

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ**

**GENÇ ERİŞKİNLERDE DENGE VE KUVVET  
EGZERSİZLERİNİN DİZ EKLEMİ PROPRIYOSEPSİYONU  
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Dr. Burak FARİZ**

**SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI  
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Bülent ÜLKAR**

**ANKARA  
2016**

# ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

## TEZ SINAVI TUTANAĞI


I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN		
Adı, Soyadı	: Burak FARİZ	<b>Sınav tarihi:</b> 18 / 01 / 2016
Anabilim/Bilim Dalı	: Spor Hekimliği Anabilim Dalı	
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Bülent ÜLKAR	

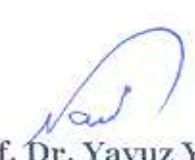
II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER		
<b>Tezin Başlığı:</b> “ Genç Erişkinlerde Denge ve Kuvvet Egzersizlerinin Diz Eklemi Propriyosepsiyonu Üzerine Etkisinin İncelenmesi”		
<b>Tezin Niteliği:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Ana Dal Uzmanlık Tezi	<input type="checkbox"/> Yan Dal Uzmanlık Tezi
<b>Kaçıncı tez sınavı olduğu:</b>	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3

III. KARAR		
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin “Tıpta Uzmanlık Tezi” olarak		
<input checked="" type="checkbox"/> Kabulüne		
<input type="checkbox"/> Reddine		
<input type="checkbox"/> Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine		
<input checked="" type="checkbox"/> Oy birliği	<input type="checkbox"/> Oy çokluğu	ile karar verilmiştir.

IV. AÇIKLAMALAR
<i>Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız</i>

  
**Prof. Dr. Rüştü GÜNER**  
Jüri Başkanı  
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

  
**Prof. Dr. Bülent ÜLKAR**  
Jüri Üyesi  
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

  
**Prof. Dr. Yavuz YILDIZ**  
Jüri Üyesi  
Gülhane Askeri Tıp Akademisi  
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bana bilgi ve deneyimlerini aktaran değerli hocalarım; Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Rüştü GÜNER'e, sayın Prof. Dr. Ali Murat ZERGEROĞLU'na, tez danışmanım sayın Prof. Dr. Bülent ÜLKAR'a, emekli öğretim üyemiz sayın Prof. Dr. Emin ERGEN'e,

Bilgi, beceri ve deneyimleri ile her zaman katkıda bulunan sayın Uzm. Dr. Mehmet Mesut ÇELEBİ'ye,

Berber çalıştığımız asistan arkadaşlarım olan Uzm. Dr. Aydın BALCI'ya, Uzm. Dr. Bilgehan ÖZTOP'a, Dr. İbrahim DÜNDAR'a, Dr. Mostafa KHORRAMFAR'a ve Dr. Selçuk GÜL'e,

Fizyoterapi alanındaki bilgi ve deneyimlerinden çok şey öğrendiğim Uzm. Fzt. Figen ÖZKAN'a, Uzm. Fzt. Meltem DEMİR'e ve Uzm. Fzt. Çiğdem BAYIR'a,

Asistanlık dönemi boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli mesai arkadaşlarım Senem KOÇAK'a, Arzu REYHAN'a, Hülya SAYKUN'a ve diğer bölüm personelimize,

İstatistiksel değerlendirmelerde destek aldığım Dr. Nazmiye KURŞUN'a,

Ve son olarak, iyi bir insan olmanın en büyük erdem olduğunu öğreten annem Berrin FARİZ'e ve babam İsmail FARİZ'e, hayatıma varlıklarıyla anlam katan kardeşlerim Sinem FARİZ'e ve Dr. Gizem FARİZ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Dr. Burak FARİZ

Ankara-2016

# İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa No:</b>
KABUL VE ONAY .....	i
ÖNSÖZ .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	2
2.1. Diz Eklemi Anatomisi .....	2
2.1.1. Diz Eklemine Katılan Kemikler .....	2
2.1.2. Diz Eklemi Çevresindeki Kaslar.....	3
2.1.3. Diz Eklemine Bağlı Bağlar .....	5
2.1.4. Diz Eklemine Bağlı Diğer Yapılar .....	6
2.2. Spor ve Fiziksel Aktiviteye Bağlı Yaralanmalardan Korunma.....	8
2.2.1. Kişiyeye Özgü Faktörler.....	9
2.2.2. Çevresel Faktörler.....	10
2.3. Kas Kuvveti ve Kuvvet Egzersizleri .....	12
2.3.1. Egzersiz Tipleri.....	13
2.4. Denge.....	16
2.5. Propriosepsiyon .....	17
2.6. Kuvvet, Denge ve Propriosepsiyon Ölçüm Yöntemleri.....	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	23
4. BULGULAR.....	30

6. SONUÇLAR.....	49
ÖZET.....	50
SUMMARY .....	51
KAYNAKLAR .....	52
EKLER.....	62
EK-1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu .....	62
EK-2: Sosyodemografik –Klinik Bilgi Formu.....	69

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>EHA</b>	: Eklem Hareket Açıklığı
<b>DOMS</b>	: <i>Delayed Onset Muscle Soreness</i> (Gecikmiş Kas Ağrısı)
<b>RM</b>	: <i>Repetition Maximum</i> (Maksimum Tekrar)
°	: Derece
°/sn	: Derece/saniye
sn	: Saniye
<b>mmHg</b>	: Milimetre civa
<b>cm</b>	: santimetre
<b>kg</b>	: kilogram
<b>PHAE</b>	: Pasif Hareketi Algılama Eşiği
<b>VKI</b>	: Vücut Kitle İndeksi
<b>VAS</b>	: Vizüel Analog Skala
<b>EPD</b>	: Eklem Pozisyon Duyusu
<b>BOSU</b>	: <i>Both Sides Up</i> kelimelerinden türetilmiş denge egzersiz aleti

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No:

Şekil 2.1. Diz ekleminin önden ve arkadan görünüşü (18).....	2
Şekil 2.2. Diz ekleminin üstten görünüşü (76) .....	7
Şekil 2.3. Propriyosepsiyonun periferik ve merkezi işleme mekanizması (46)...	19
Şekil 3.1. Kuvvet Egzersizleri .....	25
Şekil 3.2. Denge Egzersizleri.....	26
Şekil 3.4. Denge Testi Uygulaması (2 farklı açıdan gösterilmiştir). .....	28

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No:

<b>Tablo 1.</b>	Katılımcıların Genel Özellikleri .....	30
<b>Tablo 2.</b>	Gruplar Arasında Yaş, Boy, Ağırlık ve VKİ Yönünden Özellikler .....	30
<b>Tablo 3.</b>	Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ektremitede 30 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi .....	31
<b>Tablo 4.</b>	Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi .....	32
<b>Tablo 5.</b>	Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 30 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi .....	33
<b>Tablo 6.</b>	Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi .....	33
<b>Tablo 7.</b>	Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ektremitede 30 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi .....	34
<b>Tablo 8.</b>	Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi .....	35
<b>Tablo 9.</b>	Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 30 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi .....	36
<b>Tablo 10.</b>	Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi .....	36
<b>Tablo 11.</b>	Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede Total Denge Skoru Üzerine Etkisi.....	37



<b>Tablo 12.</b> Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede A-P Denge Skoru Üzerine Etkisi.....	38
<b>Tablo 13.</b> Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede M-L Denge Skoru Üzerine Etkisi.....	38
<b>Tablo 14.</b> Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede Total Denge Skoru Üzerine Etkisi.....	39
<b>Tablo 15.</b> Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede A-P Denge Skoru Üzerine Etkisi.....	40
<b>Tablo 16.</b> Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede M-L Denge Skoru Üzerine Etkisi .....	40
<b>Tablo 17.</b> Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi.....	41
<b>Tablo 18.</b> Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi .....	42
<b>Tablo 19.</b> Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi .....	42
<b>Tablo 20.</b> Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi .....	43

# 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde hem profesyonel spora ilginin artması, hem de fiziksel aktivitenin öneminin daha da anlaşılması ile spora katılım ve buna bağlı olarak sportif yaralanma sıklığı artmıştır. Sportif yaralanmalar sadece sporcularda değil, fiziksel aktivitesi yüksek gruplar olan genç ve orta yaşlı yetişkinlerde de sık görülmektedir (1-3). Bu yaralanmalar içerisinde diz yaralanmaları sıklığı oldukça yüksek olan yaralanmalardır (4-6). Amerika Birleşik Devletleri'nde adolesanlar arasında yapılan bir çalışmada spora bağlı diz yaralanmalarının ve bu nedenle yapılan operasyonların arttığı belirtilmektedir (7). Diz yaralanmaları, birçok spor dalında kariyeri olumsuz yönde etkileyebilmekte hatta sonlanmasına neden olabilmekte, rekreasyonel olarak spor yapan yetişkinlerde ise osteoartrit gelişimi gibi dejeneratif süreçleri erken yaşta başlatabilmektedir (8,9). Diz ekleminde yaralanan başlıca yapılar; ön çapraz bağ, arka çapraz bağ, iç-dış yan bağlar ve menisküslerdir. Bu yapılardan her birinin bütünlüğünü koruması fonksiyonların devamı açısından önemlidir.

Kas kuvveti ve denge, diğer kas-iskelet sistemi yaralanmalarının önlenmesinde olduğu gibi, diz yaralanmalarının önlenmesinde de önemli etkenlerdir. Propriyosepsiyon; kas kuvveti ve denge parametrelerini yakından ilgilendiren, eklem hareket ve pozisyon hissini içeren dokunma duyusunun bir türüdür. Bu yüzden eklem pozisyon hissi ölçümü, propriyosepsiyonu değerlendirilmek ve yaralanma riski hakkında bilgi edinmek amacıyla kullanılabilen bir yöntemdir (10).

Kuvvet ve denge ile ilgili egzersiz programlarının uygulandığı çalışmalarda yaralanmaların azaldığına dair bulgular mevcuttur (11,12). Fakat sağlıklı genç sedanter bireylerde izole kuvvet ve izole denge egzersizlerinin, eklem pozisyon hissi ve diz eklemi yaralanma riski üzerine etkisi daha önceki çalışmalarda değerlendirilmemiştir.

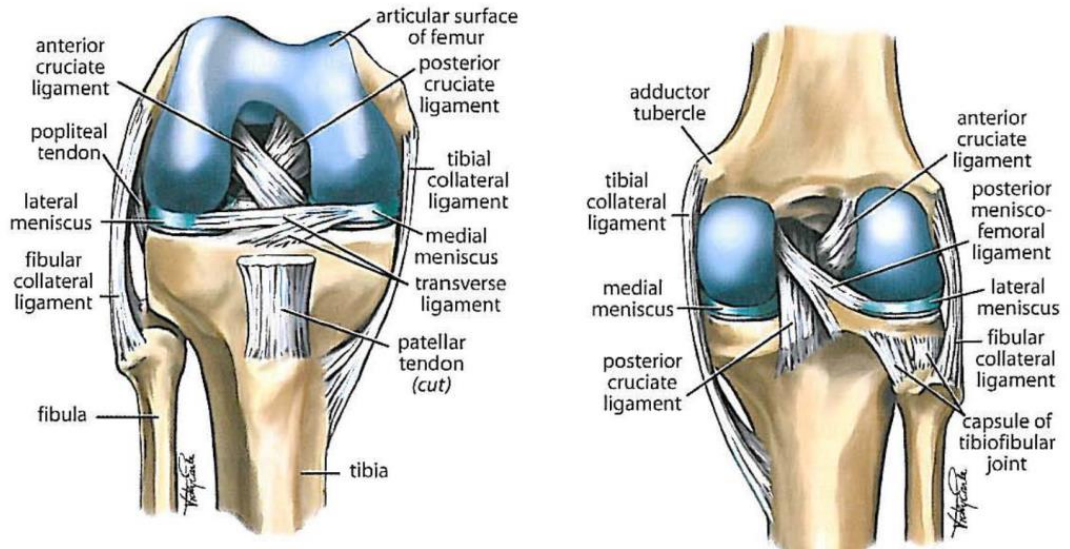
Bu araştırmanın amacı kuvvet ve denge egzersizlerinin tek tek ve kombine uygulanması durumunda, postural kontrol ve diz eklemi propriyosepsiyonu üzerindeki etkilerini incelemektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Diz Eklemi Anatomisi

Diz eklemi uyluk ve bacağı birbirine bağlayan, vücut ağırlığını taşıyan, önemli eklemlerden birisidir. Hem günlük yaşam aktiviteleri sırasında, hem de sportif aktiviteler sırasında büyük kuvvetlere maruz kaldığından sık yaralanmaktadır.

Diz eklemi esas olarak fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine olanak veren bikondüler tipte bir eklemdir. Femur, tibia ve patella bu ekleme katılan kemiklerdir. Eklem yüzlerinin birbirine uyumunu arttıran iki adet meniscus bulunur (Şekil 2.1). Eklem stabilitesini sağlayan statik yapılar bağlar ve kapsül, dinamik yapılar ise kas ve tendonlardır (14).



Şekil 2.1. Diz eklemine önden ve arkadan görünüşü (18)

#### 2.1.1. Diz Eklemine Katılan Kemikler

Diz ekleminde iki adet uzun, bir adet sesamoid olmak üzere 3 tane kemik bulunur. Fibula bu ekleme dahil değildir. Uzun kemikler hareket ve vücudun taşınmasında görev alırken, sesamoid kemik olan patella bacağına iletilen kuvvetin arttırılmasını sağlamaktadır (14).

**Femur:** Vücudun en uzun kemiğidir. Proksimal uçta küre şeklindeki caput femoris bulunur. Caput femoris'i gövdeye bağlayan kısım ise collum femoris adını alır. Collum femoris ile corpus femoris'in birleştiği yerden yukarıya doğru uzanan çıkıntıya trochanter major, bunun arka-alt-iç tarafında yer alan çıkıntıya ise trochanter minor denir. Distal uç, üst uca göre daha kalındır. Bu uçta condylus medialis, condylus lateralis ve ön yüzde birleşerek oluşturdukları facies patellaris bulunur. İki kondil interkondiler çentik ile birleşir. Kondiller büyüklük ve şekil açısından asimetrik bir yapı gösterirler. Medial kondil daha büyüktür (14, 15).

**Tibia:** Bacağın medialinde bulunan uzun kemiktir. Proksimal ucunda femur ile eklem yapan condylus medialis ve condylus lateralis bulunur. Her iki kondilin arasında bunları birbirinden ayıran interkondiler çıkıntı bulunur. İnterkondiler alanda ayrıca medial ve lateral tüberküller vardır. Medial tüberkül ÖÇB'nin, lateral tüberkül ise AÇB'nin başlangıç noktalarıdır. Tibia kondilleri yaklaşık 8°-10°'lik arkaya doğru bir eğime sahiptirler. Condylus lateralis'in arka-alt kısmında fibula ile eklem yaptığı facies articularis fibularis bulunur. Tibia ön-üst kısımda patellar tendonunda yapışma yeri olan tuberositas tibia isimli çıkıntı bulunur. Tibia distal ucunun medialinde malleolus medialis, lateralinde incisura fibularis ve altında facies articularis inferior bulunur (14, 15).

**Patella:** Vücuttaki en büyük sesamoid kemiktir. Tabanı yukarıda, tepesi aşağıda olan bir üçgen şeklindedir. İki yüzü vardır. Facies anterior denilen ön yüzü kabarık ve pürüklüdür. Facies articularis denilen arka yüzü ise hafif konkavdır. Arka yüz ortadan geçen bir krista ile lateral ve medail fasetlere ayrılır. Fasetler arasında 130°'lik bir açı bulunur. Arka yüzün  $\frac{3}{4}$ 'ü femurun trokleası ile eklemleşirken,  $\frac{1}{4}$ 'ü bu eklemeye katılmaz. Patella m. quadriceps femoris'in tendonu içerisinde bulunur ve dizin ekstansör mekanizması içerisinde yer alır (14, 15).

### 2.1.2. Diz Eklemi Çevresindeki Kaslar

Diz eklemine hareket yaptıran kaslar yerleşim ve bu yerleşim sonucu gösterdikleri fonksiyona göre üç grupta incelenebilmektedir (15).

Antero-superior grup grup kasları şunlardır.

**Quadriseps Kas Grubu:** Femurun önünde bulunan bu kasın dört tane başı vardır. M.rectus femoris isimli parçası spina iliaca anterior inferior ve acetabulum'un üst kısmından başlar. M.vastus medialis isimli parçası linea intertrochanterica'dan başlar. M.vastus lateralis isimli parçası trochanter major'dan başlar. M.vastus intermedius isimli parçası corpus femoris'ten başlar. Bu dört parça kasın bütün başları birleşir ve patella'nın bazis'ine tutunur. Liflerin bir kısmı patella önünden geçer ve lig.patella'ya katılır. Lig.patella ise tuberositas tibia'ya tutunur. Quadriseps kas grubu n.femoralis tarafından innerve edilir. Bacağa ekstansiyon yaptırır. Ayrıca m.rectus femoris iki eklem katettiğinden uyluğa fleksiyon yaptırır (15).

Postero-lateral grup kasları şunlardır.

**M.tensor facia latae:** Spina iliaca anterior superior ve crista iliaca'nın labium externum'unun ön kısmından başlayan m.tensor facia latae tractus iliotibialis'te sonlanır. N.gluteus superior tarafından innerve edilir. Uyluğa abduksiyon, fleksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Ayrıca ayakta dik dururken tractus iliotibialis'i gererek bacağın ekstansiyonuna yardım eder (15).

