderkopp vd 1999).

Hentbol branşında yaralanmalar temas içeren ve temassız olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. İkili mücadelelerin şiddetinin fazla olması sonucunda en sık omuz, diz ve ayak bileği bölgesi yaralanmaktadır. Avrupa hentbolunda 1000 saatlik karşılaşma sonucunda sakatlanan sporcuların sayısının ortalama 50 kişi olduğu bildirilmiştir (Wedderkopp vd 1999). Hentbol branşında diz yaralanmaları sık görülen yaralanmalardandır.

Dizde ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması, yaygın yaralanma mekanizmalarının bilincinin artmasına rağmen, sporcularda riski yüksek ve çok sık görülen bir yaralanma çeşitidir. Son yıllarda, sporcuları ÖÇB sakatlığına yönlendiren faktörleri belirlemeye yönelik araştırma sayısında artış olmuştur. ÖÇB yaralanmaları açısından riski en büyük grup sporculardır ve hızdaki ani değişim ile birlikte ani kesme veya dönme içeren spor branşlarını yapanlarda bu oran daha fazladır. Bu hareketlerin tüm akut ÖÇB yaralanmalarının yaklaşık % 70'ine neden olduğu tahmin edilmektedir (Micheo vd 2010). Bundan dolayı, yaralanmaların önlenmesini vurgulamak ve oyunculara mümkün olduğu kadar erken bir önleme programı geliştirmek ve uygulamak için birçok sebep vardır.

Araştırmalara göre, ÖÇB hasarı için en yüksek risk kadınlara aittir (Hewett vd1999, Quatman ve Hewett 2009). Hewitt vd (1999), kadın sporcuların erkeklere göre genel

diz yaralanmalarından 4 ila 6 kat daha fazla maruz kaldığını bildirmiştir. Bayanlarda en yüksek risk; kadın jimnastik, futbol ve basketbol branşlarındadır.

Santa Monica Ön Çapraz Bağ Yaralanmasını Önleme Projesi, kadın atletlerin maruz kaldığı ön çapraz bağ yaralanmalarının sayısını azaltmak ve stratejik bir eğitim programı uygulamak için Prevention Injury Enhance Performance (PEP) Programını geliştirmiştir. Programın odak noktası, oyuncuları yaralanmaları önleme stratejileri konusunda eğitmek ve önceki araştırmalarda tanımlandığı gibi problemleri hedef alan belirli egzersizleri içermesidir (Mandelbaum vd 2005).

PEP Programı, geleneksel ısınmanın yerini alan 20 dakikalık oldukça kapsamlı bir eğitim oturumudur. Program ısınma, germe, güçlendirme, pliometrik egzersizlerden ve diz eklemi çevresindeki stabilizatör kasların güç ve koordinasyonundaki olası açıkları gidermek için spora özgü çeviklik egzersizlerinden oluşur. Tüm egzersizler sırasında uygun tekniği kullanmak önemlidir.

Programın ön çapraz bağ yaralanması geçirmiş kadın futbolcularda tekrar yaralanma riskini azalttığı çalışmalarda belirtilmiştir (Gilchrist vd 2008). Başka bir çalışmada ise kadın sporcularda PEP programının uygulanması ile yaralanma oranının %74 azaldığı gösterilmiştir (Bert ve Holly 2005). PEP programının yaralanmayı önlemenin yanı sıra performansı da etkilediği düşünülmektedir. Literatüre bakıldığında ÖÇB yaralanmasını engelleme programının performansa etkisini inceleyen çalışma sayısı çok azdır (Steffen vd 2008, Vescovi vd 2010). Profesyonel hentbolcularda PEP programının ön çapraz bağ yaralanmasının önlemesinin yanında alt ekstremitte performansı üzerine etkilerini araştıran bir çalışma henüz yapılmamıştır.

### **1.1. Tezin Amacı**

Bu çalışmanın amacı antrenman programına eklenen PEP eğitim programının profesyonel kadın hentbolcularda esneklik, çeviklik, kas kuvveti, denge ve fonksiyonel sıçrama performansı üzerine etkisinin incelenmesidir.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Ön Çapraz Bağ Anatomisi

ÖÇB, femurdan tibiaya uzanan yoğun bir bağ dokusudur. Mikro-anatomik ve histolojik olarak tek bir yapıdır (Danylchuk 1978, Odensten vd 1986). ÖÇB lateral femoral kondil üzerindeki interkondiler çentiğın posteromedial kısmından anterior, medial ve distal yönlü uzanmaktadır (Duthon vd 2006).

ÖÇB lifleri medial tibial spine'daki anterior ve lateral yerleşimli bir fossaya bağlanırlar. Bu fossa, yaklaşık 11 mm genişliğinde (8-12 mm) ve 17 mm (14-21 mm) ve antero-posterior yöndedir. Bu bağlantıya lateral menisküsün ön veya arka boynuzundaki bazı uzantılar karışabilir. Tibial bağlantı, femur bağlantısından biraz daha geniştir. ÖÇB'nin tibial lifleri, tibiyanın yaklaşık 10 ile 14 mm ön kısmından başlar ve medial ve lateral olarak tibial spinaya uzanır (Duthon vd 2006, Girgis vd 1975, Petersen ve Zantop 2007).

Girgis vd (1975), ÖÇB'yi fonksiyonel açıdan ve tibiaya yerleşme yerlerine göre, anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) demet olarak iki parçaya ayırmıştır.

Amis vd (1991), diz fleksiyonu ve ekstansiyonu sırasında ön çapraz bağın lif uzunluğundaki değişiklikleri ölçtüklerinde, lif demetlerinin uzunluklarının eşit olarak değişmediğini bulmuşlardır. PL demet, fleksiyon sırasında femur anteriora doğru yer değiştirirken gevşer ve uzar, ekstansiyonda ise kısalır; AM demet, ekstansiyonda femurun posteriora yer değiştirmesiyle gevşer ve uzar, fleksiyonda ise kısalır. Bununla birlikte, AM demet, dizdeki pasif ekstansiyon-fleksiyon sırasında en az miktarda değişiklik gösteren ÖÇB parçasıdır (Amis vd 1994).

Furman vd (1976), AM demetin transeksiyonunun ön çekmece testinde pozitif, Lachman testinde negatif cevap oluşturduğunu ve bunun tam tersinin de posterolateral demet için doğru olduğunu göstermiştir. Bu, parsiyel yırtıkların,



yaralanma sırasındaki dizin postürüne bağlı olarak farklı demetleri etkileyebileceğini düşündürmektedir.

## 2.2. ÖÇB Biyomekanik Özellikleri

Tibia'nın femurla olan eklem yüzeylerinin hareket özellikleri çok karmaşıktır (Beynon vd 2005). ÖÇB'nin birincil işlevi, tibianın femurla ilişkili anterior deplasmanını önlemektir (Butler vd 1980, Fukubayashi vd 1982). Aynı zamanda iç-dış rotasyon (Fleming vd 2001, Kanamori vd 2002, Markolf vd 1990), varus-valgus angulasyonu (Marder 1991) ve bunların kombinasyonları (Kanamori vd 2002, Markolf vd 1995) için kısıtlayıcı bir görev görür. Biyomekanik çalışmalar, PL demetinin, dize binen kombine rotasyon kuvvetlerine karşı, dizin stabilizasyonunda önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Standart tek bant ÖÇB rekonstrüksiyonlarının, dizdeki anterior stabiliteyi geri kazandırmada başarılı olduğunu, ancak rotasyonel stabilizasyon konusunda bütün dizlerde yeteri kadar başarılı olunmadığını, bu durumun da pivot shift fenomeniyle alakalı olduğunu savunmuşlardır (Woo vd 2002). Dizin anterior- posterior yönlü stabilizasyonun tek bant rekonstrüksiyon sonrası iyi sonuçlar vermesine rağmen, squat ve koşma aktiviteleri sırasında tibiada internal rotasyon meydana gelmektedir (Logan vd 2004, Tashman vd 2004). Yaygın yaralanma mekanizmalarını göz önünde bulundurursak, ÖÇB greftinin kombine valgus ve tibial iç rotasyon kuvvetlerine direnme kabiliyeti, anterior yönlü kuvvetlere direnme kabiliyeti bakımından eşit derecede önemlidir.

Dizin tama yakın ekstansiyonu sırasında ÖÇB kuadriceps kaslarına antagonist olarak görev yapar (DeMorat vd 2004, Fleming vd 2001). Hamstring kasları, diz fleksiyonu boyunca ÖÇB agonistleri olarak işlev görür ve böylece ÖÇB'yi korur (O'Connor ve Zavatsky 1993).

### 2.3. ÖÇB Yaralanmasının Görülme Sıklığı

İzole ÖÇB hasarının yıllık insidansının 30/100 000 ve fiziksel olarak aktif popülasyonlarda kombine ÖÇB hasarının 98/100 000 (Daniel vd 1994, Miyasaka vd 1991) kişi olduğu bildirilmiştir.

Eşlik eden diğer yaralanmalar, diğer ligament hasarları, menüsküs yırtıkları, eklem kırıkdağı yaralanmaları, kemik ödemi ve bazen eklem içi kırıklardır (Beynnon vd 2005). ÖÇB yırtığının görülme sıklığı sporun türüne bağlıdır ve yapılan çalışmalara bakıldığında müsabakalarda oluşan yaralanma sayısı antrenmanlarda oluşanlardan daha fazladır. ÖÇB yaralanmaları en sık ani yavaşlama, hızlanma, koşma ve kesme manevrası gerektiren spor dallarında meydana gelmektedir. Kadınların erkeklere kıyasla ÖÇB hasarı sürdürme riskinin 2 ile 6 kat daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Arendt vd 1999, Joseph vd 2013, Walden vd 2011).

ÖÇB yaralanmalarının en yüksek insidansının kadınlarda ve 20 yaşından önce olduğu bildirilmiştir (Johnsen vd 2016, Nordenvall vd 2012, Sanders vd 2016, Walden vd 2011). 20 yaşından sonra kadınlarda ÖÇB yaralanmalarının görülme sıklığının azalmasının bir nedeni, sporda kadın katılımının azalması olabilir. Yapılan bir diğer çalışmaya göre kadınlar, erkeklere göre; futbolda % 46, basketbolda % 44, voleybolda ve beyzbolda %30 daha fazla yaralanma oranına sahiptir (Knowles 2010). Erkek ve kadın sporcular arasındaki ÖÇB yaralanma miktarındaki farklılıkların; anatomik, nöromüsküler etkinlik, fizyolojik, hormonal ve kondüsyon ve antrenman düzeyleri açısından farklılıklara bağlı olduğu düşünülmektedir (Wojtys vd 2002).

ÖÇB yaralanmaları çoğu zaman spor sırasında meydana gelir. Konu ile ilgili Norveç kayıtlarına bakıldığında, yaralanmanın en sık genç Norveçli kadınlar arasında futbolda (%52) ve hentbolda (%39) gerçekleştiği bildirilmektedir (Johnsen vd 2016). Yapılan çalışmalarda kadın hentbolcuların yarışma sırasında 30 kat daha fazla yaralanma riskine sahip olduğu rapor edilmiştir (Myklebust vd 1998).

## **2.4. Yaralanma Mekanizması**

ÖÇB yaralanmalarının rastgele meydana gelmediği, altında yatan nedenlerin ya da diğer bir deyişle risk faktörlerinin bu yaralanmalara neden olduğunu gösterilmiştir (Renstrom vd 2008).

ÖÇB yaralanmaları darbe sonucu veya herhangi bir temas olmaksızın gerçekleşebilir. Yaralanmaların %70- 84' ünün herhangi bir fiziksel temas olmadan dizde meydana gelen aşırı rotasyonel kuvvetler sonucu gerçekleştiği ortaya koyulmuştur (Krosshaug vd 2007). ÖÇB, üzerine aşırı yük bindiğinde yaralanmaya açık hale gelir. ÖÇB'in en sık görülen yaralanma şekli, diz hiperekstansiyonda iken, tibiaya uygulanan varus ve iç rotasyon zorlamasıdır. Bu sırada olan ani yavaşlama yaralanma riskini daha da artırır (DeMorat vd 2004).

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

ÖÇB risk faktörleri çevresel, anatomik, hormonal ve nöromüsküler olmak üzere 4 temel başlık altında incelenebilir (Griffin vd 2006):

### **2.5.1. Çevresel faktörler**

Havanın durumunun, zeminin ve ayakkabının ÖÇB yaralanmaları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

### **2.5.1.1. Hava şartları**

Amerikan futbol oyuncularında, yüksek buharlaşmanın olduğu ve yağmurun olmadığı yıllarda yapılan bir çalışmada daha fazla ÖÇB yaralanması görüldüğü gösterilmiştir (Orchard ve Powel2003). Kuru havanın doğal çim ile ayakkabı arasındaki sürtünmeyi ve rotasyonel direnci artırması bu duruma neden olarak gösterilmiştir.

### **2.5.1.2. Zemin**

Yapay çimler doğal çimlere göre ayakkabı-zemin arasındaki sürtünmeyi arttırdığı için ACL yaralanma riskini de arttırmaktadır (Orchard 2002). Hentbolcularda yapılan bir diğer çalışmada da yapay zeminde ACL yaralanma oranının doğal ağaç zemine göre daha fazla olduğu bulunmuştur (Olsen vd 2004).

### **2.5.1.3. Ayakkabı**

Futbolcularda, kramponlardaki çivilerin uzunluğu, sıklığı ve yerleşimi ÖÇB yaralanmalarının oluşmasında etkili olduğu bulunmuştur (Lambson vd 1996).

## **2.5.2. Anatomik faktörler**

Vücut Kütle İndeksi (VKİ), diz eklem laksitesi, Kuadriseps açısı (Q açısı), interkondiler çentik genişliği, ÖÇB büyüklüğü ve kuvveti ve pelvis ve gövde anatomisi anatomik faktörleri oluşturmaktadır (Griffin vd 2000, Uhorchak vd 2003, Delp vd 1999). ÖÇB yaralanması geçiren hastalar ile ilgili yapılan bir çalışmada % 57- 69 oranında, çoğunluğu erkek cinsiyetin oluşturduğu görülmektedir (Gianotti vd 2009, Pfeiffer vd 2006). Spora katılımda erkek sayısının fazla oluşu bu durumun nedeni olabilir. Diğer çalışmalara bakıldığında, kadınların ÖÇB yaralanmaları açısından erkeklere göre daha fazla risk taşıdığı gösterilmiştir. ÖÇB yaralanma oranlarındaki bu farklılığa, cinsiyetler arasında anatomik, hormonal, nöromusküler ve biyomekanik farklılıkların neden olduğu

düşünülmektedir (Hewett vd 2006, Harrison vd 2011). VKİ' nin fazla olması sıçrama sonrası yere inme sırasında dizin fazla ekstansiyona gitmesine neden olduğu için ÖÇB yaralanması açısından bir risk faktörü olduğu kabul edilmektedir (Orchard vd 2001).

### **2.5.2.1 Eklem Laksitesi**

Eklem laksite artışı sonucunda, diz ekleminde aşırı hareketlilik meydana gelmekte ve bu durum eklem dinamik yapısını değiştirmektedir. Dinamik yapıdaki bu değişiklik ÖÇB yaralanması açısından bir risk faktörü oluşturmaktadır. Özellikle kadın sporcularda östrojen seviyesinin en yüksek noktaya ulaştığı menstüral siklusun preovulatar fazında eklem laksitesi artarak ÖÇB yaralanma riskini arttırmaktadır (Hewett vd 2007).

### **2.5.2.2. Pelvis ve gövde**

Hamstring kasları, pelviste oluşan anterior yönlü tiltin kalçada neden olduğu internal rotasyon, anteverسیون ve fleksiyon pozisyonundan dolayı uzar ve zayıflar (Delp vd 1999). Hamstring kaslarının tibianın anterior yönlü yer değişmesini kontrol ettiği düşünüldüğünde, bu kas grubunun zayıflaması sonucunda ÖÇB yaralanması olasılığının arttığı düşünülebilir. Bu durum gluteal kaslarda da moment kolunu değiştirerek pelvis üzerindeki kas gruplarında fonksiyonel açıdan farklılıklar oluşturur. Gluteus medius kasının dizdeki valgus kollapsını dengelemedeki büyük önemi göz önüne alındığında, anterior pelvik tilte bağlı gluteus medius kasının çekiş açısının değişmesi, ani yön değiştirme, kesme ve yere düşme anında dizde meydana gelen dinamik valgusu kontrol etme yeteneğini azaltmaktadır (Olsen vd 2004).

