

T.C
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI

DİNAMİK DİZ VALGUSU OLAN PATELLOFEMORAL AĞRI
SENDROMLU HASTALARDA KALÇA KUVVETLENDİRME
EGZERSİZLERİ İLE PATELLAR BANTLAMANIN AĞRI,
FONKSİYON VE DENGeye ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Gizem GÜNENDİ

İSTANBUL 2023

T.C
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI

DİNAMİK DİZ VALGUSU OLAN PATELLOFEMORAL AĞRI
SENDROMLU HASTALARDA KALÇA KUVVETLENDİRME
EGZERSİZLERİ İLE PATELLAR BANTLAMANNIN AĞRI, FONKSİYON VE
DENGEYE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Gizem GÜNENDİ

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. DİLBER KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU

İSTANBUL 2023

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

16/06.2023

DOKTORA TEZ SAVUNMA ONAY FORMU

Program Adı:	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Doktora Programı
Öğrencinin Adı Soyadı:	Gizem GÜNENDİ
Tezin Adı:	Dinamik Valgusu Olan Patellofemoral Ağrı Sendromlu Hastalarda Kalça Kuvvetlendirme Egzersizleri ile Patellar Bantlamanın Ağrı, Fonksiyon ve Dengeye Etkisi
Tez Savunma Tarihi:	16.06.2023

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Dr. Öğr. Üyesi Fatma Elif ÇETİN
Enstitü Müdürü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Doktora tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmza
Tez Danışmanı	Doç. Dr. Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU	Bahçeşehir Üniversitesi	
Tez İzleme Komitesi Üyesi (Kurum İçi)	Doç. Dr. Hasan Kerem ALPTEKİN	Bahçeşehir Üniversitesi	
Tez İzleme Komitesi Üyesi (Kurum Dışı)	Doç. Dr. Yıldız ANALAY AKBABA	İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa	
Üye (Kurum İçi)	Dr. Öğr. Üyesi Hazal GENÇ	Bahçeşehir Üniversitesi	
Üye (Kurum Dışı)	Doç. Dr. Göksel DİKMEN	Acıbadem Üniverstesi	



Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.

Ad, Soyad : Gizem GÜNENDİ
İmza :

ÖZ

DİNAMİK DİZ VALGUSU OLAN PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMLU HASTALARDA KALÇA KUVVETLENDİRME EGZERSİZLERİ İLE PATELLAR BANTLAMANNIN AĞRI, FONKSİYON VE DENGEE ETKİSİ

Günendi, Gizem

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Doktora Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU

Haziran 2023, 64 sayfa

Bu çalışmanın amacı dinamik diz valgusu (DDV) ve patellofemoral ağrı sendromu (PFAS) olan hastaların tedavisinde kalça ve diz güçlendirme egzersizleri ile Mulligan rijit bantlamanın etkinliğini incelemektir. Çalışmaya dahil edilen DDV ve PFAS olan otuz dört hasta randomize olarak eşit sayıda deney grubu (DG) ve kontrol grubu (KG) olarak ikiye ayrıldı. Her iki grubada 6 hafta boyunca haftada 3 gün fizyoterapist eşliğinde egzersiz programı uygulandı. DG'na ayrıca egzersizlere ek olarak bantlama uygulaması da yapıldı. Diz fonksiyonu (Ön Diz Ağrısı Skalası-AKPS), ağrı (Visual Analog Scale-VAS), frontal plan projeksiyon açısı (FPPA), kas kuvveti (kalça ekstansiyonu, kalça abduksiyonu, kalça dış rotasyonu, diz ekstansiyonu), kalça eklemi hareket açıklığı (iç ve dış rotasyon), patellar tilt, Q açısı ve dinamik denge her iki grup için başlangıçta ve altıncı haftanın sonunda değerlendirildi. DG'nda 17 hasta (ortalama yaş:28,35±5,23), KG'nda 17 hasta (ortalama yaş:27,76±5,83) çalışmayı tamamladı. Her iki grubun tüm değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Gruplar arasında ölçülen değerlerdeki 6 haftalık değişim karşılaştırıldığında dinamik denge, kas kuvvetleri ve hareket açıklığında anlamlı fark bulunmazken, VAS, AKPS ve FPPA değerlerinde DG lehine anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Bu sonuçlara göre kalça ve diz güçlendirme egzersizlerinin DDV ve PFAS'lu hastalarda kullanılabilecek etkili bir yöntem olduğu ancak bantlama ile birlikte uygulandığında daha etkili sonuçlar verdiği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Dinamik Diz Valgusu, Patellofemoral Ağrı, Bantlama, Nöromuskuler kalça kontrolü

ABSTRACT

THE EFFECT OF HIP STRENGTHENING EXERCISES AND PATELLAR TAPING ON PAIN, FUNCTION, AND BALANCE IN PATIENTS WITH DYNAMIC KNEE VALGUS AND PATELLOFEMORAL PAIN SYNDROME

Günendi, Gizem

PhD Program in Physiotherapy and Rehabilitation

Supervisor: Assoc. Dr. Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU

June 2023, 64 page

The aim of this study is to examine the effectiveness of hip and knee strengthening exercises and Mulligan rigid taping in the treatment of patients with dynamic knee valgus (DKV) and patellofemoral pain syndrome (PFPS). Thirty-four patients with DKV and PFPS were randomly assigned to experimental group (EG) and control groups (CG) (n=1:1). Both groups received same exercise programe, under the supervision of the physiotherapist, three times a week for 6-weeks. EG also received taping aplication with the exercise for 6-weeks. Knee function (Anterior Knee Pain Scale-AKPS), pain (Visual Analog Scale-VAS), frontal plane projection angle (FPPA), muscle strength (hip extension, hip abduction, hip external rotation, knee extension), hip joint range of motion (internal and external rotation), patellar tilt, Q-angle, and dynamic balance were evaluated for both groups at baseline and at the end of the sixth week. Seventeen patients (mean age:28.35±5.23) in the EG and 17 patients (mean age:27.76±5.83) in the CG completed the study. Statistically significant differences were found in all values of both groups ($p<0.05$). When comparing the 6-week changes in the measured values between the groups, no significant differences were found in dynamic balance, muscle strengths, and range of motion, while significant differences were found in VAS, AKPS, and FPPA values in favor of EG ($p<0.05$). According to these results, hip and knee strengthening exercises were found an effective method that can be used in patients with DKV and PFS, but they yield more effective results when applied in conjunction with taping.

Key Words: Dynamic Knee Valgus, Patellofemoral Pain, Taping, Neuromuscular hip control





Canım aileme ithafen...

TEŞEKKÜR

Doktora dönemi boyunca destek olan ve tez çalışmam süresince gösterdiği hoşgörü, verdiği bilimsel destek ve benim için her zaman örnek bir akademisyen olan çok kıymetli hocam Doç. Dr. Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU'ya, tez dönemi sürecinde hastalara ulaşmamı sağlayan Yeni Yüzyıl Üniversitesi Gaziosmanpaşa Hastanesi Fizik Tedavi ve Ortopedi Hekimlerine, tez dönemi sürecinde desteğini esirgemeyen değerli hocam Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Mehmet ÜNAL'a, doktora süresince katkılarından dolayı Bahçeşehir Üniversitesi'nin değerli akademisyenlerine, tez izlem komitesine ve değerli jüri üyelerine, bu süreçte her zaman yanımda olan canım dostlarıma ve çalışma arkadaşlarıma, sınırsız destek sunan canım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
İTHAF	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
Bölüm 1: Giriş.....	1
Bölüm 2: Literatür Özeti	4
2.1 Patellofemoral Eklem Anatomisi	4
2.2 Patellofemoral Yumuşak Doku Yapılarının Anatomisi	5
2.3 Patellofemoral Biyomekanik	8
2.4 Patellofemoral Ağrı Sendromu.....	11
2.5 Dinamik Diz Valgusu	14
2.6 İki Boyutlu (2D) Video Analiz Yöntemi	20
2.7 Mulligan Diz Bantlama Yöntemi	21
2.8 Nöromusküler Eğitim	22
Bölüm 3: Yöntem.....	26
3.1 Katılımcılar.....	26
3.1.1 Demografik özellikler	26
3.2 Katılımcılar ve Çalışma Tasarımı.....	27
3.3 Kabul ve Red Kriterleri	27
3.3.1 Çalışmaya dahil edilme kriterleri.....	27
3.3.2 Çalışmada dışlanma kriterleri	27
3.4 Değerlendirmeler.....	28
3.4.1 Manuel kas testi	29

3.4.2 Gonyometrik ölçümler	32
3.4.2.1 Q açısı.	32
3.4.2.2 Kalça internal ve eksternal rotasyon açısı.	33
3.4.2.3 Frontal plan projeksiyon açısı.	34
3.4.3 Kujala ölçeği (Anterior knee pain scale)	36
3.4.4 Gürsel analog skalası (VAS).....	36
3.4.5 Y denge testi	37
3.4.6 Ayak postür indeksi (API)	37
3.4.7 Patellar tilt testi	38
3.5 Uygulanan Tedavi Yöntemleri	38
3.5.1 Mulligan rijit uygulaması	38
3.5.2 Quadriceps ve kalça kuvvetlendirme egzersizleri	39
3.6 İstatistiksel İncelemeler	41
Bölüm 4: Bulgular.....	42
4.1 Demografik Özellikler.....	42
4.2 Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Sonuçlarının Değerlendirilmesi	43
4.3 Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Sonuçlarının Değerlendirilmesi..	46
Bölüm 5: Tartışma	52
5.1 Araştırma Sorularının Bulgularının Tartışılması.....	52
5.1.1 Kujala (AKPS) diz fonksiyonu	53
5.1.2 Ağrı	54
5.1.3 FPPA – dinamik valgus	57
5.1.4 Kas kuvveti	59
5.1.5 Dinamik denge.....	60
Bölüm 6: Sonuç ve Öneriler.....	63
6.1 Sonuçlar.....	63
6.2 Öneriler.....	64
KAYNAKÇA.....	65
EKLER.....	79
A. Etik Kurul Onayı	80

B. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	81
C. Değerlendirme Formu.....	84
D. Kujala Skorlaması	87
E. Visual Ağrı Skalası (VAS).....	88



TABLÖLAR LİSTESİ

TABLÖLAR

Tablo 1 Grupların Fiziksel Özellikler Açısından Karşılaştırılması.....	42
Tablo 2 Deney Grubu ve Kontrol Grubu API Değerlerinin Karşılaştırılması	43
Tablo 3 Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Fonksiyon Değerlerinin Karşılaştırılması	43
Tablo 4 Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası VAS Değerlerinin Karşılaştırması	43
Tablo 5 Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası FPPA Değerlerinin Karşılaştırması	44
Tablo 6 Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Kalça İnternal ve Eksternal E.H.A Değerlerinin Karşılaştırması	44
Tablo 7 Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Diz Ekstansiyon, Kalça Abduksiyon, Kalça Ekstansiyon, Kalça Eksternal Rotasyon Kas Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırması	45
Tablo 8 Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Anterior, Posteromedial, Posterolateral Dinamik Denge Değerlerinin Karşılaştırması.....	46
Tablo 9 Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Fonksiyon Değerlerinin Karşılaştırması	46
Tablo 10 Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası VAS Değerlerinin Karşılaştırması	47
Tablo 11 Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası FPPA Değerlerinin Karşılaştırması	47
Tablo 12 Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Kalça İnternal ve Eksternal E.H.A Değerlerinin Karşılaştırması	47
Tablo 13 Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Diz Ekstansiyon, Kalça Abduksiyon, Kalça Ekstansiyon, Kalça Eksternal Rotasyon Kas Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırması	48
Tablo 14 Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Anterior, Posteromedial, Posterolateral Dinamik Denge Değerlerinin Karşılaştırması.....	49

Tablo 15 Grupların Kujala, VAS ve FFPA Kas Gücü ve Dinamik Denge Açısından Karşılaştırması	49
--	----



ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİLLER

Şekil 1 Patellanın Önden Görüntüsü	4
Şekil 2 Medial Patellofemoral Ligament	7
Şekil 3 Q Açısının Ölçümünü Gösteren Çizim	9
Şekil 4 Aralarında Alfa (α) Açısı Bulunan Eşit İki Kuvvetin Bileşkesi	10
Şekil 5 Dinamik Valgus	15
Şekil 6 Akış Şeması	28
Şekil 7 Kalça Eksternal Rotasyon Kuvvet Ölçümü	29
Şekil 8 Kalça Abdüksiyon Kuvvet Ölçümü	30
Şekil 9 Kalça Ekstansiyon Kas Kuvvet Ölçümü	31
Şekil 10 Diz Ekstansiyon Kas Kuvvet Ölçümü	32
Şekil 11 Q Açısı Ölçümü	33
Şekil 12 Kalça İnternal Rotasyon Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü (A), Eksternal Rotasyon Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü (B)	34
Şekil 13 Frontal Plan Projeksiyon Açısı	35
Şekil 14 Y Denge Testi	37
Şekil 15 Ayak Postür İndeksi	38
Şekil 16 Mulligan Rijit Bant Uygulaması	39
Şekil 17 1. ve 2. Hafta Egzersiz Programı	40
Şekil 18 2. ve 3. Hafta Egzersiz Programı (6 ve 10. Seanslar)	40
Şekil 18 3. ve 4. Hafta Egzersiz Programı (6 ve 10. Seanslar)	40
Şekil 20 5. ve 6. Hafta Egzersiz Programı (15 ve 18. Seanslar)	41

KISALTMALAR LİSTESİ

2D	İki Boyutlu
3D	Üç Boyutlu
ACL	Anterior Cruciate Ligament
AKPS	Kujala Ölçeği (Anterior Knee Pain Scale)
API	Ayak Postür İndeksi
BT	Bilgisayarlı Tomografi
cm	Santimetre
DDV	Dinamik Diz Valgusu
DF	Dorsifleksiyon
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
FBSA	Femoral Boyun Şaft Açısı
FPPA	Fonksiyonel Patellofemoral Aks Açısı
Gmed	Gluteus Medius
ICC	Interclass Correlation Coefficient
kg	Kilogram
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
MPFL	Medial Patellofemoral Ligament
MRI	Magnetic Resonance Imaging
MWM	Mobilization With Movement

ÖÇB	Ön Çapraz Bağ
PFAS	Patellofemoral Ağrı Sendromu
PNF	Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon
SEM	Standart Error of Measurement
SİAS	Spina Iliaca Anterior Superior
SS	Standar Sapma
ST	Semptomatik Taraf
TBÜÇT	Tel Bacak Üzerine Çömelme Testi
TT	Tibial Torsiyon
TT-TG	Tibial Tüberozite-Troklear Oluk
VAS	Vizuel Analog Skala
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
VMO	Vastus Medialis Obliquus

Bölüm 1

Giriş

Kalçanın anatomik eklem yapısı üst düzey kemik stabilitesi sağlarken, eklem hareketi oluşturmak ve dinamik stabilite sağlamak için bir grup kas ile desteklenmektedir. Kalça bölgesindeki kasların performansında sorun olduğunda, kalça eklemi de farklı hareket düzlemlerinde işlev bozukluğu gösterebilir (Wyndow ve diğ., 2018). Anormal femur hareketleri, alt ekstremité kinematiği üzerinde doğrudan etkide bulunarak bazı yumuşak doku bölgelerini zorlayabilir. Ağırılık verme sırasında kalçanın internal rotasyona ve aşırı addüksiyona gelmesi, dizin merkezinin de mediale kaçmasına dinamik diz valgusu (DDV) denir (Ishida ve diğ., 2014). DDV femurun internal rotasyonu ve addüksiyonu ile eş zamanlı kontralateral pelvis düşüşünü içeren bir biyomekanik deviasyondur. Dizin aşırı mediale kaçmasının kas güçlerinde azalma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir ve anterior cruciate ligament (ACL) yaralanması ve patellofemoral eklem disfonksiyonu da dahil olmak üzere sayısız diz yaralanması ile ilişkilendirilmiştir (Gwynne ve Curran, 2018; Ishida ve diğ., 2014). Aşırı kalça addüksiyonu DDV'ye neden olur. Bu nedenle, aşırı kalça addüksiyonunun diz valgusunu sınırlayan yumuşak dokuları (yani, medial kollateral bağ, medial patellofemoral bağ ve ACL) zorlaması beklenir.

Patellofemoral Ağrı Sendromu (PFAS), patellofemoral ekleme ağırılık verilen aktiviteler sırasında, anterior ya da retropatellar ağrı ile sonuçlanan ve görülme sıklığı oldukça yüksek bir patolojidir (Boling ve diğ., 2010). PFAS'nin, patellanın laterale kayması ile meydana geldiği düşünülmesine rağmen, daha sonra birçok faktörün bu duruma katkı sağladığı ortaya çıkarılmıştır (Petersen ve diğ., 2014). Ağırılık verilen aktiviteler sırasında, diz fleksiyon durumundayken diz içinde ya da çevresinde yoğunlaşan ağrı PFAS'nin ana semptomudur. Bu durum, uzun süreli oturma veya merdiven inme ile daha da kötüleşir. En önemli fizik muayene bulgusu çömelme ile ağrıdır. Bir hastanın yürüyüşünü, duruşunu ve ayakkabılarını incelemek, katkıda bulunan nedenleri belirlemeye yardımcı olabilir. Patellofemoral ağrı sendromu için, kadın cinsiyet, Quadriceps kas zayıflığı, dinamik valgus, ayak anormallikleri, fiziksel aktivite seviyesinde aşırı kullanım veya ani artış, patellar instabilite, koşma, çömelme ve merdiven inme aktiviteleri risk faktörleri arasında sayılır (Boling ve diğ., 2010; Petersen ve diğ., 2014).

PFAS'li hastalarda kısa ve uzun vadeli ağrının iyileştirilmesinde egzersiz terapileri en etkili tedavi yöntemidir (Peters ve Tyson, 2013). Aktif patellofemoral ağrısı olan hastalarda mevcut olabilecek spesifik hareket modellerine ilişkin çelişkili veriler mevcuttur; ancak, kalça adduksiyonunu ve iç rotasyonu eksantrik olarak kontrol edememe, genellikle iniş, çömelme ve koşma sırasında görülen daha büyük dinamik alt ekstremité valgusuna yol açabilir. Proksimal mekanizmalar, sayısız karmaşık hareket sırasında diz yükünü kontrol etmek ve telafi etmek için nöromüsküler kontrol stratejilerinde önemli bir rol oynayabilir. Nöromüsküler eğitim, kalça kinematığını ve kinetiğini olumlu yönde değiştirir (Chappell ve Limpisvasti, 2008).

Mulligan konsepti, fizyoterapist Brian Mulligan tarafından geliştirilmiştir. Maitland, McKenzie, Kaltenborn yaklaşımlarından etkilenmiş ve bu pasif mobilizasyon teknikleriyle, pilates, proprioseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF) ve kinetik kontrol gibi aktif yöntemleri harmanlamıştır (McDowell ve diğ., 2014). Teknikler fonksiyonel pozisyonda uygulanır, böylece kazanımların günlük yaşam aktivitelerine yönelik uzun vadeli olmasını hedefler. Ağrısız ve güvenli bir yaklaşımdır (Vicenzino ve diğ., 2007). Yeni bir manuel terapi yaklaşımı olan Mulligan Konsepti ülkemizde 2005 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Teknik eklem kayma problemlerine veya pozisyonel hatalara yöneliktir. Genel prensibi; eklemi yeniden pozisyonlayarak hareket restorasyonu sağlamaktır. Klinik Rijit bant, eklem problemlerinde fonksiyonu arttırmak, ağrıyı azaltmak, kas ve diğer yumuşak doku problemlerinde kası desteklemek ve iyileşmeyi hızlandırmak için kullanılan klinik bantlama yöntemidir (McDowell ve diğ., 2014; Vicenzino ve diğ., 2007).