**M.biceps femoris:** İki başı olan m.biceps femoris'in uzun başı tuber ischiadicum'dan başlarken, kısa başı linea aspera'nın labium laterale'sinden başlar. Her iki baş distalde birleştikten sonra caput fibulae ve tibia'nın lateral kondiline yapışırlar. Uzun baş n.tibialis tarafından, kısa baş ise n.peroneus communis tarafından uyarılır. M.biceps femoris bacağa fleksiyon ve dış rotasyon yaptırırken, uyluğa ekstansiyon yaptırır (15).

Postero-medial grupta iki eklemi kat eden dört kas bulunmaktadır. Bunlar semimembranosus kası ve pes anserinus'u oluşturan kaslardır.

**M.semimembranosus:** Tuber ischiadicum'dan başlayan m.semimembranosus, tibia'da condylus medialis'in alt kısmında sonlanır. N.tibialis tarafından innerve edilmektedir. Bacağa fleksiyon, bacak fleksiyondayken iç rotasyon ve uyluğa ekstansiyon yaptırır (15).

**M.semitendinosus:** Tuber ischiadicum'dan başlar ve tibia'da condylus medialis'in alt kısmında sonlanır. N.tibialis tarafından innerve edilir. Bacağa fleksiyon, bacak fleksiyondayken iç rotasyon ve uyluğa ekstansiyon yaptırır (15).

**M.sartorius:** Spina iliaca anterior superior'dan başlayan m.sartorius, tuberositas tibia'nın medial yüzünde sonlanır. N. femoralis tarafından innerve edilir. Uyluk ve bacağa fleksiyon yaptırır. Ayrıca uyluğa abduksiyon ve dış rotasyon da yaptırır (15).

**M.gracilis:** M.gracilis pubisin corpusu ve ramus inferiorundan başlar ve tuberositas tibia'nın medial kısmında sonlanır. N.obturatorius tarafından innerve edilir. Uyluğa adduksiyon, bacağa ise fleksiyon ve iç rotasyon yaptırır (15).

Postero-inferior grup kasları şunlardır.

**M.gastrokinemius:** Caput mediale ve caput laterale olarak iki başlangıcı olan kasın caput medialesi femurun medial kondilinden, caput lateralesi ise femurun lateral kondilinden başlar. Calcaneusun arka yüzüne bağlanır. Ayağa plantar fleksiyon, bacağa ise fleksiyon yaptırır (15).

**M.plantaris:** M.plantaris femurun lateral kondilinden başlar ve tendo calcaneus'un medial kenarına bağlanır. N.tibialis tarafından innerve edilir. Ayağın plantar fleksiyonuna yardım eder (15).

### 2.1.3. Diz Eklemine Bağlı

Diz eklemi bağları iç ve dış bağlar olmak üzere ikiye ayrılır (14).

#### Diz Eklemine Dış Bağları:

- Lig. patella: M. quadriceps femoris'in orta bölümünün tendonudur.
- Retinaculum patellae mediale: M. vastus medialis tendonunun uzantısıdır.
- Retinaculum patellae laterale: M. vastus lateralis tendonunun uzantısıdır.
- Lig. tibiale (lig. collaterale tibiale)
- Lig. collaterale fibulare

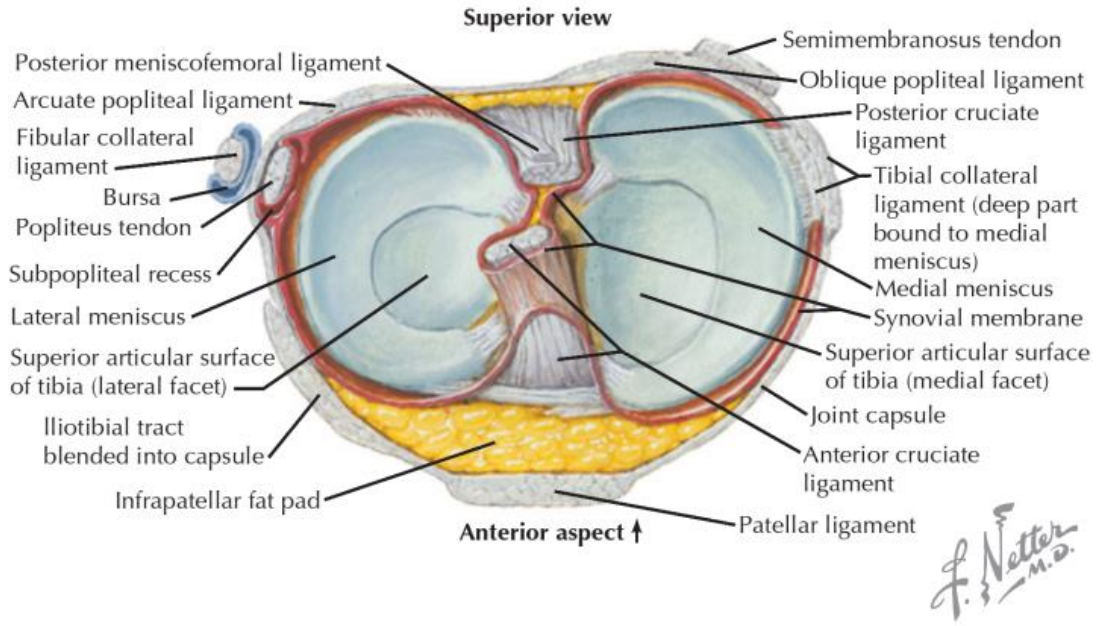
- Lig. popliteum obliquum: M. semimembranosus tendonunun devamıdır.
- Lig. popliteum arcuatum

#### **Diz Eklemine İç Bağları:**

- Lig. cruciatum anterius: Femur'un tibia üzerinden arkaya kaymasını engelleyen ve diz stabilizasyonunu sağlayan en önemli bağıdır.
- Lig. cruciatum posterius: Femur'un tibia üzerinden öne kaymasını engeller.
- Lig. transversum genus (genuale)
- Lig. meniscofemorale anterius
- Lig. meniscofemorale posterius

#### **2.1.4. Diz Eklemine Diğer Yapılar**

**Menisküsler:** Femur ve tibia kondilleri biyomekanik açıdan uyumsuzdur. Küçük temas yüzeylerinin oluşturduğu bu uyumsuzluk, kemikler arasında kalan fibrokartilaj yapıdaki menisküsler sayesinde giderilir. Tibial kondiller üzerinde oturan menisküsler bağlar ile eklem kapsülüne ve interkondiler alana sıkı şekilde yapışmışlardır. Alt yüzeyleri tibia ile yapışık olan menisküslerin üst yüzeyleri içbükeydir ve femur kondilleri ile temas ederler (Şekil 2.2). Menisküsler ekstrasinovyal yapılardır. Perimeniskal kapiller pleksus tarafından beslenirler. Bu pleksus menisküslerin periferik %25-30'luk alanını besler. Menisküsler üzerine yapılan bazı çalışmalar, propriyoseptif reseptörlerinin olduğunu göstermiştir. Bu sebeple menisküslerin, eklemi yaralanmalardan koruyan bir propriyoseptif duyu organı gibi çalıştığı da belirtilmektedir (15).



**Şekil 2.2.** Diz ekleminin üstten görünüşü (76)

Medial menisküs, tibia ve eklem kapsülü ile sıkı bir şekilde bağlıdır. Ayrıca medial kollateral ligamana sıkıca tutunduğu için, bu ligamentin aşırı zorlandığı durumlarda medial menisküs de zedelenebilmektedir (14). Bu sıkı yapışmalardan dolayı medial menisküs daha az hareketlidir ve daha kolay yaralanır. Buna karşı lateral menisküsün dış yan bağ ile bağlantısı yoktur, daha hareketlidir ve bu sebeple daha az yaralanır.

**Sinovyal Membranlar:** Sinovyal membranlar içerdikleri sinoviosit adı verilen hücreler ile eklem içerisindeki sıvının oluşturulmasını sağlayan zarlardır. Bu sıvı eklemi kolay hareket etmesini sağlamaktadır. Diz eklemi vücuttaki en büyük sinovyal boşluktur. Sinovyal membran önde patella kenarına yapışır. Retinakulumlar ile medial ve lateralden distale doğru uzanır. Patellanın alt ucundan aşağı ve geriye doğru dönerek infra patellar yağ yastığına örter. Sinovyal membran femoral kondillerin her iki yanında eklem kapsülünü içten örtterek medial ve lateral sinovyal resesleri oluşturur. Kondilleri ise eklem kıkırdağı sınırına kadar örter (14,15).

**Bursalar:** Bursalar eklem çevresindeki kapsül ve tendonların rahat çalışmasını sağlarlar. Sıklıkla travmalar sonucu veya sistemik bir hastalığın belirtisi olarak oluşan bursitler, tipik klinik tablolar oluşturabilir (15).



Diz eklemindeki bursalar şunlardır:

- Prepatellar bursa
- İnfrapatellar bursa
- Medial ve lateral gastrokinemius kası başları altındaki bursalar
- Semimembranosus bursası
- Pes anserinus bursası
- İliotibial bant altındaki bursa
- Dış yan bağ ve eklem kapsülü arasındaki bursa
- Biseps bursası
- İç yan bağın yüzeysel ve derin tabakaları arasındaki bursa

## **2.2. Spor ve Fiziksel Aktiviteye Bağlı Yaralanmalardan Korunma**

Spor ve fiziksel aktivitenin sağlığa olumlu etkileri uzun yıllardır süren çalışmalar sonucu ortaya konulmuştur. Kalp hastalıkları, hipertansiyon, kolon kanseri, obezite ve diabetes mellitus gibi mortalite ve morbidite oranları yüksek olan hastalıklar üzerine olan etkileri nedeniyle özellikle son 20 yılda spor ve fiziksel aktivite daha çok gündeme gelmiştir. Spor ve fiziksel aktivite ile bu gibi hastalıkların sağlıklı popülasyonda görülme sıklığı azalmakta, hasta popülasyonda ise prognozların daha iyi olduğu görülmektedir (16, 17).

Aynı zamanda profesyonel spora ilgi gittikçe artmaktadır. Bunun sonucunda bu sporlara bağlı yaralanma sıklıklarında da artış görülmektedir. Günümüzde birçok yaralanmanın tedavisi etkin olarak yapılabilmektedir. Fakat 2000'li yılların başından itibaren sportif yaralanmaların önlenmesine yönelik yaklaşımlar ön plana çıkmıştır (18).

Spor ve fiziksel aktiviteye bağlı yaralanmaları önleyebilmek için öncelikle risk faktörlerinin ve predispozan faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu faktörler kişiye özgü faktörler ve çevresel faktörler olarak iki kısımda incelenebilir (18-21).

### 2.2.1. Kişiyeye Özgü Faktörler

**Yaş:** İnsanlarda yaş artışı ile birlikte kas-iskelet sisteminin spor ve fiziksel aktiviteye uyumu azalmaktadır. Hem kas kitlesinin azalması ve kilo artışı, hem de kemik dansitesinin azalması sonucu yaralanma sıklığı ve ciddiyeti artmaktadır (22).

Buna karşın çocuklar ve gençlerin daha az kilolu olmaları, daha düşük hızda hareket etmeleri ve aktiviteye daha az agresif bir şekilde katılmaları nedeniyle yaralanmalar açısından daha az risk altında olduğu bildirilmektedir (23).

**Cinsiyet:** Kadınlar cinsiyet hormonları nedeniyle bağ laksitelerindeki değişkenlik ve menapoz sonrası oluşan kemik kaybı nedeniyle spor ve fiziksel aktivite nedenli yaralanmalara daha yatkındırlar (18, 22).

**Anatomik Faktörler:** Kas-iskelet sistemi birçok eklem, kemik, kas ve tendonun organize biçimde çalışması ile doğru fonksiyon göstermektedir. Bu sistem içerisindeki yapıların birbirleri ile olan bu önemli bağlantıları nedeniyle, parçaların herhangi birindeki aksaklık tüm sistemi etkilemektedir. Konjenital postüral anormallikler ve anormal biyomekanik oluşturan diğer durumlar spor ve fiziksel aktiviteye bağlı yaralanmalar oluştururlar. Bu duruma örnek olarak pes planus, pes cavus, aşırı ayak pronasyonu, bacak uzunluk farkı, dizde artmış Q açısı, aşırı eklem hiper-mobilitesi gibi patolojiler verilebilir. Bu gibi patolojilerin erken dönemde tanısı ve tedavisi önem arz etmektedir (18, 22).

**Genel Sağlık Durumu ve Vücut Kompozisyonu:** Kronik hastalık varlığı, sürekli ilaç kullanımı, geçirilmiş cerrahi müdahaleler ve özgeçmişte yer alan geçirilmiş hastalıklar spor sırasında yaralanmaya neden olabilmektedir. Yaralanmaların önlenmesi için mevcut durumların değerlendirilip gerekiyorsa uygun tedavilerin uygulanması, risk faktörlerinin belirlenmesi ve ortadan kaldırılması gerekmektedir. Spor yapan bireylerin psikolojik durumlarının da spor ve fiziksel aktiviteye bağlı yaralanmalar üzerine etkisi vardır. Sporcunun kişiliği, hedefleri, özgüveni, motivasyonu ve stresle başa çıkabilme yetisi gibi faktörler yaralanmaların insidansını etkileyen psikolojik risk faktörleridir. Aşırı psikolojik gerginlik sadece sportif performansı bozmakla kalmayıp ayrıca iskelet kasında tonüs artışına sebep olarak ve agonist-antagonist kaslar arasındaki kasılma-gevşeme dengesini bozarak yaralanmalara neden olabilmektedir (22).

Vücut kompozisyonundaki değişiklikler kas ve bağlara binen yükleri arttırdığından yaralanma sıklığını etkilemektedir. Vücut yağ yüzdesindeki artışla yaralanma insidansı arasında pozitif korelasyon bulunduğu bildirilmektedir (18).

**Sportif Beceri ve Antrenman Düzeyi:** Sportif beceri düzeyi yüksek, daha iyi teknik becerilere sahip sporcuların daha az yaralandığı görülmektedir. Bu oyuncuların daha az düşmekte, toplu oyunlarda topu daha iyi kontrol etmekte, biyomekanik olarak kas,tendon ve bağları daha makul düzeylerde zorlanmaktadır. Kontakt yaralanmalar daha az meydana gelmektedir.

Antrenman düzeyi yüksek bireylerin kas kuvvetleri, dengeleri, esneklikleri ve aerobik dayanıklılıkları daha fazladır. Bu sayede antrenmansız bireylere göre yaralanma sıklığının daha az olduğu görülmektedir (18).

### 2.2.2. Çevresel Faktörler

**Isınma:** Spor ve/veya fiziksel aktivite öncesi yapılacak uygun ve yeterli bir ısınma programı yaralanmalardan korunmak açısından oldukça önemlidir. Etkili bir ısınma genel ve yapılacak aktiviteye özgü ısınma bölümlerinden oluşur. Genel ısınma bisiklet, jogging ve tüm vücut bölgelerine yönelik germe egzersizlerini içeren aktivitelerden oluşur. Aktiviteye özgü ısınma ise kullanılacak kas gruplarına yönelik hareket ve germe egzersizlerini içinde barındıran ısınmadır.

İyi bir ısınma ile kaslarda kan akımı artışı, kaslara O<sub>2</sub> taşınımında artış, vasküler dirençte azalma, myoglobinden O<sub>2</sub> salınımında artış, kas vizkositesinde azalma ile mekanik verimlilikte artış, sinir uyarısının taşınma hızında artış, sinir sistemi reseptörlerinin duyarlılığında artış, eklem hareket açıklığında artış, bağ doku sertliğinde azalma gibi organizma için yararlı değişimler sağlanır(22).

**Germe:** Eklem hareket açıklığının rahat ve ilgili açılarda kısıtlılık olmadan yapılabilmesi önemli bir fizik muayene bulgusudur. Esneklik genetik olarak belirlenmekle birlikte uygun germe programları ile geliştirilebilmekte ve sportif yaralanmalar azaltılabilmektedir. Bununla birlikte yaralanmaların ortaya çıkışında birçok faktör etkili olduğundan tek başına önlemede etkili değildir (22).

**Teypleme ve Breys Kullanımı:** Teypleme ve breysleme yaralanmaya neden olabilecek hareketleri kısıtlamak için kullanılan yöntemlerdir. Yaygın olarak iki amaç ile kullanılmaktadırlar. Bunlardan birincisi yüksek riskli sporlarda yaralanmayı önlemek amacıyla, ikincisi ise yaralanma sonrası iyileşme fazında tekrar yaralanmayı önlemek amacıyla kullanımdır (18, 22).

Spor ve fiziksel aktivite sırasında çoğunlukla kendinden yapışkanlı, cilt reaksiyonu oluşturmayan, esneme yeteneği sınırlı teypler tercih edilmektedir. Breysleme için ise neopren gibi ısı kaybını önleyebilen, ekleme destek olarak ağrıyı azaltabilen ve derin duyuyu arttırmayı amaçlayan esnek breysler kullanılmaktadır (18, 22).