### **2.5.2.3. Kuadriseps (Q) açısı**

Artmış Q açısı dizdeki statik ve dinamik valgus stresini arttıracığından, artmış Q açısı ÖÇB yaralanmasına neden olabilecek risk faktörleri arasında yer almaktadır. Shambaugh vd (1991) ÖÇB yaralanması geçiren 45 kadın basketbolcu ile yaptığı çalışmada Q açısının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

#### **2.5.2.4. İnterkondiler notch genişliği**

ÖÇB yaralanma riskinin, tibial interkondiler notch aralığı dar olan kişilerde daha fazla olduğu bulunmuştur (Kalaycı 2009). Kadınlarda ÖÇB'nin enine kesit alanı, boyutu, ağırlığı ve volümünün erkeklere göre daha düşük olduğu gösterilmiştir (Chandrashekar vd 2005). Sonuç olarak, ÖÇB'nin uzamaya bağlı göstermiş olduğu rezistansın, yüklenme kapasitesinin ve enerji absorpsiyonunun kadınlarda daha düşük olduğu kabul edilmiştir.

#### **2.5.3. Hormonal faktörler**

ÖÇB dokusu üzerinde cinsiyete göre farklılık gösteren hormonlara ait reseptörlerin var olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Dragoo vd 2003, Faryniarz vd 2006). Östrojen testosteron, progesteron gibi hormonlar bağın metabolik, mekanik ve yapısal özelliklerini etkiler. Menstrual siklusun farklı dönemlerinde farklı oranlarda bağ yaralanması görüldüğü gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda ÖÇB yaralanmalarının en fazla pre- ovulasyon döneminde (28 günlük siklusun ilk 9-14 günü) görüldüğü ortaya konulmuştur (Ruedl vd 2009, Arendt vd 2001).

#### **2.5.4. Nöromüsküler faktörler**

Nöromüsküler ve nöromekanik faktörler kinetik, kinematik, kas aktivasyonu ve kuvvet üretiminin analizini içerir (Shultz vd 2012). Bu faktörler temel olarak değiştirilebilir risk faktörleridir ve önleyici çalışmalarda bu faktörlerin göz önünde bulundurulması oldukça önemlidir.

Prospektif bir çalışmada ÖÇB hasarı geçiren olgularda, sıçrama sonrası düşüş sırasında diz fleksör kaslarında azalmış pre-aktivasyon; diz ekstansör kaslarında artmış pre-aktivasyon olduğu tespit edilmiştir (Zebis vd 2009). Ancak, bu bulgu sadece beş olgunun katıldığı bir çalışmaya dayanmaktadır ve kanıt düzeyi en iyi ihtimalle orta düzeyde kabul edilmektedir (Posthumus vd 2011). Kalça abdükör ve eksternal rotator

kaslardaki zayıflık ÖÇB'yi etkiler ve ÖÇB için değiştirilebilir bir risk faktörü oluşturur. Bu durum sıçrama sonrası iniş sırasında dizde aşırı valgus stres oluşmasına ve genç kadın sporcularda yaralanma riskinin artmasına neden olmaktadır (Hewett vd 2005). Ayrıca, inme sırasında diz fleksiyonu ve kalça fleksiyonunun azaldığı ve bu durumun yaralanma riskini artırdığı gösterilmiştir (Chappell vd 2007, Leppanen vd 2017).

## 2.6 Ön Çapraz Bağ Yaralanmaları ve Kuvvet

Kas kuvveti; bir kas veya kas grubunun maksimal efor ile dirence karşı harcadığı güç olarak tanımlanabildiği gibi, kişinin belli bir zaman içerisinde kasta oluşan kuvvet veya torku ortaya çıkarma yeteneği olarak da tanımlanabilir. ÖÇB yaralanmalarını önleme programlarında veya yaralanma sonrası rehabilitasyonda hamstring ve kuadriseps kas kuvveti çok önemli bir yere sahiptir. Çalışmalar ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra kuadriseps kas kuvvetinin fonksiyonel performans ile pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermiştir (Wilk vd 1994, Schmitt vd 2012). Bu nedenle, kas kuvvetinin restorasyonu fonksiyonel kapasitesinin artırılması için çok önemlidir.

## 2.7 Ön Çapraz Bağ Yaralanmaları ve Denge

Denge, vücut ağırlık merkezi (VAM) değişikliklerine karşı, vücudu sabit ve hareketli pozisyonlarda minimum kas aktivitesi ile kontrol edebilme yeteneğidir. Bu bakımdan dengenin sağlanması ve VAM' in destek yüzeyinde tutulması uygun nöral mekanizmalar ve kas-iskelet sistemi arasındaki koordinasyon ile sağlanır (Hansen vd 2000, Bakırhan 2007, Cote vd 2005).

Diz eklemünde çok zengin duyuşal girdiler sağlayan çapraz bağlar, yan bağlar ve menisküslerde meydana gelen problemler duyuşal girdinin azalmasına ve bozulmasına neden olarak dengeyi etkileyebilmektedir (Hassan vd 2001). Literatürdeki bazı çalışmalarda alt ekstremitte yaralanmalarının yetersiz proprioseptif geri-bildirim ve aşırı eklem yüklenmelerine neden olabildiği bildirilmiştir. Bu çalışmalara göre motor nöronların uyarılabilirliğindeki azalma hem MSS'ne ulaşan proprioseptif girdiyi

azaltmakta hem de spinal korddaki inhibitör nöronların aktivasyonunu arttırmaktadır. Tüm bu faktörler bir araya geldiğinde eklemde ilerleyici hasara, denge, koordinasyon ve eklem dinamiklerinde devamlı defisitlerin oluşmasına neden olmaktadır (O' Connell vd 1998, Kuukkanen ve Malkia 2000, Lephart ve Fu 2000, Chmielewski vd 2002, Puh vd 2013).

## 2.8 ÖÇB Yaralanmalarını Önleme Programları

Geçmişten günümüze, sporcularda ÖÇB yaralanmalarının önlenmesi için farklı önleme programları oluşturulmuştur. Bu programlar ÖÇB yaralanması geçirmiş sporcularda veya daha önce yaralanma hikayesi olmayan sporcularda uygulanmaktadır. Bir ÖÇB hasarı için en önemli tedavi, ÖÇB hasarının tekrar oluşmasını engellemektir. ÖÇB yaralanmalarını önleme programları, birçok farklı özelliği içermektedir. Programların; esnekliği artıran, yüksek risk oluşturan hareketler hakkında antrenöre ve sporcuya eğitim veren, kuvvet artışını sağlayan, dengeyi geliştiren, nöromusküler antrenman ve pliometrik egzersiz formlarını içeren multi disiplinler bir şekilde oluşturulması önerilmektedir (Shultz vd 2010, Renstrom vd 2008, Zazulak vd 2007, Hewett vd 1999).

ÖÇB yaralanma riski yüksek olan sporcuların nasıl tanımlanacağını bilmek, travmatik yaralanmaları önlemek için önleyici bir program oluşturmak kadar önemlidir. Bir program geliştirirken, programa ne zaman başlanacağını göz önünde bulundurulması, kas yorgunluğu, spor, beceri ve performans üzerinde etkisi olacaktır (Bien 2011).

Günümüze kadar geliştirilmiş önleme programları; Barendrecht vd (2011) nöromusküler antrenman programı, Zazulak vd (2007) önleme programı, Myklebust vd (2003) ısınma programı, Hewett vd (1999) ısınma ve core kas kuvveti antrenmanı, FIFA antrenman programı, PEP önleme programıdır. Bu programların yanısıra spora özgü olarak oluşturulmuş birçok önleme programı da bulunmaktadır. Bu programlardan literatürde en çok bahsedilenler Hewett' in önleme programı, FIFA ve PEP'tir.



### 2.8.3. Hewett'in önleme programı

Hewett vd (1999) sporcuların aşırı abduksiyon ve adduksiyon güçlerini dizlerinden uzak tutmayı ve diz biyomekaniği ile düzgün bir şekilde nasıl inip pozisyonlarını koruyacaklarını öğrenmeleri için nöromusküler farkındalık ve eğitim programlarına katılmalarını önermiş ve bu amaç için program oluşturmuştur. Bu programın içeriği Tablo 2.1'de verilmiştir. Hewett germe, pliometrik ve güçlendirme içeren önleyici bir program ile düşüş sonrası dizde oluşacak kuvvetlerin, valgus ve varus streslerinin azaltılabileceğini savunmuştur. Bu önleme programında sporcuların yaralanmasına neden olacak kas dengesizliklerine odaklanılmıştır. Hamstrings ve kuadriseps arasındaki kontraksiyon dengesizliği oranını azaltarak ÖÇB'ye binen yük ve stres azalır, böylece yaralanma olasılığı azalır. Önleme programı 3 aşamadan oluşmaktadır (Hewett vd 1999)(Tablo 2.1).

**Tablo 2.1** Hewett (1999) ÖÇB Önleme Programı

<b>Egzersiz Fazları</b>		
<b>Faz: 1 Teknik</b>	<b>Hafta 1</b>	<b>Hafta 2</b>
Wall Jumps	20 sn	25 sn
Tuck Jumps (use mat)	20 sn	25 sn
Broad Jumps Stick (hold) Landing	5 tekrar	10 tekrar
Squat Jumps (use mat)	10 sn	15 sn
Double-Legged Cone Jumps (use mat)	30 sn/ 30 sn	30 sn /30sn
180 Degree Jumps	20 sn	25 sn
Bounding in Place	20 sn	25 sn
<b>Faz: 2 Teknik</b>	<b>Hafta 3</b>	<b>Hafta 4</b>
Wall Jumps	30 sn	30 sn
Tuck Jumps (use mat)	30 sn	30 sn
Jump, Jump, Jump, Vertical Jump	5 tekrar	8 tekrar
Squat Jumps (use mat)	20 sn	20 sn
Bounding for Distance	1 koşu	2 koşu
Double-Legged Cone Jumps (use mat)	30 sn/ 30 sn	30 sn /30sn
Scissors Jump	30 sn	30 sn
Hop, Hop, Stick Landing (use mat)	5 tekrar/bacak	5 tekrar/ bacak

<b>Faz: 3 Teknik</b>	<b>5. Hafta</b>	<b>6. Hafta</b>
Wall Jumps	30 sn	30 sn
Step, Jump Up, Down, Vertical	5 tekrar	10 tekrar
Mattress Jumps	30 sn/ 30sn	30 sn/ 30 sn
Single-Legged Jumps Distance (use mat)	5 tekrar/ bacak	5 tekrar/ bacak
Squat Jumps (use mat)	25 sn	25 sn
Jump into Bounding (use mat)	3 koşu	4 koşu
Hop, Hop, Stick Landing	5 tekrar/ bacak	5 tekrar/ bacak

#### **2.8.4. FIFA 11+**

Futbolda ÖÇB yaralanmalarında risk, oyuncunun rakip oyuncuyla omuz omuza mücadelesi ve topa vuruş sırasında yüksektir (Brophy vd 2015, Walden vd 2015). F-MARC'in FIFA 11+ eğitim programını geliştirmekteki amacı sportif yaralanmalara yol açan zayıf postür, yetersiz kas kuvveti ve dayanıklılığı ile esneklik ve koordinasyonu geliştirerek yaralanma insidansı ve olasılığını en aza indirmektir. FIFA, uzmanların araştırmalarına dayanarak; "11+" programını istikrarlı biçimde uygulayan takımlarda yaralanmaların %30-50 oranında azaldığını öne sürmekte ve bu programın futbol antrenman programları içinde yaygın biçimde kullanılmasını sağlamak üzere eğitim ve tanıtım çalışmalarını tüm ülkelerde yürütmektedir.

FIFA 11+ üç bölümden oluşan yaralanmayı önleme ve ısınma programıdır. Her antrenmanın başlangıcında, uygun sıralamayla yapılması gereken toplam 15 egzersizi içerir (Soligard vd 2008).

Programın bölümleri;

Bölüm 1: Aktif germe hareketleri ve eş ile kontrollü temaslarla birlikte yavaş tempoda koşu egzersizlerini kapsar.

Bölüm 2: Her biri artan zorluk seviyesi olan çekirdek ve bacak gücü, denge, pliometrik ve çeviklik üzerine odaklanan altı egzersizden oluşur.

Bölüm 3: Hızlanma ve kesme hareketleri ile birlikte orta ve yüksek hızda koşu egzersizlerinden oluşur (Tablo 2.2).

**Tablo 2.2** FIFA 11+ Isınma Program

Koşu Egzersizleri (8 dakika)	Kuvvet- Pliometrik- Denge (10 dakika)			Koşu egzersizleri (2 dakika)
	1. Seviye	2. Seviye	3. Seviye	
Running straight ahead				Across the pitch
Running hip Out	The bench static	The bench alternate legs	The bench one leg lift and hold	Running bounding
Running hip In	Sideways bench static	Sideways bench raise- lower hip	Sideways bench with leg lift	Running Plant & cut
Running Circling partner	Hamstrings beginner	Hamstrings intermediate	Hamstrings advanced	
Running Shoulder contact	Single leg stance hold the ball	Single leg stance throwing ball with partner	Single leg Stance test your partner	
Running quick forwards & backwards	Squats with toe raise	Squats walking lunges	Squats One leg squats	
	Jumping vertical jumps	Jumping lateral jumps	Jumping box jumping	

### 2.8.5. PEP Önleme programı

FIFA 11+ programına benzer, bir diğer ÖÇB yaralanmasını önleme programı ise Santa Monica Yaralanmayı Önleme ve Performansı Geliştirme (Santa Monica Prevent Injury Enhance Performance, PEP) programıdır. Programın 15- 20 dakika sürmesi, fazla ekipman gerektirmemesi, sezon boyunca uygulanabilir olması avantajları arasında yer alır. PEP programı ısınma, germe, kuvvetlendirme, pliometrik eğitim ve çeviklik olmak üzere beş ana kısımdan oluşur (Mandelbaum vd 2005).

**Tablo 2.3** PEP ÖÇB Yaralanması Engelleme Programı

Isınma	Kuvvetlendirme	Pliometrik	Çeviklik	Germe
Jog (cone to cone)	Walking Lunges	Lateral Hops over Cone	Forward run with 3 step deceleration	Calf stretch
Backward Running	Russian Hamstring	Forward/Backward Hops over cone	Lateral Diagonal runs	Quadriceps stretch
Shuttle Run (side to side)	Single Toe Raises	Single Leg hops over cone	Bounding run	Figure Four Hamstring stretch
		Vertical Jumps with headers		Inner Thigh Stretch
		Scissors Jump		Hip Flexor Stretch

## 2.9 Tezin Hipotezi

H1: PEP eğitimi alan sporcuların performansı almayan gruba göre daha iyidir.

Yukarıdaki hipotezimizi test etmek için çalışmaya yaş aralığındaki Türkiye 2017-2018 hentbol sezonunda süper ligde oynayan dört takımdaki 64 kadın hentbol sporcusu dahil edilmiştir.

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı antrenman programına eklenen PEP eğitim programının profesyonel kadın hentbolcularda alt ekstremite esneklik, çeviklik, kuvvet ve denge üzerine etkisini incelemektir.

#### **3.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer**

Çalışmaya dahil edilen katılımcıların değerlendirme ve eğitimleri takımların bulunduğu Antalya, Kastamonu, Ankara, Bursa illerinde gerçekleşmiştir. Çalışmanın yapılabilmesi için takım sorumlularından gerekli izinler alınmıştır. Bu çalışma 'Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu' tarafından 01.08.2017 tarih ve 10 sayılı kurul kararıyla onaylanmıştır (Ek-2).

#### **3.3. Çalışma Süresi**

Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi desteği ile çalışmada kullanılacak cihazların temini sonrasında veri toplama süreci başlamıştır. Verilerin toplanması süreci Ocak 2018 tarihinde sona ermiştir.

### 3.4. Katılımcılar

Bu çalışmaya süper lig takımlardan; Muratpaşa Belediyesi Spor Kulübü, Yenimahalle Belediye Spor Kulübü, Mudanya Belediyesi Dinçspor Spor Kulübü, Kastamonu Belediye Spor Kulübü toplamda 64 sporcu katılmıştır. Seçilen bu 4 takım geçen sene ligi ilk 4 te bitiren takımlar olup, egzersiz düzeyleri birbirine yakındır. Yazı tura yöntemi ile randomize olarak takımlardan 2 takım (n=32) kontrol grubunu, 2 takım (n=32) ise müdahale grubunu (PEP grubu) oluşturmuştur. Çalışmada sporcuların katılımı için gönüllülük esası göz önünde bulundurulmuş, takım sorumlularından gerekli izinler alınmıştır. Kontrol grubundaki katılımcılara herhangi bir uygulama (eğitim, egzersiz vb.) yapılmamış, PEP grubu ise 20 hafta süreyle PEP eğitimi programına dahil edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilecek gönüllüler için dahil olma, dışlama ve çalışmadan çıkarılma kriterleri aşağıdaki gibidir.