Dinamik denge, diz eklemine binen stresi artıran aktiviteler gerçekleştirilirken, gövde de hızlı pozisyon değişiklikleri için motor sistemin uygun reaksiyonlara sahip olma yeteneğini ifade eder. Dinamik stabilite, vücudun çeşitli pozisyonlarında yörüngeyi muhafaza etme yeteneği olarak tanımlanabilir. Stabil bir dik duruş pozisyonunda ilgili kısımlardaki kaymaya bağlı olarak nöromüsküler sistem tarafından kontrol edilir. Ağrı ayrıca patellofemoral ağrılı bireylerde dinamik dengeyi etkileyebilir. Vücudun nöromüsküler sisteminin kontrolündeki eksiklik, alt ekstremitenin dinamik stabilitesini etkileyebilir ve bu da tibiofemoral veya patellofemoral eklemlerde yaralanmaya yol açabilir (Zazulak ve diğ., 2007). Mulligan diz bantlama yöntemi, Patellofemoral ağrıda bir faktör olan kalça rotasyonunu

değiştirerek patellar kaymayı dolaylı olarak düzeltmeyi amaçlayan alternatif bir tekniktir.

Çalışmamızda literatürde kanıt düzeyi en yüksek tedavi yöntemi olan kalça kuvvetlendirme ve quadriceps kuvvetlendirme egzersizlerine Mulligan diz bantlama tekniğini ekleyerek, kalçanın internal rotasyonunu ve dizin adduksiyonunu azaltarak DDV'yi azaltmayı hedefliyoruz. Bugüne kadar yapılan randomize kontrollü çalışmaların sonucunda yayınlanan sistematik derlemeler ve klinik uygulama kılavuzları kalça ve kuadriceps odaklı egzersizlerin dinamik valgusu tedavisinde kanıt düzeyi en yüksek tedavi yöntemleri olduğunu bildirmektedir.

Çalışmamızda kalça ve quadriceps egzersizlerine ek olarak Mulligan bantlamanın patellofemoral ağrı, fonksiyonel düzey, denge ve dinamik valgusa etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmamızın hipotezleri aşağıda sıralanmıştır:

H1-1: Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrılı hastalarda egzersiz tedavisi ile birlikte uygulanan Mulligan bantlama ağrıyı azaltmada egzersiz tedavisinden daha etkilidir.

H1-2: Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrılı hastalarda egzersiz tedavisi ile birlikte uygulanan Mulligan bantlama dinamik diz valgusunu azaltmada egzersiz tedavisinden daha etkilidir.

H1-3: Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrılı hastalarda egzersiz tedavisi ile birlikte uygulanan Mulligan bantlama fonksiyonu artırmada egzersiz tedavisinden daha etkilidir.

H0-1: Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrılı hastalarda egzersiz tedavisi ile birlikte uygulanan Mulligan bantlama ağrıyı azaltmada egzersiz tedavisinden daha etkili değildir.

H0-2: Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrılı hastalarda egzersiz tedavisi ile birlikte uygulanan Mulligan bantlama dinamik diz valgusun azaltmada egzersiz tedavisinden daha etkili değildir.

H0-3: Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrılı hastalarda egzersiz tedavisi ile birlikte uygulanan Mulligan bantlama fonksiyonu azaltmada egzersiz tedavisinden daha etkili değildir.

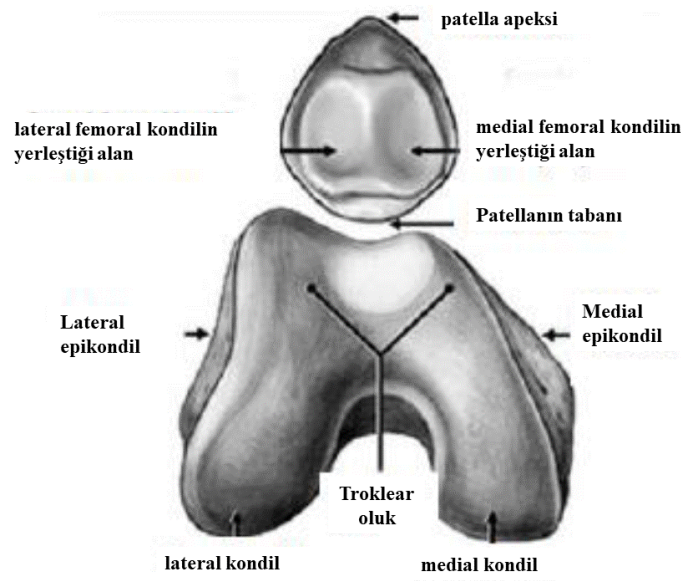
Bölüm 2

Literatür Özeti

2.1 Patellofemoral Eklem Anatomisi

Patella, insan vücudunun en büyük sesamoid kemiğidir ve femurla birlikte patella oluğu patellofemoral eklemi oluşturur (Baumann ve diğ., 2019; Sherman ve diğ., 2014). Eklem yüzeyi, distal patellar tendon için giriş yeri görevi gördüğünden, patellanın yalnızca üst üçte ikisinde bulunur. Distal patellanın ekstraartiküler kısmı olarak patellar tendona bağlanır. Üç medial ve üç lateral faset, diz fleksiyondayken femoral oluk ile eklem yapar. Alt yüzeyin medial sınırındaki tek faset, patellanın doksan derecenin üzerinde dönmesi nedeniyle derin diz fleksiyonu sırasında yalnızca medial femoral kondil ile eklem yapar. Patellayı besleyen kan temini, patellayı çevreleyen bir anastomoz halkası oluşturan karmaşık bir arteriyel pleksustan oluşur (Pang ve diğ., 2009).

Patellar eklem kıkırdağı vücuttaki en kalın kıkırdaktır ve 7 mm'ye kadar ulaşır (Baumann ve diğ., 2019). Patella kıkırdağı eksenel düzlemde sagittal düzleme kıyasla çok daha fazla uyumluluğa sahiptir ve bu da eklem kayma kabiliyetine katkıda bulunur. Kıkırdak konturu her zaman altındaki subkondral kemiği takip etmez (Grelsamer ve Weinstein, 2001).



Şekil 1 Patellanın Önden Görüntüsü

Patellar eklem yüzeyinin karşısında bulunan troklea, femoral sulkusun lateral ve medial fasetlerinden oluşur. Femurun patellar fasetleri, patellar oluk, femoral sulkus gibi farklı isimlerle de literatürde geçmektedir (Sherman ve diğ., 2014). Bu patellar oluşun kıkırdak yüzeyi, lateral ve medial femoral kondillerin eklem yüzeyini birleştirir ve diz fleksiyonu sırasında patellanın dizilimini sağlar. Troklea proksimalden distale doğru derinleşir (Fox ve diğ., 2012).

Troklea, distal femurun ön yüzünden oluşur (Baumann ve diğ., 2019; Sherman ve diğ., 2014). İlişkili medial ve lateral fasetleri olan merkezi bir troklear oluktan oluşur ve bu oluk 2-3 mm eklem kıkırdığı ile kaplıdır (Fox ve diğ., 2012). Oluktaki eklem kıkırdığı, troklear fasetlere göre daha kalın yapıdadır. İnterkondiler kıkırdak yüzeyinin en derin kısmı femoral trokleanın kemik konturunun en derin konkavitesine göre %63,3 medial, %13,3 lateral ve %23,3 uyumlu yerleşimlidir. Patellada olduğu gibi, lateral faset daha büyüktür ve medial fasetten daha proksimale doğru uzanır. Distale doğru hareket ettikçe troklear oluk derinleşir ve femoral çentikte sonlanmadan önce uzaklaşır. Fasetler medial ve lateral femoral kondillere doğru geçiş yapar (Baumann ve diğ., 2019).

2.2 Patellofemoral Yumuşak Doku Yapılarının Anatomisi

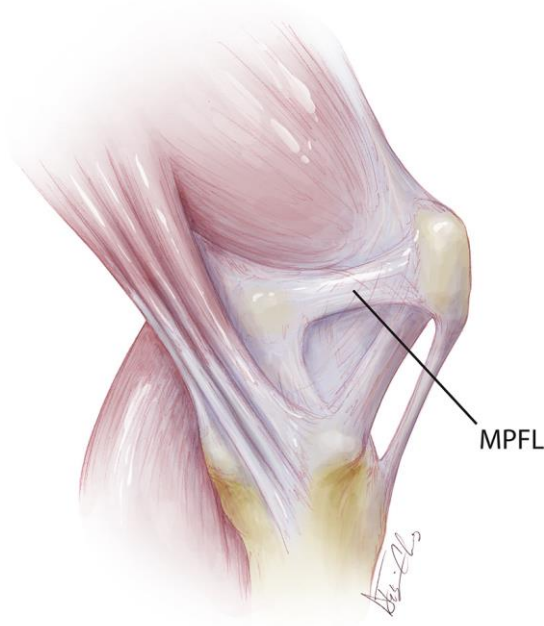
Patella, fasya latanın derinliklerinde quadriceps tendonunun içine doğru sıkıca tutunmuştur (Şekil 1). Quadriceps tendonunun ve patellar ligamentin lifleri patellanın dorsal yüzü üzerinde iken, quadriceps tendonunun medial ve lateral uzantıları medial ve lateral patellar retinakula ile karışır (Fox ve diğ., 2012). Quadriceps mekanizması, dinamik patellofemoral eklem stabilitesine önemli bir katkı sağlar. Bu mekanizma rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius kasları tarafından oluşturulur (Baumann ve diğ., 2019; Sherman ve diğ., 2014; Fox ve diğ., 2012).

Patellar tendon, kuvveti kemikten tendona ve kemiğe ileten bir kas-iskelet dokusudur. Patellar bağ, aynı zamanda ekstraselüler matriks bileşenlerinden oluşan bir tendon kılıfı ile çevrili uzunlamasına tendon eksenine paralel dizilmiş, yoğun şekilde kollajen lif demetlerinden oluşan fibröz bağ dokusundan oluşur (Fox ve diğ., 2012). Patellar tendon, patellanın distal ucunun ön yüzünden köken alır ve tibial tüberküle yapışır.

Patellanın alt ucundan çıkan patellar tendonun ortalama uzunluğu 4,6 cm (3,5 cm–5,5 cm), genişliği ise 24 mm ile 33 mm arasındadır (Sherman ve diğ., 2014). Yerleşimi, tibianın uzun eksenine göre hafifçe lateralize edilmiş tibial tüberkül üzerinde bulunur. Patellar tendonun arka kısmını eklemin sinovyal zarından ayıran yapı infrapatellar yağ yastığı olarak bilinir, bir bursa bu tendonu tibiadan daha distale doğru ayırır (Fox ve diğ., 2012).

Medial yumuşak dokular arasında vastus medialis obliquus (VMO), medial patellofemoral ligament (MPFL), medial patellotibial ligament ve medial retinakulum bulunur (Şekil 2). VMO, patellanın lateral takibine yönelik birincil dinamik stabilizatör olduğu için patella mekaniğine katkıda bulunan en önemli kaslardan biridir (Sherman ve diğ., 2014). MPFL, parapatellar retinakulum ve yüzeyel medial kollateral bağ ile ikinci doku tabakasında bulunur (birinci doku tabakası krural fasyadır ve üçüncü doku tabakası diz eklemi kapsülü ve derin medial bağdır) (Fox ve diğ., 2012). MPFL'nin vastus medialis obliquus'un (VMO) derin yönüne yakın bağlanması, akut patellar lateral çıkıklarda hem bağ hem de kası hasara duyarlı hale getirir. MPFL'nin ebatı değişkindir, ortalama uzunluğu 59 mm, genişliği 12 mm ve kalınlığı 0,44 mm'dir (Fox ve diğ., 2012).

VMO hipoplazisi veya displazisi, dinamik patella instabilitesinin ana nedenidir. VMO güçlendirme, birçok patellofemoral bozukluk için rehabilitasyonun temel dayanağıdır. MPFL, lateral patellofemoral translasyon için birincil pasif stabilizatördür. MPFL, 0° ila 30° fleksiyonda iken patellanın lateral yer değiştirmesine %60'a kadar kısıtlama sağlar ve patellar stabilitenin korunması için hayati önem taşır (Sherman ve diğ., 2014). MPFL gevşekliği, konjenital anormalliklerin veya patellanın travmatik olarak lateral subluksasyonu veya dislokasyon olaylarının sonucu gelişebilir.



Şekil 2 Medial Patellofemoral Ligament (Sherman ve diğ., 2014)

Patellanın lateral stabilizasyonunu sağlayan yumuşak dokular, çok sayıda katmandan oluşur, sıklıkla yüzeysel ve derin katmanlara ayrılır. Yüzeysel tabaka oblik lateral retinakulumdan oluşurken, derin tabaka oblik ve enine liflerden, özellikle patellotibial banttı ve epikondilopatellar bantlardan oluşur (Baumann ve diğ., 2019; Sherman ve diğ., 2014).

Lateral retinakulum, patellanın lateral translasyonunun önemli bir sekonder stabilizatörüdür. Medial yumuşak doku gerginliklerinin kaybına bağılı oluşan patella instabilitesi durumunda, izole cerrahi lateral salma operasyonu lateral patella instabilitesini kötüleştirebilir ve/veya iatrojenik medial patella instabilitesine neden olabilir. Lateral retinaküler gerginlik, patellofemoral ağrının yaygın bir nedenidir. Bu, patellanın lateral eğimine, patellanın lateral faseti ile lateral troklea arasında anormal derecede yüksek kuvvetlere ve zamanla dejeneratif değışikliklere neden olabilir (Sherman ve diğ., 2014).

Klinik olarak patellar eğim, hasta sırtüstü, diz tam ekstansiyonda ve quadrisept kası gevşemiş durumdayken değıerlendirilebilir. Normal bir dizde, lateral patella faseti boyunca palpasyonla hassasiyet yoktur ve patellanın lateral kenarı, lateral femoral kondilden hafifçe yukarı kaldırılabilir. Patella eğimi, röntgen, bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRI) kullanılarak radyografik olarak ölçülebilir. Posterior femoral kondiller ile transvers patella ekseninin oluşturduğu açı

ile eksenel bir görüntü üzerinde ölçülebilir. Normal patella eğimi 2° , anormal patella eğimi ise 5° 'den büyük olarak bildirilmiştir (Sherman ve diğ., 2014).

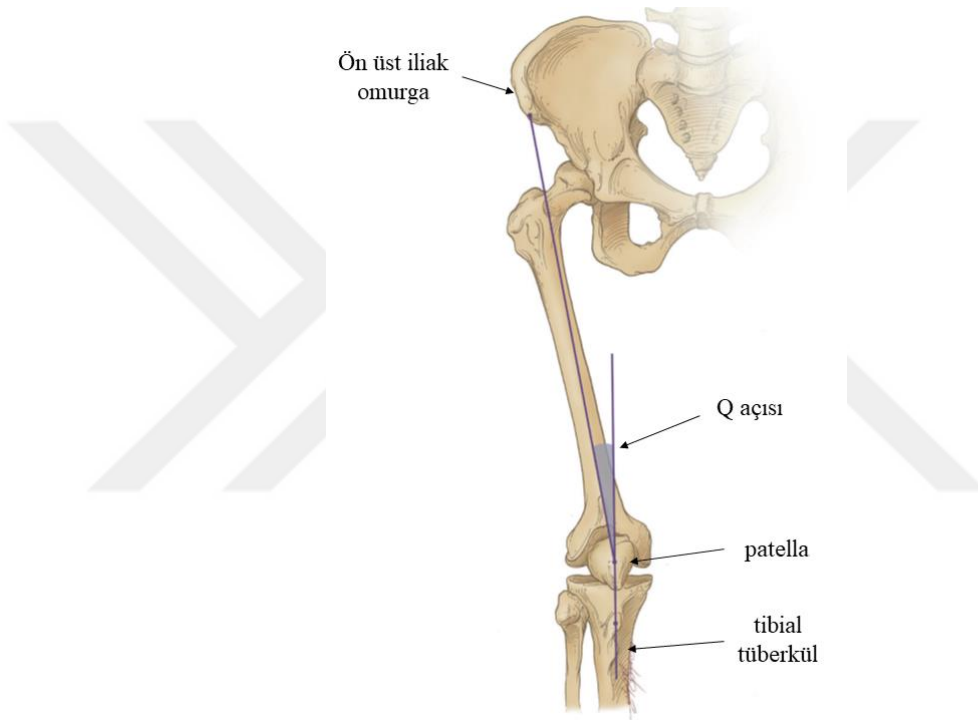
2.3 Patellofemoral Biyomekanik

Patellofemoral hareket, kemik ve yumuşak dokuların etkileşimi sonucunda ortaya çıkar. Kemiklerin anatomik anormallikleri uyumsuzluğa neden olur ve patellanın yanlış dizilimine zemin hazırlayabilir. Dinamik ve statik yumuşak dokulardaki yapıların anormallikleri patellofemoral biyomekanik üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bir sesamoid kemik olan patella, ekstansör mekanizmanın mekanik kuvvetini artırır. Bir kaldıraç görevi gören patella, aktiviteye bağlı olarak kuvveti veya yer değiştirmeyi artırmak için hareket eder ve quadriceps'in moment kolunu artırmaya yardımcı olur (Sherman ve diğ., 2014). Bu, dizi uzatmak için gerekli quadriceps kuvveti miktarını azaltır.

Patellofemoral eklem bileşenleri, normal hareket arkı boyunca dengeleyici roller üstlenirler. 0° ila 30° diz fleksiyonu arasında, lateral patellofemoral translasyona yönelik birincil stabilizatörler, daha önce bahsedilen yumuşak dokular, özellikle MPFL'dir (Baumann ve diğ., 2019; Sherman ve diğ., 2014). Tam diz ekstansiyonu sırasında, patella üzerinde minimal posterior yönlü kuvvetler vardır. Patella hafifçe lateral pozisyonda durmaktadır. Patellanın benzersiz eklem yüzeyi oryantasyonu sebebiyle, diz fleksiyona giderken mediale doğru patella kayması oluşur. Böylelikle patella troklea oluşuna girerken ortalanmış olur.

20° ila 30° diz fleksiyonu sırasında, patella trokleaya geçerek daha fazla stabilize sağlar. Fleksiyon 0° 'den 60° 'ye çıktıkça patellanın temas alanı artar ve distalden proksimale doğru hareket eder (Baumann ve diğ., 2019; Sherman ve diğ., 2014). Trokleanın temas alanı distale doğru ilerler. Ayrıca, patellar ve quadriceps tendonlarından uygulanan ve genel eklem reaktif kuvvetini artıran bir posterior yönlü kuvvet vardır. Diz 90° 'yi geçtikten sonra quadriceps tendonu troklea ile temas eder ve eklem reaksiyon kuvvetinin bir kısmını absorbe eder. Bu, quadriceps tendonu toplam eklem reaksiyon kuvvetinin ve temas alanının bir kısmından sorumlu hale geldikçe ya kuvvetin dengelenmesine ya da azalmasına neden olur. 90° ila 135° diz fleksiyonu arasında patella döner ve femoral kondil ile birleşir (Baumann ve diğ., 2019; Sherman ve diğ., 2014).

Patellanın koronal, sagittal ve aksiyal düzlem dizilimi klinik ve radyografik olarak ölçülebilir. Anormal anatomi, biyomekanik anormalliklere zemin hazırlar. Klinik olarak, quadriceps veya Q açısı, patellofemoral dizilim ve patellofemoral kuvvetlerin değerlendirilmesinde önemli rol oynar. Q açısının ölçümü Şekil 3'de gösterilmektedir. 20°'den büyük bir Q açısı anormal kabul edilir ve artan açı ile hem yer değiştirme kuvvetinde hem de patellanın temas yüzeyinde basınca yol açabilir (Baumann ve diğ., 2019; Sherman ve diğ., 2014).



Şekil 3 Q Açısının Ölçümünü Gösteren Çizim (Gaitonde ve diğ., 2019)

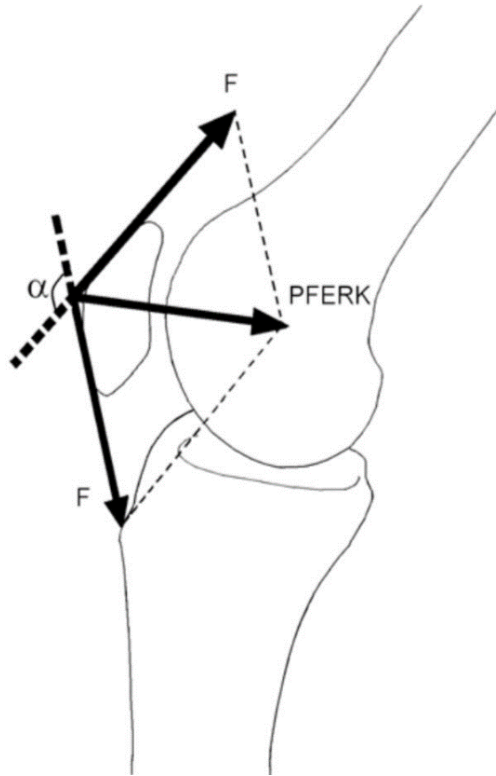
Q açısı, spina iliaca anterior superiordan (SİAS) patellanın merkezine çizilen bir çizgi ile tibial tüberkülden patellanın merkezine çizilen bir çizginin kesişmesiyle ölçülür. Ortalama Q açısı erkeklerde 14 ve kadınlarda 17'dir; cinsiyet farkı, kadınlarda pelvisin daha geniş oluşunun sonucudur ve diz valgus hizasında bir artışa yol açar (Almeida ve diğ., 2016; Baumann ve diğ., 2019; Sherman ve diğ., 2014).