**Uygun Sportif Ekipman ve Koruyucu Malzeme:** Spor yapan kişiler için spora uygun ekipmanlar ve koruyucu malzemeler kullanılması yaralanma sıklığını azaltmaktadır. Koşu ayakkabıları, krampon, kayak botları gibi malzemeler sportif ekipmana örnek verilebilir. Koruyucu malzemelere örnek olarak ise futbol tekmelikleri, amerikan futbolu gibi sporlarda kullanılan kask ve omuz koruyucular verilebilir (18, 22).

**Uygun Zemin:** Spor yapılan zeminin uygunluğu yaralanmaların önlenmesinde önemli belirleyicilerden biridir. Örneğin zeminin sert olması kas-iskelet sistemi üzerindeki reaksiyon kuvvetinin artmasına neden olmaktadır. Benzer bir şekilde zemin kayganlığının az olması eklemler ve bağlar üzerine binen makaslama kuvvetlerini arttırmaktadır. Bu sebeplerden dolayı uygun olmayan zeminlerde yapılan sportif aktiviteler sırasında yaralanmalar artmaktadır (18, 22).

**Doğru antrenman ve Toparlanma:** Uygun ve doğru bir şekilde yapılmayan antrenman spor yaralanmalarının en önde gelen nedenlerinden biridir. Spor ve fiziksel aktivite öncesi yapılacak objektif saha ve laboratuvar testleri ile kişilerin aktiviteye uygunluk düzeyleri belirlenmelidir. Bu bilgiler doğrultusunda antrenmanın gelen prensipleri olan periyotlama, yapılan spora özgünlük, artan şiddette yüklenme ve bireysellik parametreleri göz önüne alınarak bir antrenman programı yapılmalıdır (24, 25).

Yüklenmeler arasında yeterli toparlanma süresi verilmemesi durumunda antrenmanlardan yeterli verim alınamamakta ve yaralanma sıklığı artmaktadır. Bu

yüzden sportif yaralanmaların önlenmesi için toparlanma süresine izin verecek uygun antrenman programları yapılmalıdır (22).

### **2.3. Kas Kuvveti ve Kuvvet Egzersizleri**

Kas kuvveti, bir insanın bir tek maksimum kasılma sırasında ortaya çıkarabildiği kuvvet miktarıdır. Kas gücü ise, belirlenmiş birim zamanda ortaya konulan maksimum iş miktarıdır. Bu tanımların her ikisi de sporun ilgi alanına girmektedir, bu yüzden her iki terim de egzersiz ve antrenmanın önemli bir bileşenidir (18).

Kas kuvveti, kasın kuvvet ortaya çıkarma kabiliyeti olarak tanımlanır. Kuvvet egzersizleri atletik performansı arttırmak, kas-iskelet sistemi sağlığını iyileştirmek ve kas kuvvetindeki dengesizlikleri düzeltmek amacıyla kullanılır (26). Yaralanma veya ağrı immobilizasyonu doğuracağından fonksiyon ve sportif performans kötü etkilenir. Bu sebeple kuvvet egzersizleri rehabilitasyon programlarına eklenmektedir.

Kas hipertrofisi ve kuvvetin artımı şu biyokimyasal ve fizyolojik faktörlere bağlıdır:

1. Kasta glikojen ve protein depolanmasının artması
2. Vaskülarizasyonun artması
3. Enerji metabolizması enzimlerini etkileyen biyokimyasal değişiklikler
4. Artan miyofibril sayısı
5. Komşu motor ünitelerdeki güçlenme

Kuvvet egzersizleri sonrası kuvvet artışı fizyolojik hipertrofiye daha önce görülür. Başlangıçtaki kuvvet artışının, artmış nöromusküler fasilitasyon ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Mekanizmasının motor yollarının daha aktif hale gelmesi ve bu sayede kas gruplarının nörolojik olarak daha etkili bir noktaya ulaşması şeklinde olduğu düşünülmektedir (26-28). Nöral adaptasyonlar koordinasyon ve öğrenmedeki değişiklikleri kolaylaştırır.

Şu faktörler rehabilitasyon sırasındaki kuvvet artışını maksimuma çıkarır:

1. Uygun ısınma ile vücut ısısının artırılması

2. İyi kalitede ve kontrollü bir egzersiz programı
3. Ağrı sınırları aşılmadan yapılan egzersiz
4. Başlangıçta yavaş ve kontrollü ağırlıksız yada çok küçük ağırlıklı egzersiz
5. EHA eksikliği varsa kapsamlı bir esneklik programı

Çalışmalar göstermiştir ki, bir ekstremitede kuvvet çalışıldığında karşı ekstremitede de kuvvet artışı olmaktadır (26, 27). Bu fenomen santral adaptasyon olarak adlandırılır. Santral adaptasyon rehabilitasyon çalışmalarında karşı bacağın kuvvet çalışmasının stabilize edici veya destekleyici rolünü yansıtır.

### 2.3.1. Egzersiz Tipleri

**İzometrik egzersiz:** İzometrik egzersiz, bir kasın hareket ettirdiği eklemin hareketi olmaksızın kontrakte olduğu tipteki egzersizi tanımlar. Genellikle yaralanmalardan sonraki kuvvet programlarında ilk kullanılan egzersiz formudur. Özellikle vücut bölgesinin ağırlı olduğu veya immobil kalmak zorunda olduğu durumlarda kullanılır. İzometrik egzersizler bir kas EHA egzersizlerini gerçekleştiremeyecek kadar kuvvetsiz olduğunda, patellar dislokasyon veya omuz çıkığı gibi diğer egzersiz tiplerinin kullanılması mümkün olmadığı durumlarda veya izometrik kasılma gerektiren stabilizasyon egzersizleri gibi çalışmalarda kullanılırlar. İzometrik egzersizler immobilizasyon veya yaralanma sebebiyle oluşan kas atrofisini minimize ederler. Bu minimalizasyonu statik kas kuvvetini arttırarak, kas pompası hareketi ile ödemi minimize ederek ve kasa nöral-propriyoseptif girdi sağlayarak yaparlar. İdeal olarak izometrik egzersizler 5 saniye kasılma-10 saniye dinlenme olarak yapılmalıdır. Sıklıkla 10 tekrardan oluşan setler halinde yapılır. Set sayısı rehabilitasyon programının aşamasına göre değişkenlik gösterir. İzometrik egzersizler ile ilgili her zaman hatırlanması gereken konu, egzersiz kalitesinin yapılan miktardan çok daha önemli olduğudur. İzometrik egzersizler mümkün ise farklı açılarda olacak şekilde uygulanmalıdır. Bazı özel açılarda egzersiz spesifik kasların çalışmasını sağlayarak kuvvet kazanımını ilgili kasta arttırabilir. Hasta submaksimalden maksimal izometrik egzersize ağrı sınırında ve kademeli olarak

geçmelidir. Farklı açı tiplerinde anlamlı izometrik kuvvet artışı olduktan sonra dinamik egzersizlere geçilmelidir (18).

**İzotonik egzersiz:** İzotonik egzersizler, eklem bir açı aralığında hareket ederken sabit bir dirence veya ağırlığa karşı yapılan egzersiz türüdür. Dumbell veya kum torbaları gibi serbest ağırlık kullanılarak yapılabilir. Serbest ağırlıklar doğal hareket paternlerini sağlar ve kas koordinasyonu ile tüm düzlemlerdeki eklem stabilizasyonunu oluşturur. Bu nedenle kuvvet kazanımını daha kolaylıkla sahaya dönüş noktasına getirir (29). Serbest ağırlıklar ile farklı vücut pozisyonlarında yapılan atletik aktiviteler simule edilebilir.

İzotonik egzersiz konsantrik veya eksantrik olabilir.

**Konsantrik:** Kas origo ve insersiyon noktalarının birbirine yaklaştığı, kas kısalması olan izotonik kasılma çeşididir.

**Eksantrik:** Kas origo ve insersiyon noktalarının birbirinden uzaklaştığı, kas kısalması olan izotonik kasılma çeşididir.

Eksantrik bir kasılma sırasında motor ünite başına üretilen intramusküler kuvvet, konsantrik bir kasılma sırasında üretilenden daha fazladır (27). Eksantrik kontraksiyonlar kaslardaki elastik komponentlerde (bağ dokusu ve aktin-miyozin çapraz köprülerini içeren dokularda) yüksek gerilim üretir. Bu egzersiz tipi uygun bir şekilde yapılmazsa DOMS ve kas zedelenmesi daha sık görülür (30, 31). Bu nedenle eksantrik programlara çok düşük seviyelerde ve artan yoğunluklar ile başlanmalıdır. Eksantrik egzersiz programlarının kullanımı muskulotendinöz yaralanmaların tekrar olmasını önlemede yardımcı olabilmektedir. Yaralanmış tendonlardaki kollajen fiberlerini arttırdığı için tendon re-modelling aşamasını destekler. Bu nedenle tendon yaralanmalarının rehabilitasyonunda faydalı olduğu savunulmaktadır (31-33). Buna kanıt olarak aşil ve patellar tendinopatilerinde eksantrik rehabilitasyon programlarına iyi cevap alınması örnek gösterilmektedir (30, 31). Yeni kanıtlar da lateral dirsek tendinopatilerinde yararı olduğunu göstermiştir (31-33). Bununla birlikte tüm tendon yaralanmaları eksantrik egzersizlerden fayda görmez. Spesifik olarak örnek vermek gerekirse, distal bölge (yapışma noktası) aşil tendinopatilerindeki başarı mid-tendon tendinopatilerdekenden daha kötüdür. Bundan dolayı bir tendinopati tedavisinde eksantrik egzersiz kullanılacaksa patolojinin bölgesi belirlenmelidir (18).

**İzokinetik egzersiz:** İzokinetik egzersizler eklem hareket açıklığı boyunca sabit bir hızda fakat değişken direnç gösteren bir alet ile yapılırlar. Bu nedenle açılma hızı önceden belirlenmiş bir oran ile sabittir ve bu hareket boyunca kişinin uyguladığı kuvvet ile aynı miktarda bir direnç alet tarafından EHA boyunca uygulanır. Bu sayede kişinin diğer sabit veya değişken dirençli izotonik egzersizlerinden çok daha etkin egzersiz yapmasına olanak sağlar. İzokinetik test kas imbalanslarını daha net gösterebilir. Örneğin, kronik impingement bulguları olan baş üstü aktiviteleri üst düzeylerdeki atletlerde skapular kas imbalansı gösterilmiştir (34). Ariel, Biodex, Cybex, KinCom, Lido and Merac gibi birçok izokinetik cihazları piyasada bulunmaktadır. Bununla birlikte cihazların yüksek fiyatları nedeniyle klinik değerlendirme ve tedaviden çok araştırma amacıyla kullanılmaktadırlar. Öte yandan Sertpoyraz ve ark.'nın (35) yaptığı kronik bel ağrısı olan hastalarda izokinetik egzersiz ile standart egzersiz programlarının karşılaştıran çalışma bu aletlerin klinik pratikte de kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

**Açık zincir ve kapalı zincir egzersizler:** Açık kinetik zincir egzersizleri genellikle tek bir eklem hareketini içeren, distal ekstremitenin boşlukta serbest hareket ettiği şekilde yapılan egzersizlerdir (36). Kapalı kinetik zincir egzersizleri ise birden çok eklem hareketine dahil olduğu, distal ekstremitenin bir noktadan temaslı olduğu egzersiz tipidir. Kapalı kinetik egzersizlerin çok daha fonksiyonel oldukları, daha çok propriyoseptif geri besleme sağladıkları ve daha az makaslama kuvvetine neden oldukları düşünülmektedir (36). Bazı çalışmalar (36, 37) kapalı kinetik zincir egzersizlerinin daha üstün yanları olduğunu bildirmiş olsalar da, başka diğer çalışmalar (38-40) her iki tipte egzersizin de özellikle ön çapraz bağ ve patellofemoral ağrı gibi pek çok farklı rehabilitasyonda faydalı etkileri olduğunu bildirmektedir. Kapalı zincir üst ekstremitte egzersizleri özellikle omuz cerrahisinde erken recovery periyodunda faydalıdır. Artmış mobilite ve statik stabilitenin azalması atıcı atletlerdeki kapsüller, labral ve muskulotendinöz yaralanmalar ile bağlantılıdır (41). Kapalı zincir egzersizlerinin pozitif etkilerinin eklem reseptörlerini stimüle etmelerinden ve omuz çevresindeki kasların ko-kontraksiyonunu kolaylaştırma etkilerinden olduğu düşünülmektedir. Bu sayede eklem stabilitesi sağlanabilmektedir (34, 41).



## 2.4. Denge

Denge, iyi bir fonksiyonel postüral kontrol sistemine bağlı, destek merkezi üzerinde vücudun ağırlık merkezini devam ettirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu karmaşık sinir sistemi işlemi görsel, işitsel ve somatosensöryel uyarılar ile beslenir. Oluşan cevap ise kas iskelet sistemine ulaşan nöromuskuler uyarılar bütünüdür (42).

Denge doğrultma refleksi ile de açıklanabilmektedir. Örneğin başaşağı bırakılan kedi, otolit organdan gelen uyarılarla pozisyonunu düzeltmek üzere önce başını doğrultur ve uzaydaki konumunu algılar. Daha sonra bu baş dönüşü boyun çevresi kaslarındaki içcikleri, tendon organlarını ve sinir uçlarını uyararak kinestetik duyuyu oluşturur ve refleks olarak bir yarım dönüş sağlanır. Kedi sağ yanına döndüğünde görsel duyu reseptörleri yardımıyla serebelluma yere temasta gerekli ekstansör kas kuvvetini ayarlamak üzere bilgi iletilir. Yere temasta ise gerilme refleksi devreye girerek etkili bir kasılma başlatılır (43).

Bu prensipler spor ve fiziksel aktivite sırasında denge faktörünün söz konusu olduğu tüm aktivitelerde geçerlidir. İstemli bir hareketi bir sportif beceri ile açıklamaya çalışabiliriz. Tenis sporundaki forehand vuruşta eğer hareket ilk kez deneniyorsa, motor kortekste başlayan uyarı piramidal yol boyunca ilgili kas grubuna iletilir. Ayrıca kas duyu organı vasıtasıyla gelen ve propriyosepsiyonla ilgili olan bilgi serebellum aracılığıyla işlenir ve motor üniteye aktarılır. Böylece yumuşak, yalnızca gerekli sayıda motor ünitenin devreye girdiği ve tam olarak uygun, vücut parçalarının konumlarının uzayda istenilen şekilde olduğu bir hareket oluşturulur. Bir kez hareket öğrenildiğinde başlangıç uyarısı premotor alandan çıkar. Bu nedenle premotor alan "sportif beceri alanı" olarak da adlandırılabilir (43).

Denge statik ve dinamik olmak üzere iki başlığa ayrılmaktadır. Statik denge hareket olmayan durumlardaki denge durumu için kullanılırken, dinamik denge terimi hareket varlığındaki denge durumunu tanımlar. Sportif yaralanmalar çoğunlukla hareket halindeyken meydana gelmektedir. Bu yüzden dinamik dengedeki kayıpların yaralanmalara daha sık neden olduğu belirtilmektedir (44).

## 2.5. Proprioepsiyon

Propriyosepsiyonun tanımı konusunda yazarlar arasında net bir uzlaşma bulunmamaktadır. En kaba haliyle, santral sinir sisteminde mekanoreseptörler olarak adlandırılan spesifik sinir uçlarından gelen uyarıların bütünü olarak tanımlanabilir (45). Bir başka tanımda ise bir insanın gözleri kapalı durumdayken vücudunun, eklemlerinin uzaydaki pozisyonunu ve hareketlerini algılaması olarak açıklanmaktadır (14). Proprioepsiyon terimi birçok isim değiştirmiş ve son halini almıştır. Önceleri "hareket duyusu" veya "6. duyu" olarak tanımlanırken, 1900'lerin başında Sherrington tarafından propriyosepsiyon olarak tanımlanmıştır (46, 47).

Proprioseptif duyular; ağrı, sıcaklık ve dokunma duyusu gibi somatosensoryal duyuların bir alt başlığı olarak değerlendirilmektedir (48). Bu özel grup altında ise hareket algılaması olarak tanımlanabilecek "kinestezi", statik durumları tanımlayan eklem "pozisyon duyusu" ve "direnç duyusu" olmak üzere üç farklı duyu tipi bulunmaktadır.

Diz eklemine innervasyonu; eklem, kas ve deri içerisindeki pek çok periferik reseptör tarafından sağlanmaktadır. Pozisyon ve hareket duyusu bilgisini sağlayan mekanoreseptörler ve ağrıyı taşıyan noziseptörlerin hepsine "propriyoseptörler" denilmektedir (48). Proprioseptörler diz eklemine eklem kapsülünden, ÖÇB'den, AÇB'den, iç-dış yan bağlardan, menisküslerden, deriden, kas ve tendonlardan alınan uyarıları afferent yollar ile merkezi sinir sistemine iletmektedirler.

Propriyoseptif duyunun başlangıç noktasını oluşturan bu reseptörler beş gruba ayrılırlar:

1. Kas içcikleri: Kasların boyundaki değişikliklerle ilgili sinyalleri başlatan reseptörlerdir. Genellikle kasların orta kısımlarında bulunmaktadırlar. İntrafuzal kas lifi yapısında olan bu reseptörler aslında özelleşmiş afferent sinir sonlanmalarıdır. İçciklerin bir kısmı kas boyundaki değişime, bir kısmı ise kas boyundaki değişimin hızına duyarlıdırlar. Cevap olarak ise kastaki kontraktıl fibriller efferent sinirlerle kontrol edilmektedir. Kas içciği reseptörleri alfa motor nöronlarda monosinaptik refleks oluşturarak postural tonus sağlamaktadırlar. Gama motor nöron aktivasyonu ile de kas içciklerinin gerilmeye karşı olan duyarlılığı artmakta ve bu yolla monosinaptik cevap büyümektedir (45, 48).