#### 3.4.1. Katılımcılar için araştırmaya dahil olma kriterleri

- Herhangi akut ortopedik bir rahatsızlığı bulunmamak
- Antrenmanlara düzenli devam ediyor olmak

#### 3.4.1. Katılımcılar için dışlama kriterler

- Ortopedik problemi için tedavi alıyor olmak

#### 3.4.2. Katılımcılar için çalışmadan çıkarılma kriterleri

- Eğitim öncesi ya da eğitim sonrası değerlendirmesine katılmamak
- Kendi isteği ile çalışmadan ayrılmak istemek
- Yaralanma geçirmek

### 3.5. Değerlendirmeler

Değerlendirme ve eğitimler tek araştırmacı (SA) tarafından yapılmıştır. Kontrol grubunun ilk ve son değerlendirmeleri 20 hafta ara ile alınırken, PEP grubunun 20 haftalık PEP programı eğitimi öncesi ve sonrasında değerlendirmeleri yapılarak kaydedilmiştir. Bireylerin dominant tarafı, hentbol oynarken şut attığı tarafa göre belirlenmiştir. Katılımcılara ait tüm veriler antrenman yapılan salonda, aynı hava şartlarında toplanmıştır. Ölçümler rahat antrenman kıyafetleri ile denge için ayakkabısız, çorapla; diğer testler için ayakkabı kullanılarak yapılmıştır.

Katılımcıların yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlıkları kaydedilmiştir. Bununla birlikte demografik bilgiler, özgeçmiş ve yaralanmalarına ilişkin veriler yüz yüze görüşme yöntemi ile kaydedilmiştir (Ek 1).

#### 3.5.1. Otur Uzan testi

Esneklik değerlendirmesi için kullanılmıştır. Bir sehpanın üzeri cm.'lere bölünerek, sporcular yere oturarak, bacaklarını uzatmış ve ayakkabısız olarak ayak tabanlarını sehpaye dayandırılmıştır. Sonra sporcudan, gövdesinden (bel ve kalça), dizlerini fleksiyona getirmeden, sehpanın üzerinde ileriye doğru, mümkün olduğunca uzanması istenmiştir. Parmaklarının uzandığı en uç nokta cm. cinsinden ölçülmüş ve bu test 3 kez tekrarlanmış, en iyi sonuç kaydedilmiştir (Golding 1997).

#### 3.5.1. İllinois Çeviklik Testi

Bu test 1979 yılında Getchell tarafından tanımlanmıştır. Eni 5 m, boyu 10 m ve orta bölümünde 3,3 m aralıklarla düz bir hat üzerine dizilmiş üç koniden oluşan test parkurunda sporcular test edilmiştir. Test öncesinde sporculara parkur anlatılmış ancak deneme yapmalarına izin verilmemiştir. Sporculardan testi yapmadan önce ısınma egzersizleri yapmaları istenmiştir. Test başlangıcında kronometre başlatılmış ve bitiş çizgisine ulaştığı anda durdurulmuştur. 5 dakikalık dinlenme arasından sonra test



tekrarlanmış ve en iyi sonuç kaydedilmiştir (Hazır vd 2010, Miller vd 2006, Simonek vd 2017)

### 3.5.2. Diz ekstansör kas kuvveti ölçümü

Sporcuların diz ekstansör kas kuvvetleri Commander PowerTrack Hand Held Dinamometre ile değerlendirilip Newton (N) cinsinden kaydedilmiştir (Şekil 3.1). Cihaz fabrika ayarlı olarak kalibre edilmiş ve her kullanımdan önce LCD ekranındaki bir önceki ölçüme ait değerler sıfırlanmıştır. Kas kuvveti ölçümlerinde literatürde daha güvenilir olduğu bildirilen ve sıkça kullanılan maksimal istemli izometrik kontraksiyon (make test) kullanılmıştır. Make test, ölçümcü dinamometreyi sabit tutarken ölçüm yapılan kişinin cihaza karşı maksimum güç uygulaması protokolüdür (Bohannon 1988, Stratford ve Balsor 1994, Roy ve Doherty 2004). Ölçümler, 30 sn aralıkla alt ekstremiteler için ikişer kez tekrarlanmış ve ölçümlerin ortalaması alınmıştır (Otman ve Köse1998).

Sporcular ayakları yer ile temas etmeyecek yükseklikte bir sandalye üzerinde, kalçaları ve dizleri 90° fleksiyonda, ayaklar serbest, kollar göğüs üzerinde çaprazlanmış ve destek almayacak şekilde oturtulmuştur. Sporculara teste başlamadan test protokolü hakkında bilgi verilmiştir. Değerlendirilecek taraf diz eklemi altına rulo halinde bir havlu yerleştirilmiştir. Uyluk tespit edilerek diz kilitlenene kadar ekstansiyon yapılması istenmiş ve dinamometreyi malleollerin seviyesinin 1-2 cm üstüne gelecek şekilde bacağa dik olarak yerleştirilmiştir.



**Şekil 3.1:** Commander PowerTrack Hand Held Dinamometre

### 3.5.1. Denge değerlendirmeleri

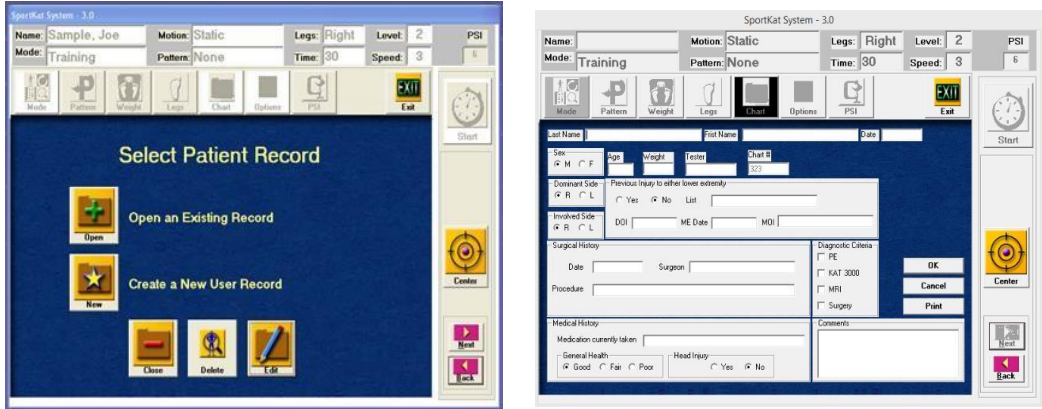
Denge değerlendirmeleri için Kinesthetic Ability Trainer (KAT) ve yıldız uzanma denge testi kullanılmıştır.

#### 3.5.1.1. Yıldız Uzanma Denge Testi

Denge ve ilişkili fiziksel performansın değerlendirmesi için kullanılmıştır. Sporcular, 45 derece aırlarla çizilmiş 8 çizgili yıldız görünümlü bir düzeneğin merkezinde durmuşlar ve sporculardan bir ayaklarını kullanarak anterior, anteromedial, medial posteromedial, posterior, posterolateral, lateral ve anterolateral yönlere uzanmaları istenmiştir. Sporcular, uzanma ayağının en u kısmıyla uzanabildikleri en uzak noktaya dokunmuşlar ve her yöne  uzanma yaparak sonuçların ortalamaları santimetre cinsinden kaydedilmiştir (Hertel vd 2000).

#### 3.5.1.2. KAT denge değerlendirmeleri

Katılımcıların dengesi KAT (Model TS 650, SportKAT LLC, ABD) ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler için cihazın hava basıncı 6 psi olarak ayarlanmıştır. Sporculardan platform üzerindeki çizgilerden de faydalanarak, ayaklarını her ölçümde aynı yere yerleştirmeleri istenmiştir. Sistem ara yüzü ile sporcuya ait veriler sisteme girilerek katılımcıya ait profil oluşturulmuştur (şekil 3.2). Her lm öncesinde platformun kalibrasyonu üreticinin tavsiye ettiği şekilde araştırmacı tarafından kontrol edilmiş gerektiğinde tekrar kalibre edilmiştir. Katılımcılardan sistem ara yüzünde bulunan ve basınç merkezi (BM)'nin lokalizasyonunu gösteren imlecin mümkün olduğunca az hareket etmesi ve merkeze yakın tutulması gerektiği bildirilmiştir. Çift ayak, sağ ve sol ayak üzerinde yapılan 30 sn' lik ölçümlerin ardından elde edilen denge sonucu, BM değişiminin n, sağ, sol ve arka sonuçları, mediolateral(ML) ve anteriorposterior (AP) oranları kaydedilmiştir (şekil 3.2). Ölçümler 2 tekrarlı olacak şekilde uygulanmış ve ortalamaları alınarak çalışmaya kaydedilmiştir.



a

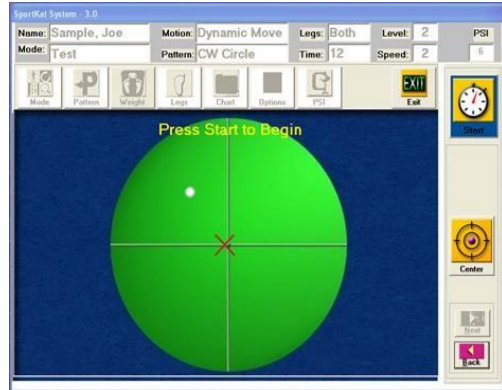
..... b



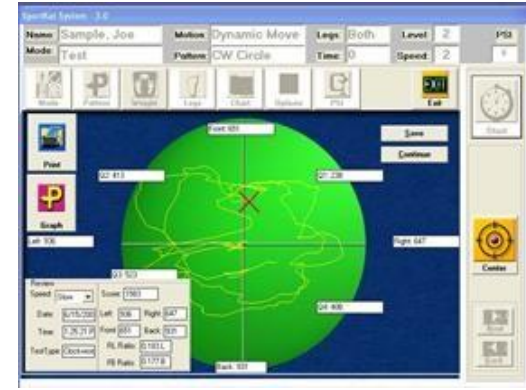
c



d



e



f

**Şekil 3.2: Portatif Bilgisayarlı Kinestetik Denge Cihazı Kullanım Şematığı**  
 (a. Hasta Kaydının Seçilmesi, b. Demografik Veri Giriş Ekranı, c. Test Paterninin Seçilmesi, d. Ayak Paterninin Seçilmesi, e. Test Ekranı, f. Test Sonuç Grafiği)

### **3.5.2. Fonksiyonel Sıçrama Testleri**

#### **3.5.2.1. Tek Bacak Sıçrama Değerlendirmesi**

Test başlangıcı için ayak parmaklarının önüne bir çizgi çizilmiş ve sporcudan tek bacağıyla en uzak noktaya sıçraması istenmiştir. Sıçrama sonrası ayak parmaklarının önüne işaret koyulup ve bu iki işaret arası santimetre olarak kaydedilmiştir. Test üç kez tekrarlanmış ve en iyi sonuç çalışmaya dahil edilmiştir. (Noyes vd 1991, Daniel vd 1982)

#### **3.5.2.2. Üçlü Sıçrama Değerlendirmesi**

Test başlangıcı için ayak parmaklarının önüne bir işaret koyulmuş ve sporcudan tek bacağıyla 3 kez sıçrayarak en uzak noktaya gitmesi istenmiştir. Sıçrama gerçekleştikten sonra sporcunun ayak parmaklarının önüne tekrar işaret koyulup ve bu iki işaret arası santimetre olarak kaydedilmiştir. Test üç kez tekrarlanmış ve en iyi sonuç çalışmaya dahil edilmiştir (Noyes vd 1991).

### **3.5.3. Yaralanma Günlüğü**

Araştırmacı takımların kaptanlarını her hafta telefonla arayarak o hafta içinde takım sporcularının yaralanma geçirip geçirmediğini sormuştur.

## **3.6. PEP Eğitimi**

PEP grubundaki takımların antrenörlerine ve egzersiz koçlarına PEP eğitimi aynı araştırmacı tarafından verilmiştir. Eğitimde PEP programı takımın egzersiz koçlarına ve antrenörlerine anlatılmış ve programda yer alan aşağıda belirtilen egzersizler gösterilmiştir.

#### **Isınma**

- Jog (iki kon arası) (cone to cone)

- Geri geri koşu (backward running)
- Mekik koşusu (shuttle run)

### **Kuvvetlendirme**

- Yürüyerek hamle (walking lunge)
- Rus hamtring egzersizi (russian hamstring)
- Parmak ucuna yükselme – tek bacak (single toe raises)

### **Pliometrik**

- Kon üzerinde yana sıçrama (lateral hops over cone)
- Kon üzerinde öne/ arkaya sıçrama (forward/ backward hops over cone)
- Kon üzerinden tek bacak sıçrama (Single Leg hops over cone)
- Vertikal sıçrama (Vertical Jumps with headers)
- Makas sıçrama (Scissors Jump)

### **Çeviklik**

- Üç adım yavaşlama ile öne koşu (Forward run with 3 step deceleration)
- Yanlara çapraz koşu (Lateral Diagonal runs)
- Sıçrayarak koşu (Bounding run)

### **Germe**

- Gastrocnemius/soleus germe (Calf stretch)
- Kuadriseps germe (Quadriceps stretch)
- Hamstring germe (Hamstring stretch)
- İç bacak germe (Inner thigh stretch)
- Uyluk fleksör germe (Hip flexor stretch)

PEP eğitim programı 20 dakika süreyle 20 hafta boyunca haftada en az üç gün takım antrenörü veya egzersiz koçu tarafından sporculara uygulanmıştır.

### 3.6. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 22 paket programıyla analiz edilmiştir. Sürekli değişkenler ortalama±standart sapma ve kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak verilmiştir. Egzersiz öncesi ve sonrası grup içi karşılaştırmalarda ve gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik test varsayımları sağlandığında gruplar arası farklılıkların karşılaştırılmasında İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi (t test); parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise gruplar arası farklılıkların karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanılmıştır. Grupların karşılaştırılmasında normal dağılıma sahipse t-testi, normal dağılıma sahip değilse Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık için  $p<0.05$  olarak kabul edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Çalışmaya başlangıçta 64 sporcu katılmıştır. Her iki grup 32 sporcudan oluşmuştur. Ancak kontrol grubunda iki sporcu geçirdikleri ÖÇB yaralanması nedeniyle çalışma dışı bırakılmış ve çalışma 62 sporcu ile tamamlanmıştır.

##### 4.1. Gruplara Ait Demografik özelliklerin ve Eğitim Öncesi Verilerinin Karşılaştırılması

PEP grubundaki sporcuların yaş ortalaması  $25,31 \pm 5,06$  yıl, boy uzunlukları ortalaması  $172,34 \pm 4,77$  cm, ağırlık ortalaması  $66,81 \pm 5,08$  kg ve hentbol oynama süresi  $13,28 \pm 4,44$  yıl olarak belirlenmiştir. Kontrol grubundaki sporcuların yaş ortalaması  $27,03 \pm 4,97$  yıl, boy uzunlukları ortalaması  $173,43 \pm 4,93$  cm, ağırlık ortalaması  $67,8 \pm 6,61$  kg ve hentbol oynama süresi  $14,87 \pm 4,36$  yıl olarak belirlenmiştir. Demografik veriler karşılaştırıldığında yaş, boy uzunluğu, kilo ve hentbol oynama süresi açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1** Grupların demografik özelliklerinin karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)		Kontrol Grubu (n=30)		z / t	p
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS		
Yaş (yıl)	19-38	25.31 ± 5.06	19-38	27.03 ±4.97	z=1,364	0.17
Boy (cm)	166-186	172,34 ±4.77	166-189	173,43 ±4.93	t=-0,884	0.38
Kilo (kg)	56-75	66.81 ± 5.08	52-82	67.8 ±6.61	t=-0,662	0.511
Hentbol oynama süresi (yıl)	6-24	13.28 ± 4.44	8-23	14.87 ±4.36	t=-1,418	0.161

t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi; z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı

#### 4.2. Grupların başlangıç test değerlerinin karşılaştırılması

PEP grubu ve Kontrol grubundaki katılımcıların başlangıç otur-uzan, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama, çift ayak ve tek ayak denge test değerleri karşılaştırılmıştır. Otur uzan, yıldız uzanma denge sağ A, AM, M, PM ve çift ayak denge sağ testlerinde gruplar arasında PEP eğitimi öncesinde anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Otur uzan testinde PEP eğitimi öncesinde Kontrol grubunun değerleri PEP grubuna göre sınır düzeyde yüksek bulunmuştur. Yıldız uzanma denge sağ A, yıldız uzanma denge sağ AM, yıldız uzanma denge sağ M, yıldız uzanma denge sağ PM ve çift ayak denge sağ testlerinde PEP eğitimi öncesinde PEP grubunun ortalama değeri KON grubuna göre anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur. Başlangıç, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge sağ bacak P, PL, L, AL, yıldız uzanma denge sol bacak A, AM, M, PM, P, PL, L, AL, sağ, sol bacak kuadriseps kas kuvveti, sağ, sol bacak tek bacak sıçrama, sağ, sol bacak üçlü sıçrama, çift ayak denge sol, ön, arka, sağ ayak denge sağ, sol, ön, arka ve sol ayak denge sağ, sol, ön, arka test değerlerinde gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4, Tablo 4.5).