Tibial tüberkül-troklear oluk (TT-TG) mesafesi, patellofemoral eklemin eksenel anatomisini ölçmenin daha doğru bir yöntemidir. Normal hastalarda ortalama TT-TG, 10 mm ila 13 mm arasında değişir ve 15 mm'den büyük bir değer, artan

patellar instabilite riski ile ilişkilidir (Balcarek ve diğ., 2011). Uyum açısı, eksenel düzlemde patella konumunun statik bir radyografik ölçüsüdür.

Kadın cinsiyet, obezite, ailede çıkık öyküsü, spora katılım, kontralateral patellofemoral çıkık öyküsü, bağ laksitesi, medial patellofemoral bağ (MPFL) yırtılma paterni, artmış Q açısı, troklear displazi, ve patella alta gibi risk faktörleri patellar instabilite ve patella çıkığına neden olmaktadır (Jaquith ve Parikh, 2017).

Eklem hattına göre patellar yükseklikteki patolojiler genel patellofemoral fonksiyonu eklem hattına göre patellar yükseklikteki patolojiler genel patellofemoral fonksiyonu etkileyebilir ve ağrı sendromlarıyla sonuçlanabilir. Patella alta veya patella, yüksek patellanın trokleayı kavramasından önce dizde daha fazla fleksiyona neden olur, bu da kondromalazi veya çıkık riskinde artışa neden olabilir (Sherman ve diğ., 2014). Patella baja veya alçak patella, patella üzerinde artmış eklem reaktif kuvvetleri ile sonuçlanır, bu da hareket kısıtlılığına ve patellofemoral eklemden artrit yol açabilir (Sherman ve diğ., 2014).



Şekil 4 Aralarında Alfa (α) Açısı Bulunan Eşit İki Kuvvetin Bileşkesi (Kuru ve Avcı, 2012)

Patellofemoral eklem reaksiyon kuvveti'nin (PFERK) büyüklüğüne quadriceps kasının kasılma gücü ile dizin fleksiyon açısı etki eder. Diz ekstansiyonda iken, patella

troklea ile temas etmez bu nedenle quadriceps ve patellar tendonlardaki gerilme kuvvetleri eşittir. Temas başladığı zaman, bu gerilme kuvvetleri eşit olmasa da pratikte sürtünmeden hareket ettiği varsayılarak eşit kabul edilir (Kuru ve diğ., 2012). Bu gerilme kuvvetlerinin bileşkesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

$$PFERK = 2F \cos \alpha/2$$

F: Quadriceps ve patellar tendon gerilme kuvveti

α : iki kuvvetler arasındaki açı

Alfa açısı dizin açısıyla birlikte değişir. Tamamen ekstansiyonda olan bir dizde (0 derece fleksiyon), bu açı yaklaşık olarak 150 derecedir, ancak diz 90 derece fleksiyona geldiğinde yaklaşık 100 dereceye kadar düşer. Bu açıdaki değişim, dizin fleksiyonuyla azalan birçok etkene bağlı olarak değişir. Dizdeki çapraz bağ instabiliteleri, patellar tendonun tibiaya yapışma açısı, patella alta/baja ve alfa açısındaki değişiklikleri etkiler. Normal dizde, alfa açısı dizin fleksiyonu arttıkça azalır. Açı azaldıkça, $\cos \alpha/2$ çarpanı bire yaklaşmış olur, yani artar. Bu kuvvetlerin oluşturduğu reaksiyon kuvveti, patellofemoral eklemdaki temas eden yerin konumu ve büyüklüğü ile dizin hareketine bağlı olarak değiştiği için, temas alanı üzerindeki birim alana düşen kuvvette değişir.

Normal bir yürüyüş esnasında ortaya çıkan ortalama 9 derecelik fleksiyon, PFERK'nin vücut ağırlığının yaklaşık olarak yarısı kadar olmasına sebep olur. PFERK, merdiven iniş ve çıkışta oluşan 60 derecelik fleksiyonla birlikte, vücut ağırlığının 3.3 katına çıkar. PFERK, yarı çömelme esnasında (90 derece fleksiyon), vücut ağırlığının 6.5 katına ulaşırken, tam çömelme esnasında (130 derece fleksiyon) 7.8 katına çıkar (Kuru ve diğ., 2012).

2.4 Patellofemoral Ağrı Sendromu

Patellanın arkasında ya da etrafında oluşan ve fleksiyon pozisyonunda ki dizde ağırlık verilmesi esnasında patellayı etkileyen en az bir aktivite ile şiddetlenen ağrı, Patellofemoral Ağrı Sendromu (PFAS) olarak tanımlanır (Crossley ve diğ., 2016). PFAS'na katkıda bulunan aktiviteler arasında koşu, merdiven çıkma, zıplama ve çömelme yer alır. PFAS, koşucu dizi ve ön diz ağrısı sendromu olarak da adlandırılır (Crossley ve diğ., 2016). PFAS terimi eskiden kondromalazi patella ile eş anlamlı olarak kullanılıyordu ancak kondromalazi patella, düz röntgen, manyetik rezonans görüntüleme veya diz artroskopisi sırasında patellofemoral kıkırdağın yumuşaması

bulgusuna özgüdür (Pihlajamäki ve diğ., 2010). Bununla birlikte, PFAS’nda yapısal kusurlar yoktur ve tanı için görüntüleme gereksinimi bulunmamaktadır.

Patella, eklemden bir kaldıraç görevi görerek, bacağı uzatmak için gereken kuvvet miktarını quadriceps üzerinden azaltarak harekete yardımcı olur. Patellofemoral eklem, quadriceps, patellar tendon, VMO, MPFL, medial patellofemoral ligament, medial retinakulum, oblik lateral retinakulum, patellofemoral bantı, epikondilopatellar bantlar ve lateral retinakulum tarafından stabilize edilir (Sherman ve diğ., 2014).

Quadriceps kasının kuvveti, SİAS’tan patella merkezine ve tibial tüberküle kadar oluşan açı ile orantılıdır ve bu açığa Q açısı denir (Petersen ve diğ., 2017). Daha yüksek Q açısıyla patella üzerindeki lateral kuvvetler arttığından, yüksek Q açısı değerinin PFAS riskini artırdığı düşünülmektedir. Ancak son zamanlarda literatür, daha yüksek Q açısının PFAS’na kesin bir etkisinin olmadığını göstermiştir (Almeida ve diğ., 2016).

PFAS’nun patellar dizilim bozukluğuna veya lateral yer değiştirmeye bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu durum, PFAS’lu hastalarda çömelme gibi ağırlık taşıma aktivitelerinde daha belirgin hale gelir. Ayrıca, retinakulumda, Hoffa yağ pedinde (infrapatellar) ve peripatellar sinovyumda bulunan sinir uçlarının uyarılması da PFAS’nun gelişimine katkıda bulunabilir (Wojtyś ve diğ., 1990).

PFAS için belirlenmiş risk faktörleri arasında kadın cinsiyet, koşma, çömelme ve merdiven çıkma gibi aktiviteler yer alır (Boling ve diğ., 2009; Glaviano ve diğ., 2015). Ayrıca, bir sistemik inceleme, azalmış quadriceps kuvvetinin patellar instabiliteye neden olabileceği için PFAS riskinin önemli ölçüde arttığıyla ilişkili olduğunu göstermiştir (Lankhorst ve diğ., 2012).

Dinamik valgus, PFAS ile ilişkilendirilen başka bir mekanizmadır. Dinamik valgus, dizin aşırı valgustan, internal-eksternal rotasyondan veya her ikisinden kaynaklı oluşan vücut pozisyonudur (Schmitz ve diğ., 2009). Bu, patella üzerindeki lateral kuvveti artırır ve patellar dizilim bozukluğuna katkıda bulunur. Dinamik valgus, kadın sporcularda daha yaygın görülür, bu da kadınlarda PFAS’nun daha yüksek görülmesine neden olabilir (Myer ve diğ., 2010). Ayak anormallikleri, ayak eversiyonu ve ayak pronasyonu gibi, tibianın iç rotasyonuna yol açarak dinamik valgusa da katkıda bulunabilir (Barton ve diğ., 2012).

PFAS genellikle hastalık öyküsü ve fiziksel muayene bulguları kullanılarak teşhis edilir. PFAS’nin temel özelliği, ağırlık taşıma aktiviteleri sırasında diz

fleksiyonu sırasında artan, ön diz etrafında veya içinde hissedilen ağrıdır (Crossley ve diğ., 2016). PFAS'lu hastalar ayrıca, dizleri fleksiyon pozisyonunda iken uzun süreli oturmaları sırasında ağrı veya sertlik yaşayabilirler (Dixit ve diğ., 2007). Hastaların önceden geçirdiği diz yaralanmaları ve ameliyatları, güncel aktivite seviyeleri ve son dönemdeki aktivite değişiklikleri hakkında bilgi alınmalıdır. PFAS, dizin aşırı kullanımına bağlı yaygın bir yaralanma şeklidir. Nadir görülen dizdeki kilitlenme ve klik sesi, PFAS ile tutarlı değildir ve bunun yerine menisküs yırtıkları gibi içsel diz bozukluklarını düşündürmektedir (Dixit ve diğ., 2007).

Diz ağrısı şikâyeti olan tüm hastalarda dizin fiziksel muayenesi yapılması önerilir. Fazla eklem sıvısı birikmesi, kızarıklık ve ısı artışı PFAS'nun özellikleri değildir ve enfeksiyon, akut travma ve inflamatuvar artrit gibi alternatif tanıların düşünülmesi gerekir.

Hastanın yürüyüş ve duruşunun incelenmesi, PFAS'na katkıda bulunan nedenleri belirlemede yardımcı olur. Bunlar arasında aşırı lomber lordoz, asimetrik kalça yüksekliği veya atrofik quadriceps gibi faktörler yer alır ve bu da fizyoterapiye rehberlik eder (Patel ve Villalobos, 2017). Hastanın ayakkabıları da incelenmelidir. Ayakkabının medial tarafında aşırı aşınma izleri, ayak pronasyonunu düşündürebilir (Dixit ve diğ., 2007).

PFAS genellikle klinik bir tanı olmasına rağmen, diğer diz ağrısı nedenlerini dışlamak için görüntüleme teknikleri kullanılabilir. Eğer hastanın konservatif tedavilerden sonra dört ile sekiz hafta boyunca ağrısında bir iyileşme olmamışsa, görüntüleme faydalı olabilir. Dizin düz radyografisi, 50 yaşından büyük hastalarda osteoartriti, travma öyküsü olan hastalarda patellar kırıkları ve öykü veya fiziksel muayene tarafından düşünülen osteokondriti dışlamak için kullanılabilir (Patel ve Villalobos, 2017). Anteroposterior, lateral ya da Merchant görüntüleri özellikle faydalı olabilir. PFAS ile ilişkili olmayan yapısal anormallikler, manyetik rezonans görüntülemeye görülebilen küçük patellar kırıkta defektleri, kemik iliği lezyonları ve Hoffa yağ pedinde artmış sinyal gibi durumları içerir (van der Heijden ve diğ., 2016). Bu nedenle, PFPS değerlendirmesinde manyetik rezonans görüntülemesi önerilmez (van der Heijden ve diğ., 2016).

PFPS tedavisinde ağrıyı azaltmaya odaklanmak gerekir (Matthews ve diğ., 2017). Ağrıyı azaltmak için göreceli dinlenme, buz ve ağrı kesiciler önerilir, egzersiz ise tedavinin köşe taşıdır. PFPS'nun çoklu katkı faktörleri nedeniyle terapi kişiye özgü

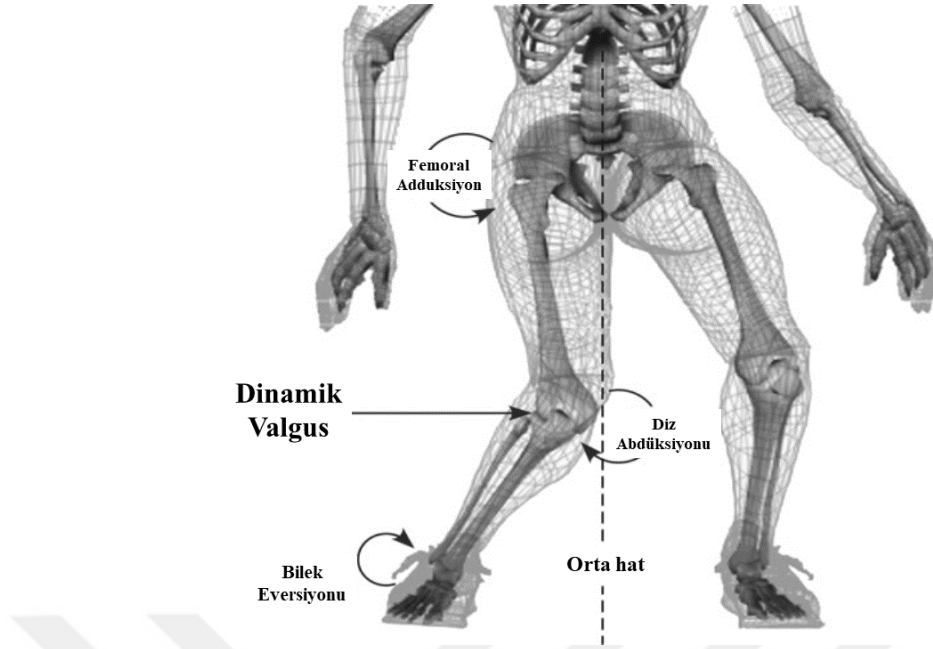
olmalıdır. Alevlenmeyi arttıran hareketler veya aktiviteler önlenmelidir, ancak hasta mümkün olduğunca aktif kalmalıdır (Thomas ve diğ., 2010).

Patelleofemoral ağrı sendromlu hastalarda genellikle lateral gövde fleksörlerinde, kalça abduktörlerinde, lateral kalça rotatör kaslarda ve diz ekstansörlerinde belirgin bir zayıflık vardır. Quadriceps ve gluteal kasları güçlendirmeye dayalı egzersiz programlarının ağrıyı azalttığı ve motor işlev ve alt ekstremitte hareket paternlerini iyileştirdiği gösterilmiştir (Fukuda ve diğ., 2010).

Aktif istirahat ve egzersizden hariç, PFAS için erken dönem tedaviler arasında bantlama ve ayak ortezleri de yer almaktadır. Kinezyo-bantlama, sporcularda geçici olarak patellar dizilimi düzeltmeye yardımcı olabilir, ancak PFPS'nun erken dönemlerinde daha faydalı olması muhtemeldir (Jones ve diğ., 2015). 90 hastanın yer aldığı tek bir randomize çalışmada, kinezyo-bantlama egzersiz ve fizyoterapiye ek olarak uygulanarak kısa vadeli ağrıyı iyileştirdiği bulunmuştur (Kurt ve diğ., 2016). Bununla birlikte, başka bir derlemede, kinezyo-bantlamanın rutin kullanımını önermek için yeterli kanıt olmadığı sonucuna varılmıştır (Callaghan ve Selfe, 2012). Ayak ortezleri, ayak pronasyonu ve ayak eversiyonuna bağlı olarak oluşan dinamik valgusu düzeltmede yardımcı olabilir (Callaghan ve Selfe, 2012; Kurt ve diğ., 2016; Swart ve diğ., 2012). Egzersizle birlikte ayak ortezlerinin kullanılması, tek başına kullanımından daha faydalı olabilir (Swart ve diğ., 2012).

2.5 Dinamik Diz Valgusu

Diz ve alt ekstremitte yaralanmaları, alt ekstremitte dizilimindeki sapmalarla ilişkilendirilebilir. (Dischiavi ve diğ., 2019). Kalça ve dizin yanlış hareket paternleri, alt ekstremitte kas iskelet sistemine bağlı sorunlar arasında non-kontakt ön çapraz bağ yaralanmaları, iliotibial bant sendromu, asetabular labral yırtıklar, ayak bileği burkulması, pes anserin kompleksinde tekrarlayıcı gerilmeler ve PFAS yer alır (Dischiavi ve diğ., 2019; Scholtes ve Salsich, 2017).



Şekil 5 Dinamik Valgus (Hewett ve diğ., 2005)

Femoral internal rotasyon (FIR) ve kalça addüksiyonu ile tibial internal rotasyon DDV'yi oluşturan bileşenler arasında gösterilmektedir (Dix ve diğ., 2019). Kalça eklemi iç rotasyona geldiğinde ve orta hatta doğru kaydığında, diz ekleminin merkezi ayaklara göre iç tarafa doğru hareket eder. Ayak yere sabitlendiğinde, diz ekleminin medial yönde hareket etmesi, tibianın abdüksiyonuna ve ayak pronasyonuna yol açarak DDV'nin oluşmasına neden olur. (Powers, 2010). DDV ile oluşan valgus stresi, medial eklem kapsülü ve medial kollateral ligamanda zorlamalara neden olur. Kalça, alt ekstremité için proksimal eklem yeridir ve kemik stabilitesi sağlamaktadır.

Kasların senkronize ve uyum içinde çalışmasıyla birlikte hareket esnasında dinamik stabilite sağlanır. Yürüme, koşma veya sıçrama gibi aktivitelerde, yere iniş anındaki yüklenme fazında, kalça fleksiyonu, addüksiyonu ve internal rotasyonu eşzamanlı olarak gerçekleşir. Bu momentlerin birleşimi ise alt ekstremitéde valgus (dışa doğru dönme) oluşumuna neden olur. Kalça ekstansör, abdüktör ve eksternal rotatör kasların eksantrik kasılmalarıyla oluşan internal momentler, bu hareketler sırasında direnç gösterir. Bu kasların kuvvet üretimindeki zayıflık, ağırlık aktarma sırasında kalça addüksiyonu ve internal rotasyonun artmasına yol açar, bu da tüm alt ekstremité kinematiğinde değişikliklere sebep olur (Dix ve diğ., 2019).

Normal diz yapısında, bir diz eklemi genellikle 5-10° arasında bir valgus açısına sahiptir. Bu açının artması ya da azalması, diz eklemindeki kuvvetlerin eşit

şekilde dağılmamasına, medial veya lateral diz eklem kısımlarının daha fazla yük altında kalmasına ve dejeneratif eklem rahatsızlıklarının ortaya çıkmasına neden olabilir (Neumann, 2016). DDV'na neden olan faktörleri incelemek için, kalça, diz ve ayak bölgelerinde üç boyutlu bir hareket değerlendirmesi yapılması önerilir. Bu değerlendirme sırasında, alt ekstremitte dizilimi, cinsiyet, esneklik, bireysel anatomik özellikler ve özellikle kalça kaslarının kuvvet üretme performansı gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Bu faktörlerin tespiti, DDV'nun gelişimindeki riskleri ve potansiyel sorunları daha iyi anlamamızı sağlayabilir.

Femoral anteversiyon ve inklinasyon açıları, alt ekstremitte diziliminde ve kalça kaslarının kuvvet kolunda rol oynamaktadır (Souza ve Powers, 2009). Femoral boyun shaft açısı (FBSA) ile kalça abdüktör kas moment kolu arasındaki ilişkiyi incelemek için bilgisayar modellemesinden yararlanılan bir çalışmanın sonucunda FBŞA'da meydana gelen 20°'lik bir artışın gluteus medius (Gmed) kasının moment kolunda %26'lık azalmaya yol açtığını, bu durumun kasın kuvvet üretme yeteneğini sınırladığını ve kalça hareketini frontal planda kontrol etmeyi zorlaştırdığı gösterilmiştir. Sonuç olarak, anormal femoral inklinasyonun, kalça abdüktör kaslarda fonksiyonel zayıflığa katkıda bulunduğu ve ağırlık taşıma aktiviteleri sırasında aşırı kalça addüksiyonu ve dinamik diz valgusu oluşturabileceği düşünülmektedir (Arnold ve diğ., 1997).