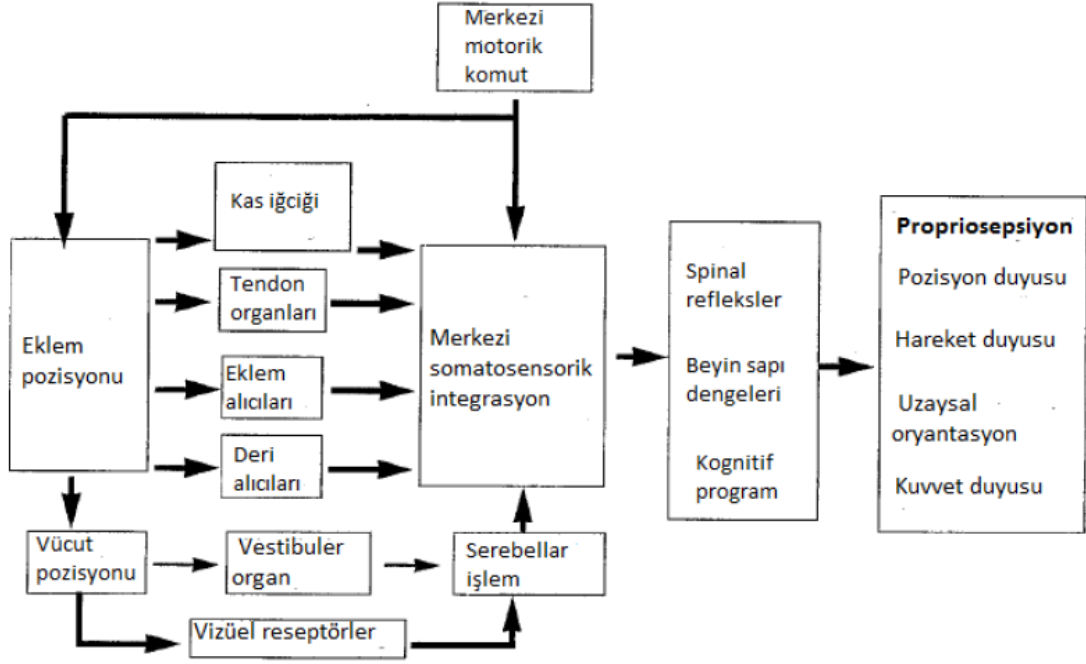
2. Golgi tendon organı: Kas iğcikleri kasılma işlemini kolaylaştırırken, golgi tendon organları aşırı yüklenmelerin getireceği problemlere karşı koruyucu görev üstlenirler. Kas tendonlarındaki gerim reseptörlerine benzerler ve özellikle eklem etrafındaki bağlarda bulunurlar. Ruffini sonlanmalarından sayıca az olmakla birlikte benzer reseptör özellikleri göstermektedirler (45). Yapı ve fonksiyon olarak golgi tendon organına benzer reseptörler de vardır. Bu reseptörler basınca, eklem pozisyonuna ve yön değişikliklerine duyarlıdır. Yanıt oluşturma eşikleri ise oldukça yüksektir (48-50).

3. Ruffini sonlanmaları: Bu reseptör tipi ÖÇB'de ve diğer kapsüler dokularda en sık tanımlanmış olan reseptör tipidir (49). Freeman ve Wyke sınıflandırmasına göre tip 1 artiküler mekanoreseptör olarak tanımlanmaktadır. Bir çeşit gerim reseptörü olarak görev yapmaktadırlar. Eklem ani olarak hareket ettirildiğinde uçları kuvvetle uyarılır. Önce hafif bir adaptasyon meydana gelir. Daha sonra ise sürekli sinyal oluştururlar (45, 50). Ruffini ve golgi tendon organı benzeri reseptörler kas ve tendonların relatif pozisyon değişikliklerine karşı yavaş adapte olan reseptörlerdir. Bu özelliklerinden dolayı eklem pozisyon duyusu ve eklem pozisyon değişikliklerinde rol oynamaktadırlar (50, 51).

4. Pacini cisimcikleri: Fibröz doku yapısında olan bu reseptörler genelde eklem kapsülü çevresinde ve tendon kılıflarında yer alırlar. Freeman ve Wyke sınıflandırmasına göre tip 2 artiküler mekanoreseptörlerdir. Kısa süreli dokunma, basınç sinyalleri ve ani değişiklikleri haber vermede görev almaktadırlar. Oldukça hızlı adaptasyon gösteren bu reseptörler eklemdeki dönme hızının belirlenmesinde de katkıda bulunurlar. Özellikle eklem hareket açıklığının son açılarında meydana gelen hız ve yöndeki ani değişiklikler bu reseptörleri uyarırlar (45, 50, 51).

Kas-iskelet sisteminde meydana gelen hareket ve eklem pozisyonu, birçok duyuşal veri meydana getirmektedir. Bu veriler spinal kord üzerinden yüksek kortikal merkezlere aktarılmakta ve işlenmektedir (50). Propriyosepsiyonla ilgili bu bilgilerin alınması kasta, tendonda, ligamanlarda ve eklem kapsülünde bulunan mekanoreseptörler ile başlar. Dokunma duyusu ile ilgili reseptörler de bu aşamada katkıda bulunmaktadır. Propriyosepsiyon bilgisiyi oluşturan kaynaklardan biri olan mekanoreseptörler yukarıda kısaca özetlenmiştir. Yüksek kortikal merkezlere veri

sağlayan ikinci kaynak vestibüler sistemdir. Vestibüler sistem iç kulakta bulunan vestibül ve semisirküler kanallardan aldığı veriler ile postürün korunmasına yardımcı olmaktadır. Merkezi sinir sistemine propriyosepsit duyular için veri sağlayan üçüncü kaynak ise visüel sistemdir. Bu sistem görsel uyarılar yoluyla referans noktaları oluşturarak vücudun uzaydaki oryantasyonunu sağlamaktadır. (50).



Şekil 2.3. Propriyosepsiyonun periferik ve merkezi işleme mekanizması (46).

Bu üç sistemden gelen veriler propriyoseptif cevabın oluşabilmesi için omurilik, beyin sapı ve yüksek kortikal merkezlerde işlenirler. Afferent yolu oluşturan nöronlar çeşitli düzeylerde eksitasyon veya inhibisyona uğtayabilirler. Bu sayede iletilen veri modifiye edilmiş ve daha uygun hale getirilmiş olur. Bu eksitasyon veya inhibisyon daha yukarı seviyelerdeki sinir sistemi merkezleri köken alan ara nöronlar ile sağlanmaktadır.

## 2.6. Kuvvet, Denge ve Propriyosepsiyon Ölçüm Yöntemleri

Kas kuvveti ölçümü kasın fonksiyonunun değerlendirilmesi açısından önem arz etmektedir ve sonucun nicel olarak ortaya konulabilmesi için izokinetik

dinamometreler sıklıkla kullanılmaktadır (52). İzokinetik dinamometreler kas-iskelet sistemi hastalıklarının tanısında ve tedavisinde kullanılabilen cihazlardır. Bu cihazlar ile karşılıklı ekstremiteler veya agonist/antagonist kaslar arasındaki kas kuvveti farkı değerlendirilmektedir. Değerlendirmeler sayısal değerler ortaya çıkardığı için objektif yorumlamalara imkan sağlamaktadırlar. Aynı zamanda izole kas ve kas grupları için özel egzersizler, bu cihazlar yardımıyla yaptırılmaktadır. İzokinetik dinamometreler kasların her açıda maksimum kullanılmasını mümkün kılarlar. Hareketin hızı derece/saniye cinsinden belirlenerek sabit hızda bir program uygulanır. Bu sebeple hem etkin, hem de güvenli egzersiz programları uygulanabilmektedir.

İzokinetik dinamometre ile belirlenebilen verilerin birimleri şöyle sıralanabilir:

**Kuvvet:** Hareketli bir cismi durduran veya duran bir cismi harekete geçiren fiziksel terimdir. Birimi Newton (N)'dur.

**İş:** Belirli bir mesafe boyunca uygulanan kuvvettir. Birimi Joule (J)'dir.

**Tork:** Bir nokta veya eksene uygulanarak döndürme oluşturan kuvvettir. Birimi Newton-metre (Nm)'dir.

**Güç:** Birim zamanda yapılan iştir. Birimi Watt (W)'tır.

**Açısal Hız:** Birim zamanda katedilen rotasyonel mesafedir. Birimi derece/saniyedir.

İzokinetik dinamometre ile elde edilen sonuçlar ise şu şekilde sıralanmaktadır:

**Pik Tork:** Bir kasın veya kas grubunun belirlenen hareket açıklığında oluşturduğu en yüksek tork değeridir. En sık kullanılan değişkendir. Birimi Newton-metre (Nm)'dir.

**Ortalama Pik Tork:** Bir seri tekrar sonucunda yapılan pik tork değerlerinin ortalamasıdır.

**Pik Tork / Vücut Ağırlığı:** En yüksek tork değerinin vücut ağırlığına oranıdır. Verinin kişiye özgü hale gelmesini sağlamaktadır.

**Toplam İş:** İzokinetik dinamometrelerde yapılan iş, tork-eklem hareket açıklığı eğrisinin altında kalan alandır. Birimi Joule'dür.

**Ortalama Güç:** Hesaplanan işin, işi gerçekleştirmek için harcanan zamana bölünmesi ile elde edilmektedir. Birimi Watt'tır.

İzokinetik dinamometreler son yıllarda spor yaralanmalarının değerlendirilmesi ve tedavisinde artan oranlarda kullanılmaktadır. Öte yandan, test cihazlarının yüksek maliyeti, kişi uyumunun yüksek olması gerekliliği ve uygulayıcı deneyimi gibi faktörler nedeniyle de tüm merkezlerde uygulanamamaktadır (53).

Denge değerlendirmesi ile ilgili testler çok uzun yıllar önce yapılmaya başlanmıştır ve günümüze kadar birçok gelişme göstermiştir (77-79). 1851 yılında Romberg, statik dengeyi klinik olarak değerlendirmek için stabilometre ile ölçüm yöntemini bulmuştur (80). Bu test ve geliştirilmiş yeni versiyonları halen hem denge değerlendirmelerinde, hem de bazı nöromusküler hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Son yıllarda ise denge değerlendirmelerinin daha iyi yapılabilmesini sağlayan bilgisayarlı denge sistemleri geliştirilmiştir (81). Bu yeni nesil denge cihazları daha hassastırlar ve objektif olarak ölçülebilecek veriler sağlarlar. Genellikle küçük bir pivot ile merkezden desteklenen hareketli bir platformdan oluşurlar. Platformun stabilizasyon derecesi değişik zorluk derecelerinde ayarlanabilmektedir. Önerilen pozisyondan platform merkezinin uzaklaşma mesafesi her kayıt sırasında ölçülür. Bu mesafelerin toplamından toplam denge skoru, ön-arka denge skoru ve sağ-sol denge skoru olmak üzere üç adet denge skoru elde edilir (82).

Propriyosepsiyon ölçümü yapılırken sıklıkla kullanılan yöntem eklem pozisyon duyusunun değerlendirilmesi olmaktadır. Bu yöntem repozisyonlanma testi olarak da adlandırılabilir (83). Eklem pozisyon duyusu ölçümü kişilerin önceden belirlenmiş açı değerlerini aktif ve/veya pasif olarak tespit edebilme becerilerinin değerlendirilmesidir. Test sırasında hasta tarafından aktif olarak veya cihaz tarafından pasif olarak hastanın eklemi önceden belirlenmiş açılara getirilir. Bu pozisyonda belli bir süre kalınır ve hastadan o anki pozisyonu aklında tutması istenir. Daha sonra başlangıç pozisyonuna dönülür. Hastadan tekrar aynı açılara aktif ve/veya pasif yöntem kullanılarak dönülmesi istenir. Bu testler esnasında göz bandı,

kulaklık ve pnömotik bot gibi diğer duyuları körleyen ekipmanlar kullanılabilir. Bu yöntemden farklı olarak pasif hareketi algılama eşiği (PHAE) ve hamstring refleksi kontraksiyon latensi gibi yöntemler de bulunmaktadır. Bu üç yöntem arasında çalışmalarda sıklıkla repozisyonlanma testi ve PHAE kullanılmaktadır. PHAE'nin duyarlılığı daha yüksektir (84).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'na davet edilen gönüllü katılımcılar ile yapılmıştır. 18-25 yaş arasındaki 60 gönüllü erkek birey katılmıştır. Bu katılımcılar, değerlendirmeye alınan gönüllüler arasından diz yaralanması geçirmemiş, rekreatif bireylerden oluşmaktadır.

Bu çalışma aşağıdaki alınma ve dışlanma kriterlerine göre, dahil edilme ölçütlerini karşılayan, çalışmaya katılmayı kabul eden denekler ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya alınma koşulları şunlardır:

1. 18-25 yaş arasında olma,
2. Erkek cinsiyette olma,
3. Kişinin daha önceden alt ekstremitte kemik, eklem ve kaslarında ciddi bir yaralanma geçirmemiş olması,
4. Deneklerin çalışmaya katılmayı kabul etmesi ve bilgilendirilmiş olur formunu imzalaması.

Çalışmadan dışlanma koşulları şunlardır:

1. Deneklerde kronik bir hastalığın bulunması,

Çalışma öncesi Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul'undan onay alınmıştır. Dahil edilme koşullarını sağlayan deneklere çalışma hakkında bilgi verilmiş, katılmayı kabul edenlere Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (EK-1) okutulup imzalatılmıştır. Onam formunu imzalayan deneklere sosyodemografik ve klinik özellikleriyle ilgili sorular içeren Sosyodemografik-Klinik Bilgi Formu (EK-2) uygulanmıştır. Sonrasında denekler genel fizik muayene ile değerlendirilmiştir.

Çalışmaya katılan denekler kura yöntemi ile izole kuvvet egzersizleri, izole denge egzersizleri ve kuvvet+denge egzersizleri grupları olmak üzere üç gruba ayrılmışlardır. Her grup 20 kişiden oluşmaktadır.

Grupların egzersiz programları başlamadan önce oryantasyon programı uygulanmıştır. Tüm deneklere seans başında yapacakları ısınma egzersizleri



anlatılmış ve bir kez uygulamaları sağlanmıştır. Gruplara ayrı ayrı olarak egzersiz programları anlatılmış ve birer kez uygulamaları sağlanmıştır. Uygulanacak testler olan EPD testi, izokinetik kuvvet testi ve denge testi tüm deneklere anlatılmış ve birer kez uygulamaları sağlanmıştır. Tüm deneklerin çalışma başlangıcında fizik muayeneleri ve antropometrik ölçümleri yapılmıştır.

Çalışmaya alınan deneklerin her seans başında bisiklet ergometresinde 10 dakika 50 watt dirençte ve 50 devirde ısınma egzersizi yapmaları sağlanmıştır. Egzersiz programları süresince bir spor hekimi denekleri gözlemiş, programın doğruluğunu kontrol etmiş ve medikal problemlere müdahalede bulunmuştur.

İzole kuvvet egzersizleri alan gruba alınan deneklerin çalışma başlangıcında RM değerleri belirlenmiştir. RM değeri, bir kişinin bir tek maksimal kas kontraksiyonu ile kaldırabileceği maksimum ağırlık olarak tanımlanmaktadır (55). Kas kuvvetinin artırılması için gereken RM yüzdesinin hesaplanabilmesi için birçok formül olmakla birlikte kabaca 1 RM'nin %70-80'i düzeyinde yapılacak ağırlık egzersizi ile kas kuvveti artışı meydana gelmektedir (56). İzole kuvvet egzersizleri grubuna alınan deneklerin egzersiz programı şu şekilde düzenlenmiştir:

- 1. Hafta : %70 RM'de ağırlık cihazı ile aktif diz ekstansiyonu 5 tekrar 3 set, haftada 3 gün.
- 2. Hafta : %70 RM'de ağırlık cihazı ile aktif diz ekstansiyonu 5 tekrar 3 set, haftada 3 gün.
- 3. Hafta : %75 RM'de ağırlık cihazı ile aktif diz ekstansiyonu 5 tekrar 3 set, haftada 3 gün.
- 4. Hafta : %75 RM'de ağırlık cihazı ile aktif diz ekstansiyonu 5 tekrar 3 set, haftada 3 gün.
- 5. Hafta : %80 RM'de ağırlık cihazı ile aktif diz ekstansiyonu 5 tekrar 3 set, haftada 3 gün.
- 6. Hafta : %80 RM'de ağırlık cihazı ile aktif diz ekstansiyonu 5 tekrar 3 set, haftada 3 gün.