**Tablo 4.2** Grupların başlangıç otur-uzan, illinois çeviklik, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama test değerlerinin karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)		Kontrol Grubu (n=30)		p (z/t)
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
Otur-uzan testi	24.9 - 36.8	31.53 ± 2.53	28.2 - 36	32.64 ± 1.85	*0,053 (t=-1,971)
İllinois çeviklik testi	16.89 -24.68	20.02 ± 2.03	16.89 -25.67	20.27 ± 2.12	0,588 (z=-0,542)
Sağ bacak Kuadriseps kas kuvveti testi	206 - 262	223.09 ± 12.99	201 – 234	217.37 ± 8.54	0,109 (z=-1,601)
Sol bacak Kuadriseps kas kuvveti testi	198 - 256	223.28 ± 14.88	203 – 239	220.17 ± 8.9	0,319 (t=1,007)
Tek bacak sıçrama testi (sağ bacak)	150 – 204	176.09 ± 12.29	149 – 199	180.1 ± 11.6	0,193 (t=-1,318)
Tek bacak sıçrama testi (sol bacak)	146 – 198	179.44 ± 14.15	156 – 203	184.2 ± 12.32	0,212 (z=-1,248)
Üçlü sıçrama testi (sağ bacak)	462 - 596	550.25 ± 32.73	495 – 594	560.77 ± 26.19	0,256 (z=-1,135)
Üçlü sıçrama testi (sol bacak)	489 - 593	561.75 ± 32.25	502 – 606	568.33 ± 26.02	0,587 (z=-0,543)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı

**Tablo 4.3** Grupların başlangıç yıldız uzanma denge sağ bacak test değerleri karşılaştırılması

Değişken	PEP grubu (n=32)		Kontrol Grubu (n=30)		p (z/t)
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
YUDT (sağ bacak A)	82 - 106	92.97 ± 5.88	79 - 106	89.9 ± 6.65	<b>*0,058</b> (t=1,929)
YUDT (sağ bacak AM)	76 - 109	88 ± 8.44	74 - 112	92.43 ± 9.84	<b>*0,039</b> (z=-2,059)
YUDT (sağ bacak M)	73-110	91.66 ± 8.63	83 – 108	95.7 ± 7.05	<b>*0,023</b> (z=-2,274)
YUDT (sağ bacak PM)	71- 113	93.28 ± 11.62	79 – 112	99.9 ± 8.77	<b>*0,014</b> (t=-2,541)
YUDT (sağ bacak P)	76 - 100	88.31 ± 6.32	81 – 100	88.37 ± 5.28	0,761 (z=-0,304)
YUDT (sağ bacak PL)	76 - 107	94.5 ± 9.15	80 – 106	93.53 ± 7.63	0,677 (z=-0,416)
YUDT (sağ bacak L)	81 – 99	89.31 ± 4.65	76 – 98	87.77 ± 6.1	0,264 (t=1,127)
YUDT (sağ bacak AL)	71 - 98	82.16 ± 5.82	73 – 96	82.7 ± 6.19	0,723 (t=-0,356)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı, A: Anterior, AM: Anteromedial, M: Medial, PM: Posteromedial, P: Posterior, PL: Posterolateral, L:Lateral, AL: Anterolateral, YUDT: Yıldız Uzanma Denge Testi

**Tablo 4. 4** Grupların başlangıç yıldız uzanma denge sol bacak test değerleri karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)		Kontrol Grubu (n=30)		p (z/t)
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
YUDT (sol bacak A)	81- 102	91.97 ± 5.89	79 – 102	89.9 ± 6.68	0,200 (t=1,295)
YUDT (sol bacak AM)	79- 102	94.06 ± 5.66	74 – 106	93 ± 8.9	0,666 (z=-0,432)
YUDT (sol bacak M)	81 – 106	95.44 ± 7.17	81 – 111	96.33 ± 7.42	0,582 (z=0,551)
YUDT (sol bacak PM)	80 - 119	98.44 ± 10.03	84 – 116	101.67 ± 7.73	0,163 (t=-1,414)
YUDT (sol bacak P)	64 - 106	90.66 ± 8.8	83 – 106	90.57 ± 7.26	0,340 (z=-0,953)
YUDT (sol bacak PL)	76 - 111	95.47 ± 9.56	76 – 110	92.53 ± 8.82	0,215 (t=1,254)
YUDT (sol bacak L)	76 – 100	89.06 ± 6.37	75 – 100	88.23 ± 6.92	0,625 (t=0,491)
YUDT (sol bacak AL)	73 - 90	82.13 ± 4.82	72 – 96	81.93 ± 7.09	0,902 (t=0,124)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı, A: Anterior, AM: Anteromedial, M: Medial, PM: Posteromedial, P: Posterior, PL: Posterolateral, L: Lateral, AL: Anterolateral, YUDT: Yıldız Uzanma Denge Testi

**Tablo 4.5** Grupların başlangıç KAT denge değerlendirmesi verilerinin karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)		KontrolGrubu (n=30)		p (z/t)
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
Çift ayak (sağ)	78 – 647	294.56 ± 136.37	128 – 1162	394.5 ± 215.99	<b>*0,048</b> <b>(z=1,979)</b>
Çift ayak (sol)	788 – 1054	504.28 ± 246.69	98 – 1733	511.77 ± 306.82	0,944 (z=0,070)
Çift ayak (ön)	25 – 1026	489.19 ± 266.72	189 – 2895	589.97 ± 493.33	0,460 (z=0,740)
Çift ayak (arka)	99 - 1414	342.94 ± 265.77	16 – 597	293.8 ± 141.21	0,816 (z=0,232)
TA (sağ bacak- sağ)	241 - 1191	612.44 ± 273.55	117 – 1369	715.3 ± 340.57	0,172 (z=1,366)
TA (sağ bacak – sol)	17 – 861	260.28 ± 174.93	18 - 857	266.73 ± 245.67	0,455 (z=0,747)
TA (sağ bacak – ön)	125 - 1161	495.69 ± 275.88	87 – 2451	656.47 ± 458.01	0,155 (z=1,423)
TA (sağ bacak – arka)	31 - 698	294.94 ± 148.14	17 – 1018	345.6 ± 231.44	0,531 (z=0,627)
TA (sol bacak – sağ)	42 - 965	294.22 ± 213.37	64 – 989	345.17 ± 254.34	0,778 (z=0,282)
TA (sol bacak – sol)	77 - 1030	521.47 ± 246.4	121 – 2684	667.87 ± 496.35	0,263 (z=1,120)
TA (sol bacak – ön)	165 - 1270	544.56 ± 272.96	119 - 1432	574.07 ± 344.98	0,949 (z=0,063)
TA(sol bacak – arka)	82 – 779	335.78 ± 211.76	9 – 1236	412.9 ± 315.04	0,512 (z=0,655)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı, TA: Tek ayak

### 4.3. Grupların Eğitim Sonrası Verilerinin Karşılaştırılması

PEP ve Kontrol grubundaki katılımcıların 20 haftalık PEP eğitimi sonrasında otur-uzan, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama, çift ayak ve tek ayak denge test değerleri karşılaştırılmıştır. Yıldız uzanma denge sağ bacak A, sol bacak AM, çift bacak denge sağ, sağ bacak denge sağ değerlerinde eğitim sonrasında anlamlı fark bulunmuştur( $p<0,05$ ). Otur-uzan, çeviklik, yıldız uzanma denge sağ AM, M, PM, P, PL, L, AL, yıldız uzanma denge sol A, M, PM, P, PL, L, AL, çift ayak denge sol, ön arka, sağ bacak denge sol, ön, arka, sol bacak denge sağ, sol, ön, arka, kuadriceps kas kuvveti, tekli sıçrama sağ, sol, üçlü sıçrama sağ, sol test değerlerinde PEP eğitimi sonrası gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.6, Tablo 4.7, Tablo 4.8, Tablo 4.9).

**Tablo 4. 6** Eğitim sonrasında grupların otur-uzan, illinois çeviklik, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama test değerleri karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)		Kontrol Grubu (n=30)		p (z/t)
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
Otur- uzan testi	26.9 -35.9	32.1 ± 2.16	29.4 - 36.1	32.96 ± 1.6	0,082 (z=-0,772)
İllinois çeviklik testi	16.46- 23.56	19.27 ± 2.01	16.45 - 25.09	19.45 ± 2.09	0,816 (z=-0,232)
Sağ bacak kuadriseps kas kuvveti testi	213 - 266	233.03 ± 11.32	211 - 256	231.77 ± 9.41	0,635 (t=0,477)
Sol bacak kuadriseps kas kuvveti testi	206 - 264	236.5 ± 11.93	217 - 254	235.73 ± 9.81	0,784 (t=0,275)
Tek bacak Sıçrama testi (sağ bacak)	154 - 206	180.78 ± 12.19	153 - 201	185.53 ± 11.39	0,129 (t=-1,583)
Tek bacak Sıçrama testi (sol bacak)	149 – 203	185.22 ± 14.61	159 - 209	188.7 ± 12.56	0,459 (z=-0,543)
Üçlü sıçrama Testi (sağ bacak)	469 - 601	562.22 ± 32.71	501 - 609	570.13 ± 28.33	0,341 (z=0,952)
Üçlü sıçrama Testi (sol bacak)	506 - 610	575.59 ± 31.49	511 - 619	577.27 ± 27.81	0,961 (z=-0,049)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı

**Tablo 4. 7** Eğitim sonrasında grupların yıldız uzanma denge sağ bacak test değerleri karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)		Kontrol Grubu (n=30)		p (z/t)
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
YUDT (sağ bacak A)	85 – 105	94.66 ± 5.88	76 - 105	89.97 ± 7.44	<b>*0,008 (t=2,762)</b>
YUDT (sağ bacak AM)	75 – 111	90.16 ± 9.3	75 – 110	92.93 ± 9.97	0,142 (z=1,467)
YUDT (sağ bacak M)	75 – 110	93.66 ± 9.32	78 - 108	95.83 ± 7.27	0,312 (t=1,021)
YUDT (sağ bacak PM)	75 - 126	96.66 ± 13.44	67 – 116	99.3 ± 12.36	0,310 (z=1,015)
YUDT (sağ bacak P)	69 – 97	86.88 ± 6.81	63 - 106	89.3 ± 7.47	0,366 (z=0,903)
YUDT (sağ bacak PL)	75 – 109	92.34 ± 9.7	83 – 105	94.07 ± 6.53	0,582 (z=0,550)
YUDT (sağ bacak L)	71 - 99	86.47 ± 7.02	76 - 100	87.07 ± 5.84	0,718 (t=0,363)
YUDT (sağ bacak AL)	76 – 98	86.38 ± 6.09	73 – 96	83.3 ± 7.53	0,073 (z=1,793)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı, A: Anterior, AM: Anteromedial, M: Medial, PM: Posteromedial, P: Posterior, PL: Posterolateral, L:Lateral, AL: Anterolateral

**Tablo 4. 8** Eğitim sonrasında grupların yıldız uzanma denge sol bacak test değerleri karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)		Kontrol Grubu (n=30)		p (z/t)
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
YUDT (sol bacak A)	88 - 105	95.63 ± 4.8	79 - 105	90.83 ± 6.49	*0,002 (t=3,318)
YUDT (sol bacak AM)	80 - 107	97.19 ± 6.54	75 - 106	94.23 ± 7.35	*0,056 (z=-1,913)
YUDT (sol bacak M)	82 - 112	97.28 ± 8.03	79 - 110	96.7 ± 7.75	0,773 (t=0,290)
YUDT (sol bacak PM)	81 - 124	102.41 ± 10.75	75 - 119	102.1 ± 11.05	0,938 (z=-0,078)
YUDT (sol bacak P)	66 - 111	90.63 ± 10.48	79 - 107	90.77 ± 6.77	0,950 (t=-0,063)
YUDT (sol bacak PL)	67 - 112	95.91 ± 11.5	75 - 109	92.87 ± 8.32	0,113 (z=-1,586)
YUDT (sol bacak L)	79 - 101	90.94 ± 5.75	74 - 119	89.93 ± 8.46	0,475 (z=-0,714)
YUDT (sol bacak AL)	75 - 98	84.72 ± 5	69 - 93	82.37 ± 5.32	0,078 (t=1,795)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı, A: Anterior, AM: Anteromedial, M: Medial, PM: Posteromedial, P: Posterior, PL: Posterolateral, L:Lateral, AL: Anterolateral YUDT: Yıldız Uzanma Denge Testi



**Tablo 4. 9** Eğitim sonrasında grupların KAT denge değerlendirme verilerinin karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)		Kontrol Grubu (n=30)		p(z/t)
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
Çift ayak (sağ)	103 – 948	387 ± 195.6	116 - 964	323.27 ± 186.03	<b>*0,054</b> (z=-1,930)
Çift ayak (sol)	91 - 698	412.84 ± 163.98	126 - 964	468.1 ± 193.08	0,364 (z=-0,909)
Çift ayak (ön)	146 – 1458	415.72 ± 263.25	76 – 895	393.07 ± 200.31	0,966 (z=-0,042)
Çift ayak (arka)	133 - 694	322.34 ± 149.96	183 - 841	391.27 ± 174.38	0,107 (z=-1,613)
TA sağ bacak - sağ	214 – 965	520.53 ± 201.05	232 – 1247	661.13 ± 278.57	<b>*0,028</b> (t=-2,266)
TA (sağ bacak – sol)	27 - 707	286.78 ± 186.6	32 - 547	245.23 ± 121.33	0,549 (z=-0,599)
TA (sağ bacak – ön)	39 – 1269	462.84 ± 274.21	71 – 1985	560.3 ± 435.06	0,794 (z=-0,261)
TA (sağ bacak – arka)	101 - 846	398.75 ± 211.75	17 – 941	385.43 ± 228.35	0,833 (z=-0,211)
TA (sol bacak – sağ)	39 – 764	263.63 ± 176	33 - 895	274 ± 215.54	0,9944 (z=0,007)
TA (sol bacak – sol)	49 – 1341	587.72 ± 273.4	221 – 1841	698.7 ± 339.39	0,294 (z=-1,049)
TA (sol bacak – ön)	132 - 871	461.66 ± 180.01	124 - 1745	522.4 ± 390.06	0,916 (z=-0,106)
TA(sol bacak – arka)	107 – 911	379.69 ± 225.83	8 – 1124	417.63 ± 266.21	0,662 (z=-0,437)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı

#### 4.4. Grupların Kendi İçlerinde Eğitim Öncesi ve Sonrasında Test değerlerinin Karşılaştırması

PEP ve Kontrol grubundaki katılımcıların başlangıç ve 20 hafta sonrasında otur-uzan, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama, çift ayak ve tek ayak denge test değerleri karşılaştırılmıştır. PEP grubunda otur uzan, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge sağ bacak A, AM, M, L, AL, yıldız uzanma denge sol bacak A, AM, M, PL, L, AL, kuadriseps kuvveti sağ, sol bacak, tek bacak sıçrama sağ, sol bacak, üçlü sıçrama sağ, sol bacak, çift ayak denge sağ ve sağ ayak denge arka testleri tedavi öncesi değerlere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0,005$ )(Tablo 4.10, Tablo 4.11, Tablo 4.12, Tablo 4.13). Kontrol grubunda otur uzan, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge sağ bacak P, yıldız uzanma denge sol bacak A, kuadriseps kuvveti sağ, sol bacak, tek bacak sıçrama sağ, sol bacak, üçlü sıçrama sağ, sol bacak ve çift ayak denge sağ, ön, arka testleri tedavi sonrası değerleri tedavi öncesi değerlere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Tablo 4.14, Tablo 4.15, Tablo 4.16, Tablo 4.17).