DDV'na en büyük katkının artmış kalça addüksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Artmış femoral internal rotasyon (FİR) ve kalça addüksiyonu, diz merkezinin ayağa göre medial yöne kaymasına neden olur. Bu medial kayma, medial yan bağ, medial patellofemoral bağ ve ön çapraz bağ gibi yumuşak dokular üzerinde gerilime yol açar. Ağırlık taşıma aktiviteleri sırasında dinamik Q açısını ve lateral patellar temas basıncını artırır (Powers, 2003, 2010). Sonuç olarak, bu durum dizin içe doğru kaymasına ve diz valgusunun artmasına neden olur, bu da DDV riskini artırır.

Alt ekstremitenin doğal dizilimi, quadriceps ve patellar tendon kuvvetlerinin kolinear olmaması nedeniyle patellanın lateral kuvvetlere karşı hassas olmasına yol açar. Bu nedenle, quadricepsin kasılması patella üzerinde lateral bir kuvvet oluşturur. Q açısı, lateral vektörle doğrudan ilişkilidir, yani Q açısının artması lateral kuvvetleri artırır ve sonuç olarak valgus dizilimine yol açar (Powers, 2003). Sabit bir patella altında femurun internal rotasyonu, patellanın femura göre lateral yönde kaymasına neden olur (Dutton ve diğ., 2016). Genu valgum, femoral anteversiyon, tibial tüberkülün laterale kayması, artmış subtalar eklem pronasyonu ve artmış eksternal

tibial torsiyon (TT) patellanın lateral yönde kaymasına katkıda bulunan faktörler arasındadır (Powers, 2003). Ayrıca, Q açısı, tibianın femura göre hareketinden de etkilenebilir. Tibianın eksternal rotasyonu tibial tüberkülü lateral yönde kaydırarak Q açısını artırır. Tibianın internal rotasyonu ise tibial tüberkülü mediale doğru kaydırarak Q açısını azaltır (Powers, 2003).

Alt ekstremitte dizilimindeki önemli bir sorun da anormal TT durumudur. Anormal TT, kasların kuvvet kolu ve kuvvet üretimini belirgin şekilde etkiler (Borish ve diğ., 2017). Normal dizilime sahip yetişkinlerde, ortalama eksternal TT açısı 20 ila 30 derece arasındadır (Neumann, 2016). Valgustaki bir dizde, tibial tüberkül normal pozisyonuna göre daha lateralde yer alır ve Q açısı artar. Eğer eksternal TT’de ek bir artış varsa, Q açısındaki artış daha da belirgin hale gelir.

Subtalar eklem pronasyonunun artması, alt ekstremitenin iç rotasyonunun artmasına neden olur ve bu da DDV’nu etkileyen ek bir faktördür. Subtalar eklem ile tibial rotasyon hareketi arasındaki ilişki, subtalar eklem ekseninin dizilimiyle açıklanabilir. Bu eksen, frontal düzlemde ayağın hareketini (kalkaneal eversiyon) ve transvers düzlemde talus ve alt ekstremitenin iç rotasyonunu birleştirir (Bittencourt ve diğ., 2012). Tibianın iç rotasyonuna eşlik eden bir diğer durum subtalar eklem pronasyonudur, dış rotasyona ise subtalar eklem supinasyonu eşlik eder (Powers, 2003). Yürüme döngüsünün ilk %30’luk bölümünde, normal subtalar eklem pronasyonu tibiada 6-10° internal rotasyona yol açar ve talusun internal rotasyonu ile birlikte kalkaneusun ön kısmının lateral hareketiyle sonuçlanır. Yürüme aşamasında, subtalar eklem pronasyonu ve tibial internal rotasyon kombinasyonu nedeniyle azalan Q açısı, aşırı femoral internal rotasyonla denge sağlar. Bu dengeleme mekanizması, normal dizin valgus-eversion mekaniğini korumak için bir mekanizma olabilir (Powers, 2003, 2010).

Ağırlık aktarımı ve yerle etkileşim içeren aktiviteler, bireysel farklılıklara bağlı olarak ayak ve ayak bileği hareketliliğini etkileyebilir. Sonuç olarak, FPPA üzerinde etkiler ortaya çıkar. Tek Bacak Üzerinde Çömelleme Testi (TBÜÇT) sırasında, ayak ve ayak bileği hareketliliği, tibianın ileri-geri hareketini kısıtlar ve bu da dinamik diz valgusuyla ilişkilendirilmektedir (Wyndow ve diğ., 2016). Bir araştırmada, orta ayakta artmış hareketlilik, azalmış dorsifleksiyon açısı ve medial ark yüksekliğinde azalması olan bireylerin, TBÜÇT sırasında tepe FPPA değerinin 2,4 kat daha yüksek olduğunu gösterilmiştir (Wyndow ve diğ., 2016). Semptom göstermeyen bireylerde, çömelleme aktiviteleri sırasında ayak bileği dorsifleksiyonunun (DF) azalması, DDV artışı ile

ilişkilidir (Macrum ve diğ., 2012). Ayak bileği DF'nunun sınırlanması, subtalar ve orta tarak eklem hareketindeki DF bileşeninin kullanımını kolaylaştırmak için ayak pronasyonu ile dengelemeye çalışılır (Jung ve diğ., 2009). Daha fazla derinlikte çömelme yapabilmek için kısıtlı ayak DF'na sahip bireylerin kullandığı başka bir kompensasyon mekanizması, kalça addüksiyonunu ve femoral internal rotasyonu artırmaktır.

Gastrocnemius kasının kısalığı, ayak bileği dorsifleksiyonunun kısıtlanmasının bir nedenidir. Bu durum, patellofemoral eklem temas alanını azaltabilir, PFERK'ni artırabilir ve dizin fleksiyon pozisyonunda kalmasına neden olabilir. Ayak bileği DF'nun azalması aynı zamanda subtalar eklem pronasyonunu artırır, bu da tibial internal rotasyonda bir artışa yol açar ve patellofemoral biyomekaniğe zararlı etkileri olabilir. Bu biyomekanik dizilimler ayrıca yürüme ve koşma sırasında da diz problemlerine neden olabilir (Powers, 2003; Wyndow ve diğ., 2016).

Yumuşak dokulardaki gerginliğin, özellikle lateral retinakulumun, patellanın anormal hareketinde önemli bir rolü vardır. Lateral retinakulumun orta bölümü, dizin lateral tarafındaki yumuşak dokunun en güçlü ve en önemli tabakasını temsil eder ve liflerini iliotibial banttan alır. Lateral retinakulumdaki liflerin transvers kısmı, patellanın medial yönde kaymasına karşı direnç gösterirken, bu liflerdeki aşırı gerginlik patellanın orantısız lateral translasyonuna neden olabilir (Dutton ve diğ., 2016).

Lateral retinakulumun gergin olması, patellanın troklear oluğa göre lateral yönde kaymasına neden olur, bu da patellanın lateral yüzeyinde kompresyon kuvvetlerinin artışına ve medial retinakulumun gerilmesine neden olur. Genel olarak, patella medial ve lateral femoral kondillere eşit mesafededir. Patella hareketliliği değerlendirildiğinde, genel olarak medial yöne daha fazla hareket ettiği ve lateral yöne daha az hareket ettiği gözlenir.

Medial hipermobilité, lateral retinaküler yapıların esnekliğinin artması sonucunda ortaya çıkar (Perez, 2007). Bu durumda, patella lateral yönde anormal bir şekilde hareket edebilir. Bu lateral hareket, dizdeki quadriceps femoris kaslarının mekanik verimliliğini azaltarak atletik performansı olumsuz etkiler (Weiss ve diğ., 2013). Patellanın lateral hareketi, dizdeki kuvvetlerin doğru yönde ve etkin bir şekilde iletilmesini engelleyebilir, bu da performansın düşmesine neden olur. Bu nedenle, lateral retinaküler yapıların gerginliği ve sağlamlığı, patellanın stabilitesini ve dizin fonksiyonel performansını korumak için önemlidir.

Dizin arka kapsülünün gerginliği, dizin fleksiyon hareketine ve fonksiyonel bacak boyu eşitsizliklerine neden olarak, patellofemoral basıncın artmasına ve patellar mobilitenin azalmasına yol açabilir (Wilk ve diğ., 1998). Bu durumda, dizin arka kapsülünün gergin olması, patella üzerindeki basıncı artırarak patellofemoral eklemdaki stabiliteyi etkiler. Hamstring kaslarının kısalığı ise dizin ekstansiyon pozisyonuna getirilmesi için quadriceps kaslarının daha fazla güce ihtiyaç duymasına neden olur. Bu durumda, PFERK'leri artar. Yani, hamstring kaslarının kısa olması, dizin ekstansiyona gelmesi için quadriceps kaslarının daha fazla çaba harcamasını gerektirir ve bu da patellofemoral ekleme binen yükü artırır. Quadriceps kaslarının gerginliği de patellofemoral stresleri artırarak semptomların gelişiminde risk faktörü oluşturabilir (Witvrouw ve diğ., 2000). Quadriceps kaslarındaki aşırı gerginlik, patella üzerindeki stresi ve basıncı artırır, bu da patellofemoral bölgede ağrı ve diğer semptomlara yol açabilir. Bu nedenle, diz eklemi posterior kapsülünün gerginliği, hamstring kaslarının kısalığı ve quadriceps kaslarının gerginliği, patellofemoral eklemda basınç, mobilite ve stresle ilgili sorunlara neden olabilir.

Alt ekstremitenin frontal düzlem kontrolünün eksik olmasına katkıda bulunan faktörlerden biri proksimal kas gücündeki zayıflıktır (Bittencourt ve diğ., 2012; Powers, 2003). Cinsiyet karşılaştırması yapıldığında, kadınların proksimal kalça stabilizatör kas gücünün az olması, erkeklere kıyasla atletik performansta daha fazla azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (Hannigan ve diğ., 2018). Fonksiyonel ağırlık taşıma aktiviteleri sırasında kalça abdüktör ve eksternal rotatör kaslarının eksantrik kasılma yapması gerekmektedir. Bu kaslar aşırı femoral addüksiyonu (dizlerin içe doğru hareketi), femoral internal rotasyonu ve karşı taraf pelvisin aşağı doğru hareketini kontrol etmek için aktif olarak görev yaparlar (Ferber ve diğ., 2003).

Birçok sporun hareket örgüsünde, kalça kaslarının eksantrik olarak kasılması, sıçrama ve yere iniş esnasında vücut ağırlık merkezinin aşağıya doğru kontrolünü sağlamada önemli bir rol oynar (Dix ve diğ., 2019). Yapılan bir çalışmada, koşmanın basma fazında kadınların erkeklere göre daha fazla eksantrik kasılma ihtiyacı duyduğunu gösterilmiştir (Ferber ve diğ., 2003). Asemptomatik kadın bireylerde kalça kas kuvveti ve DDV ilişkisini inceleyen sistemik bir derlemede, tek bacak üzerinde çömelme egzersizlerinde azalmış eksantrik abdüktör kas kuvvetinin alt ekstremitte valgusu ile ilişkili olduğunu bulunmuştur (Dix ve diğ., 2019).

2.6 İki Boyutku (2D) Video Analiz Yöntemi

Fonksiyonel alt ekstremitte analiz yöntemleri, hatalı dizilim sorunu olan bireylerin sakatlanma riskini analiz etmek ve klinik değerlendirmelerini yapmak için kullanılır (Wyndow ve diğ., 2016). Anormal hareket paternlerinin düzeltilmesiyle alt ekstremitedeki yaralanma riski azaltılabilir ve ağrı da hafifletilebilir. Alt ekstremitte hareketlerinin değerlendirilmesi, mevcut kas-iskelet sistemine ait ağrının tedavi sürecinde yol göstermede ve gelecekte yaralanmada veya kas-iskelet ağrısı riski taşıyan bireyleri belirlemede etkili bir yöntemdir.

Bazı fonksiyonel testlerde, alt ekstremitelerin bilateral kullanımı, daha az etkilenen tarafın diğer tarafı dengelemesine imkân sağlar (Harris-Hayes ve diğ., 2014). Ancak, bazı testlerde sportlardaki yaralanma mekanizmasını tam anlamıyla taklit etmek mümkün olmadığından, doğru bir risk analizi yapmak zor olabilir (Munro ve diğ., 2017). TBÜÇT kullanılarak unilateral ekstremitte üzerinde yapılan değerlendirmeler, alt ekstremitte kinematiği hakkında daha doğru veriler sunmakta ve DDV ile potansiyel yaralanma riski arasında yüksek bir ilişki göstermektedir (Alenezi ve diğ., 2014; Harris-Hayes ve diğ., 2014).

2D hareket analiz sistemi FPPA'nın değerlendirilmesine olanak sağlar (Munro ve diğ., 2012; Scholtes ve Salsich, 2017). Kronik ve anormal yüklenmeye bağlı olarak frontal ve transvers düzlemlerde artan diz hareketlerini değerlendirmek için dinamik görevler sırasında FPPA ölçümü yapılması gerekmektedir (Salsich ve diğ., 2012). DDV'nun fonksiyonel değerlendirmesi, TBÜÇT esnasında FPPA'nın ölçülmesine dayanır. TBÜÇT'nin iniş aşamasında FPPA'da 10° veya daha fazla artış "Gözlemlenebilir DDV" olarak tanımlanır (Salsich ve diğ., 2012). Özellikle kadınlarda artan diz abduksiyon momentleri, FPPA'yı artırarak ÖÇB yaralanma riskini artırır. Ayrıca yükselen FPPA ile PFAS arasında bir ilişki bulunmaktadır. PFAS olan kadın hastalarda, TBÜÇT sırasında gözlemlenebilir şekilde artmış DDV görülür (Powers, 2003; Salsich ve diğ., 2012). Sıçrama sonrası tek bacak üzerine inişte meydana gelen yaralanmalar yaygın olarak görülür (Olsen ve diğ., 2004). PFAS ve ÖÇB yaralanmalarını önlemek açısından FPPA'nın azaltılması son derece önemlidir.

2D hareket analizi, maliyetin az olması, ulaşılabilirliği ve daha hızlı sonuçlar elde edilmesi nedeniyle 3D hareket analizine göre daha çok tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. 2D ölçümlerin güvenilirlik aralığı, kullanılan analiz yöntemine ve yapılan görevin türüne bağlı olarak 0,59 ile 0,98 arasında değişebilir (Miller ve

Callister, 2009; Munro ve diğ., 2012). Genel olarak, 2D hareket analizinin DDV olan bireylerde kullanımının uygun olduğu kabul edilmektedir (McLean ve diğ., 2005) ve 2D hareket analizinin güvenilirliği, FPPA ölçümünde 3D analizle karşılaştırıldığında yüksek bulunmuştur (Mizner ve diğ., 2012).

İnsan hareketinin 2D video değerlendirmesinin kullanımının, 3D analiz mevcut olmadığına dinamik hareketleri ölçmede geçerli güvenilir bir alternatif olduğu kanıtlanmıştır. McLean ve diğ. (2005) elit basketbolcularda aşırı dinamik valgus potansiyelini belirlemek için 3D analizi ve 2D standart video ölçüm tekniğini inceledi. 2D ölçüm teknikleri, 3D ölçümlerle karşılaştırıldığında daha büyük ön düzlem diz açıları göstermesine rağmen, araştırmacılar 2D analizin artan dinamik valgusu tanımlamak için güvenilir bir yöntem olduğunu belirlediler (McLean ve diğ., 2005).

Ramirez ve diğ. yapmış olduğu bir çalışmada; ön diz ağrısı çeken on dokuz katılımcı, her iki alt ekstremita ile tek bacak atlama testini tamamlamıştır (Ramirez ve diğ., 2018). Araştırmacılar, katılımcıların tek bacak sıçraması sırasında yalnızca görsel gözlemlerle dinamik valgus derecelerini bağımsız olarak tahmin etmiştir. Görsel tahminin ardından, araştırmacılar videoyu duraklatmak için 2D Spark Motion Pro TM uygulamasını kullanarak videoyu tekrar izlemiş ve uygulama üzerinde sanal bir gonyometre aracıyla diz valgusu miktarını ölçmüştür. Değerlendiriciler arası güvenilirlik, sınıf içi korelasyon katsayıları (ICC) model 2, k ve model 3, k kullanılarak değerlendirici güvenilirliği kullanılarak hesaplanmıştır. Minimum tespit edilebilir değişiklik, eşzamanlı geçerlilik ve anlaşma sınırları hesaplandı. Çalışma da sonuç olarak, semptomatik katılımcılarda diz valgusunu ölçmek için güvenilir bir araç olarak 2D mobil uygulamanın kullanılmasını desteklemekte ve tek başına görsel gözlem ile karşılaştırıldığında daha az hata olduğu sonucuna varılmıştır.

2.7 Mulligan Diz Bantlama Yöntemi

Kas dengesizliği, eklem stabilitesinin sağlanması, yaralanmaların tedavi veya rehabilitasyonu gibi fizyoterapi uygulamaları gerektiren durumlarda bantlama teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Crossley ve diğ., 2000). Bu tekniklerde kullanılan bant hasar gören eklem ya da kası desteklemek, korumak ve iyileşme sürecine katkıda bulunmak amacıyla fizyoterapist tarafından uygulanır.

Patellar bantlamada amaç, patellanın mekanik bir şekilde, medial olarak yeniden pozisyonlanmasını sağlamak, böylece patellayı troklla oluğu içinde ortalamak

ve patellar dizilimi iyileştirmektir (Crossley ve diğ., 2000). Dizin, özellikle de patellanın bantlanması, bazı klinik kılavuzlarda diz ağrısının tedavisinde önerilen bir fizyoterapi stratejisidir (Willy ve diğ., 2019). Diz bölgesine uygulanan bantlama, patellaya ya da ilgili yumuşak doku yapılarına yapışkan sert çevreleyici bir bandın uygulanması ile yapılmaktadır.

Bantlama yönteminin amacı, patellofemoral eklem üzerindeki yükü azaltmak, diz eklemi çevresindeki ağrılı yumuşak dokulardaki stresi hafifletmek ve patellanın konumunu yeniden pozisyonlayarak ağrıyı azaltmaktır. Bununla birlikte, patellar hizalamaya destek sağlama ve kas aktivasyonunu artırma gibi mekanizmanın bileşenleri olarak potansiyel faktörler gösterilebilir. Bantlama yöntemiyle ağrı yönetiminde yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında McConnell bantlama, Kinesio bantlama ve Mulligan bantlama yöntemleri gösterilmektedir (Polakowski, 2015).

Mulligan patellofemoral bantlama tekniği, McConnell diz bantlamasından farklıdır. Tibia ve femur dizilimini iyileştirdiği, Q açısını ve patella yer değiştirmesini azalttığı düşünülmektedir. Mulligan bantlamanın PFPS'nda ağrıyı azaltmada (Hickey ve diğ., 2016), subakut inme hastalarında dengeyi ve yürüyüşü iyileştirmede etkili olduğu gösterilmiştir (Hyun ve diğ., 2015).

Mulligan diz bantlamanın, patellofemoral ağrılı kadın hastalarda TBÜÇT sırasında bantlama yapılmayan duruma kıyasla diz ağrısı ve en yüksek kalça iç rotasyonunda istatistiksel olarak anlamlı azalmalara neden olduğu ve gluteus mediusun daha erken aktivasyonunu desteklediği gösterilmiştir (Hickey ve diğ., 2016).

2.8 Nöromusküler Eğitim

Nöromusküler eğitim; direnç, dinamik stabilite, merkez odaklı kuvvet, plyometrik ve çeviklik gibi genel ve özel kuvvet ve kondisyon aktivitelerini içeren tamamlayıcı bir eğitim programı olarak tanımlanmaktadır (Myer ve diğ., 2011). Nöromusküler eğitim uygulamalarının adölesan ve genç bireylerde yaralanma riskini düşürdüğü bildirilmiştir (Emery ve Meeuwisse, 2010). Alt ekstremitte yaralanmalarında azalma sağlanmasında etkili olduğu gösterilmiştir (Emery ve Meeuwisse, 2010; LaBella ve diğ., 2011).