**Şekil 3.1.** Kuvvet Egzersizleri

İzole denge egzersizleri alan grubundaki denekler denge tahtası, BOSU ve ip atlama egzersizleri yapmışlardır. Literatürdeki eski çalışmalarda kullanılan ve klinik uygulamalarımızda kullandığımız denge egzersizi çeşitleri çalışmaya uygun olacak şekilde revize edilip hazırlanmıştır (11, 12, 54). İzole denge egzersizi programı şu şekilde düzenlenmiştir:

- 1. Hafta : Gözler kapalı tek ayak üzerinde durma, gözler açık tek ayak squat, gözler açık tek ayak ip atlama. 10 sn'lik 10 tekrar 3 set, haftada 3 gün.
- 2. Hafta : Gözler kapalı tek ayak üzerinde durma, gözler kapalı tek ayak squat. 10 sn'lik 10 tekrar 3 set, haftada 3 gün.
- 3. Hafta : Denge tahtası üzerinde gözler açık çift ayak üzerinde durma, denge tahtası üzerinde gözler açık çift ayak squat. 10 sn'lik 10 tekrar 3 set, haftada 3 gün.
- 4. Hafta : Denge tahtası üzerinde gözler kapalı çift ayak üzerinde durma, denge tahtası üzerinde gözler kapalı çift ayak squat. 10 sn'lik 10 tekrar 3 set, haftada 3 gün.

- 5. Hafta : Denge tahtası üzerinde gözler açık tek ayak üzerinde durma, denge tahtası üzerinde gözler açık tek ayak squat, BOSU üzerinde gözler açık tek ayak üzerinde durma. 10 sn'lik 10 tekrar 3 set, haftada 3 gün.
- 6. Hafta : Denge tahtası üzerinde gözler kapalı tek ayak üzerinde durma, denge tahtası üzerinde gözler kapalı tek ayak squat, BOSU üzerinde gözler kapalı tek ayak üzerinde durma. 10 sn'lik 10 tekrar 3 set, haftada 3 gün.



**Şekil 3.2.** Denge Egzersizleri

Kuvvet + denge egzersiz programı alan denekler yukarıda anlatılan her iki egzersiz programını 6 hafta süresince, hafta 3 gün uygulamışlardır. Kuvvet egzersizleri ve denge egzersizleri aynı seansta, yarım saatlik ara ile uygulanmıştır.

Deneklere egzersiz programları öncesinde ve egzersiz programları tamamlandıktan sonra EPD ölçüm testi, denge testi ve izokinetik kas kuvveti testi yapılmıştır.

EPD ölçüm testleri propriyosepsiyonu değerlendirmek için kullanılan testlerdir. Çalışmamızda EPD ölçümü için Biodex Multi Joint System Pro (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, 11967, USA) cihazı kullanılmıştır. EPD ölçümleri sırasında hastanın gözleri göz bandı ile kapatılmıştır. Kulağına *white noise* (beyaz gürültü) adı verilen yumuşak ve sürekli bir ses verilmiştir. Kutanöz duyarlılığı

minimize edebilmek için diz eklemi altındaki alt ekstremite bölümünü kapsayacak şekilde pnömotik bot uygulanmıştır. Pnömotik bot basınç cihazı yardımıyla 30 mmHg düzeyine kadar şişirilmiş ve sabitlenmiştir.

EPD bu cihaz ile aktif ve pasif olarak değerlendirilmiştir. Aktif EPD ölçümü sırasında denekler cihazın koltuk bölümünde, dizleri 90 derece fleksiyonda oturur pozisyonda başlamıştır (Şekil 3.3). Deneklerden diz eklemi için üç sefer olmak üzere sırasıyla 60 ve 30 derece açılara getirmesi istenilmiştir. Denekler doğru açığa geldiğinde alet denegin dizini belirtilen açılarda 10 saniye bekletmektedir. Süre bitiminde denekler dizini başlangıç pozisyonuna getirirler. Deneklerden az önce cihaz tarafından kendisine gösterilen açı değerini bulmaya çalışması ve doğru konumda olduğunu düşündüğünde eline verilen butona basması istenmiştir. Deneklerin butona bastığı noktadaki açı alet tarafından kaydedilmiştir. Üç deneme sonrası test sonlandırılmıştır. Bu test tüm deneklere her iki dizde uygulanmıştır.



**Şekil 3.3.** Eklem Pozisyon Duyusu Ölçümü (İzokinetik kuvvet testi aynı cihaz kullanılarak yapılmıştır).

Pasif EPD ölçümü sırasında denekler cihazın koltuk bölümünde, yine dizleri 90 derece fleksiyonda oturur pozisyonda başlamıştır (Şekil 3.3). Deneklerden diz eklemi için üç sefer olmak üzere sırasıyla 60 ve 30 derece açılara getirmesi istenilmiştir. Denekler doğru açığa geldiğinde alet denegin dizini belirtilen açılarda 10 saniye bekletmektedir. Süre bitiminde denekler dizini başlangıç pozisyonuna getirirler. Deneklere cihazın bu kez pasif ölçüm yapacağı ve kuvvet uygulamadan beklemeleri istenilmiştir. Cihaz bacağını hareket ettirmeye başladıktan sonra, az önce kendilerine gösterilen açı değerine geldiğini düşündüklerinde butona

basmaları istenilmiştir. Cihazın ilgili ekstremiteyi hareket ettirme hızı 5 °/sn'dir. Deneklerin butona bastığı noktadaki açı alet tarafından kaydedilmiştir. Üç deneme sonrası test sonlandırılmıştır. Bu test tüm deneklere her iki dizde uygulanmıştır.

Deneklerin kuvvet değerlendirmesi amacıyla egzersiz programları öncesinde ve sonrasında Biodex Multi Joint System Pro (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, 11967, USA) cihazı ile kas kuvvetleri değerlendirilmiştir. Kas kuvveti ölçümü 60 °/sn hızda 5 tekrar ve 180 °/sn hızda 10 tekrar olacak şekilde her iki dizde yapılmıştır. Bu test tüm deneklere uygulanmıştır.

Deneklerin denge ölçümleri egzersiz programları öncesi ve sonrasında Biodex Balance Systems SD (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, 11967-0702, USA) ile yapılmıştır. Deneklere her iki dizde Athletic Single Leg protokolü uygulanmıştır. Denekler platform stabilitesi ayarlanmış cihaz üzerinde, 20 saniye boyunca, tek ayak üzerinde, eller göğüs hizasında çaprazlanmış olarak dengede kalmaya çalışmışlardır. Bu işlem 10 saniye dinlenme periyotları verilerek 3 kez tekrar edilmiştir. Dengeleri bozulup yan taraflardaki barlara dokunmaları halinde test tekrarlanmıştır. Bu test tüm deneklere uygulanmıştır.



**Şekil 3.4.** Denge Testi Uygulaması (2 farklı açıdan gösterilmiştir).

### **3.1. İstatistiksel Analiz**

Aktif ve pasif EPD ölçümlerinin egzersiz programları öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında Wilcoxon testi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunan grupların karşılaştırılmasında ise Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. İzometrik kas kuvveti ölçümlerinin egzersiz programları öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında eşleştirilmiş örneklerde t-testi kullanılmıştır. Denge ölçümlerinin egzersiz programları öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında yine eşleştirilmiş örneklerde t-testi kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS for Windows 11.5 paket programında yapılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Genel Bilgiler

Çalışmaya katılan kişilerin hepsi erkek cinsiyettedir. Katılımcıların yaş ortalaması  $21,8 \pm 2,3$  yıl, boy ortalaması  $176 \pm 8,5$  cm, ağırlık ortalaması  $77,4 \pm 10,7$  kg, vücut kitle indeksleri  $24,9 \pm 3,1$  olarak bulunmuştur (Tablo 1).

**Tablo 1.** Katılımcıların Genel Özellikleri

	Yaş (yıl)	Boy (cm)	Ağırlık (kg)	VKİ
Ortalama	21,8	176	77,4	24,9
Std. Sapma	2,3	8,5	10,7	3,1
Min.	18	157	60	19,3
Max.	25	196	100	34,6

Çalışma sırasında denekler izole kuvvet, izole denge ve kuvvet + denge egzersiz grupları olarak üç gruba ayrılmışlardır. Bu üç grup arasında yaş, boy, ağırlık ve VKİ arasında fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi ile incelenmiştir. Gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 2.** Gruplar Arasında Yaş, Boy, Ağırlık ve VKİ Yönünden Özellikler

	İzole Kuvvet Egzersiz grubu	İzole Denge Egzersiz grubu	Kuvvet + Denge Egzersiz grubu	p değerleri
Yaş	$22 \pm 2,3$	$21,9 \pm 2,3$	$21,6 \pm 2,3$	0,890
Boy	$176 \pm 7,08$	$177,4 \pm 8,9$	$174 \pm 9,5$	0,613
Ağırlık	$81,4 \pm 11,1$	$76 \pm 11,1$	$75 \pm 9,2$	0,128
VKİ	$26 \pm 3,5$	$24,1 \pm 2,7$	$24,6 \pm 2,9$	0,135

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 30 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası hedef açığa ulaşma Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan 30 derece aktif eklem pozisyon duyusu testinde üç grupta da egzersiz programları öncesi ve sonrasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 30 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 30°'ye olan uzaklık	Egzersiz programları sonrası 30°'ye olan uzaklık	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	3,1 (0,2-9,2)	2,9 (0,70-7,1)	0,896
İzole Denge egzersizi grubu	2,45 (0,1-6,5)	2,6 (0,40-7,6)	0,167
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	1,85 (0,1-5,9)	2,5 (0,3-7,6)	0,411

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 60 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası hedef açığa ulaşma Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan 60 derece aktif eklem pozisyon duyusu testinde izole kuvvet egzersizi grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, izole denge egzersizi grubunda ve kuvvet + denge grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 4).



**Tablo 4.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 60°'ye olan uzaklık	Egzersiz programları sonrası 60°'ye olan uzaklık	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	4,4 (0,6-8,3)	3 (0,4-5,9)	0,67
İzole Denge egzersizi grubu	2,95 (0,1-5,7)	1,35 (0,2-4,2)	<b>0,001</b>
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	1,8 (0-5)	1,45 (0,2-2,6)	<b>0,021</b>

İzole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge egzersiz gruplarının egzersiz programı öncesi ve sonrası hedef açığa ulaşma değerlerinin anlamlı olarak değiştiği görüldüğünden gruplar Kruskal Wallis testi ile tekrar değerlendirilmiştir. Üç grup arasında hedef açığa yaklaşma açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır (p=0,221).

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 30 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası hedef açığa ulaşma Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test sonucunda dominant olmayan ekstremitede yapılan 30 derece aktif eklem pozisyon duyusu testinde üç grupta da egzersiz programları öncesi ve sonrasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 5).

**Tablo 5.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 30 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 30°'ye olan uzaklık	Egzersiz programları sonrası 30°'ye olan uzaklık	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	3,45 (0,2-10,4)	3,35 (0,9-6,8)	0,867
İzole Denge egzersizi grubu	2,85 (0,4-6,1)	2,15 (0,5-5,3)	0,211
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	2,25 (0,1-7,2)	2,75 (0,6-6,8)	0,896

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası hedef açığa ulaşma Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan 60 derece aktif eklem pozisyon duyusu testinde izole kuvvet egzersizi grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, izole denge egzersizi grubunda ve kuvvet + denge grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 6).

**Tablo 6.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Aktif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 60°'ye olan uzaklık	Egzersiz programları sonrası 60°'ye olan uzaklık	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	1,65 (0,2-7,4)	2,75 (0,7-7,2)	0,313
İzole Denge egzersizi grubu	2,25 (0,2-7,3)	1,15 (0,2-3,8)	<b>0,003</b>
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	1,5 (0,5-6,7)	1,15 (0,1-2,9)	<b>0,011</b>

İzole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge egzersiz gruplarının egzersiz programı öncesi ve sonrası hedef açığa ulaşma değerlerinin anlamlı olarak değiştiği görüldüğünden gruplar Kruskal Wallis testi ile tekrar değerlendirilmiştir. Üç grup arasında hedef açığa yaklaşma açısından anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,003). Fark oluşturan grup veya grupların bulunabilmesi için çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır. İzole kuvvet egzersizi grubu ile kuvvet+denge egzersiz grupları ve izole denge ile kuvvet+denge egzersiz grupları arasında anlamlı fark bulunmazken (sırasıyla p değerleri 0,091 ve 0,674), izole denge ile izole kuvvet grupları arasında anlamlı fark bulunmuştur (p=0,002).

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 30 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası hedef açığa ulaşma Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan 30 derece pasif eklem pozisyon duyusu testinde üç grupta da egzersiz programları öncesi ve sonrasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 7).

**Tablo 7.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 30 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 30°'ye olan uzaklık	Egzersiz programları sonrası 30°'ye olan uzaklık	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	2,5 (0,3-8,7)	3,05 (1,4-4,9)	0,601
İzole Denge egzersizi grubu	3,95 (0,5-10,1)	2,35 (0,5-6,9)	0,065
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	2,15 (0,6-10,8)	2,25 (0,8-4,8)	0,271

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası hedef açığa ulaşma Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan 60 derece pasif eklem pozisyon duyusu testinde üç grupta da egzersiz programları öncesi ve sonrasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 8).

**Tablo 8.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 60°'ye olan uzaklık	Egzersiz programları sonrası 60°'ye olan uzaklık	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	3,15 (0,4-9,3)	4,15 (2,1-9,4)	0,151
İzole Denge egzersizi grubu	2,25 (0,3-7,1)	3,05 (0,4-6,1)	0,322
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	2,4 (0,6-7)	3,25 (0,6-6,6)	0,313

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 30 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant olmayan ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası hedef açığa ulaşma Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test sonucunda dominant olmayan ekstremitede yapılan 30 derece pasif eklem pozisyon duyusu testinde üç grupta da egzersiz programları öncesi ve sonrasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 9).

**Tablo 9.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 30 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 30°'ye olan uzaklık	Egzersiz programları sonrası 30°'ye olan uzaklık	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	3,5 (0,6-9,4)	3,5 (0,8-7,3)	0,263
İzole Denge egzersizi grubu	2,7 (0,1-6,1)	2,3 (0,1-6,2)	0,519
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	2,3 (0,2-7,9)	2,75 (0,6-6,2)	0,837

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant olmayan ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası hedef açığa ulaşma Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test sonucunda dominant olmayan ekstremitede yapılan 60 derece pasif eklem pozisyon duyusu testinde üç grupta da egzersiz programları öncesi ve sonrasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 10).

**Tablo 10.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 60 Derece İçin Yapılan Pasif Eklem Pozisyon Duyusu Testi Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 60°'ye olan uzaklık	Egzersiz programları sonrası 60°'ye olan uzaklık	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	3,4 (0,6-9,4)	4,5 (1,3-8,9)	0,390
İzole Denge egzersizi grubu	2,1 (0,4-9,9)	2,65 (0,3-5,8)	0,823
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	3,85 (0,7-8,3)	3,3 (0,1-6,5)	0,156

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede Total Denge Skoru Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası total denge skorları eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan total denge skoru değerlendirme testinde izole kuvvet egzersizi grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, izole denge egzersizi grubunda ve kuvvet + denge grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 11).

**Tablo 11.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede Total Denge Skoru Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi total denge skoru	Egzersiz programları sonrası total denge skoru	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	2,3 (1,5-4,6)	2,6 (1,4-6,1)	0,76
İzole Denge egzersizi grubu	2,3 (1,1-4,9)	1,7 (1-4,1)	<b>0,008</b>
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	2,4 (1,5-4,3)	1,75 (1,1-2,6)	<b>0,000</b>

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede A-P (Anterior-Posterior) Denge Skoru Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası A-P denge skorları eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan A-P denge skoru değerlendirme testinde izole kuvvet egzersizi grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, izole denge egzersizi grubunda ve kuvvet + denge grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 12).

**Tablo 12.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede A-P Denge Skoru Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi A-P denge skoru	Egzersiz programları sonrası A-P denge skoru	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	1,55 (0,9-3,3)	1,75 (0,7-4,3)	0,144
İzole Denge egzersizi grubu	1,65 (0,7-3,7)	1,2 (0,5-2,8)	<b>0,001</b>
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	1,7 (0,7-3,2)	1,1 (0,6-1,9)	<b>0,000</b>

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede M-L (Medial-Lateral) Denge Skoru Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası M-L denge skorları eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan M-L denge skoru değerlendirme testinde izole kuvvet egzersizi ve izole denge egzersizi grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, kuvvet + denge grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 13).

**Tablo 13.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede M-L Denge Skoru Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi M-L denge skoru	Egzersiz programları sonrası M-L denge skoru	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	1,5 (0,9-2,7)	1,75 (0,9-3,7)	0,079
İzole Denge egzersizi grubu	1,3 (0,7-3,6)	1,1 (0,7-2,5)	0,092
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	1,45 (1,1-2,5)	1,2 (0,7-2,1)	<b>0,002</b>

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede Total Denge Skoru Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant olmayan ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası total denge skorları eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant olmayan ekstremitede yapılan total denge skoru değerlendirme testinde izole kuvvet egzersizi grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, izole denge egzersizi grubunda ve kuvvet + denge grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 14).

**Tablo 14.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede Total Denge Skoru Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi total denge skoru	Egzersiz programları sonrası total denge skoru	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	2,6 (1,8-4,4)	3,05 (1,9-5,1)	0,251
İzole Denge egzersizi grubu	2,75 (1,4-5,8)	2,1 (1-4,1)	<b>0,000</b>
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	2,75 (1,2-5,6)	2,2 (1-6,10)	<b>0,003</b>

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede A-P (Anterior-Posterior) Denge Skoru Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant olmayan ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası A-P denge skorları eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant olmayan ekstremitede yapılan A-P denge skoru değerlendirme testinde izole kuvvet egzersizi grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, izole denge egzersizi grubunda ve kuvvet + denge grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 15).