**Tablo 4.10** PEP grubu eğitim öncesi ve sonrası otur-uzan, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama, çift ayak ve tek ayak denge test değerleri karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)				p (z/t)
	Eğitim Öncesi		Eğitim Sonrası		
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
Otur- uzan testi	24.9 - 36.8	31.53 ± 2.53	26.9 - 35.9	32.64 ± 1.85	<b>*0,001</b> <b>(t=-3,571)</b>
İllinois çeviklik testi	16.89 - 24.68	20.02 ± 2.03	16.46 - 23.56	20.27 ± 2.12	<b>*0,000</b> <b>(t=5,906)</b>
Sağ bacak Kuadriseps kas kuvveti testi	206 - 262	223.09 ± 12.99	213 - 266	217.37 ± 8.54	<b>*0,000</b> <b>(z=-4,816)</b>
Sol bacak Kuadriseps kas kuvveti testi	198 - 256	223.28 ± 14.88	206 - 264	220.17 ± 8.9	<b>*0,000</b> <b>(z=-4,863)</b>
Tek bacak Sıçrama testi (sağ bacak)	150 – 204	176.09 ± 12.29	154 - 206	180.1 ± 11.6	<b>*0,000</b> <b>(z=-4,623)</b>
Tek bacak sıçrama testi (sol bacak)	146 – 198	179.44 ± 14.15	149 - 203	184.2 ± 12.32	<b>*0,000</b> <b>(z=-4,644)</b>
Üçlü sıçrama testi (sağ bacak)	462 - 596	550.25 ± 32.73	469 - 601	560.77± 26.19	<b>*0,000</b> <b>(z=-4,666)</b>
Üçlü sıçrama testi (sol bacak)	489 - 593	561.75 ± 32.25	506 – 610	568.33±26.02	<b>*0,000</b> <b>(t=-9,225)</b>

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı

**Tablo 4. 11** PEP grubu eğitim öncesi ve sonrası yıldız uzanma denge sağ bacak test değerleri karşılaştırılması

Değişken	PEP grubu (n=32)				p (z/t)
	Eğitim Öncesi		Eğitim Sonrası		
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
YUDT (sağ bacak A)	82 - 106	92.97 ± 5.88	85 - 105	89.9 ± 6.65	<b>*0,012</b> (z=-2,514)
YUDT (sağ bacak AM)	76 - 109	88 ± 8.44	75 - 111	92.43 ± 9.84	<b>*0,007</b> (z=-2,691)
YUDT (sağ bacak M)	73-110	91.66 ± 8.63	75 - 110	95.7 ± 7.05	<b>*0,004</b> (t=-3,282)
YUDT (sağ bacak PM)	71- 113	93.28 ± 11.62	75 - 126	99.9 ± 8.77	<b>*0,000</b> (z=-3,572)
YUDT (sağ bacak P)	76 - 100	88.31 ± 6.32	69 - 97	88.37 ± 5.28	0,253 (z=-1,143)
YUDT (sağ bacak PL)	76 - 107	94.5 ± 9.15	75 - 109	93.53 ± 7.63	0,345 (z=-0,944)
YUDT (sağ bacak L)	81 - 99	89.31 ± 4.65	71 - 99	87.77 ± 6.1	<b>*0,014</b> (t=5,06835)
YUDT (sağ bacak AL)	71 - 98	82.16 ± 5.82	76 - 98	82.7 ± 6.19	<b>*0,003</b> (t=-3,282)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı, A: Anterior, AM: Anteromedial, M: Medial, PM: Posteromedial, P: Posterior, PL: Posterolateral, L:Lateral, AL: Anterolateral, YUDT: Yıldız Uzanma Denge Testi

**Tablo 4. 12.** PEP grubu eğitim öncesi ve sonrası yıldız uzanma denge sağ bacak test değerleri karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)				p (z/t)
	Eğitim Öncesi		Eğitim Sonrası		
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
YUDT (sol bacak A)	81- 102	91.97 ± 5.89	88 – 105	89.9 ± 6.68	<b>*0,000</b> (z=-4,081)
YUDT (sol bacak AM)	79- 102	94.06 ± 5.66	80 - 107	93 ± 8.9	<b>*0,000</b> (z=-3,654)
YUDT (sol bacak M)	81 – 106	95.44 ± 7.17	81 – 111	96.33 ± 7.42	<b>*0,029</b> (t=-2,284)
YUDT (sol bacak PM)	80 - 119	98.44 ± 10.03	82 - 112	101.67 ± 7.73	<b>*0,054</b> (t=-2,005)
YUDT (sol bacak P)	64 - 106	90.66 ± 8.8	81 - 124	90.57 ± 7.26	0,382 (z=-0,874)
YUDT (sol bacak PL)	76 - 111	95.47 ± 9.56	67 - 112	92.53 ± 8.82	0,170 (z=-1,371)
YUDT (sol bacak L)	76 – 100	89.06 ± 6.37	79 - 101	88.23 ± 6.92	<b>*0,010</b> (z=-2,581)
YUDT (sol bacak AL)	73 - 90	82.13 ± 4.82	75 - 98	81.93 ± 7.09	<b>*0,000</b> (t=-5,089)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı, A: Anterior, AM: Anteromedial, M: Medial, PM: Posteromedial, P: Posterior, PL: Posterolateral, L:Lateral, AL: Anterolateral, YUDT: Yıldız Uzanma Denge Testi

**Tablo 4. 13** PEP grubu eğitim öncesi ve sonrası KAT denge test değerleri karşılaştırılması

Değişken	PEP Grubu (n=32)				p (z/t)
	Eğitim Öncesi		Eğitim Sonrası		
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
Çift ayak (sağ)	78 – 647	294.56 ± 136.37	103 - 948	394.5 ± 215.99	<b>*0,048</b> (t=-2,060)
Çift ayak (sol)	788 – 1054	504.28 ± 246.69	91 - 698	511.77 ± 306.82	0,074 (t=1,852)
Çift ayak (ön)	25 – 1026	489.19 ± 266.72	146 - 1458	589.97 ± 493.33	0,185 (t=1,355)
Çift ayak (arka)	99 - 1414	342.94 ± 265.77	133 - 694	293.8 ± 141.21	0,844 (z=-0,196)
TA sağ bacak - sağ	241 - 1191	612.44 ± 273.55	214 - 965	715.3 ± 340.57	0,121 (t=1,596)
TA (sağ bacak – sol)	17 – 861	260.28 ± 174.93	27 - 707	266.73 ± 245.67	0,570 (t=-0,575)
TA (sağ bacak – ön)	125 - 1161	495.69 ± 275.88	39 - 1269	656.47 ± 458.01	0,618 (t=0,503)
TA (sağ bacak – arka)	31 - 698	294.94 ± 148.14	101 - 846	345.6 ± 231.44	<b>*0,045</b> (t=-2,094)
TA (sol bacak – sağ)	42 - 965	294.22 ± 213.37	39 - 764	345.17 ± 254.34	0,490 (t=0,699)
TA (sol bacak – sol)	77 - 1030	521.47 ± 246.4	49 - 1341	667.87 ± 496.35	0,250 (t=-1,172)
TA (sol bacak – ön)	165 - 1270	544.56 ± 272.96	132 - 871	574.07 ± 344.98	0,177 (t=1,380)
TA(sol bacak – arka)	82 – 779	335.78 ± 211.76	107 - 911	412.9 ± 315.04	0,471 (t=-0,378)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, PEP: Yaralanmayı Önleme, Performansı Geliştirme Programı, A: Anterior, AM: Anteromedial, M: Medial, PM: Posteromedial, P: Posterior, PL: Posterolateral, L:Lateral, AL: Anterolateral TA: tek ayak

**Tablo 4. 14** Kontrol grubu eğitim öncesi ve sonrası otur-uzan, illinois çeviklik, yıldız uzanma denge, kuadriseps kas kuvveti, tek bacak sıçrama, üçlü sıçrama, çift ayak ve tek ayak denge test değerleri karşılaştırılması

Değişken	Kontrol Grubu (n=30)				p (z/t)
	Eğitim Öncesi		Eğitim Sonrası		
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
Otur- uzan testi	28.2 - 36	32.64 ± 1.85	29.4 - 36.1	32.96 ± 1.6	<b>*0,006</b> <b>(t=-2,999)</b>
İllinois çeviklik testi	16.89-25.67	20.27 ± 2.12	16.45 - 25.09	19.45 ± 2.09	<b>*0,000</b> <b>(z=-4,289)</b>
Sağ bacak kuadriseps kas kuvveti testi	201 – 234	217.37 ± 8.54	211 - 256	231.77 ± 9.41	<b>*0,000</b> <b>(t=-12,464)</b>
Sol bacak kuadriseps kas kuvveti testi	203 – 239	220.17 ± 8.9	217 - 254	235.73 ± 9.81	<b>*0,000</b> <b>(t=13,724)</b>
Tek bacak Sıçrama testi (sağ bacak)	149 – 199	180.1 ± 11.6	185.53 ± 11.39	185.53 ± 11.39	<b>*0,000</b> <b>(z=-4,709)</b>
Tek bacak Sıçrama testi (sol bacak)	156 – 203	184.2 ± 12.32	159 - 209	188.7 ± 12.56	<b>*0,000</b> <b>(t=-8,541)</b>
Üçlü sıçrama Testi (sağ bacak)	495 – 594	560.77 ± 26.19	501 - 609	570.13 ± 28.33	<b>*0,000</b> <b>(z=-4,345)</b>
Üçlü sıçrama Testi (sol bacak)	502 – 606	568.33 ± 26.02	511 - 619	577.27 ± 27.81	<b>*0,000</b> <b>(t=-6,156)</b>

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma

**Tablo 4. 15** Kontrol grubu eğitim öncesi ve sonrası yıldız uzanma denge sağ bacak test değerlerinin karşılaştırılması

Değişken	Kontrol Grubu (n=30)				p (z/t)
	Eğitim Öncesi		Eğitim Sonrası		
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
YUDT (sağ bacak A)	79 - 106	89.9 ± 6.65	76 - 105	89.97 ± 7.44	0,4324 (z=-0,785)
YUDT (sağ bacak AM)	74 - 112	92.43 ± 9.84	75 - 110	92.93 ± 9.97	0,244 (z=-1,166)
YUDT (sağ bacak M)	83 - 108	95.7 ± 7.05	78 - 108	95.83 ± 7.27	0,486 (z=-0,696)
YUDT (sağ bacak PM)	79 - 112	99.9 ± 8.77	67 - 116	99.3 ± 12.36	0,896 (z=-0,130)
YUDT (sağ bacak P)	81 - 100	88.37 ± 5.28	63 - 106	89.3 ± 7.47	<b>*0,005</b> <b>(z=-2,832)</b>
YUDT (sağ bacak PL)	80 - 106	93.53 ± 7.63	83 - 105	94.07 ± 6.53	0,366 (z=-0,904)
YUDT (sağ bacak L)	76 - 98	87.77 ± 6.1	76 - 100	87.07 ± 5.84	0,386 (t=0,880)
YUDT (sağ bacak AL)	73 - 96	82.7 ± 6.19	73 - 96	83.3 ± 7.53	0,324 (z=-0,987)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U

Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, A: Anterior, AM: Anteromedial, M: Medial, PM: Posteromedial, P: Posterior, PL: Posterolateral, L:Lateral, AL: Anterolateral, YUDT: Yıldız Uzanma Denge Testi



**Tablo 4. 16** Kontrol grubu eğitim öncesi ve sonrası yıldız uzanma denge sol bacak test değerlerinin karşılaştırılması

Değişken	Kontrol Grubu (n=30)				p (z/t)
	Eğitim Öncesi		Eğitim Sonrası		
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
YUDT (sol bacak A)	79 – 102	89.9 ± 6.68	79 - 105	90.83 ± 6.49	<b>*0,021</b> <b>(t=-2,435)</b>
YUDT (sol bacak AM)	74 – 106	93 ± 8.9	75 - 106	94.23 ± 7.35	0,137 (z=-1,486)
YUDT (sol bacak M)	81 – 111	96.33 ± 7.42	79 - 110	96.7 ± 7.75	0,418 (z=-0,810)
YUDT (sol bacak PM)	84 – 116	101.67 ± 7.73	75 – 119	102.1 ± 11.05	0,400 (z=-0,841)
YUDT (sol bacak P)	83 – 106	90.57 ± 7.26	79 - 107	90.77 ± 6.77	0,208 (z=-1,259)
YUDT (sol bacak PL)	76 – 110	92.53 ± 8.82	75 – 109	92.87 ± 8.32	0,291 (z=-1,056)
YUDT (sol bacak L)	75 – 100	88.23 ± 6.92	74 - 119	89.93 ± 8.46	0,114 (z=-1,580)
YUDT (sol bacak AL)	72 – 96	81.93 ± 7.09	69 - 93	82.37 ± 5.32	0,586 (t=-0,550)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, A: Anterior, AM: Anteromedial, M: Medial, PM: Posteromedial, P: Posterior, PL: Posterolateral, L:Lateral, AL: Anterolateral, YUDT: Yıldız Uzanma Denge Test

**Tablo 4. 17** Kontrol grubu eğitim öncesi ve sonrası KAT test değerleri karşılaştırılması

Değişken	Kontrol Grubu (n=30)				p (z/t)
	Eğitim Öncesi		Eğitim Sonrası		
	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	
Çift ayak (sağ)	128 – 1162	394.5 ± 215.99	116 - 964	323.27 ± 186.03	<b>*0,041</b> (z=-2,047)
Çift ayak (sol)	98 – 1733	511.77 ± 306.82	126 - 964	468.1 ± 193.08	0,910 (z=0,113)
Çift ayak (ön)	189 – 2895	589.97 ± 493.33	76 - 895	393.07 ± 200.31	<b>*0,010</b> (z=-2,561)
Çift ayak (arka)	16 – 597	293.8 ± 141.21	183 - 841	391.27 ± 174.38	<b>*0,016</b> (t=-2,558)
TA sağ bacak - sağ	117 – 1369	715.3 ± 340.57	232 - 1247	661.13 ± 278.57	0,446 (t=0,773)
TA (sağ bacak – sol)	18 - 857	266.73 ± 245.67	32 - 547	245.23 ± 121.33	0,673 (z=-0,422)
TA (sağ bacak – ön)	87 – 2451	656.47 ± 458.01	71 - 1985	560.3 ± 435.06	0,185 (z=-1,327)
TA (sağ bacak – arka)	17 – 1018	345.6 ± 231.44	17 - 941	385.43 ± 228.35	0,524 (t=-0,645)
TA (sol bacak – sağ)	64 – 989	345.17 ± 254.34	33 - 895	274 ± 215.54	0,329 (z=-0,977)
TA (sol bacak – sol)	121 – 2684	667.87 ± 496.35	221 - 1841	698.7 ± 339.39	0,703 (t=-0,386)
TA (sol bacak – ön)	119 - 1432	574.07 ± 344.98	124 - 1745	522.4 ± 390.06	0,493 (t=0,695)
TA(sol bacak – arka)	9 – 1236	412.9 ± 315.04	8 - 1124	417.63 ± 266.21	0,441 (z=-0,771)

\*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık, t: İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, z=Mann-Whitney U Testi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, cm: santimetre, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, TA: Tek ayak

#### 4.5. Grupların Yaralanma Günlüklerinin Karşılaştırması

PEP grubundaki sporcuların yaralanma günlüğü incelendiğinde bu gruptaki sporcuların 20 haftalık süre için alt ekstremite yaralanması geçirmediği görülmüştür. Ancak Kontrol grubunda 2 (%6.25) sporcunun ÖÇB'ında yaralanma geçirmiştir (bir sporcuda 7. hafta, diğer sporcuda 16. hafta). Bu yaralanmanın kopma şeklinde olduğu ve sporcuların cerrahi geçirdiği bildirilmiştir.

## 5. TARTIŞMA

Çalışmamızın amacı antrenman programına eklenen PEP eğitim programının profesyonel kadın hentbolcularda esneklik, çeviklik, kas kuvveti, denge ve fonksiyonel sıçrama performansı üzerine etkisini incelemektir. Sonuçlarımız antrenman programına eklenen PEP eğitim programının dinamik dengeyi olumlu yönde etkilediğini, ancak esneklik, çeviklik, kas kuvveti, fonksiyonel sıçrama üzerine etkisinin olmadığını göstermiştir.