Nöromusküler eğitim, yaralanma riskinin azalmasında, fonksiyonların eski düzeye getirilmesi ve sinirsel-kassal organizasyonun yeniden sağlanması amacıyla

tasarlanan egzersizlerin bir kombinasyonudur (Etty Griffin, 2003). Bu egzersizler, kas gücünü, dayanıklılığını, koordinasyonunu, dengeyi ve kas hafızasını geliştirmeyi amaçlar. Nöromusküler eğitim genel olarak fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarının bir parçası olarak uygulanır ve kişinin ihtiyaçlarına özel olarak uyarlanır. Bu egzersizlerin düzenli ve doğru bir şekilde yapılması, kaslar ve sinir sistemi üzerinde olumlu değişikliklere yol açabilir, yaralanma riskini azaltabilir, işlevselliği artırabilir ve tekrarlayan yaralanmaları önleyebilir.

Nöromusküler kontrolün sağlanması için çeşitli eğitim programları ve egzersiz yöntemleri uygulanmaktadır. Temel amaç, etkili hareket ve motor beceriler için hareketlilik ve stabilite arasında denge kurmaktır. Egzersiz programları, yumuşak dokunun esnekliğini ve hareketliliğini artırmaya öncelik veren programları içerir (Etty Griffin, 2003). Fonksiyonel stabiliteyi sağlamak için, postüral kontrol, genel eklem stabilizasyonu, kor stabilizasyonu ve denge eğitimi gibi eğitim programları kullanılır. Sensorimotor sistem eğitimi adı verilen başka bir eğitim türü, propriosepsiyon, kinestezi ve pertürbasyon gibi egzersizleri içerir. Ayrıca, fizyoterapistlerin sıklıkla kullandığı proprioseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF) teknikleri de rehabilitasyon sürecinde nöromusküler kontrol egzersizleri olarak kullanılır. Rehabilitasyonun ileri aşamalarında, plyometrik eğitim, reaktif nöromusküler eğitim, teknik eğitimi ve çok yönlü eğitim gibi egzersizler bu kapsamda uygulanır (Zemková ve Hamar, 2018).

Nöromusküler egzersiz programları: fonksiyonel mobilite, fonksiyonel stabilite, sensörimotor sistem eğitimi, PNF tekniği, plyometrik egzersizler, reaktif nöromusküler eğitim ve teknik eğitim gibi uygulamaları içerir (Ozer Kaya, 2017).

Fonksiyonel mobilite egzersizleri, hareketi kolaylaştırmak ve vücutta uygun hareketi açığa çıkarmak için uygulanan esneklik ve dinamik ısınma süreçlerini içeren uygulamalardır (Puiu, 2014). Fonksiyonel stabilite egzersizlerinde ise postüral kontrolün sağlanması önemlidir. Bunun için dinamik ve statik olmak üzere iki çeşit denge eğitimi uygulanmaktadır. Statik denge eğitimi, bireyin ağırlık merkezini sabit bir yüzey üzerinde destek sınırları içinde tutmasını amaçlar. Dinamik denge eğitimi ise bireyin hareketli zemin üzerinde veya farklı hareketler esnasında vücudun ağırlık merkezini korumasını hedefler (Ozer Kaya, 2017).

Sensorimotor sistem eğitimi, motor sistemin refleks aktivasyonunu, dinamik stabilizasyonu, etkili postür ve postüral kontrolü, koordineli hareketlerin oluşumunu içeren bir eğitim programıdır (Page, 2006). Sensorimotor eğitim egzersizleri, nöromusküler sistemi geliştirmek için uygulanan egzersizlerdir ve statik, dinamik ve

fonksiyonel olmak üzere üç aşamalı bir ilerleme sürecini içerir. Her aşamada, farklı postürler, destek yüzeyleri ve yerçekimi merkezi zorlamaları kullanılarak egzersizlerin zorluk seviyesi artırılır (Ozer Kaya, 2017).

Propriyosepsiyon, vücudun pozisyon duyusunun, bilinçli veya bilinçsiz olarak farkında olabilme yeteneği olarak tanımlanır (Ozer Kaya, 2017). Bu yetenek, nöromusküler kontrolün afferent (duyusal) girdisine uygun motor cevap oluşturma kabiliyetini içerir. Eklem pozisyon hissi, kuvvet duyusu, kinestezi ve nöromusküler kontrolü kapsayan çeşitli unsurları içerir. Propriyoseptif egzersizler, ağırlık aktarma, denge ve yürüme gibi hareketler üzerine odaklanır. Bu egzersizler çeşitli zorluk seviyelerinde gerçekleştirilebilir, örneğin gözler açık veya kapalı, tek ayak veya çift ayak ve zemin özellikleri değiştirilerek. Egzersizler için çeşitli ekipmanlar kullanılabilir, örneğin “wobble board”, “boşu”, egzersiz topları, trambolin gibi. Egzersizlerin zorluk seviyesi, osilasyon sağlayan farklı araçlar kullanılarak artırılabilir (Ashton-Miller ve diğ., 2001).

Plyometrik egzersizler, patlayıcı kuvveti artırmak amacıyla kullanılan yaygın bir eğitim tekniğidir. Bu egzersizlerin temel amacı, spor performansını geliştirmektir. Temel olarak, kas-tendon biriminin gerilmesini takiben hızlı bir kasılmanın olduğu “germe-kısalma döngüsü” prensibine dayanır (McNeely, 2005). Bu prensibe uygun olarak yapılan egzersizler, maksimum kuvveti en kısa sürede üretebilme kapasitesini geliştirmeyi hedefler.

Reaktif Nöromusküler Eğitim, performans geliştirmede ve motor öğrenme üzerine odaklanan bir sistemdir. Bu sistem, farklı fazlardan oluşmaktadır ve belirli hedeflere yönelik ilerler (Guido ve Stemm, 2007). İlk faz statik stabilizasyon fazıdır ve hedefi, belli tekrarlarla propriyoseptif reaksiyonun doğru uyarılmasını sağlamaktır. Bu fazda doğru eklem hareketi ve kompensasyonlara izin verilmeyen motor programlama ön plandadır. İkinci faz transiyonel stabilizasyon fazıdır ve bilinçli kontrolü amaçlar. Bu fazda, kontrollü konsentrik, eksentrik ve izometrik aktiviteler yerine tüm hareket aralığında fonksiyonel hareketlere odaklanılır. Yerçekimi kuvvetine ek dış kuvvetlerin stres oluşturduğu dikey ve yatay yüklemeler yapılır. Üçüncü faz ise dinamik stabilizasyon fazıdır ve bilinçsiz kontrolü yüklemelerle hedefler. Bu fazlar ve egzersizler, motor kontrolün üç seviyesinin eğitimini amaçlar.

Genellikle, nöromusküler eğitim, yaş ve sağlık seviyesinden bağımsız olarak herhangi bir egzersiz programının önemli bir bileşenidir. Denge, koordinasyon, çeviklik ve propriyosepsiyonu iyileştirerek, bireyler fiziksel performanslarını artırabilir,

yaralanma riskini azaltabilir ve genel yaşam kalitelerini iyileştirebilirler. Nöromüsküler eğitimi egzersiz rutini içine dahil etmek, sağlık hedeflerine ulaşmaya ve yıllarca sağlıklı ve aktif kalmaya yardımcı olabilir.



Bölüm 3

Yöntem

3.1 Katılımcılar

Çalışmaya ön diz ağrısı ve dinamik valgusu olan 34 katılımcı dahil edildi. Çalışmaya katılan 34 hasta Egzersiz ve Bantlama (n=17) ve Egzersiz (n=17) olmak üzere randomize olarak 2 gruba ayrıldı. Egzersiz grubundaki katılımcılara kalça ve quadriceps kuvvetlendirme egzersizleri toplam 6 hafta, haftada 3 kez uygulandı. Egzersiz ve Bantlama grubundaki katılımcılara ise hem kalça ve quadriceps kuvvetlendirme egzersizleri hem de mulligan rijit diz bantlama yine 6 hafta ve haftada 3 kez olmak üzere uygulandı. Katılımcıların eğer çift taraflı ön diz ağrısı var ise, daha semptomatik olan taraf çalışmaya dahil edildi.

Katılımcıların, 2D hareket analizi ile tek bacak çömelme testi'nin iniş fazında Frontal plan projeksiyon açısı (FPPA)'nda 10 dereceden fazla artış olması DDV varlığı olarak kabul edildi. Katılımcılar Egzersiz ve bant grubu (çalışma grubu) ve egzersiz grubu (kontrol grubu) olarak 2 gruba ayrıldı.

Katılımcıların tüm değerlendirmeleri ve tedavileri Yeni Yüzyıl Üniversitesi Gaziosmanpaşa Hastanesi fizik tedavi kliniğinde yapıldı.

Çalışmamız için İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 21.12.2021 tarihi 20.01.2022/04 sayı numarası ile etik kurul onayı alındı (EK-A). Tüm katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formu alındı (EK-B).

3.1.1 Demografik özellikler. Katılımcıların ad, soyad, yaş, boy ve ağrı durumu çalışma için hazırlanan forma kaydedildi. Katılımcıların dinamik valgusu tek bacak çömelme testi ile değerlendirildi ve FPPA'na göre 190° üstü olanlar çalışmaya dahil edildi. Kalça ve diz kas kuvveti ölçümleri, Q açısı ölçümü, kalça internal ve eksternal rotasyon eklem hareket açıklığı ölçümü, patellar tilt testi, Y denge testi, Ayak Postür İndeksi (API), ve Kujala ölçeği (AKPS) değerlendirmeleri yapıldı. Katılımcıların genel ağrı değerlendirmesi Vizüel Analog skalaya (VAS) göre yapıldı ve en az 3 değeri olanlar çalışmaya dahil edildi.

3.2 Katılımcılar ve Çalışma Tasarımı

Çalışmamız tek merkezli, progresif randomize kontrollü tek kör klinik bir çalışma olarak planlandı. Çalışmada egzersizler 6 hafta boyunca haftada 3 kez ve 10 tekrar olarak yaptırılmış olup her set arasında 3 dk dinlenme molası verildi. Buna ek olarak bant ve egzersiz grubuna dahil olan katılımcılara haftada 3 kez mulligan tekniği ile rijit bant uygulaması yapıldı.

Çalışmamızın örneklem büyüklüğü; çalışmamızda değerlendirme ölçeği olarak kullandığımız Kujala (AKPS) Ölçeğinin 7,5 standart sapma ile 0,05 anlamlılık düzeyi ve %80 güç ile gerekli örneklem büyüklüğünü her bir grup için $n=15$ olarak hesaplandı. %10 drop – out oranı ekleyerek her bir grubu $n=17$, toplam örneklem büyüklüğümüzü de $n=34$ olarak belirlendi.

Çalışmaya katılmaya gönüllü olan bireyler seçim kriterlerine, VAS skoru ve 2D hareket analiz sistemi Spark Motion Pro ile yapılan değerlendirmede çalışma kriterlerine uygun olan bireyler ($n=34$), çalışmaya katılımcı olarak dahil edildi. Katılımcılar ($n=34$) çalışma hakkında bilgilendirildi.

Tüm katılımcılar www.randomizer.com sitesi ile yapılan randomizasyon sonucunda iki gruba ayrıldı.

3.3 Kabul ve Red Kriterleri

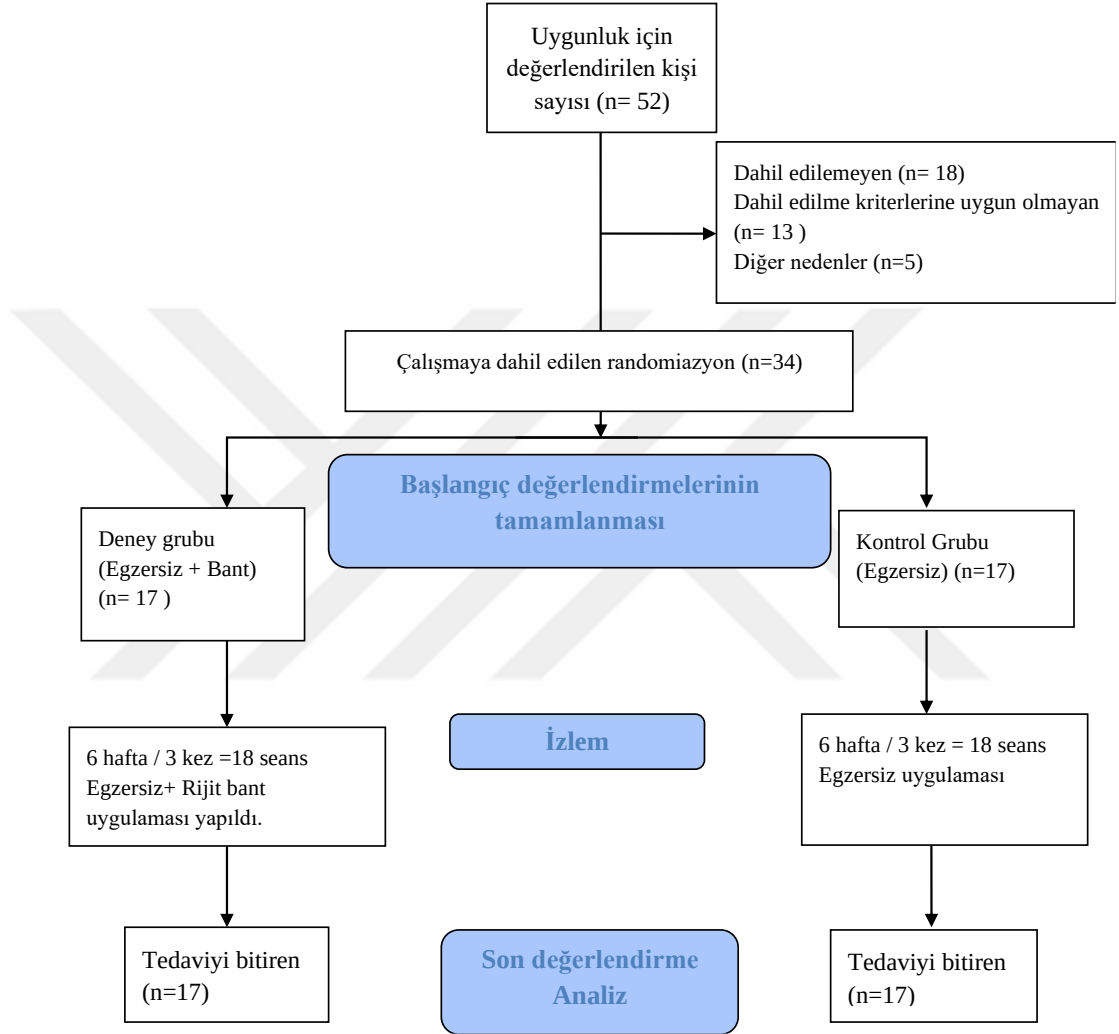
3.3.1 Çalışmaya dahil edilme kriterleri. Çalışmaya dahil edilme kriterleri aşağıda sıralanmıştır:

- 2 aydan uzun süren ön diz ağrısı
- $> 10^\circ$ frontal düzlemde valgus açısı olması
- Son 1 haftada 10 cm’lik VAS skalasında en az 3 ağrı olması
- Semptomları en az 2 aydan uzun süre var olması
- 18 ila 50 yaş arası hastalar
- Çömelme, merdiven çıkma – inme ve oturma sırasında oluşan ağrılardan en az 2 sini barındırmak

3.3.2 Çalışmada dışlanma kriterleri. Çalışmadan dışlanma kriterleri aşağıda sıralanmıştır:

- Nörolojik hastalık veya sekel olması
- Alt ekstremitte kinematiklerini etkileyebilecek ortopedik bir yaralanması olması
- Gebelik ya da şüphesi olması

Çalışmanın akış diyagramı Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6 Akış Şeması

3.4 Değerlendirmeler

Her iki gruba da ilk gün ve altıncı haftanın sonunda aynı değerlendirmeler uygulandı. İlk gün katılımcıların demografik özellikleri, kas kuvveti ölçümleri, Q açısı, FPPA, kalça internal ve eksternal rotasyon eklem hareket açıklıkları, dinamik denge, ayak postürü, patellar tilt değerlendirildi. 6. Haftanın sonunda ayak postürü hariç tüm değerlendirmeler tekrarlandı.

3.4.1 Manuel kas testi. Quadriceps, kalça ekstansör, kalça abduktör ve kalça eksternal rotatörlerinin izometrik kas kuvvetleri, el dinamometresi (Lafayette el dinamometresi) kullanılarak değerlendirildi ve kas kuvvetlerinin değeri, “libre” cinsinden kaydedildi. Katılımcıların teste alışabilmesi için, her test pozisyonunda önce submaksimal kuvvet uygulatarak 2 kez deneme yapıldı ve sonra teste başlandı. Her kas için, izometrik test 3 kez tekrarlanmış olup, veri analizi için her bir test esnasında kaydedilen “peak” kuvvet değerlerinin ortalaması kullanıldı. Submaksimal kuvvet uygulatarak yapılan alışma testi ile maksimal kuvvet uygulanan ilk test arasında 10 sn süre bırakıldı. Maksimal kuvvet testinin tekrarları arasında 1'er dakikalık dinlenme süresi verildi. Kas testi sırasında katılımcıların motivasyonu çok önemli olduğu için, kontraksiyonlar esnasında fizyoterapist tarafından sözlü uyarılarla teşvik edildi. Her test için yapılan 3 deneme içinde diğer 2 değere uymayan, çok yüksek veya çok düşük bir değer varsa, test bir kez daha tekrarlandı. Katılımcılara, farklı test pozisyonuna geçilmeden önce, 2 dakikalık dinlenme süresi verildi.

Kalça eksternal rotatörleri: Bu kas testi, katılımcılar kalça ve dizler 90° fleksiyonda iken oturma pozisyonunda uygulandı. Dinamometre, medial malleolun 5 cm proksimaline yerleştirildi ve izometrik test esnasında olabilecek hareketi engellemek için, kemer ile tespit edildi. Test esnasında katılımcılardan kollarını göğüs hizasında çaprazlamaları, ayaklarını 5 sn boyunca maksimum kuvvetle içe doğru itmeleri istendi. Dinamometrenin gösterdiği sayısal değer, kalça eksternal rotatörlerinin kas kuvveti olarak kaydedildi (Magalhães ve diğ., 2010).



Şekil 7 Kalça Eksternal Rotasyon Kuvvet Ölçümü

Kalça abdükörleri: Katılımcı, test edilen taraf üstte kalacak şekilde yan yatırıldı. Altta kalan bacak kalça ve diz hafif fleksiyonda olacak şekilde, üstteki bacak ise kalça nötral pozisyonda (0° fleksiyon, 0° abduksiyon, 0° rotasyon) pozisyonlandı ve iki bacağın arasına yastık konuldu. Test edilen üstteki bacak, hareketi engellemek ve pozisyonu korumak için diz eklem çizgisinin 5 cm yukarisından kemer ile tespit edildi ve dinamometre bacak ile kemer arasına yerleştirildi. Katılımcılardan, test edilen bacağı 5 sn boyunca maksimum kuvvetle yukarı ve yana doğru açmaya çalışmaları istendi (Magalhães ve diğ., 2010).



Şekil 8 Kalça Abdüksiyon Kuvvet Ölçümü

Kalça ekstansörü: Test, M. Gluteus Maximus'un izole kas kuvvetini ölçebilmek için diz 90° fleksiyonda iken uygulandı. Bacak hareketi engellemek için popliteal fossanın 5 cm kadar üzerinden kemerle tespit edildi ve kemer ile uyluk arasına dinamometre yerleştirildi. Bu pozisyonda iken hastadan kalçasını kaldırmadan, uyluğunu 5 sn boyunca maksimum kuvvetle yataktan yukarıya doğru kaldırması istendi. Bu sırada ölçülen değerler kaydedilirken, pelvisin stabil olmasına dikkat edildi. (Magalhães ve diğ., 2010).