**Tablo 15.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede A-P Denge Skoru Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi total denge skoru	Egzersiz programları sonrası total denge skoru	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	1,9 (1,1-3,3)	2,1 (1-3,8)	0,349
İzole Denge egzersizi grubu	1,95 (1-4,1)	1,4 (0,6-2,9)	<b>0,001</b>
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	1,9 (0,7-4,9)	1,4 (0,4-5,1)	<b>0,002</b>

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede M-L (Medial-Lateral) Denge Skoru Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant olmayan ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası M-L denge skorları eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan M-L denge skoru değerlendirme testinde izole kuvvet egzersizi ve kuvvet + denge egzersiz grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, izole denge egzersizi grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 13).

**Tablo 16.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ekstremitede M-L Denge Skoru Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi M-L denge skoru	Egzersiz programları sonrası M-L denge skoru	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	1,55 (1,1-2,6)	1,9 (1,2-3,2)	0,107
İzole Denge egzersizi grubu	1,6 (0,9-3,6)	1,2 (0,4-2,5)	<b>0,003</b>
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	1,6 (0,9-2,3)	1,5 (0,5-2,6)	0,134

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası 60 °/sn hızda pik tork değerleri eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan 60 °/sn hızda pik tork testinde izole denge egzersizi grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, kuvvet egzersizi ve kuvvet + denge egzersiz grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 17).

**Tablo 17.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 60 °/sn hızda pik tork	Egzersiz programları sonrası 60 °/sn hızda pik tork	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	186,75 (132,3-228,2)	204,75 (157,6-249,1)	<b>0,000</b>
İzole Denge egzersizi grubu	173,2 (131,3-250,5)	172,2 (129,6-248,9)	0,935
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	168,65 (121,4-213,7)	192,4 (168,7-224,8)	<b>0,000</b>

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ekstremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası 180 °/sn hızda pik tork değerleri eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant ekstremitede yapılan 60 °/sn hızda pik tork testinde üç grupta da egzersiz programları öncesi ve sonrasında anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 18).

**Tablo 18.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Ektremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 180 °/sn hızda pik tork	Egzersiz programları sonrası 180 °/sn hızda pik tork	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	131,4 (92,6-168,2)	152,65 (110,7-174,3)	<b>0,000</b>
İzole Denge egzersizi grubu	127,2 (71-175,5)	126,95 (68,2-171,8)	<b>0,016</b>
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	113,75 (81,3-154,1)	142,15 (118,2-164,3)	<b>0,000</b>

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant olmayan ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası 60 °/sn hızda pik tork değerleri eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant olmayan ekstremitede yapılan 60 °/sn hızda pik tork testinde izole denge egzersizi grubunda egzersiz program öncesi ve sonrası arasında fark saptanmazken, kuvvet egzersizi ve kuvvet + denge egzersiz grubunda anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 19).

**Tablo 19.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 60 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 60 °/sn hızda pik tork	Egzersiz programları sonrası 60 °/sn hızda pik tork	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	185,9 (123,1-220,1)	201,65 (149,3-241,3)	<b>0,000</b>
İzole Denge egzersizi grubu	169,5 (128,3-241,2)	167,4 (127,6-244,5)	0,224
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	161,7 (125,6-206,2)	188,4 (162,9-218,3)	<b>0,000</b>

**Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi:** İzole kuvvet egzersizi grubu, izole denge egzersizi grubu ve kuvvet + denge gruplarında dominant ekstremitede egzersiz program öncesi ve egzersiz program sonrası 180 °/sn hızda pik tork değerleri eşleştirilmiş örneklerde t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sonucunda dominant olmayan ekstremitede yapılan 60 °/sn hızda pik tork testinde üç grupta da egzersiz programları öncesi ve sonrasında anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 20).

**Tablo 20.** Kuvvet ve Denge Egzersizlerinin Dominant Olmayan Ektremitede 180 °/sn Hızda Yapılan Ekstansiyon Pik Tork Üzerine Etkisi

	Egzersiz programları öncesi 180 °/sn hızda pik tork	Egzersiz programları sonrası 180 °/sn hızda pik tork	p değerleri
	Ortanca (min-max)		
İzole Kuvvet egzersizi grubu	126,4 (87,3-159,1)	148,95 (107,7-168,2)	<b>0,000</b>
İzole Denge egzersizi grubu	122,05 (74,1-175,8)	120,65 (72,8-171,3)	<b>0,004</b>
Kuvvet + Denge egzersizi grubu	109,35 (76,9-146,5)	141,6 (114,7-158,3)	<b>0,000</b>

## 5. TARTIŞMA

Günümüzde hem fiziksel aktivitenin sağlık açısından öneminin anlaşılması, hem de profesyonel spora olan ilginin artması nedeniyle spora katılım ve spor yaralanmalarının sıklığı artmaktadır (1-3). Bu yaralanmalar arasında diz yaralanmaları sıklığı ve ciddiyeti nedeniyle üst sıralarda gelmektedir. Diz yaralanmalarının oluş mekanizmaları, sebepleri, tedavi ve rehabilitasyon yöntemleri gibi konularda çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Son yıllarda çalışmalar özellikle spor yaralanmalarının tedavisinden çok önlenmesi üzerine yapılmaya başlanmıştır (18). Kuvvet ve denge egzersizlerinin her ikisinin de spor yaralanmalarının önlenmesinde etkili olduğunu bildiren çalışmalar vardır (20-22). Bu çalışma, propriyosepsiyonun yaralanma riskini belirleyen önemli bir faktor olduğu göz önüne alınarak, kuvvet ve denge egzersizlerinin diz propriyosepsiyonuna etkisinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Diz eklemi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde cinsiyet faktörünün propriyosepsiyonu etkilediği görülmektedir (57). Bu sebeple çalışmada homojen bir grup sağlanması amacıyla tüm katılımcılar erkek cinsiyetten seçilmiştir. Çalışmadaki her üç grupta yaş, boy, ağırlık ve VKİ açısından incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda grupların yaş, boy, ağırlık ve VKİ yönünden homojen oldukları söylenebilmektedir. Çalışmaya alınan katılımcılar 18-25 yaş aralığında olup ortalaması  $21,8 \pm 2,3$  yıldır. Önceki benzer çalışmalar ile uyumludur (58, 85, 86). Kuvvet ve denge egzersiz programlarının etkinliğinin ve propriyosepsiyona etkisinin en üst düzeyde ölçülebilmesi için çalışmaya katılan deneklerin tamamı sedanter bireyler arasında seçilmiştir. Öte yandan sedanter bireylerin seçilmiş olması ölçümler sırasında uyum problemlerini beraberinde getirmiştir. Uygulanan oryantasyon programına rağmen, özellikle eklem pozisyon duyusu ölçümleri sırasında bazı katılımcılarda gözlenen tekrarlayan ölçümlerdeki aşırı farklar dikkat çekmektedir.

Çalışmaya dahil edilen katılımcılar Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'na davet edilen gönüllü bireyler arasından seçilmiştir. Propriyosepsiyon değerlendirmesi için yapılan testler Biodex Multi Joint System Pro cihazı ile uygulanmıştır (13). Katılımcılara eklem pozisyon duyusu testi

uygulanmıştır. Bu cihaz ile uygun yazılım varlığında PHAE’de uygulanabilmekte ve duyarlılık daha yüksek olmaktadır (59).

Eklem pozisyon duyusu ölçümleri 30 ve 60 derecelik açılarda yapılmıştır. Bu açı değerleri önceki çalışmaların bir çoğu ile uyumludur (60, 87, 88). Her açı değeri için ölçümler üç kez tekrarlanmış ve ortalama değerlerin hedef açığa olan uzaklığı kayıt edilmiştir. Katılımcıların tüm EPD ölçümleri Biodex cihazının koltuğunda oturur pozisyonda ve dizleri 90 derece fleksiyonda iken yapılmıştır. Önceki çalışmalarda oturur pozisyonda ve diz 90 derece fleksiyonda iken yapılan EPD ölçümlerinin daha anlamlı olduğu bildirilmiştir (61, 88). Yapılan 30 derecelik EPD ölçümleri sırasında hastaların hedef açığı daha zor buldukları gözlenmiştir. Hastalara ölçümlerden sonra da hangi açığı daha zor tespit ettikleri sorulduğunda 30 derecelik değerlendirmede daha zorlandıklarını belirtmişlerdir. Önceki çalışmalarda tam ekstansiyona daha yakın açılarda yapılan diz EPD değerlendirmelerinde hedefe daha zor ulaşıldığı gözlenmiştir (59, 86).

Propriyosepsiyonun hareket algısı kısmını oluşturan kinestezi ve statik durumların algısını oluşturan EPD birlikteliğinden oluştuğu bilinmektedir. Kinestezi değerlendirmesi için PHAE, statik propriyosepsiyonu değerlendirmek için EPD ölçümü yapılmasının daha anlamlı olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (62, 89). Öte yandan propriyosepsiyonu değerlendirmek için kullanılan bu iki yöntemden PHAE’nin daha anlamlı olduğunu belirten çok sayıda çalışma bulunmaktadır. (59, 84, 85). Dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan bir diğeri ise, Grob ve ark.’nın (63) her iki yöntem arasında korelasyon kurulamadığını gösteren çalışmasıdır.

EPD ölçümleri aktif ve pasif olmak üzere iki şekilde yapılmıştır. Bu yöntemlerden aktif EPD ölçümü, Lönn ve ark. (64)’nın 16 sağlıklı kişide omuz ekleminde yaptığı çalışmada pasif EPD ölçümlerine göre daha anlamlı bulunmuştur. Bununla birlikte Barrett (65) pasif EPD’yi değerli ve etkinliği gösterilmiş bir yöntem olarak tanımlamıştır. Bir diğer çalışmada çok yavaş bir şekilde gerçekleşen pasif pozisyon değişiminin yavaş adapte olan ligamentöz ve kapsüler reseptörleri maksimum uyardığı gösterilmiştir (66). Kaminski ve ark.’nın (67) yaptığı çalışmada pasif EPD ölçümünün, aktif yönetime göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu gözlenmiştir. Pasif EPD ölçümleri 5 derece/saniye hızında yapılmıştır.

Ghasemi ve ark.'nın yaptığı çalışmada eklem hareketi hızına en uygun hızın bu olduğu belirtilmektedir (72).

EPD ölçümleri sırasında görsel uyarıları ortadan kaldırmak ve eklem pozisyonunun manipüle edilmesini engellemek amacıyla göz bandı kullanılmıştır. Ayrıca alt ekstremitede krural bölgede cihazın bantları nedeniyle oluşacak kutanöz duyuyu ortadan kaldırmak amacıyla pnömatik bot kullanılmıştır . Hastanın kulağına *white noise* (beyaz gürültü) adı verilen sürekli ve rahatsız edici olmayan müzik verilerek duyuusal uyarılar en aza indirilmeye çalışılmıştır (68, 69).

Literatürde denge değerlendirmesi için Biodex Balance Systems SD cihazının ve Athletic Single Leg protokolünün kullanıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur (70, 71). Cachepe ve ark.'nın yaptıkları çalışmada deneklerin tek ayak üzerindeki dengeleri ölçülmüş ve Biodex Balance Systems SD cihazının güvenilir olduğu belirtilmiştir (71).

İzokinetik kas kuvveti ölçümü için Biodex Multi Joint System Pro kullanılan çalışmalar mevcuttur (90, 91). Bu ölçümler bilgisayar temelli bir sistem ile yapılarak sayısal değerler elde edildiğinde objektif değerlendirmeye imkan tanımaktadır (13).

Denge veya kuvvet egzersizlerinin propriyosepsiyon üzerine etkisini incelemiş olan pek çok çalışma vardır (12, 73, 74). Risberg ve ark.'nın (11) ön çapraz bağ rekonstruksiyonu sonrası 74 hasta üzerinde yaptığı çalışmada içerisinde denge egzersizlerini de barındıran nöromusküler egzersizler ile kuvvet programı 6 aylık takip sonrasında karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda Cincinnati Diz Skoru ve VAS ile değerlendirilen hastalardan nöromusküler egzersiz grubunda bulunanlar ile kuvvet grubunda bulunanlar arasında anlamlı fark saptanmıştır.

Mattacola ve Lloyd'un (73) yayınladıkları bir çalışmada, ayak bileği burkulması sonrası kuvvet ve nöromusküler egzersizler birlikte verilmiş ve 6 haftalık bir sürede anlamlı fark olduğu gözlenmiştir. Bir çok çalışma (74, 92) 6 haftalık egzersiz programlarının yeterli olduğunu bildirmektedir.

Panics ve ark.'nın (12) toplam 39 hentbol oyuncusu kadın üzerinde yaptığı çalışmada denge egzersizlerini de içeren propriyosepsiyon egzersiz programı uygulanan grubun, kontrol grubuna göre sezon sonunda EPD ölçümlerinde anlamlı bir iyileşme saptanmıştır. Bu çalışma, profesyonel kadın hentbolcular arasında

propriyoseptif egzersiz programının EPD üzerine olumlu etkisini gösteren ilk çalışmadır.

Hewett ve ark.'nın (75) farklı spor dallarındaki kişilerden seçilen prospektif çalışmalarında yaralanma sıklıkları takip edilmiş ve nöromusküler egzersiz programı yapmayan kadın sporcuların antrenman yapanlara göre 3.6 kat, erkek sporculara göre ise 4.8 kat daha fazla yaralanma riski ile karşı karşıya kaldıkları belirlenmiştir.

Bu çalışmada, yalnızca denge egzersizleri yapan ve kuvvet+denge egzersizleri yapan gruplarda egzersiz öncesine göre sonrasında elde edilen 60°'de aktif EPD ölçüm değerleri anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Her iki grupta da aktif EPD değerleri hedef açığa daha yakın bulunmuştur. Aynı testler 30°'lik açı hedeflenerek yapıldığında ise üç grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu farkı oluşturan etkenlerden en önemlisinin literatürdeki bazı çalışmalarda görüldüğü gibi (59) dizin tam ekstansiyonuna daha yakın açılarda yapılan EPD ölçümleri sırasında hedef açığa yaklaşamaması olduğu düşünülmüştür. Bu farkı oluşturan sebep, hedef açığa ulaşırken tam ekstansiyona yaklaşıldıkça bacak ağırlığının diz eklemine daha çok etkilemesi ve açığı bulmanın zorlaşması olabilir.

Çalışmamızda yapılan pasif EPD ölçümlerinin hiçbirisinde anlamlı fark saptanmamıştır. Bu sonuç Lönn ve ark.'nın (64) yaptıkları çalışma ile uyum gösterirken, Kaminski ve ark.'nın (67) yaptıkları çalışma ile çelişmektedir. Pasif EPD ölçümü ile ilgili pek çok farklı fikir olmasına rağmen yazarlar çoğunlukla pasif EPD'nin propriyosepsiyonu değerlendirmede değerli bir test olduğu belirtmektedirler. Böyle bir sonucun ortaya çıkmasında 5 °/sn olarak belirlenen cihaz hızının etkili olduğu düşünülebilir. Pasif EPD ölçümlerinin daha çok statik propriyosepsiyonu değerlendirmede etkili olduğu göz önüne alınırsa, açısız hızın azaltılmasının faydalı olabileceği düşünülebilir.

Bu çalışmada dikkat çekici bir diğer nokta, 60° için yapılan aktif EPD testlerinde izole denge egzersizi grubunun , kuvvet+denge egzersizi grubuna göre daha anlamlı p değerlerine sahip olmasıdır. Bu sonucun ortaya çıkmasında kuvvet + denge grubuna uygulanan egzersiz protokolünde aynı gün içerisinde arka arkaya verilen kuvvet ve denge egzersizlerinin yorgunluk etkisi ile propriyosepsiyonu negatif etkilediği düşünülebilir.



Uygulanan egzersiz protokollerinin etkinliğini belirlemek amacıyla egzersiz öncesi ve sonrasında yapılan izokinetik kuvvet testi ve denge testi beklenildiği gibi izole kuvvet egzersizi grubunda kuvvet artışı, izole denge grubunda denge skorlarının artışı ve kuvvet+denge grubunda her iki testte daha iyi skorlar ile sonuçlanmıştır. Sonuçlar uygulanan egzersiz protokollerinin yeterli olduğunu göstermek ile birlikte, katılımcıların tamamının sedanter bireyler oldukları göz önüne alındığında, profesyonel sporcularda yapılacak egzersiz protokollerinin daha farklı modaliteler ile desteklenmesi gerektiği aşıkardır.