Literatür incelendiğinde kadın hentbolcularda PEP eğitim programının performansa etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak bir çalışmada adolesan futbolcularda 12 hafta boyunca uygulanan futbola özel olarak hazırlanmış ön çapraz bağ engelleme programının linear sprint, çeviklik ve dikey sıçrama performansı üzerine etkisi incelenmiştir (Vescovi vd. 2010). Çalışmaya 58 adolesan kız futbolcu katılmış, katılımcılar müdehale (n=31) ve kontrol (n=27) grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Tüm sporcuların en az 6 yıl futbol deneyimleri olduğu ve benzer antrenman düzeylerine sahip olduğu belirtilmiştir. Değerlendirmede Linear Sprint testleri (9,1 m, 18,2 m, 27,3 m, 36,6 m), Counter Movement Jump testi; Illinois çeviklik ve Pro-agility testleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda her iki grubun da sprint sürelerinde azalma, sıçrama yüksekliğinde artma ve çeviklik sürelerinde iyileşme saptanmıştır. Ancak gruplar arası karşılaştırmada aralarında fark bulunmamıştır. Yazarlar engelleme programının performans üzerinde minimal etkisi olduğunu ve düzenlenecek programların daha detaylı ve geliştirilebilir olması gerekliliğini vurgulamışlardır. Bizim çalışmamızda da her iki gruptaki sporcuların çeviklik, sıçrama test performanslarının geliştiği, ancak PEP eğitimi alan ve almayan gruptaki sporculardaki gelişmelerin benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Başka bir çalışmada, yaralanmayı engelleme programlarından FIFA 11 ısınma programının, adolesan futbolcuların performansına etkisi araştırılmıştır. Steffen vd

(2008) yaşları 16-18 arasında değişen (yaş ortalaması:17,1 ± 0,8 yıl) 34 adolösan kız futbolcusunu müdahale grubu (n=18) ve kontrol grubu (n=16) olarak ikiye ayırmış ve 10 hafta boyunca uygulanan yaralanma engelleme programının performansına olan etkisini incelemiştir. Çalışmada müdahale grubuna F-MARC'ın (2005) oluşturduğu, 15 dakikalık, 10 farklı egzersizden oluşan, core stabilizasyonu, nöromusküler eğitim, eksentrik hamstring kuvvetlendirme ve çeviklik egzersizlerini içeren FIFA 11 ısınma programı uygulanmıştır. Çalışmanın başında ve sonunda değerlendirmede kuadriseps, hamstring, kalça abdükör, addükör konsantrik, eksentrik ve izometrik testleri, sıçrama performansı Counter Movement Sıçrama testi, Vertikal Drop Jump testi ve Rebound Sıçrama testi, sprint değerlendirmesi 40 m Sprint testi, hızlı top sürme ve hemen ardından vurma mesafesi için futbola özgü testler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda önleme programının kadın adölesan futbolcularda performansa minimal etkisinin olduğunu açıklamışlardır. Bunun nedeninin önleme programındaki egzersizlerinin performansta gelişmeler sağlamak için seviyelerinin çok düşük olduğu şeklinde görüşlerini açıklamışlardır. Bu çalışmada da bizim çalışmamızda olduğu gibi kassal kuvvet ve sıçrama becerisi değerlendirilmiş ve bu parametreler için sonuçlarımız çalışmanın sonuçları ile benzer olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızdan elde edilen ana bulgular, PEP eğitim ve kontrol grubunun her ikisinde de 20 haftalık süre sonunda çeviklik, esneklik, denge ve kuvvet değerlerinde gelişme benzer gelişme olduğu, ancak PEP eğitim programının profesyonel kadın hentbolcularda dinamik dengeyi kontrol grubuna göre daha fazla etkilediğidir. Çalışmamızda Yıldız Uzanma Denge Testi (YUDT) parametreleri incelendiğinde PEP grubundaposterior ve postero-lateral yönler dışındaki tüm yönlerde gelişme görülürken, kontrol grubunda ise sadece sağ bacak posterior ve sol bacak anterior yönlerinde gelişme görülmüştür. Bu sonuç Holm vd.'nin (2004) çalışmasını destekler niteliktedir. Kadın hentbol takımı oyuncularında ÖÇB yaralanmasının önlenmesini araştıran Holm vd. (2004) diz kontrolüne odaklanan denge ve ani kesme egzersizlerini içeren programın sadece yaralanmalara engel olmadığı, aynı zamanda dinamik dengeyi geliştirdiği ve bu etkinin en az 12 ay devam ettiğini rapor etmişlerdir.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda denge performansı ve yaralanma riski arasındaki ilişki açıklanmıştır. Somatosensoryel sistemdeki adaptif değişiklikler ve alt ekstremitelerde kemik ve kaslarındaki artan güç, postüral dengenin iyileşmesine neden olabilir denmektedir (Jakobsen vd 2011). Bu konuda yapılan çalışmalar aşağıda açıklanmıştır.

YUDT, kuvvet, esneklik ve propriyosepsiyon gerektiren ve fiziksel performansı değerlendirmek için kullanılan dinamik bir testtir. Çoklu düzlemlerde dinamik stabiliteyi değerlendiren güvenilir bir test olduğu (Kinzey vd 1994) için bu testi çalışmamızda

kullandık. Plisky vd. (2009) yaptıkları çalışmasında YUDT ile alt ekstremite yaralanma riski arasındaki ilişkiyi açıklanmışlar ve üç uzanma yönünün (anterior, posteromedial ve posterolateral) toplamının yanı sıra, anterior uzanma mesafesindeki ayaklar arasındaki asimetrinin, lise basketbolcularında alt ekstremite hasarını öngördüğünü bildirmişlerdir. Hubbard vd. (2007) anterior ve posteromedial erişim yönlerinin kronik ayak bileği instabilitesi olan kişileri belirlediğini bildirmişlerdir.

Üst düzey elit erkek futbolcularda yapılan randomize bir çalışmada, denge tahtası kullanılarak yapılan statik denge antrenman programı sonucunda ön çapraz bağın yaralanma oranlarında önemli bir azalma olduğunu gösterilmiştir (Caraffa vd 1996).

Çalışmamızda PEP eğitiminin esneklik üzerine etkisi incelenmiştir. Önceki araştırmalarda düzenli germe egzersizleri uygulaması sonucunda artan esneklik ile performansın arttığı rapor edilmiştir (Shrier 2004). Gleim vd. (1997), esneklik ve spor performansı üzerine literatürü gözden geçirdiklerinde esnekliğin spora özgü doğasına dikkat çekmişler, esneklik eğitiminin, aşırı hareketlere dayanan sportlardaki performansı arttırabileceğini düşünmüşlerdir. Bireysel ihtiyaçlara ve aktivitenin fiziksel taleplerine dayalı olarak esneklik eğitiminin uygulanması önerilmiştir. Isınma parametrelerinin sadece performans üzerindeki etkisini incelemelerinin yanısıra, egzersiz öncesi rutin ısınmanın yaralanmayı önlediğini de rapor edilmiştir.

Shrier'e (2004) göre yakın zamandaki epidemiyolojik kanıtlar, tipik egzersiz öncesi kas germe protokollerinin egzersizle ilişkili yaralanma riskinde anlamlı azalmalar sağlamadığını göstermektedir. Tersine, temel bilim, aktif bir ısınmanın kas gerilme hasarına karşı koruyabileceği fikrini desteklemektedir, ancak klinik araştırma bu noktada belirleyicidir (Gleim vd 1997).

Çalışmamızda PEP eğitiminin üzerinde etkinliği incelenen bir diğer parametresi kassal kuvvettir. Hamstringler, durdurma ve atlama görevleri sırasında ön çapraz bağın agonistleri olarak hareket edebildikleri için, daha güçlü hamstring kaslarının bağın yaralanmalarını önleyebildiği, ancak bu teorinin hiçbir zaman test edilmediği bildirilmektedir (Hewett vd 1996, Chappell vd 2002, Fagenbaum ve Darling 2003). Önleme ve ısınma kilit bileşenlerinin yaralanma riskini azalttığını belirlemek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır ve her bir program bileşeninin fizyolojik etkilerinin yanı sıra yaralanma riski üzerindeki etkisinin incelenmesi için gerekli olduğu görülmektedir. Takım hentbolunda yapılan sayısız çalışmada, elit erkek takım hentbolcularının fiziksel performansında güç ve gücün en önemli faktör olduğu öne sürülmüştür (McGuigan vd 2012, Wagner vd 2017, Ziv ve Lidor 2009)

Çalışmamızda PEP eğitiminin çeviklik üzerine etkisi incelenmiştir. Kısa bir mesafede hız kazanma yeteneği olan çeviklik, takım sporlarında kritik bir faktördür. Hentbolda, oyuncuların kısa patinaj, sprint (<15m), sık sık yön değiştirme ve ardından

maksimal patlayıcı hareketleri vardır (Chelly vd 2010). Bu çalışmalar sporcuların çevikliğiyle doğru orantıdadır. En kısa sürede hücum sahasına ulaşmak için, en yüksek hıza kısa sürede ulaşmaları gerekir. Miller vd. (2006), 6 haftalık piliometrik eğitimin sporcuların çevikliğini (t-testi ve Illinois agilite testi) geliştirebileceğini göstermiştir. Asadi ve Arazi (2012), 6 haftalık yüksek yoğunluklu piliometrik eğitimden sonra genç erkek basketbolcuların çevikliğinde (4 x 9 metrelik mekik koşusu, t testi ve Illinois çeviklik testi) anlamlı bir iyileşme gözlemlenmiştir.

Çalışmamızda antreman programına eklenen PEP eğitim programının profesyonel kadın hentbolcularda esneklik, çeviklik, kas kuvveti, fonksiyon sıçrama performansını geliştirdiğini, ancak gelişimin rutin antrenman programından daha fazla olmadığı bulunmuştur. Bunun nedeni önleme programındaki egzersizlerinin performansta gelişmeler sağlamak için seviyelerinin çok düşük olması olabilir.

PEP programı temassız ÖÇB yaralanma riskini azaltmak için geliştirilse de sporcuların alt ekstremitelerde performansında olumlu etkileri vardır. Yapılan bir çalışmada PEP programının kadın futbolcularda performansa minimal etkisinin olduğu bunun yanısıra ÖÇB yaralanma riskini azalttığı gözlemlenmiştir (Steffen vd 2008). Çalışmamızda PEP eğitim programı uygulanan takımlardaki sporcularda alt ekstremitelerde yaralanması oluşmadığı, eğitim uygulanmayan takımlardan iki sporcunun ÖÇB'sinde kopma görülmüştür. Örneklem büyüklüğümüz büyük olmamakla birlikte bu sonuç, kadın hentbolcularda PEP programının ÖÇB yaralanmasını önlediğini düşündürmüştür.

Farklı yaralanma önleme programlarının yaralanma riskine etkisi konusunda yapılan önceki çalışmaların sonuçları aşağıda verilmiştir. Önleme programlarının sezon öncesi hazırlıkta ve sezon içinde uygulandığında daha etkili olduğu görülmüştür (Alentorn vd 2009). Nöromüsküler ve performans geliştirici etkilerin, etkin bir şekilde öğrenilip, kişinin devam ettirebilir hale gelmesi için programların en az 8 hafta ve daha fazla uygulanması önerilmektedir (Bien 2011). Bizim çalışmamızda program 20 hafta süreyle uygulanmıştır. Literatüre göre kesin bir ÖÇB yaralanması önleme programı bulunmamakla birlikte, ÖÇB' deki aşırı yükün nedenleri ve koşullarının dikkate alınması ve eğitime devam edilmesi sakatlığı azaltabilir denmektedir (Shultz vd 2010). Tibial femoral eklem yükü, pivot ve kesme manevraları ve kombinasyonları ÖÇB yaralanmasının önde gelen nedenleri olduğundan, çoğu önleme programında sporcunun nöromüsküler ve proprioseptif eğitimini artırmaya odaklanılmaktadır. Sporcu propriosepsiyonun farkındalık seviyesi yüksek olmalıdır, çünkü kötü eğitilmiş bir proprioseptif sistem, vücuttaki core stabilitesini bozar ve bu da diz kontrolünü etkileyebilir ve kişinin yaralanma ihtimalini artırabilir (Zazulak vd 2007). ÖÇB'ye zarar verme riski yüksek olan faktörlerin belirlenmesi gerekir. Bunu yapmanın bir yolu, zıplama sonrası iniş fazında yüksek açılarda diz abduksiyon hareketi gösteren kişileri belirlemektir. Bu,

kadınlarda artmış valgus çökmesi ile ortaya çıkma eğilimi nedeniyle, kadınlarda erkeklere göre daha sık görülen önemli temassız mekanizmalardan biridir. Bu nedenle önleme programlarında, ÖÇB'ye ve etrafındaki kaslara istenmeyen zorlayıcı kuvvetleri deneyimlemek ve eğitmek için nöromüsküler farkındalığa odaklanmak önerilmektedir. Odak, uygun eğitim yoluyla uygunsuz inişin yarattığı kuvvetleri, valgus ve varus yüklerini azaltmayı; valgus açısına, tek bacak stabilite ve dengeye vurgu yaparak propriyosepsiyonu iyileştirmeyi içermelidir denmektedir. Azalmış olan nöromüsküler ve kinematik farkındalığın artırılabilceği gösterilmiştir.

Diz eklem laktisitesi artışı, ÖÇB yaralanmasına neden olan bir diğer faktördür. Örneğin, eklem hiper mobilitesi ve esnekliği nedeniyle ÖÇB hasarı riski daha yüksek olanların farkında olunmalı ve eğitimlerine özen gösterilmesi ve sporcuların, sezonun başlangıcından önce kas gücü ve eklem laktisitesini azaltmak için eğitim alması önerilmektedir (Myer vd 2008). Hewett vd. (1999), sporcuların sıçrama sonrası iniş sırasında dizin valgus veya varus pozisyonunda olmasının ÖÇB hasarına daha duyarlı olduklarını göstermiştir. Bu pozisyonda iniş, dizin stabilizasyonuna ve zemin direncine uygun kuvvetlerin diz eklemi tarafından oluşturulmasına engel olacaktır. Diz fleksiyon açısının artırılması (dizler parmakların biraz önünde olmalıdır) ve ilk önce ayak parmakları ile olan etkili iniş, diz üzerine binen tibial kesme kuvvetlerini önemli ölçüde azaltacaktır. Diz fleksiyon açısının artması ve iniş sırasında parmak ucunun temasıyla, ortalama olarak çarpma kuvvetlerinde %7,8 azalma ve dizde yaşanan tibial kesme kuvvetlerinde %22- 87,9 azalma olduğu gösterilmiştir (Myers ve Hawkins 2010). Bu nedenle sporcuların aşırı abdüksiyon ve adduksiyon güçlerini dizden uzak tutmayı ve diz biyomekaniği ile düzgün bir şekilde nasıl inip pozisyonlarını koruyacaklarını öğrenmeleri için nöromüsküler farkındalık ve eğitim programlarına katılması önerilmektedir (Hewett vd 1999).

Çalışmamızda iniş sırasındaki valgus açısı incelenmemekle birlikte PEP eğitimi alan sporcuların denge gelişimlerinin almayanlardan daha fazla oluşu denge performansı açısından PEP eğitiminin etkinliğini ortaya koymaktadır. İleri çalışmalarda kadın hentbolcu sporcularda PEP eğitiminin dinamik dengeye ve sıçrama sonrasında iniş sırasındaki valgus açısına etkisi incelenebilir.

ÖÇB önleme programlarında dizin lateral hareketlerinin frontal, transvers ve koronal planlarda uygun diz ve kalça fleksiyon açılarındaki olması durumuda vurgulanmaktadır (Myer vd 2008). Dizin ekstansiyon veya hiperekstansiyon pozisyonunda olması yerine hafif fleksiyonda olması ÖÇB hasarını sınırlandırabilir denmektedir (Hewett vd 1999). Diz ve gövde, iniş sırasında hafif fleksiyonda olduğunda, zemin direnci, kuvvetlerini ÖÇB'de kesme kuvvetine neden olan diz ön kısmı yerine, dizin arka kısmında yönlendirir. Her ne kadar kuvvetler dizin arkasına doğru olursa da, dizde ekstansiyon



hareketinin açığa çıkmasına neden olabilir. Ancak kuadriseps kası uygun şekilde güçlendirildiyse bu dizde posterior makaslama (kesme) kuvvetlerini yeterince dağıtabilirler (Myers ve Hawkins 2010). Bu doğru iniş biçimi, eğitimden önce mevcut olan kuadriseps dengesizliklerini de düzeltecektir (Hewett vd 2009) Ayrıca, ayak bileklerinin iniş sırasında plantar fleksiyona gelmesi gerektiği de bulunmuştur (Boden vd 2010, Myer vd 2008). Kuvvetlerin yanlış dağılımından kaynaklanan yüksek aksiyel yüklenme, dizde rotasyon, tibia üzerinde anterior makaslanma ve ÖÇB'de gerilmeye neden olur. Video temelli bir analiz çalışmasında, ayak bilekleri daha az plantar fleksiyon pozisyonu ile yere inen katılımcıların, plantar fleksiyon ile yere inmiş olanlara göre daha yüksek bir yaralanma oranına sahip oldukları bulunmuştur (Boden vd 2010).