Şekil 9 Kalça Ekstansiyon Kas Kuvvet Ölçümü

Diz ekstansörleri: Diz ekstansiyon kas kuvvetini ölçmek için bireyler, kalça 90° fleksiyon, diz 60° fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlandı. El dinamometresi lateral malleolun 5 cm proksimaline gelecek şekilde yerleştirildi ve kemer ile sabitlendi. Katılımcılardan bu pozisyonda 5sn boyunca maksimal kuvvetle bacağına öne doğru itmeye çalışması istendi (Magalhães ve diğ., 2010).



Şekil 10 Diz Ekstansiyon Kas Kuvvet Ölçümü

3.4.2 Gonyometrik ölçümler.

3.4.2.1 Q açısı. Diz ekstansiyonda iken ayakta duran katılımcıda, quadriceps kası gevşek pozisyondayken, spina iliaca anterior superior (SİAS)-patella ortası ve patella ortası tuberositas tibia arasında ölçülen açı Q açısıdır (Almeida ve diğ., 2016). Normalde bu açı erkeklerde 10-14° ve kadınlarda 14,5-17°'dir. Erkeklerde 15° üzeri, kadınlarda 20° üzeri olması patolojik kabul edilir (Tsakoniti ve diğ., 2008).

Katılımcılarda Q açısı ölçümü ayakta duruş pozisyonunda yapıldı ve bireylerden gevşek pozisyonunda durmaları istendi. Standart gonyometre ile, SİAS ve patella orta noktası arasında çizilen çizgi ve tüberositas tibia ile patella orta noktası arasında çizilen çizgilerin kesişme noktaları arasında oluşan açı, Q açısı olarak ölçüldü (Shultz ve diğ., 2008).



Şekil 11 Q Açısı Ölçümü

3.4.2.2 Kalça internal ve eksternal rotasyon açısı. Ölçüm yapılacak katılımcı oturur pozisyonda bacakları dizlerden itibaren masadan sarkıtılarak oturur vaziyette iken ölçüm yapıldı. Gonyometrenin pivot noktası tuberositas tibiaya yerleştirildi. Gonyometrenin sabit kolu yere paralel olacak şekilde tutuldu. Hareketli kol ise tibiaanın kristasını takip etti. Ölçüm yapılırken kalçada fleksiyon, ekstansiyon,abduksiyon ve addüksiyon hareketlerinin olmamasına dikkat edildi (Bittencourt ve diğ., 2012).



Şekil 12 Kalça İnternal Rotasyon Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü (A), Ekternal Rotasyon Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü (B)

3.4.2.3 Frontal plan projeksiyon açısı. 2D hareket analizi verileri, DDV için bir fonksiyonel testleme olan, TBÜÇT (Tek bacak üstünde çömelme testi) sırasında 2D Spark Motion Pro™ mobil hareket analiz sistemi ile değerlendirildi. FPPA'ları Spark Motion Pro™ gonyometri uygulaması ile ölçüldü.

Spark Motion Pro™ uygulaması, Apple App Store'dan 15.3.1 yazılımındaki 9.Nesil iPad 'e indirildi. 9. Nesil iPad, 10,2 inç, 2,160 x 1,620 piksel renkli IPS LCD ekrana sahiptir ve saniyede 30 kare görüntü yakalamaktadır. 9.Nesil iPad, Soligor marka tripod üzerine yerleştirildi. Ölçümler esnasında tripodun yeri, katılımcıdan 3 metre uzakta ve yerden 1 metre yüksekte olacak şekilde sabitlendi (Willy ve diğ., 2019).

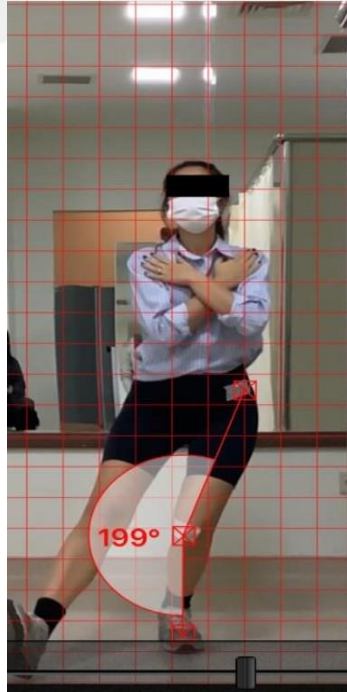
Katılımcılardan, TBÜÇT'ne başlamadan önce, vücutlarının dik pozisyonunu korumaları ve çömelirken alabilecekleri desteği azaltabilmek için kollarını gövde önünde çapraz yapmaları istendi. Katılımcılara, test sırasında diz ve gövde postürlerini düzeltmeleri için herhangi bir uyarı ile düzeltme veya geri bildirim verilmedi

Test edilmeyen bacağın konumu, duruş bacağında ölçülen hem kinetik hem de kinematik çıktıları etkilediği için, çalışmamızda katılımcılardan, test edilmeyen bacağın tam ekstansiyona alarak öne doğru uzatması istendi. Öne uzatılan bacağın

değerlendirmeyi zorlaştırmayacak şekilde test edilen bacağın önüne geçmemesine ve ölçüm sonuçlarını etkilememesi için yere değmemesine ve yerden destek alınmamasına dikkat edildi (Khuu ve diğ., 2016).

Katılımcılardan, semptomatik bacağı üzerinde çömelme yaparken, desteksiz ve dengesini kaybetmeden yapabileceği maksimum derinliğe kadar çömelmeleri istendi (Carry ve diğ., 2017; Kvist, 2005). Her bir test 2 saniye ayakta duruştan denge kaybı olmadan yapılabilen en derin çömelme açısına iniş ve 2 saniyede en derin çömelme açısından ayağa kalkış şeklinde tamamlandı. Katılımcılardan 3 tekrar yapması istendi (Stickler ve diğ., 2015).

Katılımcı üzerine referans noktalara yerleştirilen işaretler ile FPPA değerlendirmesi yapıldı. Pelvik segmentte referans noktaları, her iki taraf SİAS olarak belirlendi. SİAS'dan uyluk boyunca düz bir çizgi çekilerek patella ortası ve patella orta noktasından çekilen düz bir çizgi ile ayak bileği orta noktası, referans nokta olarak belirlendi (Scholtes ve Salsich, 2017). FPPA, gruplara kör olan bir değerlendirmeci tarafından ölçüldü. FPPA derecesi; 360°'den, dizin medialinden ölçülen, femur ve tibia segmentleri arasındaki açı değeri çıkarılarak hesaplandı. 190° ve üzerinde olan FPPA, patolojik kabul edildi (Ramirez ve diğ., 2018).



Şekil 13 Frontal Plan Projeksiyon Açısı

3.4.3 Kujala ölçeği (Anterior knee pain scale). Dizin fonksiyonel aktivite düzeyini belirlemek için “Kujala Patellofemoral Skorlama Sistemi” kullanıldı. Kujala ve diğ. (1993) tarafından özellikle patellofemoral ağrı, patella çıkığı veya subluksasyonu olan hastalar için tasarlanmıştır (Kujala ve diğ., 1993). Daha sonrasında Crossley ve diğ. (2004) tarafından patellofemoral ağrıda geçerli, güvenilir ve duyarlı bir ölçek olarak gösterilmiştir (Crossley ve diğ., 2004). Türkçe versiyonu Kuru ve diğ. tarafından yapılmış, iç tutarlılığı yeterli olarak bulunmuş ve test-tekrar test yöntemiyle yüksek derecede güvenilir olduğu gösterilmiştir (Kuru ve diğ., 2010). Böylece kujala patellofemoral skorlama sistemi’nin patellofemoral ağrılı Türk hastalarda uygulanabilir bir ölçek olduğu görüşüne varılmıştır.

Kujala patellofemoral skorlama sistemi; aksama, yük verme, yürüme, merdiven inip-çıkma, çömelme, koşma, zıplama, dizler bükülü uzun süreli oturma, ağrı, şişlik, anormal ve ağrılı diz kapağı hareketi, uyluk kaslarında atrofi, diz bükmede yetersizliği olmak üzere on üç alt başlıktan oluşmaktadır. Her alt başlık için 5 ila 10 puan arasında değişen puanlama aralığı mevcuttur. Aksama; 5 puan, yük verme; 5 puan, merdiven inip-çıkma; 10 puan, çömelme; 5 puan, koşma; 10 puan, zıplama; 10 puan ve uzun süreli dizler fleksiyonda oturma; 10 puan, ağrı; 10 puan, şişlik; 10 puan ya da subluksasyon olup olmadığı; 10 puan, kuadriseps kasındaki atrofi miktarı; 5 puan, dizdeki fleksiyon kısıtlılığı; 5 puan ve yürüme; 5 puan üzerinden değerlendirilmektedir. Her başlıktan alınan puanlar toplanarak 0 ile 100 puan arasında değişen toplam puana ulaşılmaktadır. Toplam puanın yüksek olması patellofemoral ağrıya ait semptomların daha az olduğunun göstergesidir. Bu çalışmada kujala patellofemoral skorlama sistemi, başta belirli aktiviteler sırasında ağrının sorgulanmasının yanı sıra patellofemoral ağrılı hastalarda sık görülen semptomların da sorgulanabilmesi amacıyla kullanıldı. Sorular hastalara bire bir sorularak kendi durumlarını en iyi açıklayan seçeneği seçmeleri istendi.

3.4.4 Gürsel analog skalası (VAS). VAS, Price ve diğ. (1983) tarafından 1983 yılında geliştirilmiş, geçerlik ve güvenirlik çalışması ağrının iki boyutu değerlendirilerek yapılmıştır (Price ve diğ., 1983). Ağrı şiddetini değerlendirme amacıyla dikey veya yatay olmak üzere 0- 10 cm uzunluğundaki çizgi üzerinde hastadan hissettiği ağrı şiddetine karşılık gelen bir yeri işaretlemesi istenmektedir (Blanpied ve diğ., 2017). Bu noktanın başlangıç noktasına olan uzaklığı hastanın ağrı şiddetini göstermektedir. Katılımcılara genel ağrı değerlendirmesi yapıldı. Genel ağrı

değerlendirmesindeki 1,5 cm'lik değişiklik minimal klinik anlamlı iyileşme (MCID) olarak gösterildi (Willy ve diğ., 2019).

3.4.5 Y denge testi. Katılımcıların dinamik denge ölçümleri Y denge testi (Modified Star Excursion Balance Test, SEBT) ile değerlendirildi (Gribble ve Hertel, 2003). Test düzeneğinde 3 adet mezura aralarında 120 derece açı olacak şekilde yere yapıştırıldı. Katılımcılardan bu 3 mezuranın kesiştiği noktada tek ayağı üzerinde durarak, diğer ayakları ile anterior, posteromedial ve posterolateral olmak üzere bu 3 yöne parmak uçları ile uzanması ve başlangıç pozisyonuna dönmeleri istendi. Bu sırada katılımcılardan üzerinde durdukları ayağının topuğunu yerden kaldırmamaları, dengesini kaybetmemeleri ve mümkün olan en uzak noktaya parmak ucu ile dokunmaları istendi. Ölçümler 3 kez tekrar edildi, ortalamaları alınarak cm cinsinden kaydedildi.



Şekil 14 Y Denge Testi

3.4.6 Ayak postür indeksi (API). API, Redmond ve diğ. tarafından ayak postürünü değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir (Redmond ve diğ., 2006). Tüm değerlendirmeler her iki ayağa eşit ağırlığın verildiği rahat bir şekilde ayakta durma pozisyonunda yapılmaktadır. Bu duruşun yürüme döngüsü boyunca ayağın aldığı pozisyonlara yakın olduğu bildirilmiştir (Stathopulu ve Baildam, 2003). Bu indeks; talus başı palpasyonu, lateral malleolün altında ve üzerindeki eğim, kalkaneal inversiyon/eversiyon, ön ayakta ise talonaviküler uyum (konkavite/konveksite), medial ark yüksekliği ve ön ayak abduksiyon/adduksiyonu olmak üzere 6 değerlendirme başlığından oluşturulmuştur. Bu başlıklardan her biri indeksin belirlediği -2 ile +2 arasında değişen puanlama tablosuna uygun olarak puanlandı. 0

puan ayağın nötral pozisyonda, pozitif değerler pronasyonda, negatif değerler ise supinasyonda olduğu şeklinde yorumlandı. Çalışmamızda ayak postür indeksi sadece çalışmanın başında değerlendirildi (Hanifan ve diğ., 2020).

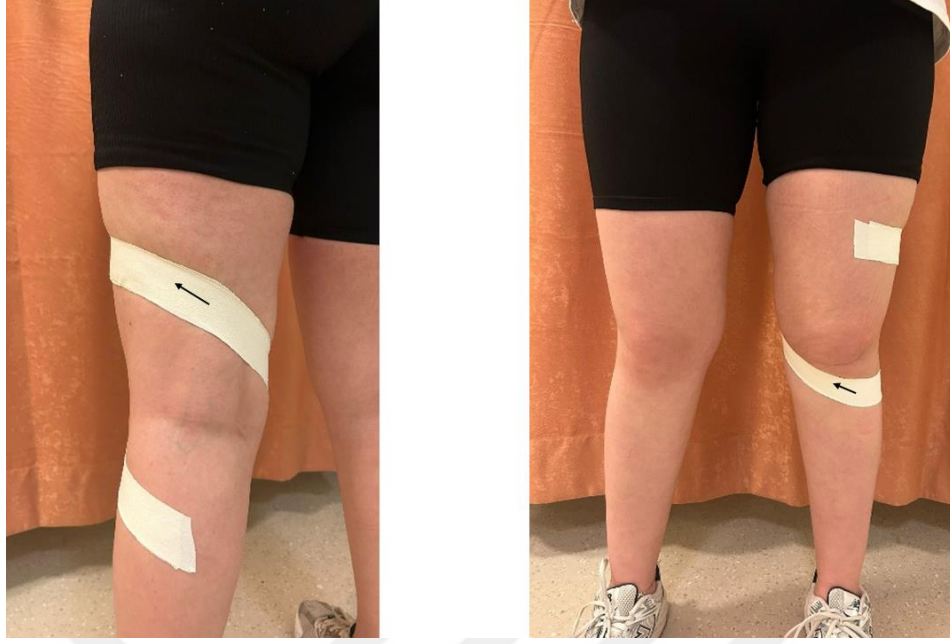


Şekil 15 Ayak Postür İndeksi

3.4.7 Patellar tilt testi. Hasta sırtüstü ve gevşek pozisyonda, diz tam ekstansiyonda iken yatar pozisyonda, 2 parmakla patellanın medial ve lateral vertikal yükseklikleri arasında fark olup olmadığı değerlendirildi. Lateral taraf yüksekliği medial taraf yüksekliğinden az olan katılımcılarda, lateral tilt pozitif olarak kabul edildi (Perez, 2007).

3.5 Uygulanan Tedavi Yöntemleri

3.5.1 Mulligan rijit uygulaması. Uygulanan rijit bant Protape 38 mm x 10 m ile yapıldı. Bant pamuk kumaştan, yumuşak ve kaliteli bir malzemeden üretilmiştir. Uygulamayı, katılımcı ayakta iken, kalça ve dizi internal rotasyonda ve dizi 20° fleksiyundayken uygulandı. Bantı, fibula başından başlayarak tibiyı internal rotasyona getirecek şekilde anteriorda tibia üzerinden geçirerek dizin medial eklem çizgisinin altından geçirip dizin arkasından sonlanacak şekilde uygulandı (Hendry ve diğ., 2015). Stabileyi arttırmak için ikinci bir bant ile ilk bantın üstünden aynı şekilde uygulandı (Distefano ve diğ., 2009).



Şekil 16 Mulligan Rijit Bant Uygulaması

3.5.2 Quadriceps ve kalça kuvvetlendirme egzersizleri. Çalışmaya katılan 34 katılımcının tamamı ilk değerlendirmeler yapıldıktan sonra oluşturduğumuz 6 haftalık egzersiz programına dahil edildi. Egzersizler haftada 3 kez her egzersiz 10 set yaptırıldı ve katılımcılara her set arasında 3 dk dinlenme süresi verildi.

1. hafta ve 2. hafta egzersiz programı: İlk 5 seans non-weight bearing (ağırlık vermeden yapılan) egzersizler ayna karşısında verildi.

Gluteus mediusu hedef almak için önerilen yaygın egzersizler arasında yan pozisyonda kalça abdüksiyonu, istiridye kabuğu egzersizi köprü egzersizleri ve yan plunk egzersizi verildi (Distefano ve diğ., 2009).



Şekil 17 1. ve 2. Hafta Egzersiz Programı

2. ve 3. hafta egzersiz programı (6 ve 10. Seanslar): Bu haftada weight bearing (ağırlık aktarılarak yapılan) egzersizler ayna karşısında verildi. Katılımcılara bu egzersizler 6. seanstan itibaren verildi haftada 3 kez 10 set olarak tekrarlandı. Her set arasında 3 dk dinlenme süresi verildi.

Bu seanslarda tek bacak üzerinde çömelme egzersizi, basamaktan iniş egzersizi (hem anterior hem lateral), tek bacak kaldırma egzersizleri verildi (Distefano ve diğ., 2009).



Şekil 18 2. ve 3. Hafta Egzersiz Programı (6 ve 10. Seanslar)

3. ve 4. hafta egzersiz programı (11 ve 14. Seanslar): Egzersiler haftada 3 kez 3 set şeklinde verildi. Daha dinamik ve fonksiyonel egzersizler olan; lateral bant yürüyüşü, yana hamle, arkaya hamle, çapraz squat egzersizleri ayna karşısında verildi (Distefano ve diğ., 2009).



Şekil 19 3. ve 4. Hafta Egzersiz Programı (6 ve 10. Seanslar)

5. ve 6. Hafta Egzersiz Programı: (15 ve 18. Seanslar): Bu haftada pliometrik egzersizler haftada 3 kez 3 set olacak şekilde verildi. Her set arasında 3 dk dinlenme süresi verildi.

Bu haftada diz proprioepsiyon egzersizi, thereband ile tek bacak üzerinde çömelme egzersizi, dirençli vertikal köprü egzersizi, ağırlıklı koşucu egzersizi ayna karşısında verildi (Distefano ve diğ., 2009).

Tüm katılımcıların tedavileri uygulandıktan sonra 6. Haftanın sonunda son değerlendirmeleri yapıldı.



Şekil 20 5. ve 6. Hafta Egzersiz Programı (15 ve 18. Seanslar)

3.6 İstatistiksel İncelemeler

Analiz SPSS 22.0 Paket Programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmadan kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri sürekli verilerde ortalama, standart sapma ve minimum maksimum değerleri kullanılmıştır. Öncelikle sürekli değişkenlerin Shapiro-Wilk tetsine göre normallik dağılıma bakılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan ($p < 0,05$) nonparametrik testler uygulanmıştır. Normal dağılıma sahip olan değişkenler için ($p < 0,05$) parametrik testler uygulanmıştır.

Normal dağılıma sahip olmayan değişkenler için iki bağımlı grup ortalamaları arasındaki farklılığı ölçmek için Wilcoxon Sign Test, normal dağılıma sahip olan değişkenler için iki bağımlı grup ortalamaları arasındaki farklılığı ölçmek için Paired sample t test kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olan 2 bağımsız grup ortalamaları için Independent sample t test kullanılmıştır. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak verilmiştir.

Bölüm 4

Bulgular

4.1 Demografik Özellikler

Çalışma 21.12.2021-15.04.2023 Tarihleri arasında Yeni Yüzyıl Üniversitesi Gaziosmanpaşa Hastanesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon kliniğinde toplamda kadın ve erkek olmak üzere 34 olguyla tamamlandı. Gruplar arasında yer alan fiziksel özelliklerden yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi açısından bir fark saptanmadı ($p>0,05$). Tablo 1’de grupların fiziksel özellikleri gösterilmiştir.

Grupların fiziksel özelliklerinin karşılaştırması Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1

Grupların Fiziksel Özellikler Açısından Karşılaştırılması

	Deney Grubu (n=17) (Egzersiz+Bant) Ort±SS	Kontrol Grubu (n=17) (Egzersiz) Ort±SS	t	p
Yaş (yıl)	28,35 ± 5,23	27,76 ± 5,83	0,310	0,759*
Boy (cm)	163,70 ± 6,76	165,94 ± 7,50	-0,912	0,368*
Kilo (kg)	56,18 ± 6,21	65,53 ± 15,46	-2,315	0,031*
VKİ (kg/ m ²)	21,04 ± 1,82	23,81 ± 5,14	-2,094	0,049*
Semptom süresi (Ay)	23,82 ± 16,58	20,71 ± 14,15	0,590	0,560*

*Independent Sample T test, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, cm: Santimetre, kg: Kilogram, VKİ: Vücut Kitle İndeksi, m²: Metrekare ST: Semptomatik Taraf

Deney grubundaki 17 olgunun yaş ortalamaları 28,35 ± 5,23 kontrol grubundaki 17 olgunun yaş ortalamaları 27,76 ± 5,83’ydı. Deney ve kontrol grupları arasında yaş ortalamalarında anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$).