#### **Çalışmanın sınırlılıkları**

- Propriyosepsiyon değerlendirmesi için sadece EPD'nin kullanılması, PHAE gibi daha duyarlı bir yöntemin kullanılamaması
- Yapılan propriyosepsiyon testlerinin tekniği gereği hasta motivasyonunun sonuçları yüksek oranda etkileyebilmesi
- Katılımcı sayısının azlığı

## 6. SONUÇLAR

1. Aktif EPD ölçümlerinde propriyosepsiyon duyusunu geliştirdiği düşünülen denge egzersizlerini içeren gruplarda anlamlı farklar gözlenmiştir. Spor yaralanmalarının önlenmesi amacıyla uygulanacak egzersiz programlarının içerisinde denge egzersiz türlerinin bulunmasının olumlu olacağı gösterilmiştir.
2. Kuvvet egzersizlerinin tek başına uygulandığı grupta aktif EPD skorlarında anlamlı değişiklik saptanmamıştır. Bu sonuç tek başına kuvvet egzersizi uygulanan durumlarda yaralanma riskinin belirgin olarak düşmediğini düşündürmektedir.
3. Pasif EPD ölçümlerinde hiçbir grupta anlamlı fark saptanmamıştır.
4. Uygulanan kuvvet ve denge egzersiz programlarının etkin olduğu düşünülmektedir.
5. Çalışmanın sınırlılıkları giderilip yeni çalışmalar ile daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir.

## ÖZET

**Giriş:** Günümüzde spora ve fiziksel aktiviteye ilgi ve katılım artmaktadır. Bu artış sportif yaralanmalarında da artışa neden olmaktadır. Bugüne kadar spor yaralanmalarına neden olan faktörler hakkında yapılmış çok sayıda araştırma vardır. Propriyosepsiyon duyusu yaralanmaların önlenmesinde etkilidir. Bu çalışmanın amacı kuvvet ve denge egzersizlerinin propriyosepsiyon üzerine olan etkisini saptamaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya yaşları 18 ile 25 arasında olan daha önce diz yaralanması geçirmemiş 60 genç sağlıklı erkek sedanter birey alınmıştır. Katılımcılara 6 haftalık izole kuvvet egzersizleri, izole denge egzersizleri ve kuvvet +denge egzersiz programları uygulanmıştır. Egzersiz programları öncesi ve sonrasında izokinetik kuvvet testi, denge testi ve eklem pozisyon duyusu testi (EPD) gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Hedef açının 60 derece olduğu aktif EPD testlerinde egzersiz programları öncesi ve sonrası sonuçlar karşılaştırıldığında anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Hedef açının 30 derece olduğu aktif EPD testleri ve pasif EPD testlerinin tamamı incelendiğinde anlamlı fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Uygulanan kuvvet ve denge egzersiz programlarının etkin olduğu saptanmıştır ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Elde edilen veriler sonucunda kuvvet ve denge egzersizlerinin propriyosepsiyon duyusunu arttırdığı görülmektedir. Her iki egzersiz grubunun antrenman programlarına eklenmesi yaralanma sıklığını azaltmak için önerilebilir.

**Anahtar Sözcükler:** Spor yaralanmalarından korunma, propriyosepsiyon, diz eklemi, denge egzersizleri, kuvvet egzersizleri.

## SUMMARY

**Introduction:** The number of people and the interest in participating sports and physical activity are increasing in the last few decades. However, this situation causes an increase in sports injuries, as well. Numerous studies exist investigating the leading factors of sports injuries. Proprioception is an important issue that worths to investigate in means of injury prevention. The objective of this study is to determine the effects of strength and balance exercises on proprioception and postural control.

**Materials and Methods:** 60 sedantary young males aged 18-25 who did not have any musculoskeletal lower extremity injury history were involved in this study. Isolated strength exercises, isolated balance exercise and strength + balance exercise were applied for 6 weeks. Isokinetic strength, balance and joint position sense (JPS) tests were performed before and after exercise programs. The obtained data were analyzed statistically.

**Results:** Significant differences were detected in active JPS tests in which the target angle was set to 60 degrees ( $p < 0,05$ ). None of the groups revealed a significant difference at the test angle of 30 degrees of JPS tests ( $p > 0,05$ ). The overall results showed that both isolated strength and combined strength-balance exercises were effective in improvement of proprioception.

**Conclusion:** Balance and strength exercises were both effective in improving proprioception. Therefore, both exercises are recommended to be added to sports specific training programs to decrease the prevelance of sports injuries.

**Key Words:** Prevention of sports injuries, proprioception, knee, balance exercises, strength exercises.

## KAYNAKLAR

1. Schneider S, Seither B, Tönges S, Schmitt H. Sports injuries: population based representative data on incidence, diagnosis, sequelae, and high risk groups. *Br J Sports Med.* 2006; 40:334-339.
2. Stevenson M, Hamer P, Finch C, Elliot B, Kresnow M. Sports, age and sex specific incidence of sports injuries in Western Australia. *Br J Sports Med.* 2000; 34:188-194.
3. Rechel J, Yard E, Comstock D. An Epidemiologic Comparison of High School Sports Injuries Sustained in Practice and Competition. *Journal of Athletic Training.* 2008; 43(2):197-204.
4. Loes M, Dahlstedt L, Thomee R. A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. *Scand J Med Sci Sports.* 2000; 10:90-97.
5. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *The Knee.* 2006; 13:184-188.
6. Bradley J, Honkamp N, Jost P, West R, Norwig J, Kaplan L. Incidence and Variance of Knee Injuries in Elite Collage Football Players. *Am J Orthop.* 2008; 37(6):310-314.
7. Ingram J, Fields S, Yard E, Comstock D. Epidemiology of Knee Injuries Among Boys and Girls in US High School Athletics. *Am J Sports Med.* 2008; 36(6): 1116-22.
8. Porat A, Roos E, Roos H. High prevalence of osteoarthritis 14 years after an anterior cruciate ligament tear in male soccer players: a study of radiographic and patient relevant outcomes. *Ann Rheum Dis.* 2004; 63:269-273.

9. Lohmander LS, Ostenberg A, Englund M, Roos H. High Prevalence of Knee Osteoarthritis, Pain, and Functional Limitations in Female Soccer Players Twelve Years After Anterior Cruciate Ligament Injury. *Arthritis Rheum.* 2004; 50(10):3145-52.
10. Nagai T, Heebner N, Sell T, Nakagawa T, Fu F, Lephart S. Restoration of sagittal transverse plane proprioception following anatomic double-bundle ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013; 21:2048-2056.
11. Risberg M, Holm I, Myklebust G, Engebresten L. Neuromuscular Training Versus Strength Training During First 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical Trial. *Phys Ther.* 2007; 87:737-750.
12. Panics G, Tallay A, Pavlik A, Berkes I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *Br J Sports Med.* 2008; 42:472-476.
13. Drouin J, Valovich-mcLeod T, Shultz S, Gansneder B, Perrin D. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dinamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 91:22-29.
14. Taner D. Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. Ankara 2013.
15. Tandoğan N.R., Alparslan A.M. Diz Cerrahisi, Haberal Eğitim Vakfı, Ankara 1999 s5-19.
16. Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995;273:402-7
17. Fletcher GF, Balady G, Blair SN, et al. Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 1996; 94:857-62.

18. Bruckner P., Khan K. Clinical Sports Medicine. McGraw Hill. Australia 2012
19. Bahr R., Krosshaug T. Understanding Injury Mechanisms: A key Component of Preventing Injuries in Sport. British Journal of Sports Medicine. 2005; 39(6):324-329.
20. Orchard J., Seward H., McGivern J., Hood S. Intrinsic and Extrinsic Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury in Australian Footballers. The American Journal of Sports Medicine. 2001; 29(2):196-200.
21. VanMechelen W., Hlobil H., Kemper H.C.G. Incidence, Severity, Aetiology and Prevention of Sports Injuries. Sports Medicine 1992; 14(2):82-99.
22. Dinç C. Sporcu Yaralanmalarından Korunma. Klinik Gelişim. 2009; 22(1):56-59.
23. Ekstrand J., Karlsson J., Hodson A. Football Medicine. Taylor & Francis Group. 2003.
24. Bompa T. Periodization training for sports. Champaign, IL: Human Kinetics. 1999; 224.
25. Garrett W.E., Kirkendall D. Exercise and Sport Science. Lippicott Williams & Wilkins. 2000.
26. Folland JP. Williams AG. The Adaptations to Strength Training. Sports Med. 2007; 37(2): 145- 68.
27. Gabriel DA, Kamen G. Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. Sports Med 2006; 36(2):133-49.
28. Jensen JL. Marstrand PCD. Nielsen JB. Motor skill training and strength training are associated with different plastic changes in the central nervous system. J Appl Physiol 2005; 99(4):1558-68.

29. Conerman ML, Darby LA, Skelly WA. Comparison of muscle force production using the Smith machine and free weights for bench press and squat exercises. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):169-76.
30. Roig M, O'Brien K, Kirk G et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2009; 43:556-68.
31. Rees ID, Wolman RL, Wilson A. Eccentric exercises; why do they work, what are the problems and how can we improve them? *Br J Sports Med* 2009; 43:242-6.
32. Woodley BL, Newsham-West RJ, Baxter GO. Chronic tendinopathy: effectiveness of eccentric exercise. *Br J Sports Med* 2007; 41:188-98.
33. Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med* 2007; 41:217-23.
34. Cools AM, Declercq G, Cagnie B et al. Internal impingement in the tennis player: rehabilitation guidelines. *Br J Sports Med* 2008; 42:165-71.
35. Sertpoyraz F, Eyigor S, Karapolat H et al. Comparison of isokinetic exercise versus standard exercise training in patients with chronic low back pain: a randomized controlled study. *Clinic Rehab* 2009; 23(3):238-47.
36. Stensdotter AK, Hodges PW, Mellor R et al. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(12):2043-7.
37. Bakhtiary AH, Fatemi E. Open versus closed kinetic chain exercises for patellar chondromalacia. *Br J Sports Med* 2008; 42:99-102.



38. Tagesson S., Oberg B., Good Let al. Comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior crudate ligament deficiency a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *Am J Sports Med* 2008; 36(2):298-307.
39. Beynnon BD., Johnson RJ., Abate JA et al. Treatment of anterior cruciate ligament injuries. Part 1. *Am J Sports Med* 2005; 33(10):1579-602.
40. Witvrouw E., Oanneels L., Van Tiggelen D. et al. Open versus closed kinetic chain exercises in pa tellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. *Am J Sports Med* 2004; 32(5):1122-30.
41. Reinold MM. Gill TJ. Wilk KE et al. Current concepts in the evaluation and treatment of he shoulder in overhead tlouwing athletes. Part 2: Injury prevention and treatment. *Sports Health*. 2010; 2(2):101-15.
42. Hancen MS, Dieckmann B, Jensen K, Jakobsen BW. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer (KAT 2000). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8:180-85.
43. Ergen E. Egzersiz Fizyolojisi 2. Baskı. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara 2007.
44. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH. Development of a clinical static and dynamic standing balance measurement tool appropriate for use in adolescents. *Physical Therapy*. 2005; 85(6):502-14.
45. Guyton A.C., Hall J.E. Guyton Fizyoloji 12. Baskı. Nobel Kitabevi: Ankara 2014.
46. Jerosch J., Prymka M. Proprioception and joint stability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1996; 4(3): 171-9.
47. Lephart S., Fu F., Borsa P. Proprioception in sports medicine. *Advances in operative orthopedics*. 1994; 2:77-94.

48. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, Part 1: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *J Athl Train.* 2002; 37(1):71-9.
49. Hogervorst T, Brand RA. Mechanoreceptors in joint function. *J Bone Joint Surg Am.* 1998; 80(9):1365-78.
50. Lephart SM, Pincivero DM, Rozzi SL. Proprioception of the ankle and knee. *Sports Med.* 1998; 25(3):149-55.
51. Fridén T, Roberts D, Ageberg E, Waldén M, Zätterström R. Review of knee proprioception and the relation to extremity function after an anterior cruciate ligament rupture. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2001; 31(10):567-76.
52. Drouin J.M., Valovich-McLeod T.C., Shultz S.J., Gansneder B.M., Perrin D.H. Reliability and Validity of the Biodex System 3 Pro Isokinetic Dynamometer Velocity, Torque and Position Measurements. *European Journal of Applied Physiology.* 2004; 91(1):22-29.
53. Adaş R.T. İzokinetik Dinamometre ile Yapılan Ölçümlerde Farklı Eklemlere Ait Yük Aralığının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi: Adana 2008.
54. Can B. Bayan Voleybolcularda Denge Antrenmanlarının Yorgunluk Ortamında Propriyosepsiyon Duyusuna Etkisi. Doktora Tezi: Ankara 2008.
55. Marchese R., Hill A. The essential guide to fitness for the fitness instructor. Sydney, NSW: Pearson Australia. 2011.
56. Knutzen K., Brilla L., Caine D. Validity of 1RM Prediction Equations for Older Adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 1999; 13(3):242–246.
57. Aydoğ ST, Haşçelik Z, Demirel HA, Tetik O, Aydoğ E, Doral MN. The effects of menstrual cycle on the knee joint position sense: preliminary study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2005; 13(8):649-53.

58. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, Watanabe DS, Dick RW, Dvorak J. A Randomized Controlled Trial to Prevent Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Collegiate Soccer Players. *Am J Sports Med.* 2008 Aug; 36(8):1476-83.
59. Arockiaraj J, Korula RJ, Oommen AT, Devasahayam S, Wankhar S, Velkumar S, Poonnoose PM. Proprioceptive changes in the contralateral knee joint following anterior cruciate injury. *Bone Joint J.* 2013 Feb; 95-B(2):188-91.
60. Pawlak D, Wysota A, Furmanek M, Ficek K, Juras G. Knee joint position sense in physically active patients after acl reconstruction. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine.* 2014; 2(3).
61. Olsson L, Lund H, Henriksen M, Rogind H, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B. Test-retest reliability of a knee joint position sense measurement method in sitting and prone position. *Advances in Physiotherapy.* 2004; 6(1):37-47.
62. Reider B, Arcand MA, Diehl LH, Mroczek K, Abulencia A, Stroud CC, et al. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2003; 19(1):2-12.
63. Grob KR, Kuster MS, Higgins SA, Lloyd DG, Yata H. Lack of correlation between different measurements of proprioception in the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 2002 May; 84(4):614-8.
64. Lönn J, Crenshaw AG, Djupsjöbacka M, Pedersen J, Johansson H. Position sense testing: influence of starting position and type of displacement. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2000; 81(5):592-7.
65. Barrett DS. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *J Bone Joint Surg, British Volume.* 1991; 73:833–7.
66. Barrack RL, Skinner HB, Buckley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 1989; 17:1–6.

67. Kaminski TW, Perrin DH. Effect of prophylactic knee bracing on balance and joint position sense. *Journal of athletic training*. 1996; 31(2):131.
68. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor system measurement techniques. *Journal of athletic training*. 2002; 37(1):85.
69. Ulkar B., Kunduracioglu B., Çetin C., Güner R.S. Effect of positioning and bracing on passive position sense of shoulder joint. *Br J Sports Med* 2004;38:549-552.
70. Schmitz R, Arnold B. Intertester and intratester reliability of a dynamic balance protocol using the Biodex Stability System. *Journal of Sport Rehabilitation*. 1998; 7:95-101.
71. Cachupe WJ, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of biodex balance system measures. *Measurement in physical education and exercise science*. 2001; 5(2):97-108.
72. Ghasemi GA, Zolaktaf V, Khosravi I, Minasian V. Evaluation of Joint Position Sense after ACL Reconstruction with Hamstring Tendon Auto Graft. *American Journal of Sports Science and Medicine*. 2013; 1(3):52-55.
73. Mattacola CG, Lloyd JW. Effects of a 6-Week Strength and Proprioception Training Program on Measures of Dynamic Balance: A Single-Case Design. *J Athl Train*. 1997 Apr; 32(2):127-35.
74. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med*. 2006 Sep; 34(9):1512-32.
75. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med*. 1999 Nov-Dec; 27(6):699-706.
76. Madden C., Putukian M., Young C., McCarty E. *Netter's Sports Medicine*. Saunders Elsevier. USA 2010.

77. Nordahl SHG, Aasen T, Dyrkorn BM, Eiksvik S, Molvaer OL. Static stabilometry and repeated testing in a normal population. *Avait Space Environ Med.* 2000; 71(9): 889-93.
78. Prentice DM. Regaining balance and postural equilibrium. *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine, Third Edition.* McGraw Hills. USA 1999.
79. Wilkins JC, McLeod TCV, Perin DH, Gansneder BM. Performance on the balance error scoring decreases after fatigue. *Journal of Athletic Training.* 2004; 39(3): 247-253.
80. Goldie PA, Matyas TA, Spencer KI, McGinley RB. Postural control in standing following stroke: test-retest reliability of some quantitative clinical. *Physical Therapy.* 1990 Apr; 70(4):234-43.
81. Paterno M.V., Myer G.D., Ford K.V., Hewett T.E. Neuromuscular Training Improves Single-Limb Stability in Young Female Athletes. *Journal of Othopedics and Sports Physical Therapy.* 2004; 34(6):305-316.
82. Arnold BL, Schmitz RJ. Examination of balance measures produced by the biodex stability system. *J Athl Train.* 1998 Oct;33(4):323-7.
83. Pincivero DM, Bachmeier B, Coelho AJ. The effects of joint angle and reliability on knee proprioception. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1708–12.
84. Boerboom AL, Huizinga MR, Kaan WA, Stewart RE, Hof AL, Bulstra SK, Diercks RL. Validation of a method to measure the proprioception of the knee. *Gait Posture.* 2008 Nov;28(4):610-4.
85. Nobori H, Maruyama H, Takahashi N, Saito K. Development of a new apparatus for measuring proprioception of the knee joint: reliability of measurement values. *Rigakuryoho Kagaku* 2004;19:299–303.
86. Pincivero DM, Bachmeier B, Coelho AJ. The effects of joint angle and reliability on knee proprioception. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1708–12.