Yukarıda açıklanan bilgiler ışığında bazı önleme programlarında eğitim verilmektedir. Önleme eğitimin etkinliğini inceleyen çalışmalardan biri Ettlinger vd.'nin (1995) çalışmasıdır. Bu çalışmada 20 kayak sporcusu için bir önleme programı oluşturmuştur. Çalışmada, kayakçıların yüksek riskli davranışlardan nasıl kaçınacakları, tehlikeli durumların tanınması ve gerektiğinde bu uyarılara etkili ve güvenli bir şekilde nasıl tepki verileceği konusunda eğitim verilmiştir. Kayakçılar, ÖÇB ve diz eklemine aşırı stres oluşturan yüksek riskli davranışlar ve hareketler konusunda eğitim almışlardır. Çalışmaya katılan katılımcılara, düştükleri zaman bacaklarını tam olarak nasıl uzatmaları gerektiği (tam ekstansiyon pozisyonu yerine hafifçe fleksiyona getirmeleri gerektiğini) kayarken tamamen durma noktasına gelinceye kadar aşağıya inmelerini, atladıkları ve iniş yaptıkları yeri bilmeleri ve ayak pozisyonlarının nasıl olması gerektiği konusunda eğitimler verilmiştir. 2 yıllık sürenin ardından, önleme programdan önce ortalama 31 ÖÇB burkulma varken, programın uygulanmasından sonra 16 ÖÇB burkulması gözlemlenmiştir ve önleme programının uygulanmasından sonra sporcularda meydana gelen ÖÇB burkulmalarında % 61'lik bir azalma oluşmuştur. Çalışmada önleme program eğitimi almayan kontrol grubunda farklılık gözlemlenmemiştir. Bu çalışma, eğitimle verilen önleme programları aracılığıyla, ÖÇB burkulmalarının azaltılabileceğini kanıtlar niteliktedir.

Myklebust vd. (2003), üç sezon boyunca kadın Norveçli Hentbol Federasyonu takımlarına bir önleme programı uygulamıştır. Program, ayakta durma, kesme, atlama ve iniş sırasında diz dengesini kontrol ederken, sporcunun hareketlerinin kalitesinin bilincini geliştirmeye odaklanmıştır. Çalışmada uygun mekanik, stabilizasyon için core kaslarının doğru kullanımı ve ÖÇB'de stres oluşturacak durumları önlemek için dizlerin pozisyonunu ayak pozisyonunun önünde tutmak konusunda sporcular eğitilmiştir. Üç sezon sonrası yapılan değerlendirmede, önleme programının ÖÇB yaralanmalarını azalttığı görülmüş, ancak bulgular istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Micheo vd. (2010), nöromüsküler paternlerin farklı statik ve dinamik kuvvetler

altında eklem stabilitesini geliştirmek için önleyici bir programda odaklanılması gereken birincil faktör olduğunu öne sürmüştür. Ana odak, kuadriseps ve hamstringlerin herhangi bir kas dengesizliğinin düzeltilmesi ile birlikte koordineli bir şekilde kasılmasını eğitme olacaktır. Bu egzersizler arasında, sabit ve hareketli yüzeyler üzerinde eklem yeniden konumlandırılması, hareket ettirilmesi ve dengelenmesi, kapalı kinetik zincir egzersizleri, piliometrik egzersizler ve pertürbasyon eğitimi ve düşme sonrası inişlerin uygun formları yer almaktadır. Mandelbaum vd.'ye (2005) göre ise sporcuların sadece core kaslarının kuvvetli olması yeterli değildir, core kaslarının yanısıra aynı zamanda hamstringlerinin, gluteal kasların ve kuadrisepslerinin de güçlendirilmesi gerekmektedir.

Zazulak vd. (2007), core-proprioepsiyon farkındalığının, core kaslarının proprioepsiyonunun zayıf olması durumunda, sporcunun ÖÇB hasarına maruziyetinin devam edebileceğini veya ÖÇB yaralanması ile karşı karşıya kalacağını önceden belirleyip tahmin edebileceği teorisini araştırmak için bir kılavuz kullanmıştır. Sonuçlar, zayıf core proprioepsiyon sergileyen sporcuların diz yaralanmasının maruziyet riskinin arttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, vücut dengesi düşük kadın sporcuların, ÖÇB'lerini yaralamış olan erkeklere göre daha fazla ÖÇB yaralanması yaşadıklarını bulmuştur. Daha yüksek seviyede gövde proprioepsiyonu olan ve hareketlerinin kontrolünü erkeklerden daha fazla yapan kadınlar, üç yıllık süre boyunca bir ÖÇB hasarı yaşamamışlardır. Yazar core proprioepsiyonunu kontrol etme yetisine sahip olmayan kadınların yaralanma riskinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Griffin vd. (2006) PEP programının performans üzerine etkinliğini kadın futbolcularda alt ekstremite performansını farklı açılardan ele alan, çeviklik, kısa mesafe koşu vb. değerlendirmelerle gösteren çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızın da en önemli limitasyonu kullandığımız testlerde hentbola özgü testlerin yer almayışdır. İleri çalışmalar da PEP eğitiminin hentbol sporcularında performansa etkisi hentbola özgü testlerle değerlendirilebilir. Bir diğer limitasyonumuz örneklem büyüklüğümüzdür. Çalışmamızda birincil amacımız PEP eğitiminin performansa etkisini belirlemek olmakla birlikte sonuçlarımız PEP eğitiminin ÖÇB yaralanmasını azalttığını göstermiştir. Steffen vd. (2008) pliometrik egzersizler sırasında iniş kuvvetlerini azaltmaya dikkat ederek, fiziksel performansı arttırmak için uyaran düzeyinin artırmanın gerekliliğini açıklamıştır. Kadın hentbolcularda PEP eğitiminin iniş kuvvetlerine etkisi ileri çalışmalarda incelenebilir.

## 6. SONUÇ

Olağan antrenman programına ilave olarak uygulanan PEP eğitim programının profesyonel kadın hentbolcularda esneklik, çeviklik, kas kuvveti, denge ve fonksiyonel sıçrama performansı üzerine etkisinin incelendiği ve PEP programı uygulanmayan Kontrol grubuyla karşılaştırıldığı çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar;

PEP grubu ve kontrol grubunda Otur Uzan Testi, kuadriiceps kas kuvveti, İllinois Çeviklik Testi ve Tek Bacak Sıçrama ve Üçlü Sıçrama Testlerinde gelişme görülmüştür ( $p<0.05$ ).

PEP grubunda Yıldız Uzanma Denge Testi parametrelerinden posterior ve posterolateral yönler dışındaki tüm yönlerde gelişme görülürken, kontrol grubunda ise sadece sağ bacak posterior ve sol bacak anterior yönlerinde gelişme görülmüştür ( $p<0.05$ ).

PEP grubu ve kontrol grubunda KAT ölçüm parametrelerinden sadece bir kaçında fark oluşmuştur (PEP grubu: çift ayak sağ, tek ayak sağ-posterior; Kontrol grubu: çift ayak sağ, çift ayak anterior, çift ayak posterior).

PEP grubu ve kontrol grubunun ilk değerlendirme verileri karşılaştırıldığında Yıldız Denge Test değerlerinden sağ-anterolateral, sağ lateral ve posterolateral yönde kontrol grubu lehine, KAT değerlerinde Çift ayak denge değeri için PEP grubu lehine fark saptanmıştır ( $p<0.05$ ).

Son değerlendirmede yıldız denge test değerlerinden sağ- anterior, sol anterior ve sol antero-medial yönde, KAT değerlerinden sağ-sağ verisinde PEP grubu lehine grubu lehine anlamlı fark görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Yaralanma günlüğü sonuçlarına göre; PEP grubundaki sporcularda yaralanma oluşmamış, kontrol grubunda ise bir sporcuda 7. hafta, diğer sporcuda 16. hafta olmak üzere iki sporcu ( %6.25) ÖÇB yaralanması geçirmiştir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar antreman programına eklenen PEP eğitim programının profesyonel kadın hentbolcularda dinamik dengeyi olumlu yönde etkilediğini, ancak esneklik, çeviklik, kas kuvveti, fonksiyonel sıçrama üzerine etkisinin olmadığını göstermiştir. Dinamik denge ve alt ekstremité arasındaki ilişkinin varlığı nedeniyle bu sonuçlar ışığında kadın hentbol sporcularında dinamik dengenin geliştirilmesi için PEP eğitim programının uygulanması önerilmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

Alentorn-Geli E, Myer G D, Silvers H J, Samitier G, Romero D, La'zaro-Haro C, Cugat R. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. ***Knee Surg Sports Traum Arthrosc*** 2009; May 19.

Amis A A, Beynnon B, Blankevoort L, Chambat P, Christel P, Durselen L et al. Proceedings of the ESSKA Scientific Workshop on Reconstruction of the Anterior and Posterior Cruciate Ligaments. ***Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*** 1994; 2(3):124-132.

Arendt E A, Agel J, Dick R. Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. ***J Athl Training*** 1999;34:86-92.

Arendt E, Bershady B, Agel J. Periodicity of noncontact anterior cruciate ligament injuries during the menstrual cycle. The journal of genderspecific medicine: ***J Gen Specif Med*** 2001; 5 (2), 19-26.

Asadi A, Arazi, H. Effects of high-intensity plyometric training on dynamic balance, agility, vertical jump and sprint performance in young male basketball players. ***J Sport Health Res*** 2012 4 (1):35-44.

Bakırhan S. Unilateral ve bilateral total diz artroplastisi uygulanan hastaların fiziksel performans, statik-dinamik denge yönünden karşılaştırılması. Doktora tezi, ***Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı***, İzmir, 2007.

Barber-Westin S D, Noyes F R, Galloway M. Jump-land characteristics and muscle strength development in young athletes: a gender comparison of 1140 athletes 9 to 17 years of age. ***Am J Sports Med***. 2006;34:375-384

Barber-Westin S D, Smith S T, Campbell T, Noyes F R. The drop-jump video screening test: retention of improvement in neuromuscular control in female volleyball players. ***J Strength Cond Res***, 0,0

Barendrecht M, Lezeman HC, Duysens J, Smits-Engelsman BC. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. ***J Strength Cond Res***. 2011; 25:575-584.

Bien D. Rationale and implementation of anterior cruciate ligament injury prevention warm-up programs in female athletes. ***J Strength Cond Res*** 2011; 25(1), 271 – 285.

Bert R M, Holly J S. Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athlete 2 year follow up ***Am J Sports Med***. 2005; 33(7):1003-10

Beynnon B D, Johnson R J, Abate J A, Fleming B C, Nichols C E. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part 1. ***Am J Sports Med*** 2005; 33: 1579-1602.

Beynnon B D, Johnson R J, Abate J A, Fleming B C, Nichols C E. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part 2. ***Am J Sports Med*** 2005; 33: 1751-

1767.

Boden B P, Sheehan F T, Torg J S, Hewett T E. Non-contact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *JAAOS* 2010; 18, 520-527.

Bohannon R W. Make Tests and Break Tests of Elbow Flexor Muscle Strength. *Phys Ther* 1988; 68:193-194.

Brophy R H, Stepan J G, Silvers H J, Mandelbaum B R. Defending Puts the Anterior Cruciate Ligament at Risk During Soccer A Gender-Based Analysis. *Sports Health* 2015; 7:244-9.

Butler DL, Noyes F R, Grood E S. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am* 1980; 62:259–270.

Caraffa A, Cerulli G, Projetti M, Aisa G. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996; 4:19-21.

Chandrashekar N, Slauterbeck J, Hashemi J. Sex-based differences in the anthropometric characteristics of the anterior cruciate ligament and its relation to intercondylar notch geometry: a cadaveric study. *Am J Sports Med* 2005; 33 (10), 1492-1498.

Chandrashekar N, Mansouri H, Slauterbeck J, Hashemi J. Sexbased differences in the tensile properties of the human anterior cruciate ligament. *J Biomech* 2006; 39 (16), 2943-2950.

Chappell J D, Creighton R A, Giuliani C, Yu B, Garrett W E. Kinematics and electromyography of landing preparation in vertical stop-jump: risks for noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2007; 335, 235-241.

Chappell J D, Yu B, Kirkendall D T, Garrett W E. A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop- jump tasks. *Am J Sports Med* 2002; 30:261-7.

Chelly M S, Hermassi S, Shephard R J. Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *J Strength Cond Res* 2010; 24: 1480–1487.

Chmielewski T L, Wilk K E, Snyder-Mackler L. Changes in weight-bearing following injury or surgical reconstruction of the ACL: relationship to quadriceps strength and function. *Gait Posture*, 2002; 16: 87-95.

Cote K P, Brunet M E, Gansneder B M, Shultz S J. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Traing* 2005; 40 (1):41-46.

Daniel D M, Malcom L, Stone M L. Quantification of knee stability and function. *Contemp Orthop* 1982; 5:83–91.

Daniel D M, Stone M L, Dobson B E, Fithian DC, Rossman D J, Kaufman K R. Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med.* 1994; 22:632-644.

Danylchuk, K.D. 1975. "Studies of the Morphometric and Biomechanical Characteristics of Ligaments of the Knee Joint". Partial Fulfillment of Requirement of

the Degree of Master of Science, University of Western Ontario, London, Canada.

Delp S L, Hess W E, Hungerford D S, Jones L C. Variation of rotation moment arms with hip flexion. **J Biomech** 1999; 32 (5), 493-501.

Dragoo J L, Choi J Y, Lieberman J R, Huang J, Zuk P A, Zhang J. Bone induction by BMP-2 transduced stem cells derived from human fat. **J Orthop Res** 2003; 21 (4), 622-629.

DeMorat G, Weinhold P, Blackburn T, Chudik S, Garrett W. Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. **Am J Sports Med**. 2004; 32:477-483.

Duthon V B, Barea C, Abrassart S, Fasel J H, Fritschy D, Menetrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**. 2006; 14(3):204-213.

Ettlinger C F, Johnson R J, Shealy J E. A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. **Am J Sports Med** 1995; 23(5): 534-537.

Fagenbaum R, Darling W G. Jump landing strategies in male and female college athletes and the implications of such strategies for anterior cruciate ligament injury. **Am J Sports Med** 2003; 31:233-40.

Faryniarz D A, Bhargava M, Lajam C, Attia E T, Hannafin J A. Quantitation of estrogen receptors and relaxin binding in human anterior cruciate ligament fibroblasts. **In Vitro Cell Dev Biol Anim**, 2006; 42 (7), 176-181.

Fleming B C, Renstrom P A, Beynon B O. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. **J Biomech** 2001; 34:163- 170.

Fukubayashi T, Torzilli P A, Sherman M F, Warren R F. An in vitro biomechanical evaluation of anterior-posterior motion of the knee. Tibial displacement, rotation, and torque. **J Bone Joint Surg Am** 1982; 64:258-264

Furman W, Marshall J L and Girgis F G. "The Anterior Cruciate Ligament", Journal of Bone and Joint Surgery, 1976; 58A(2): 179-185.

Ghobadi H, Rajabi H, Farzad B, Bayati M, Jeffreys I. Anthropometry of World-Class Elite Handball Players According to the Playing Position: Reports From Men's Handball World Championship. **J Hum Kinet** 2013; 39/2013: 213-220.

Gianotti S M, Marshall S W, Hume P A, Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. **J Sports Sci Med** 2009; 12 (6), 622- 627.

Gilchrist J, Mandelbaum B R, Melancin H, Ryan G W, Silvers H J, Griffin L Y. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. **M J sports Med** 2008; 36(8): 1476-83.

Girgis F G, Marshall J L, Monajem ARSA: The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. **Clin Orthop** 1975; 106:216-231.