Deney grubundaki olguların boy ortalamaları 163,70 ± 6,76 kontrol grubundaki olguların boy ortalamaları 165,94 ± 7,50’tü. Deney ve kontrol grupları arasında boy ortalamalarında anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$).

Deney grubundaki olguların kilo ortalamaları 56,18 ± 6,21 kontrol grubundaki olguların kilo ortalamaları 65,53 ± 15,46’tü. Kontrol grubunun kilo ortalaması deney grubuna göre istatistiksel olarak yüksek bulundu ($p<0,05$).

Deney grubundaki olguların VKİ ortalamaları 21,04± 1,82 kontrol grubundaki olguların VKİ ortalamaları 23,81± 5,14’di Kontrol grubunun VKİ ortalaması deney grubuna göre istatistiksel olarak yüksek bulundu ($p<0,05$).

Deney grubundaki olguların semptom süresi ortalamaları $23,82 \pm 16,58$ kontrol grubundaki olguların semptom süresi ortalamaları $20,71 \pm 14,15$ 'di. Deney ve kontrol grupları arasında semptom süresi ortalamalarında anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$).

Tablo 2

Deney Grubu ve Kontrol Grubu API Değerlerinin Karşılaştırılması

	Deney	Kontrol		
	Ort±SS	Ort±SS	t	p
API	3,70±1,89	3,52±2,60	0,226	0,823

t: Bağımsız Örneklem T Testi

Deney grubunda API ölçüm ortalaması $3,70 \pm 1,89$, kontrol grubu ortalaması $3,52 \pm 2,60$ 'dir. Deney ve kontrol grupları arasında API ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$).

4.2 Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tablo 3

Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Fonksiyon Değerlerinin Karşılaştırılması

	Başlangıç Ort±SS	6. Hafta Sonrası Ort±SS	t	p
Kujala ölçeği (AKPS)	72,94±10,62	92,23±5,51	-8,393	<0,000*

* Paired Simple Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma

Kujala ölçeği (AKPS)değerlerinin başlangıç değeri ortalaması $72,94 \pm 10,62$ ve 6. hafta sonrası ölçüm Kujala ölçeği (AKPS) ortalaması $92,23 \pm 5,51$ 'tü. 6. hafta Kujala ölçeği (AKPS) ölçümünde başlangıç ortalamasına göre anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Tablo 4

Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası VAS Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS	6. Hafta Sonrası Ort±SS	T	p
VAS	5,80±1,11	2,51±1,29	10,258	<0,000*

* Paired Simple Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma, VAS: Vizüel Analog Skalası mm: Milimetre

VAS değerlerinin başlangıç değeri ortalaması $5,80 \pm 1,11$ ve 6. hafta sonrası ölçüm VAS ortalaması $2,51 \pm 1,29$ 'di. 6. hafta VAS ölçümünde başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görüldü ($p < 0,05$).

Tablo 5

Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası FPPA Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS	6. Hafta Sonrası Ort±SS	t	p
FPPA	$199,76 \pm 3,09$	$190,88 \pm 2,99$	10,672	<0,000*

* Paired Simple Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma, FPPA: Frontal plan projeksiyon açısı

FPPA değerlerinin başlangıç değeri ortalaması $199,68 \pm 3,07$ ve 6. hafta sonrası ölçüm FPPA ortalaması $190,88 \pm 2,99$ 'di. 6. hafta FPPA ölçümünde başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görüldü ($p < 0,05$).

Tablo 6

Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Kalça İnternal ve Eksternal E.H.A Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS	6. Hafta Sonrası Ort±SS	t	p
Kalça Eksternal Rotasyon E.H.A	$37,82 \pm 2,89$	$41,41 \pm 2,09$	-5,594	<0,000*
Kalça İnternal Rotasyon E.H.A	$38,23 \pm 4,23$	$41,18 \pm 3,44$	-4,273	<0,001*

*Paired Sample T Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma, E.H.A: Eklem Hareket Açıklığı, mm: Milimetre

Kalça eksternal rotasyon eklem hareket açıklığı değerlerinin başlangıç değeri ortalaması $1937,82 \pm 2,89$ ve 6. hafta sonrası ölçüm ortalaması $41,41 \pm 2,09$ 'di. 6. hafta kalça eksternal rotasyon eklem hareket açıklığı ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p < 0,05$).

Kalça internal rotasyon eklem hareket açıklığı değerlerinin başlangıç değeri ortalaması $38,23 \pm 4,23$ ve 6. hafta sonrası ölçüm ortalaması $41,18 \pm 3,44$ idi. 6. hafta kalça internal rotasyon eklem hareket açıklığı ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p < 0,05$).

Tablo 7

Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Diz Ekstansiyon, Kalça Abduksiyon, Kalça Ekstansiyon, Kalça Eksternal Rotasyon Kas Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS	6. Hafta Sonrası Ort±SS	t	p
Diz Ekstansiyon Kas Kuvveti	15,71±4,67	23,23±6,80	-5,019	<0,000*
Kalça Ekstansiyon Kas Kuvveti	11,12±2,75	15,94±2,96	-5,594	<0,000*
Kalça Abduksiyon Kas Kuvveti	13,35±3,75	17,05±3,21	-3,485	<0,003*
Kalça Eksternal Rotasyon Kas Kuvveti	9,65±2,29	11,94±2,10	-3,551	<0,003*

* Paired Simple Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma

Diz ekstansiyon kas kuvveti değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 15,71±4,67, 6. hafta sonrası ortalaması 23,23±6,80'tü. 6. hafta diz ekstansiyon kas kuvveti ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Kalça ekstansiyon kas kuvveti değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 11,12±2,75, 6. hafta sonrası ortalaması 15,94±2,96'tü. 6. hafta kalça ekstansiyon kas kuvveti ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Kalça abduksiyon kas kuvveti değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 13,35±3,75, 6. hafta sonrası ortalaması 17,05±3,21'ti. 6. hafta kalça abduksiyon kas kuvveti ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Kalça eksternal rotasyon kas kuvveti değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 9,65±2,29, 6. hafta sonrası ortalaması 11,94±2,10'tü. 6. hafta kalça eksternal rotasyon kas kuvveti ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Tablo 8

Deney Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Anterior, Posteromedial, Posterolateral Dinamik Denge Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS Med(min-max)	6. Hafta Sonrası Ort±SS Med(min-max)	t/Z	p
Anterior	81,58±7,18	92,82±7,90	-5,788	<0,000*
Posterolateral	81,64±12,93	100,52±11,60	-5,757	<0,000*
Posteromedial	49 (37-99)	72 (52-93)	-4,882	<0,000**

* Paired Simple Test **Wilcoxon Signed Rank Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma, Med: Median, min-max: Minimum-maximum

Anterior değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 81,58±7,18, 6. hafta sonrası ortalaması 92,82±7,90'ydi. 6. hafta anterior ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Posterolateral değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 81,64±12,93, 6. hafta sonrası ortalaması 100,52±11,60'ydi. 6. hafta posterolateral ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Posteromedial değerlerinin başlangıçta medyanı 49 olup, 37 ve 99 değerleri aralıklarındadır. 6. hafta sonrası medyan değeri 72 olup 52 ve 93 değerleri aralıklarında olduğu gözlemlendi. Başlangıç ve 6. hafta Posteromedial ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görüldü ($p<0,05$).

4.3 Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tablo 9

Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Fonksiyon Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS	6. Hafta Sonrası Ort±SS	t	p
Kujala ölçeği (AKPS)	74,23±111,57	86,06±5,84	-5,795	<0,000*

* Paired Simple Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma

Kujala ölçeği (AKPS) değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 74,23±111,57 ve 6. hafta sonrası ölçüm vas ortalaması 86,06±5,84'ydi. 6. hafta Kujala ölçeği (AKPS) ölçümünde başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Tablo 10

Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası VAS Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS	6. Hafta Sonrası Ort±SS	t	p
VAS	5,60±1,57	3,60±1,43	7,164	<0,000*

* Paired Simple Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma, VAS: Vizüel Analog Skalası mm: Milimetre

VAS değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 5,60±1,57 ve 6. hafta sonrası ölçüm VAS ortalaması 3,60±1,43'tü. 6. hafta VAS ölçümünde başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görüldü (p<0,05).

Tablo 11

Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası FPPA Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS	6. Hafta Sonrası Ort±SS	t	p
FPPA	198,35±2,14	194,80±2,22	12,344	<0,000*

* Paired Simple Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma, FPPA: Frontal plan projeksiyon açısı

FPPA değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 198,17±2,12 ve 6. hafta sonrası ölçüm FPPA ortalaması 194,80±2,22'di. 6. hafta FPPA ölçümünde başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görüldü (p<0,05).

Tablo 12

Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Kalça İnternal ve Eksternal E.H.A Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS Med(min-max)	6. Hafta Sonrası Ort±SS Med(min-max)	t	p
Kalça Eksternal Rotasyon E.H.A	37,82±3,74	40,11±3,35	-3,454	0,000*
Kalça İnternal Rotasyon E.H.A	38,05±4,06	40,70±2,91	-3,831	0,001*

* Paired Simple Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma, E.H.A: Eklem Hareket Açıklığı, mm: Milimetre

Kalça eksternal rotasyon eklem hareket açıklığı değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 37,82±3,74 ve 6. hafta sonrası ölçüm ortalaması 40,11±3,35'di. 6. hafta Kalça eksternal rotasyon eklem hareket açıklığı ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü (p<0,05).

Kalça internal rotasyon eklem hareket açıklığı değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 38,05±4,06 ve 6. hafta sonrası ölçüm ortalaması 40,70±2,91'ti. Kalça

internal rotasyon eklem hareket açıklığı ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Tablo 13

Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Diz Ekstansiyon, Kalça Abduksiyon, Kalça Ekstansiyon, Kalça Eksternal Rotasyon Kas Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS Med(min-max)	6. Hafta Sonrası Ort±SS Med(min-max)	t/Z	p
Diz Ekstansiyon Kas Kuvveti	19,47±6,62	24,70±5,37	-4,065	0,001*
Kalça Ekstansiyon Kas Kuvveti	12 (7-22)	17 (12-33)	-4,522	<0,001*
Kalça Abduksiyon Kas Kuvveti	14,00±3,79	19,76±3,80	-5,498	<0,000*
Kalça Eksternal Rotasyon Kas Kuvveti	9,88±1,79	12,82±2,62	-4,145	0,001*

* Paired Simple Test **Wilcoxon Signed Rank Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma, Med: Median, min-max: Minimum-maximum

Diz ekstansiyon kas kuvveti değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 19,47±6,62, 6. hafta sonrası ortalaması 24,70±5,37'ti. Başlangıç ve 6. hafta diz ekstansiyon kas kuvveti ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$)

Kalça ekstansiyon kas kuvveti değerlerinin başlangıçta medyanı 12 olup, 7 ve 22 değerleri aralıklarındadır. 6. hafta sonrası medyan değeri 17 olup 12 ve 33 değerleri aralıklarında olduğu gözlemlendi. Başlangıç ve 6. hafta kalça ekstansiyon kas kuvveti ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görüldü ($p<0,05$).

Kalça abduksiyon kas kuvveti değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 14,00±3,79, 6. hafta sonrası ortalaması 19,76±3,80'ydı. 6. hafta kalça abduksiyon kas kuvveti ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Kalça eksternal rotasyon kas kuvveti değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 9,88±1,79, 6. hafta sonrası ortalaması 12,82±2,62'ydı. Başlangıç ve 6. hafta kalça eksternal kas kuvveti ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Tablo 14

Kontrol Grubunun Başlangıç ve 6. Hafta Sonrası Anterior, Posteromedial, Posterolateral Dinamik Denge Değerlerinin Karşılaştırması

	Başlangıç Ort±SS	6. Hafta Sonrası Ort±SS	t	p
Anterior	79,70±10,66	95,05±8,73	-6,802	<0,000*
Posterolateral	85,88±16,07	105,00±14,70	-8,273	<0,000*
Posteromedial	56,64±13,91	75,52±15,32	-8,362	<0,000*

* Paired Simple Test, Ort: Ortalama SS: Standart Sapma

Anterior değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 79,70±10,66, 6. hafta sonrası ortalaması 95,05±8,73'ti. 6. hafta anterior ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Posterolateral değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 85,88±16,07, 6. hafta sonrası ortalaması 105,00±14,70'ti. 6. hafta posterolateral ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Posteromedial değerlerinin başlangıç değeri ortalaması 56,64±13,91, 6. hafta sonrası ortalaması 75,52±15,32'ydı. 6. hafta posteromedial ortalamasında başlangıç ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Tablo 15

Grupların Kujala, VAS ve FPPA Kas Gücü ve Dinamik Denge Açısından Karşılaştırması

	Deney Ort±SS Med(min-max)	Kontrol Ort±SS Med(min-max)	t/Z	p
Kuajala FARK	19,29±9,48	11,82±8,41	2,430	0,021*
Vas Fark	-3,28±1,24	-2,0±1,16	-3,110	0,004*
FPPA Fark	-8,80±3,46	-3,37±1,12	-6,139	0,000*
Kalça Eksternal Rotasyon E.H.A Fark	3(0-10)	2(0-6)	-1,172	0,241**
Kalça İnternal Rotasyon E.H.A Fark	3(-1-9)	1(0-9)	-0,366	0,714**
Diz Ekstansiyon Kas Kuvveti	7,49±6,18	5,35±5,30	1,083	0,287*
Kalça Ekstansiyon Kas Kuvveti	5,23(-0,13-11,66)	6,16(-7,40-26,53)	-0,396	0,708**
Kalça Abduksiyon Kas Kuvveti	2,76(-4,53-11,73)	7,30(-6,26-11,40)	-1,395	0,163**
Kalça Eksternal Rotasyon Kas Kuvveti	2,34±2,78	2,84±2,89	-0,517	0,609*
Anterior Dinamik Denge Fark	11,21±7,73	15,11±9,29	-1,331	0,193*
Postero-Medial Dinamik Denge Fark	17,70±14,65	19,01±12,80	-0,278	0,783*
Postero-Lateral Dinamik Denge Fark	18,82±13,58	19,11±9,52	-0,073	0,942*

*Independent Sample t test **Mann-Whitney U Test, , Ort:Ortalama,, SS:Standart Sapma, Med: Median, min-max: Minimum-maximum

Deney grubunda Kujala ölçeği fark değerlerinin ortalaması 19,29±9,48 ve kontrol grubu Kujala ölçeği fark ortalaması 11,82±8,41'ydı. Deney ve kontrol grupları

arasında Kuajala fark ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görüldü. Deney grubu Kujala fark ölçümünde kontrol grubu ortalamasına göre anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Deney grubunda VAS ölçeği fark değerlerinin ortalaması $-3,28\pm1,24$ ve kontrol grubu VAS ölçeği fark ortalaması $-2,0\pm1,16$ 'ydi. Deney ve kontrol grupları arasında VAS fark ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görüldü. Deney grubu fark ortalamasında kontrol grubu VAS fark ortalamasına göre anlamlı bir azalış görüldü ($p<0,05$).

Deney grubunda FPPA ölçeği fark değerlerinin ortalaması $-8,80\pm3,46$ ve kontrol grubu FPPA ölçeği fark ortalaması $-3,37\pm1,12$ 'ydi. Deney ve kontrol grupları arasında FPPA fark ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görüldü. Deney grubu fark ortalamasında kontrol grubu FPPA fark ortalamasına göre anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$).

Deney grubunda kalça eksternal rotasyon EHA fark değerlerinin medyanı 3 olup değer aralıkları 0 ile 10 arasında değişmekte ve kontrol grubu kalça eksternal rotasyon EHA fark değerlerinin medyanı 2 olup değer aralıkları 0 ile 6 arasında değişmektedir. Deney ve kontrol grupları arasında kalça eksternal rotasyon EHA fark değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$).

Deney grubunda kalça internal rotasyon EHA fark değerlerinin medyanı 3 olup değer aralıkları 1 ile 10 arasında değişmekte ve kontrol grubu kalça internal rotasyon EHA fark değerlerinin medyanı 1 olup değer aralıkları 0 ile 9 arasında değişmektedir. Deney ve kontrol grupları arasında kalça internal rotasyon EHA fark değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$).

Deney grubunda kalça ekstansiyon kas kuvveti fark değerlerinin medyanı 5,23 olup değer aralıkları $-0,13$ ile $11,16$ arasında değişmekte ve kontrol grubu kalça ekstansiyon kas kuvveti değerlerinin medyanı 6,16 olup değer aralıkları $-7,40$ ile $26,53$ arasında değişmektedir. Deney ve kontrol grupları arasında kalça ekstansiyon kas kuvveti fark değerleri arasında anlamlı istatistiksel olarak bir farklılık görülmedi ($p>0,05$).

Deney grubunda kalça abduksiyon kas kuvveti fark değerlerinin medyanı 2,76 olup değer aralıkları $-4,53$ ile $11,73$ arasında değişmekte ve kontrol grubu kalça abduksiyon kas kuvveti değerlerinin medyanı 7,30 olup değer aralıkları $-6,26$ ile $11,40$

arasında değişmektedir. Deney ve kontrol grupları arasında kalça abduksiyon kas kuvveti fark değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görölmedi ($p>0,05$).



Bölüm 5

Tartışma

5.1 Araştırma Sorularının Bulgularının Tartışılması

Kalça ve quadriceps egzersizlerine ek olarak Mulligan bantlamanın patellofemoral ağrı, fonksiyonel düzey, denge ve dinamik valgusa etkisinin araştırılması amaçlayan bu randomize kontrollü çalışmada Deney grubuna kalça kuvvetlendirme ve quadriceps kuvvetlendirme egzersizleri ve bunun yanında Mulligan diz bantlama tekniği kullanılırken, Kontrol grubuna sadece egzersiz uygulandı ve tedavi öncesi ve 6 haftalık tedavi programı sonrasında, VAS, Kujala ölçeği, FPPA, kalça EHA, diz ve kalça kas kuvveti ve dinamik denge değerlendirildi. Çalışmanın sonucunda hem deney hem de kontrol grubunda VAS, Kujala ölçeği, FPPA, kalça EHA, diz ve kalça kas kuvvetleri ve dinamik denge değerleri istatistiksel olarak anlamlı iyileşme bulundu. İki grup karşılaştırıldığında 6 haftalık tedavi sonundaki değişim VAS, Kujala ölçeği ve FPPA değerlerinde deney grubu lehine farklı bulundu. Kalça EHA, kalça ve diz kas kuvvetleri ve dinamik değerleri açısından ise iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı.

Literatürde PFAS'nun, adölesan ve genç erişkin bireyler başta olmak üzere her yaş aralığında görülen bir problem olduğu söylenmektedir (Cowan ve Crossley, 2009). Bizim çalışmamızda da hasta gruplarımız yaşları ortalama 28 olmakla birlikte, nispeten genç hastalardan oluşuyordu.