87. Kiefer G, Forwell L, Kramer J, Birmingham T. Comparison of sitting and standing protocols for testing knee proprioception. *Physiother Can.* 1998;50:30–4.
88. Kramer J, Handfield T, Kiefer G, Forwell L, Birmingham T. Comparisons of weight-bearing and non-weight-bearing tests of knee proprioception performed by patients with patello-femoral pain syndrome and asymptomatic individuals. *Clin J Sport Med* 1997;7:113–8.
89. Ageberg E, Flenhagen J, Ljung J. Test-retest reliability of knee kinesthesia in healthy adults. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007 Jul 3;8:57.
90. Czaplicki A, Jarocka M, Walawski J. Isokinetic Identification of Knee Joint Torques before and after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *PLoS One.* 2015 Dec 8;10(12).
91. Noh JW et al. Analysis of isokinetic muscle strength for sports physiotherapy research in Korean ssireum athletes. *J Phys Ther Sci.* 2015 Oct;27(10):3223-6.
92. Hanci E, Sekir U, Gur H, Akova B. Eccentric Training Improves Ankle Evertor and Dorsiflexor Strength and Proprioception in Functionally Unstable Ankles. *Am J Phys Med Rehabil.* 2016 Jan 7.

## **EKLER**

### **EK-1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu**

#### **BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU**

##### **ARAŞTIRMANIN ADI:**

Genç erişkinlerde denge ve kuvvet egzersizlerinin diz eklemi propriyosepsiyonu üzerine etkisinin incelenmesi

##### **ARAŞTIRMANIN KOLAY ANLAŞILIR ADI:**

Genç erişkinlerde denge ve kuvvet egzersizlerinin diz eklemi propriyosepsiyonu (eklem pozisyon duygusu / derin duyu) üzerine etkisinin incelenmesi

##### **ARAŞTIRMANIN AMACI:**

Bu araştırmanın amacı kuvvet ve denge egzersizlerinin propriyosepsiyon (repozisyonlanma hissi / eklem pozisyon hissi / derin duyu) üzerindeki etkisini incelemek ve spor yaralanmalarının önlenmesinde hangi egzersiz tipinin daha önemli olduğunu ortaya koymaktır.

##### **SORUMLU ARAŞTIRMACI:**

Prof. Dr. Bülent ÜLKAR

##### **ARAŞTIRMANIN YÜRÜTÜLECEĞİ YER:**

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı

## ARAŞTIRMANIN TANITIMI VE KATILIMCI DAVETİ

Sayın gönüllü,

Size doktorunuz tarafından kuvvet ve denge egzersizleri, izokinetik kuvvet ölçümü, denge ölçümü ve aktif-pasif eklem pozisyon hissi ölçümleri hakkında bilgiler verilecektir. Kuvvet ve denge egzersizleri spor yaralanmalarının önlenmesinde önemli kabul edilmektedir. Yaralanma riskinin belirlenmesinde kullanılacak en önemli yöntemlerden birisi aktif-pasif eklem pozisyon hissi ölçümleridir. Yapılacak bu çalışma ile hangi tip egzersiz şeklinin yaralanmaların önlenmesinde daha etkili olduğu saptanmaya çalışılacaktır. Çalışmamızda size 6 hafta süresince haftada 3 veya 4 gün uygulanacak egzersiz programı öncesi ve sonrasında kuvvet ölçümü, denge ölçümü ve propriyosepsiyon (eklem pozisyon duygusu / derin duyu) ölçümü yapılacaktır. Çalışma başında 1 gün klinik değerlendirmeniz yapılacak, kuvvet ve denge egzersizleri, kuvvet ölçümü, denge ölçümü ve propriyosepsiyon ölçümü hakkında bilgilendirileceksiniz. 1 klinik değerlendirme ve oryantasyon günü, 1 egzersizler öncesi ölçüm günü, 20 egzersiz günü ve 1 egzersizler sonrası ölçüm günü olmak üzere toplam 23 gün sonunda sizinle ilgili çalışma sona erecektir.

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilecektir. Çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden 17-25 yaş grubunda 60 genç erişkin sedanter (fiziksel olarak aktif olmayan / sporcu olmayan) erkek birey alınacaktır. Çalışmaya katılacak gönüllüler araştırmacılar tarafından hazırlanacak çeşitli formları (ad-soyad, adres, telefon numarası gibi bilgilerinizin alınacağı formlar) dolduracaklardır. Aynı zamanda gönüllülerin muayenesi yapılacak ve çalışmaya engel bir durumları olup olmadığı tespit edilecektir. Çalışma süresi toplam 23 gündür.

Çalışmada öncelikle size ait bazı bilgiler (yaş, cinsiyet, hastalık öyküsü vb) sorgulacaktır. Boyunuz ve kilonuz ölçülecek ve beden kitle indexiniz (BKİ: Vücut ağırlığınızın boyunuzun karesine bölünmesi ile elde edilen değer) hesaplanacaktır. Çalışmaya engel bir sağlık probleminizin varlığı hastalık öykünüz ve tam fizik muayene ile değerlendirilecektir. Çalışmaya toplam 23 gün katılacaksınız. Bu uygulamalar ile çalışmaya katılacağınız 1.,2. ve 23. gün yaklaşık 1 saat 30 dakika



sürecektir. Egzersiz programlarının uygulandığı günler olan 3.-22. günler yaklaşık 40 dakika sürecektir.

Bu araştırmaya katılıp katılmama kararı verebilmeniz için riskleriniz ve kazançlarınız hakkında yeterli bilgi sahibi olmanız gereklidir. Bu bilgilendirilmiş gönüllü olur formu size bu amaçla bilgi vermek üzere hazırlanmıştır. Aynı zamanda araştırma grubumuzun bir üyesi de size bilgi verecektir. Bu görüşmede araştırmanın bütün yönleri tanıtılacaktır.

## **PROSEDÜRLERİN TANIMLANMASI**

### **1. gün:**

**Klinik Değerlendirme:** Tam bir fizik muayeneden geçirileceksiniz. Takiben ortopedik muayeneniz yapılacaktır.

**Kişisel ve Klinik Verilerin Toplanması:** Çalışmaya katılmayı kabul ederseniz size bir araştırmacı tarafından yaş, cinsiyet, hastalık öyküsü gibi özelliklerin kaydedildiği bir veri formu uygulanacak. Boyunuz ve kilonuz ölçülecek. Bu uygulama yaklaşık 10 dakika sürecektir.

**Oryantasyon Eğitimi:** Yapılacak testler ve egzersiz programları hakkında size bilgi verilecek ve sorularınız cevaplanacaktır.

### **2. gün:**

**Isınma Egzersizi:** Test yapmadan önce vücut ısısının yükseltilmesi amacıyla Monark marka bisiklet ergometrisi ile 50 watt ve 50 devirde 10 dakika ısınma yapılacaktır.

**İzokinetik Kas Kuvveti Ölçümü:** Biodex marka izokinetik dinamometre ile 60 ve 120 derece / saniye hızlarda sırasıyla 5 ve 10'ar tekrar olacak şekilde her iki dizinizin çevresindeki kasların kuvvetleri ölçülecektir.

**Denge Testi:** Biodex marka denge cihazı ile 20 saniyelik 3 tekrardan oluşan Athletic Single Leg (Atletik tek bacak) test protokolü uygulanacaktır.

**Aktif Eklem Pozisyon Hissi Ölçümü:** Biodex marka dinamometrenin propriyosepsiyon programı kullanılarak yapılacaktır. Bu uygulama sırasında

gözleriniz bir göz bandı ile kapatılacaktır. Kulağınıza *white noise* (beyaz gürültü) adı verilen yumuşak ve sürekli bir ses verilecektir. Kutanöz (deri) duyarlılığı minimize edebilmek için diz eklemimizin altındaki alt ekstremite (uzuv) bölümünü kapsayacak şekilde pnömotik (duyusal duyarlılığı azaltan, şişirilebilen) bir bot uygulanacaktır. Tat duyusu için size meyve aromalı bir şeker verilecek, koku duyusu için sizi rahatsız etmeyecek bir koku kullanılacaktır. Bu teste BIODEX dinamometre koltuğunda, diziniz 90 derece fleksiyonda (katlanmış olarak), oturur pozisyondayken başlanacaktır. Sizden diz eklemimizi her açı için 3 sefer olmak üzere başlangıç pozisyonundan sırasıyla 45,60 ve 75 derece açılara getirmeniz istenecektir. Doğru açığa geldiğinizde alet dizinizi belirtilen açılarda 10 saniye bekletecektir. Sürenin sonunda dizinizi tekrar başlangıç pozisyonuna getireceksiniz. İkinci turda sizden dizinizi tekrar aynı açığa getirmeye çalışmanız ve doğru yere geldiğini düşündüğünüzde elinize verilen butona basmanız istenecektir. Butona bastığınız noktadaki açı alet tarafından kaydedilecektir.

**Pasif Eklem Pozisyon Hissi Ölçümü:** Biodex marka dinamometrenin propriyosepsiyon programı kullanılarak yapılacaktır. Bu uygulama sırasında gözleriniz bir göz bandı ile kapatılacaktır. Kulağınıza *white noise* (beyaz gürültü) adı verilen yumuşak ve sürekli bir ses verilecektir. Kutanöz (deri) duyarlılığı minimize edebilmek için diz eklemimizin altındaki alt ekstremite (uzuv) bölümünü kapsayacak şekilde pnömotik (duyusal duyarlılığı azaltan, şişirilebilen) bir bot uygulanacaktır. Tat duyusu için size meyve aromalı bir şeker verilecek, koku duyusu için sizi rahatsız etmeyecek bir koku kullanılacaktır. Bu teste BIODEX dinamometre koltuğunda, diziniz 90 derece fleksiyonda (katlanmış olarak), oturur pozisyondayken başlanacaktır. Sizden diz eklemimizi her açı için 3 sefer olmak üzere başlangıç pozisyonundan sırasıyla 45,60 ve 75 derece açılara getirmeniz istenecektir. Doğru açığa geldiğinizde alet dizinizi belirtilen açılarda 10 saniye bekletecektir. Sürenin sonunda dizinizi tekrar başlangıç pozisyonuna getireceksiniz. İkinci turda alet dizinizi tekrar aynı açığa getirmek üzere hareket etmeye başlayacaktır. Doğru yere geldiğini düşündüğünüzde elinize verilen butona basmanız istenecektir. Butona bastığınız noktadaki açı alet tarafından kaydedilecektir.

### **3.-22. günler arası:**

**Kuvvet Egzersizleri:** AÜTF Spor Hekimliği Anabilim Dalı Egzersiz Salonundaki serbest ağırlıklar ve ağırlık cihazları kullanarak diz çevresindeki kasları çalıştıracak egzersizler yapılacaktır. Bu egzersizler yaklaşık 40 dakika sürebilir.

**Denge Egzersizleri:** AÜTF Spor Hekimliği Anabilim Dalı Egzersiz Salonundaki denge tahtası (Alt yüzünde orta noktada yarım küre şeklinde küçük bir çıkıntısı olan düz bir dairenin üzerinde egzersiz yapmaya yarayan alettir), step tahtası (Ardışık basamak inip çıkma hareketinin yapıldığı egzersiz aletidir), BOSU (bir yüzeyi düz, bir yüzeyi yuvarlak bir denge aracı çeşidi) ve trambolin (sıçrama egzersizlerinde kullanılan bir denge aleti) gibi ekipmanlar kullanılarak egzersizler yapılacaktır. Bu egzersizler yaklaşık 40 dakika sürebilir.

### **23. gün:**

İkinci gün yapılan izokinetik kas kuvveti testi, denge testi ve aktif-pasif eklem pozisyon hissi testleri tekrarlanacaktır.

## **RİSKLER VE GÜÇLÜKLER**

**Muayene ve Uygulamalar:** Bu çalışma sırasında yapılacak işlemler ile ilgili sizinle konuşulacak ve size çeşitli testler (izokinetik kas kuvveti testi, denge testi, aktif-pasif eklem pozisyon hissi ölçümleri) uygulanacaktır. Bu testlerin herhangi bir hastalığa yol açma riski bulunmamaktadır. Bisiklet ile yapılacak ısınma egzersizi sizi biraz yoracak ve terletecektir, fakat herhangi bir olumsuz etki yaratmayacaktır. Size uygulanacak testlerden izokinetik kas kuvveti ölçümü sırasında biraz yorgunluk hissedebilirsiniz, bu durumda istediğiniz zaman testi yarıda bırakıp çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Denge testi sırasında dengenizi kaybedebilirsiniz, böyle bir durumda cihazın güvenlik kollarına tutunabilirsiniz. Aynı zamanda bir gözlemci sizi izliyor olacağından düşme riskiniz bulunmamaktadır. Aktif ve pasif eklem pozisyon hissi testleri yorgunluk oluşturmeyen, çok az miktarda kas kuvvetinin yeterli olduğu testlerdir. Fakat sizi rahatsız eden bir durum olduğunda gözlemci araştırmacıya durumu bildirebilir ve istediğiniz anda testi yarıda bırakabilirsiniz.

## **YARARLARI**

Uygulanacak çalışma ile elde edilecek sonuçlarla sportif yaralanmaların önlenmesinde kuvvet ve denge egzersizlerinden hangisinin daha etkili olduğu tespit edilecektir. Çalışma sonuçları bir önleyici tedavi modalitesi olarak egzersizin kullanımında yol gösterici olacaktır.

## **ÇALIŞMANIN MASRAFLARI**

Çalışmanın size ya da sosyal güvenlik kurumunuza herhangi bir mali yükü bulunmamaktadır. Araştırmada kullanılacak Biodex marka izokinetik dinamometre, pnömatik bot, göz bandı Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalında bulunmakta olup bunlardan faydalanılacaktır. Ek bir maliyet gerekmemektedir. Gönüllülere 1 çalışma günü için Ulaşım(gidiş-dönüş) 10 TL+ Yemek (öğle yemeği) 10 TL = 20 TL verilecektir. Bütün masraflar çalışma ekibi tarafından karşılanacaktır.

## **GİZLİLİK**

Bu çalışmada sağlanan tüm bilgiler gizli tutulacak ve sadece araştırmacıların bilgisine sunulacaktır. Bu çalışmadan herhangi bir rapor veya yayın yapılması halinde okuyucuların sizleri tanımalarına yol açacak bilgilere yer verilmeyecektir.

## **GÖNÜLLÜ KATILIM**

Çalışmaya katılmamayı da seçebilirsiniz. Eğer kabul ederseniz çalışma süresince herhangi bir zamanda ayrılma isteğiniz olumlu karşılanacaktır. Katılmamayı veya ayrılmayı seçmeniz halinde doktorlarımız ve hastanemiz ile olan ilişkileriniz bu durumdan hiçbir şekilde etkilenmeyecektir.

## **ÇALIŞMADAN ÇIKARILMA**

Tıbbi ya da ruhsal durumunuz nedeni ile tedavi ekibi tarafından araştırmadan çıkarılmanız planlanabilir.

## SORULAR

Bu formda bazı tıbbi tanımlar kullanılmıştır. Lütfen anlamadığınız herhangi bir konu hakkında soru sormaktan çekinmeyiniz ve karar vermeden önce bu formu dikkatlice ve istediğiniz sürece inceleyiniz.

Konuyla ilgili başka sorunuz varsa proje yardımcı araştırmacı Dr. Burak FARİZ'i 0(555) 867 37 34 no'lu telefondan dilediğiniz zaman arayabilirsiniz.

Formun imzalı bir kopyası size verilecektir.

## İZİN ONAYI

Ben \_\_\_\_\_ toplam 7 (yedi) sayfadan oluşan bu formu okudum. Formun içeriğinde açıklanan çalışmanın özelliklerini tamamen anladım. Bu çalışmanın temel prensipleri, olası zararları, tarafıma ayrıntılı olarak açıklandı ve sorularım yanıtlandı. Kendi özgür irademle, "Genç erişkinlerde denge ve kuvvet egzersizlerinin diz eklemi propriyosepsiyonu üzerine etkisinin incelenmesi" adlı çalışmaya gönüllü hasta grubu üyesi / kontrol grubu üyesi olarak katılmayı kabul ettiğimi ve bu formun bir kopyasının bana verildiğini aşağıdaki imzama beyan ederim.

GÖNÜLLÜ ADI SOYADI:

İmza:

Tarih:

Proje yürütücüsünün ya da bilgilendirilmiş onayı alan kişinin

Adı Soyadı:

İmza:

Tarih:

## **EK-2: Sosyodemografik –Klinik Bilgi Formu**

### **SOSYODEMOGRAFİK-KLİNİK BİLGİ FORMU**

Tarih :  
Adı – Soyadı :  
TC Kimlik No :  
Adres :  
Tel.no :  
1. Cinsiyeti :  
2. Doğum tarihi :  
3. Kilo :  
4. Boy :  
5. Beden Kitle İndeksi :  
6. Dominant Alt Ekstremitte :  
7. Önceki yaralanma(lar) :  
8. Geçirdiği önemli hastalıklar :  
9. Sürekli kullandığı ilaçlar :  
FİZİK MUAYENE :