Gleim G W, Mchugh M P. Flexibility and its effects on sports injury and performance. **Sports Med** 1997; 24:289-299.

Golding L A. Flexibility, stretching and flexibility testing recommendations for testing

and standards. *CSMs Health Fit J* 1997; 1:17-20.

Griffin L Y, Albohm M J, Arendt E A, Bahr R, Beynnon B D, Demaio M, Dick R W, Engebretsen L, Garrett W E Jr, Hannafin A, Hewett T E, Huston L J, Ireland M L, Johnson R J, Lephart S, Mandelbaum B R, Mann B J, Marks P H, Marshall S W, Myklebust G, Noyes F R, Powers C, Shields C Jr, Shultz S J, Silvers H, Slauterbeck J, Taylor D C, Teitz C C, Wojtys E M, Yu B. Understanding and preventing non-contact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med* 2006; 34: 1512–1532.

Griffin L Y, Albohm M J, Arendt E A, Bahr R, Beynnon B D, Demaio M. 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.)

Griffin L Y, Agel J, Albohm M J, Arendt E A, Dick R W, Garrett W E. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 2000; 8 (3), 141-150.

Hansen M S, Dieckmann B, Jensen K, Jakobsen B W. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer (KAT). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8(3):180-185.

Harrison A D, Ford K R, Myer G D, Hewett T E. Sex differences in force attenuation: a clinical assessment of single-leg hop performance on a portable force plate. *Br J Sports Med* 2011; 45 (3), 198-202.

Hassan B S, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis* 2001; 60: 612-618.

Hazır T, Mahir Ö F, Açıkada C. Genç futbolcularda çeviklik ile vücut kompozisyonu ve anaerobik güç arasındaki ilişki. *Hacettepe J. of Sport Sciences*. 2010; 21 (4), 146–153.

Henning C E, Griffis N D. Injury prevention of the anterior cruciate ligament. Videotype. Wichita, Kan: *Mid-America Center for Sports Medicine*, 1990.

Hertel J, Miller S J, Denegar C R. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *J Sport Rehabil* 2000; 9:104–116

Hewett T E, Myer G D, Ford K R. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med* 2006; 34 (2), 299-311.

Hewett T E, Stroupe A L, Nance T A, Noyes F R. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med* 1996; 24:765-73.

Hewett T E, Myer G, Ford K, Heidt R, Colosimo A, McLean S, Succop P. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med* 2005;33(4), 492-501.

Hewett T E, Zazulak B T, Myer G D. Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk a systematic review. *Am J Sports Med* 2007; 35 (4), 659-668.

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. **Am J Sports Med** 1999; 27(6): 699-706.

Holm I, Fosdahl M A, Friis A, Risberg M A, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. **Clin J Sport Med** 2004; 14:88–94.

Hubbard T J, Kramer L C, Denegar C R, Hertel J. Contributing factors to chronic ankle instability. **Foot Ankle Int.** 2007;28:343-354.

Jakobsen M D, Sundstrup E, Krstrup P, Aagaard P. The effect of recreational soccer training and running on postural balance in untrained men. **Eur J Appl Physiol** 2011;111:521- 530.

Johnsen M B, Guddal M H, Smastuen M C, Moksnes H, Engebretsen L, Storheim K, Zwart J A. Sport Participation and the Risk of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Adolescents: A Population-based Prospective Cohort Study. **Am J Sports Med** 2016; 44(11), 2917-2924.

Kalaycı C B. Femur interkondiler çentik genişliği ve ön çapraz bağ yırtıkları ile ilişkisi. Uzmanlık Tezi. **Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği**, İstanbul, 2009; s:17.

Kanamori A, Woo S L Y, Ma C B, et al. The forces in the anterior cruciate ligament and knee kinematics during a simulated pivot shift test: A human cadaveric study using robotic technolog. **J Arthroscop Relat Surg** 2000; 16:633-639.

Kinzey S J, Ingersoll C D, Knight K L. The effects of ankle bracing on postural sway. **J Athl Train** 1994; 29:170-1.

Knowles S B. Is there an injury epidemic in girls' sports? **Br J Sports Med** 2010; 44, 38-44.

Krosshaug T, Nakamae A, Boden B P, Engebretsen L, Smith G, Slauterbeck J R, Bahr R. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. **Am J Sports Med** 2007; 35(3), 359-367.

Kuukkanen T M, Mälkiä E A. An experimental controlled study on postural sway and therapeutic exercise in subjects with low back pain. **Clin Rehabil**, 2000; 14: 192–202.

Lambson R B, Barnhill B S, Higgins R W. Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries. A three-year prospective study. **Am J Sports Med** 1996; 24 (2), 155- 159.

Lephart S M, Fu F H. Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability, **Human Kinetics**, 0-88011-864-4, United States of America, 2000, s.1-53.

Leppanen M, Pasanen K, Kujala U M, Vasankari T, Kannus P, Ayramo S, Parkkari J. Stiff Landings Are Associated With Increased ACL Injury Risk in 57 Young Female Basketball and Floorball Players. **Am J Sports Med** 2017; 45(2), 386-393.

Logan M, Dunstan E, Robinson J. Tibiofemoral kinematics of ACL deficient knee employing vertical Access open interventional MRL. **Am J Sports Med** 2004; 32:720-726.

Mandelbaum B R, Silvers H J, Watanabe D S, Knarr J F, Thomas S D, Griffin L Y,

Kirkendall D T, Garrett W Jr. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes 2-year follow up. *Am J Sports Med* 2005; 33(7):1003- 1010.

Marder R A, Raskind J R, Carroll M. Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 1991; 19: 478-84.

Markolf K L, Gorek J F, Kabo J M, Shapiro M S. Direct measurement of resultant forces in the anterior cruciate ligament. An in vitro study performed with a new experimental technique. *J Bone Joint Surg Am* 1990, 72(4):557-567.

Markolf K L, Burchfield D M, Shapiro M M, Shepard M F, Finerman G A, Slauterbeck J L. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. *J Orth Res* 1995; 13: 930-935.

McGuigan M R, Wright G A, and Fleck S J. Strength training for athletes: Does it really help sports performance? *Int J Sport Physiol Perform* 2012; 7: 2–5, 33,34.

Micheo W, Hernandez L, Seda C. Evaluation, management, rehabilitation, and prevention of anterior cruciate ligament injury: current concepts. *PM R* 2010; 2, 935-944.

Miller MG, Herniman J J, Ricard MD, Cheatham C C, Michael T J. The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *JSSM*, 2006; s.459-460.

Miyasaka KC, Daniel DM, Stone ML, Hirshman P. The incidence of knee ligament injuries in the general population. *Am J Knee Surgery* 1991; 4:3–8.

Myer G D, Ford K R, Paterno M V, Nick T G, Hewett T E. The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *Am J Sports Med* 2008; 36(6):1073-1080.

Myers C A, Hawkins D. Alterations to movement mechanics can greatly reduce anterior cruciate ligament loading without reducing performance. *J Biomech* 2010; 43, 2657-2664.

Myklebust G, Holm I, Maehlum S, Engebretsen L, Bahr R. Clinical, functional, and radiologic outcome in team handball player 6 to 11 years after anterior cruciate ligament injury: a follow up study. *Am J Sports Med* 2003; 31, 981-989.

Myklebust G, Maehlum J, Holm I et al. A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball: A prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sports Med* 1998 13(2):71-78.

Nordenvall R, Bahmanyar S, Adami J, Stenros C, Wredmark T, Felländer-Tsai L. A Population Based Nationwide Study of Cruciate Ligament Injury in Sweden, 2001-2009 Incidence, Treatment, and Sex Differences. *Am J Sports Med* 2012; 40(8):1808–1813.

Noyes F R, Barber-Westin S D, Smith S T, Campbell T. A training program to improve neuromuscular indices in female high school volleyball players. *J Strength Cond Res* 2011; 25, 2151–2160.

Noyes F R, Barber S D, Mangine R E. Abnormal lower limb symmetry determined by

function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med* 1991; 19: 513–518.

O’Connell M, George K, Stack D. Postural sway and balance testing: a comparison of normal and anterior cruciate ligament deficient knees. *Gait Posture* 1998; 8: 136-142.

O’Conner J J, Zavatsky A. Anterior cruciate ligament function in the normal knee. In: Arnoczky SP, Woo SL-Y, Frank CB, Simon TM (eds) *The anterior cruciate ligament. Current and future concepts*. Raven, New York, 1993 s: 39–52.

Odensten M, Lysholm J, Gillquist J. Suture of fresh ruptures of the anterior cruciate ligament. A 5 year follow up. *Acta Orthop Scand* 1984; 533): 270-2.

Olsen O E, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med* 2004; 32 (4), 1002-1012).

Orchard J, Seward H, McGivern J, Hood S. Intrinsic and extrinsic risk factors for anterior cruciate ligament injury in Australian footballers. *Am J Sports Med* 2001; 29 (2), 196-200.

Orchard J W, Powell J W. Risk of knee and ankle sprains under various weather conditions in American football. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35 (7), 1118-1123.

Orchard J. Is there a relationship between ground and climatic conditions and injuries in football? *Sports Med* 2002; 32 (7), 419-432.

Otman A S Köse N. Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri, 975-96173-1-0 *Sinem Ofset Matbaacılık*, Ankara, 1998, s.138-146.

Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res* 2007; 454: 35-47.

Pfeiffer R P, Shea K G, Roberts D, Grandstrand S, Bond L. Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg* 2006; 88 (8), 1769-1774.

Plisky P J, Gorman P P, Butler R J, et al. Underwood F B, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther* 2009; 4(2):92-9.

Posthumus M, Collins M, van der Merwe L, O’Cuiineagain D. Matrix metalloproteinase genes on chromosome 11q22 and the risk of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Scand J Med Sci Sports* 2012; 22:523-533.

Puh U, Majcen N, Hlebs S, Rugelj D. Effects of Wii balance board exercises on balance after posterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sport Tr A* 2013; 22(5):1124- 1130.

Quatman C E, Hewett T E. The anterior cruciate ligament injury controversy: is “valgus collapse” a sex-specific mechanism? *Br J Sports Med* 2009; 43, 328-335.

Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, Engebretsen L. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med* 2008; 42(6), 394-412.

Ruedl G, Ploner P, Linortner I, Schranz A, Fink C, Sommersacher R ve diğerleri. Are oral contraceptive use and menstrual cycle phase related to anterior cruciate ligament injury risk in female recreational skiers? **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc** 2009; 17 (9), 1065-1069.

Roy M A G, Doherty T J. Reliability of Hand-Held Dynamometry in Assessment of Knee Extensor Strength After Hip Fracture. **Am J Phys Med Rehabil**, 2004; 83: 813-818.

Sanders T L, Maradit Kremers H, Bryan A J, Larson D R, Dahm D L, Levy B A, Krych A J. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction. **Am J Sports Med** 2016; 44(6), 1502-1507.

Sammarco G J. Proprioception in injury prevention and rehabilitation of ankle sprain. In: Sammarco G J. Rehabilitation of the foot and ankle. **St. Louis: Mosby-year book** 1995; s.95-105.

Schmitt L C, Paterno M V, Hewett T E. 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 (9), 750-759.

Shambaugh J P, Klein A, Herbert J H. Structural measures as predictors of injury basketball players. **Med Sci Sports Exerc** 1991; 23 (5), 522-527.

Shrier, I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. **Clin. J. Sport Med** 2004; 14:267– 273.

Shultz S J, Schmitz R J, Nguyen A, Chaudhari A M, Padura D A, McLean S G, Sigward S M. ACL research retreat V: An update on ACL injury risk and prevention. **J Athl Train** 2010; 45(5):499-508.

Shultz S J, Schmitz R J, Benjaminse A, Chaudhari A M, Collins M, Padua D A. ACL Research Retreat VI: an update on ACL injury risk and prevention, March 22–24, 2012, Greensboro, NC. **Journal of Athletic Training**. 2012; 47:591–603.

Šimonek J, Horička P, Hianik J. The differences in acceleration, maximal speed and agility between soccer, basketball, volleyball and handball players. **J Human Sport Exerc** 2017;12(1), 73-82.

Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, Junge A, Dvorak J, Bahr R, Andersen T E. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youngfemale footballers: cluster randomised controlled trial. **BMJ** 2008; 337:a2469.

Steffen K, Bakka H M, Myklebust G, Bahr R. Performance aspects of an injury prevention program: a ten-week intervention in adolescent female football players. **Scand J Med Sci Sports** 2008; 10: 596–604.

Stratford P W, Balsor B E. A comparison of make and break tests using a hand-held dynamometer and the Kin-Com. **JOSPT**, 1994; 19(1): 28-32.

Tashman S, Collon D, Anderson K, Kolowich P, Anderst W. Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction. **Am J Sports Med** 2004; 32:975–983.

Uhorchak J M, Scoville C R, Williams G N, Arciero R A, St Pierre P, Taylor D C. 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* 2003; 31 (6), 831-842.

Vescovi JD, Canavan PK, Hasson S. Effects of a plyometric program on vertical landing force and jumping performance in college women. *Phys Ther Sport* 2008; 9(4):185-192.

Wagner H, Fuchs P X, and von Duvillard S P. Specific physiological and biomechanical performance in elite, sub-elite and in non-elite male team handball players. *J Sport Med Phys Fitness*, 2017.

Walden M, Hagglund M, Werner J, Ekstrand J. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19(1):3-10.

Walden M, Krosshaug T, Bjerneboe J, Andersen T E, Faul O, Hagglund M. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *Br J Sports Med* 2015; 49 (22), 1452-1460.

Wedderkopp N, Kalltoft M, Lundgaard B, et al. Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 1999; 9:41–47.

Wilk K E, Romaniello W T, Soscia S M, Arrigo C A, Andrews J R. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 20 (2), 60-73.

Wojtys E M, Huston L J, Boynton M D, Spindler K P, Lindenfeld T N. The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels. *The Am J Sports Med* 2002; 30(2):182-188.

Woo S L Y, Kanamori A, Zeminski J, Yagi M, Papageorgiov C, Fu F H. The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon: A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. *J Bone Joint Surg* 2002; 84 A:907-914.

Zazulak B T, Hewett T E, Reeves N P, Goldberg B, Cholewicki J. The effects of core proprioception on knee injury a proprioceptive biomechanical- epidemiological study. *The Am J Sports Med* 2007; 35(3):368-373.

Ziv G, Lidor R. Physical Characteristics, Physiological Attributes, And On-Court Performance Of Handbal Players: A Review. *Eur J Sport Sci* 2009; 9(6): 375-86.

Zebis M K, Andersen L L, Bencke J, Kjaer M, Aagaard P. Identification of athletes at future risk of anterior cruciate ligament ruptures by neuromuscular screening. *The Am J Sports Med* 2009; 37, 1967–1

## 8. ÖZGEÇMİŞ

1994 yılında Afyonkarahisar'da doğdu. İlk, orta ve lise öğretimini Antalya'da tamamladı. 2016 yılında Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'ndan Fizyoterapist olarak mezun oldu. 2016 yılında Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

2016 yılında Uşak Süperlig Bayan Hentbol Takımında çalıştı. Şu an Gloria Sports Arena Sporcu Sağlığı ve Performans Merkezi'nde fizyoterapistlik yapmaktadır. İlgili alanları Ortopedik Rehabilitasyon ve Sporcu Rehabilitasyonudur.

## Ek-1 Değerlendirme Formu

### DEğERLENDİRME FORMU

ADI:

TARİH:

SOYADI:

TELEFON:

YAŞ:

BOY:

KİLO:

BKI:

DOMİNANT TARAF:

MEDENİ DURUMUNUZ:

KAÇ ÇOCUğUNUZ VAR:

ÖNCE DEN GEÇİRDİğİNİZ SAKATLIKLAR/AMELİYATLAR:

KULLANDIğI İLAÇLAR:

SİGARA (SIKLIğI):

ALKOL(SIKLIğI):

KAÇ SENEDİR PROFESYONEL SPOR YAPIYORSUNUZ?

---

## EK-2. Etik Kurul Onayı



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik  
Kurulu



Sayı :60116787-020/49871  
Konu :Başvurunuz hk.

03/08/2017

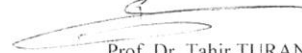
Sayın Prof. Dr. Ummuhan BAŞ ASLAN

İlgi :19.07.2017 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**Ön Çapraz Bağ Yaralanması Engelleme Programının Profesyonel Bayan Hentbolcularda Alt Ekstremitte Performansına Etkisi**" konulu çalışmanız **01.08.2017 tarih ve 10 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra, söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

  
Prof. Dr. Tahir TURAN  
Başkan