Diz eklemi, hayat boyunca en sık yaralanan eklemdir ve bu yaralanmalar günlük yaşam aktivitelerini ve performansı olumsuz yönde etkiler. DDV olan hastaların öykü ve fizik muayenesinde genellikle ön çapraz bağ yırtığı, PFA, iliotibial band sendromu gibi dizin aşırı kullanımına bağlı gelişen patolojiler yer almaktadır. Hatta, DDV olan bireylerde ileri yaşlarda diz osteoartriti de gelişebilir. Bu sebeple, DDV'de önleyici ve tedavi edici stratejiler çok önemlidir (Sanchis ve diğ., 2022). Çalışmamızda, ortalama 20 ay semptom süresi olan DDV ve PFAS olan genç hastalarda, kalça ve quadriceps kuvvetlendirme egzersizleri ve Mulligan patellar bantlama tekniğini kullanarak tedavi uyguladık.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında hem egzersiz hem de bantlama yöntemini kullandığımız deney grubunda patellofemoral fonksiyon

değerlendirmemizde 6. haftada başlangıca göre anlamlı iyileşmebulundu. Yine deney grubunda VAS skorunu kullanarak genel ağrı değerlendirmemizde de anlamlı iyileşme vardı. Spark Motion Pro™ gonyometri uygulaması ile ölçtüğümüz FPPA değerlerinde de deney grubunda anlamlı iyileşme gözlemlendi. Benzer şekilde, deney grubunda kalçanın eksternal ve internal eklem hareket açıklığında, kalça kas kuvvetinde ve dinamik denge değerlerinde de anlamlı iyileşme bulundu. Sadece kalça ve diz kuvvetlendirme egzersizi uyguladığımız kontrol grubunda, değerlendirme parametrelerimizde iyileşmeler, başlangıca kıyasla 6. haftada istatistiksel olarak daha fazla olmasına rağmen, deney grubuna göre daha düşüktü. Deney grubu ve kontrol grubu istatistiksel karşılaştırmamızda Kujala ölçeği, VAS ve FPPA değerlerinde deney grubu lehine anlamlı farklı iyileşme bulundu. Böylece, çalışmamızda DDV ve PFAS olan bireylerde egzersizin yanında Mulligan rijit bant uygulamasının dizlerin işlevselliğinde, diz ağrısında ve FPPA'daolumlu katkıları olduğu sonucuna varıldı.

5.1.1 Kujala (AKPS) diz fonksiyonu. PFAS, her yaştaki bireylerde hem kadınlarda hem de erkeklerde oluşabilir. Spor tıbbi kliniklerinde tedavi edilen tüm diz yaralanmalarının yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır. Gençler ve erişkinlerde daha sık gözlenmesine rağmen, erkeklere kıyasla kadınlarda 2,2 kat daha fazladır. Fleksiyon hareketi sırasında anterior veya retropatellar ağrı olarak kendini belli eder, alt ekstremitte kas fonksiyonunda hareket kısıtlılığına, fiziksel aktivitede azalmaya yol açabilir (Kingston ve diğ., 2020). Anatomik bakış açısıyla PFAS'de hem alt ekstremitte dizilim problemi hem de kas disfonksiyonu söz konusudur (Waryasz ve McDermott, 2008). Ağrı ve Nörobilim Derneği, diz ağrısında tedaviler 2022 STEP kılavuzunda, bel ağrısından sonra en sık gözlenen eklem ağrısının diz ağrısı olduğu ve fizik tedavi yöntemlerinden egzersiz ve bantlamanın ağrıyı azaltmada ve fonksiyonellikte artışta önemli bir rolü olduğu vurgulanmaktadır (Hunter ve diğ., 2022). Biz de çalışmamızda, egzersiz ve bantlamanın ağrısı olan DDV ve PFAS'li hastalarda etkili olduğunu ve fonksiyonellik dahil değerlendirdiğimiz tüm parametrelerde iyileşme sağladığını rapor ettik.

Kujala ölçeği olarak bilinen bu patellofemoral fonksiyon skalasında; aksama, yük verme, yürüme, merdiven inip çıkma, çömelme, koşma, zıplama, dizler bükülü uzun süre oturma, ağrı, şişme, anormal ve ağrılı patella hareketi, uyluk kaslarının atrofisi, diz bükmede yetersizlik gibi diz eklemi ile ilgilendiren aktivitelerde zorluk ve ağrıyı incelemektedir. Ortopedik değerlendirmeler ve spor tıbbında sıklıkla

kullanılmaktadır (Ittenbach ve diğ., 2016). Emamvirdi ve diğ. (2019) yaptığı bir diğer çalışmada, DDV ve PFAS'li hastalarda görsel ve işitsel valgus kontrol yönlendirmeleriyle egzersizleri uygulamış ve ağrı ve fonksiyonellikte anlamlı iyileşme kaydetmiştir (Emamvirdi ve diğ., 2019). Bu çalışmalara benzer şekilde, bizim çalışmamızda da egzersizin DDV üzerinde pozitif etkileri olduğu bulundu. 2016 yılında yapılan kalça ve diz kuvvetlendirme egzersizlerinin PFAS olan bireylerde ağrı, kuvvet ve fonksiyon üzerine etkisini inceleyen randomize kontrollü çalışmada; 55 kadın hasta iki gruba ayrılarak randomize edilmiş 6 hafta boyunca bir gruba diz ve kalça kuvvetlendirme egzersizleri, diğer gruba da sadece diz egzersizleri uygulanmıştır. 6 haftanın sonunda kalça ve diz kuvvetlendirme egzersizleri verilen grubun iyileşmesi yalnızca diz egzersizi verilenlere göre ağrı ve fonksiyon açısından daha anlamlı sonuç verdiği bildirilmiştir. (Şahin ve diğ., 2016). Bizim çalışmamızda da sadece kalça ve diz kuvvetlendirme egzersizleri uyguladığımız kontrol grubunda da egzersizlere ek olarak Mulligan bant uyguladığımız deney grubunda da yapılan çalışmaya benzer şekilde ağrı ve fonksiyonda iyileşmebulundu. Pozitif etkilerin deney grubunda Mulligan rijit bant uygulamasının ek katkılarıyla, istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler sağladığını vurgulayarak, daha etkili olduğunu düşünüyoruz. Çünkü çalışmamızda diz fonksiyonu için Kujala ölçeğinde, diz ağrısı için VAS skalasında ve diz açısı için FPPA incelemesinde deney grubunda kontrol grubuna kıyasla anlamlı iyileşme gözlemledik.

Klinik çalışmamızda DDV ve PFAS'li bireyleri, tedavi öncesi ve tedaviden sonra 6. haftada geçerliliği kanıtlanmış Kujala skalasıyla fonksiyonellik açısından inceledik. Deney grubumuzda, çalışma başlangıç verilerimizi dikkate aldığımızda 100 üzerinden ortalama yaklaşık 72 olan Kujala ölçek değeri, 6 hafta sonra 100 üzerinden ortalama yaklaşık 92'ye yükseldi. Sadece egzersiz tedavisi alan kontrol grubunda bu değerler sırasıyla yaklaşık 74 ve 86 idi. Literatürün 8 ila 10 birimlik değişikliği minimal anlamlı olarak kabul etmesi ve elde ettiğimiz bu verilere dayanarak, Mulligan rijit diz bantlama yönteminin egzersize eklendiğinde DDV ve PFAS'li bireylerde ek faydalar sağladığını düşünüyoruz.

5.1.2 Ağrı. Kalça kasları (abdüktör ve kalça rotatörleri), yürüme sırasında diz ve pelvis stabilizasyonu için önemlidir. Kalça abdüktör ve rotatörlerindeki gücün azalması patellofemoral ekleme yüklenme gerektiren aktiviteler sırasında zayıf nöromusküler kontrole neden olur. (Lankhorst ve diğ., 2012). Zayıf kalça abdüktörleri

aşırı femoral addüksiyona neden olarak patellaya etki eden diz valgusunu artırabilir. Zayıf kalça rotatörleri de femurun iç rotasyonuna neden olur ve bu da patellanın lateral faseti ile lateral femoral kondil arasındaki temas basıncını artırır. Bu nedenle zayıf kalça kasları PFA için önemli bir etyolojik faktördür (Bell DR. ve diğ., 2013). Ferber ve ark. PFA'lı hastalarda 3 haftalık izole kalça abdükörlerinin güçlenmesinin patellofemoral ağrıyı azalttığını ve yürüyüşle ilişkili diz eklemi stabilitesini arttırdığını bulmuşlardır. 2023 yılında yapılan yakın tarihli bir meta-analizde quadriceps ve kalça kaslarını güçlendirmeyi hedefleyen proksimal egzersizlerin, PFP'li hastalarda hem kısa hem de uzun vadede ağrıyı etkili bir şekilde hafiflettiğini ve diz fonksiyonunu iyileştirdiğini göstermiştir (Alammari ve diğ., 2023)

Literatür PFAS olan bireylerde semptomları azaltmada en etkili yöntem olarak egzersizi önermektedir. PFAS olan bireylerde kalça ve diz egzersiz programlarının sadece diz kuvvetlendirme odaklı egzersizler ile karşılaştıran bir çalışmada kısa ve uzun vadede ağrı ve fonksiyon açısından daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (Willy ve diğ., 2019). Bu farkında egzersiz protokollerindeki egzersiz hacmine bağlı olabileceği bildirilmiştir. Nakagawa ve diğ. (2008) patellofemoral ağrılı bireylerde quadriceps egzersizlerine ek uygulanan kalça abdükör ve eksternal rotatörlerinin ek olarak güçlendirilmesini inceleyen randomize kontrollü bir çalışmada, 6 haftalık tedaviden sonra quadriceps egzersizlerine ek olarak uygulanan kalça abdükör ve eksternal rotatör kuvvetlendirme egzersizlerinin PFAS olan bireylerde fonksiyonel aktiviteler sırasında ağrı semptomları açısından ek faydalar sağladığını bildirmişlerdir (Nakagawa ve diğ., 2008). Çalışmamızda da literatüre benzer şekilde her iki gruba uyguladığımız kalça ve diz kuvvetlendirme egzersizlerinin patellofemoral ağrıya ve fonksiyona olumlu katkı yaptığı bulundu. Khayambashi ve diğ. (2012) yaptıkları bir başka randomize kontrollü çalışmada, PFA olan kadınlarda izole kalça abdükör ve kalça rotatörlerini kuvvetlendirmenin ağrı, sağlık durumu ve kas kuvveti üzerine etkilerini incelemişlerdir. 28 kadın patellofemoral ağrılı birey randomize olarak iki gruba ayrılmış, çalışma grubuna 8 hafta boyunca haftada 3 kez izole kalça abdükör ve eksternal kuvvetlendirme egzersizleri verilmiş sonuç olarak egzersiz grubunda ağrı, sağlık durumu ve kas kuvvetlerinde olumlu değişim gözlemlendiği bildirilmiştir. 6 ay takip sonrası ağrıda iyileşmelerin devam ettiği bildirilmiştir (Khayambashi diğ., 2012). Çalışmamızda hem kalça hem quadriceps güçlendirme egzersizleri uygulamamıza rağmen izometrik el dinamometresiyle ölçüm yaptığımız kalça abdükör ve eksternal

rotatörlerin kas kuvvetinin hem deney hem de kontrol grubundaki bireylerde anlamlı artışıyla patellofemoral ağrıya ve semptomlara olumlu katkı yaptığı sonucu bulundu.

Diz ağrısı, DDV ve PFAS olan bireylerde günlük yaşam aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen önemli bir problem olduğu için, özellikle ağrıyı azaltmaya yönelik çeşitli egzersiz uygulamaları 1990'lardan beri yapılan klinik çalışmalarda değerlendirilmiştir. Bant uygulaması da fizyoterapi yöntemlerinden biridir ve bu konuda çok sayıda çalışma mevcuttur (Herrington ve Payton, 1997). 2021 yılında yapılan PFAS olan 34 bireyin katıldığı çalışmada, Mulligan diz bantlama ile mobilizasyon tekniklerinin etkinliği karşılaştırılmıştır. Mulligan diz bantlama tekniği uygulanan PFAS olan bireylerde numerik ağrı skalasında anlamlı azalma, Kujala ölçeğinde de anlamlı artış olduğu tespit edilmiştir (Rehman ve Riaz, 2021). Bu çalışmaya paralel şekilde çalışmamızda da Mulligan diz bantlamanın ağrı ve fonksiyon üzerine olumlu etkileri olduğu bulundu. 2020 yılında yapılmış bir diğer çalışmada, Mackay ve diğ. (2020), hem elastik hem de rijit Mulligan diz bantlama yönteminin, 19 kadın PFAS olan katılımcılarda ağrının azalmasında ve alt ekstremitte biyomekaniğinin iyileşmesinde etkili olduğunu göstermiştir (Mackay ve diğ., 2020). Biz çalışmamızda deney grubunda Mulligan rijit bantlama tekniğini kullandık ve biz de ağrı ve alt ekstremitte biyomekaniğinde yapılan çalışmaya benzer şekilde FPPA'nda iyileşme gözlemledik. Tariq ve diğ. (2022) yaptığı PFAS olan bireylerde ağrıyı azaltmada hamstring esnekliği, kadansı ve fiziksel performansı iyileştirmede Kinezyo ve Mulligan bantlamanın etkilerine bakılan randomize kontrollü bir çalışmada, 20 katılımcı randomize edilerek 2 gruba ayrılmış. Sonuçlar başlangıçtan itibaren 24, 48 ve 72 saat sonra değerlendirilmiş olup her iki grupta tüm sonuç değişkenlerinin olumlu yönde anlamlı iyileşme gösterdiği bildirilmiş ve Mulligan bantlamanın ağrıyı ve patellofemoral ağrı şiddetini azaltmada etkin olduğu sonucuna varılmıştır (Tariq ve diğ., 2022). Her ne kadar biz çalışmamızda deney grubunda sadece Mulligan bant uygulamasakta deney grubuna uyguladığımız ek bant uygulaması ile kontrol grubuna kıyasla ağrı ve işlevsellikte olumlu yönde iyileşme kaydettik. Yapılan çalışmaya benzer şekilde bizim sonuçlarımızda Mulligan bantlamanın PFAS'nda ağrıya ve patellofemoral ağrı şiddetine olumlu yönde katkı yaptığı yönündedir.

Hickey ve diğ. (2016)'da PFAS'li erişkin kadınlarda (yaş aralığı 18-35), Mulligan diz bantlama yönteminin TBÜÇ sırasında diz ağrısı ve alt ekstremitte biyomekaniği üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışma bulgularında, diz ağrısının anlamlı olarak azaldığı, bunun yanında kalça internal rotasyonunun da azaldığı ve

gluteus medius kasının erken aktivasyonunun sağlandığı gözlenmiştir (Hickey ve diğ., 2016). Bu çalışmaya paralel şekilde, bizim bulgularımızda da diz ağrısında azalma, fonksiyonda iyileşme, kalça eklemi internal ve eksternal hareket açıklığında iyileşme gözlemledik. 2023 yılında yayınlanan başka bir çalışmada PFAS’de bantlama tekniğinin etkileri toplam 13 çalışma değerlendirilerek, sistematik olarak analiz edilmiştir. Bantlama yönteminin PFAS’li hastalarda ağrının iyileşmesi üzerine pozitif etkiler sağladığı belirtilmiştir (Seijas-Otero ve diğ., 2023). Bu sistemik analize benzer şekilde, biz de çalışmamızda bantlama yönteminin etkili olduğunu bulduk.

5.1.3 FPPA – dinamik valgus. DDV’li bireylerde, frontal düzlem diz açısının belirgin bir şekilde artmasına bağlı diz veya kalça eklemine aşırı stres oluşmaktadır ve aşırı stres zaman içinde PFA veya kronik kalça eklem ağrısına yol açmaktadır. Örneğin, kalça addüksiyonu ve internal rotasyonda artışlar ve aynı zamanda diz eksternal rotasyonunda artış dinamik quadriceps açısını arttırmakta, böylece patella ve peripatellar doku üzerinde lateral olarak yönlendirilmiş stres de PFA’ya sebep olabilmektedir (Schmidt ve diğ., 2019; Waryasz ve McDermott, 2008). Çalışmamızda yer alan hastalarımızın hepsinde iki aydan uzun süren ön diz ağrısı vardı, VAS skoru da en az 3 idi ve çömelme, merdiven çıkma-inme ve oturma sırasında oluşan ağrılardan en az ikisini barındırıyordu. Bunun yanında frontal düzlemde 10 dereceden yüksek valgus açısı vardı.

Diz hareketlerinin matematiği yani diz kinematiği üzerinde, nöromüsküler gövde kontrolünün etkisi DDV için değiştirilebilir faktörler arasındadır. Güncel yayınlar, gövdeye lateral fleksiyon yaptıran ve kalça postero-lateral kasların (gluteus maximus, gluteus medius, quadratus lumborum, internal ve eksternal oblik kasların lateral bölgeleri, serratus anterior, rhomboid kaslar, sternocleidomastoid, splenius) zayıf olmasının DDV için predispozan bir etken olduğunu vurgulamaktadır (Wilczynski ve diğ., 2020). Biz çalışmamızda DDV ve PFAS’li hastalarda gövdeye lateral fleksiyon yaptıran ve kalça postero-lateral kasların güçlenmesine yönelik hem deney hem de kontrol gruplarımızda 6 hafta boyunca, haftada 3 kez, 10 tekrar şeklinde ve her set arasında 3 dakika dinlenme molası vererek egzersiz uyguladık. Egzersiz programımızda; ilk haftadan itibaren, her geçen haftada daha zorlayıcı formlarda egzersizler vardı: ağırlık vermeden yapılan egzersizler, kalça abdüksiyonu, istiridye kabuğu, köprü, yan köprü, TBÜÇ, basamaktan iniş, tek bacak kaldırma, lateral bant yürüyüşü, yana ve arkaya hamle, çapraz çömelme, dirençli vertikal köprü, ağırlıklı

koşucu egzersizleri. 6 hafta sonunda, her iki grupta da fonksiyonda, ağrıda, FPPA'da, EHA'da, kas kuvvetinde ve dengede anlamlı iyileşme bulundu. Diğer bir deyişle, DDV'li hastalarda egzersizin olumlu etkileri olduğunu gösterdik.

Literatür incelememizde, DDV'yi ve PFAS semptomlarını azaltmada kalça postero-lateral grup kuvvetlendirme egzersiz programlarının etkili olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Dawson SJ ve Herrington L'nin yaptığı çalışmada, bizim çalışmamıza benzer şekilde, kalça kuvvetlendirme egzersizlerinin DDV'ye pozitif etkileri tanımlanmıştır. Bu çalışmada, haftada 3 defa, 6 hafta boyunca uygulanan kalça kuvvetlendirme egzersiz programının TBÜÇT FPPA olarak ölçülen DDV'de anlamlı azalmaya yol açtığı belirtilmiştir (Dawson ve Herrington, 2015). Marshall ve diğ. (2020), 2020'de yaptıkları yeni bir çalışmada, DDV'de gerçek zamanlı görsel biofeedback eklenmesiyle egzersizin olumlu etkilerini göstermiştir. 24 hastanın yer aldığı bu çalışmada, TBÜÇT'de alt ekstremitte kinematik değerlendirmesinde, diz abduksiyon açısından anlamlı iyileşme gözlenmiştir (Marshall ve diğ., 2020).

Prospektif, randomize bir çalışmada, DDV ve femoral internal rotasyonu olan 29 hastada, 5 hafta süresince, izole kalça abdükör güçlendirme ve fonksiyonel motor kontrol egzersizleri uygulanmıştır. Çalışma bulgularında, DDV'de azalma, fonksiyonel motor kontrol grubunda 10 birim ve kalça abdükör güçlendirme grubunda 5 birim olarak bildirilmiştir (Palmer ve diğ., 2015). Farklı egzersiz programları olmasına rağmen, biz de çalışmamızda FPPA değerlerinde, deney grubunda yaklaşık 9 birimlik ve kontrol grubunda da yaklaşık 4 birimlik anlamlı iyileşme bulundu.

Çalışmamızda egzersizlerimizi referans aldığımız, kalça odaklı nöromusküler egzersizlerin DDV üzerine etkisini inceleyen kanıta dayalı bir çalışmada kalça ve diz odaklı kuvvetlendirme egzersizlerinin PFA olan bireyleri tedavi ederken dikkate alınması gereken önemli bir bileşen olduğunu ve kalça gücünü hedeflemenin DDV'ni değiştirmeye yardımcı olabileceği ve gelecekte oluşabilecek PFA riskini azaltmaya yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir (Ford ve diğ., 2015). Bizde çalışmamızda hem PFAS hem de DDV olan bireylerde kontrol grubunda aynı kalça ve diz odaklı kuvvetlendirme egzersizlerini, deney grubunda da bu egzersizlere ek Mulligan rijit bant tekniğini uygulayarak bantın etkinliğini inceledik. Sonuçlarımız çalışma ile benzerdi; sadece egzersiz uyguladığımız kontrol grubunda ağrı, fonksiyon, kas kuvveti, kalça EHA, FPPA ve dinamik dengeye olumlu katkı yaptığını bulduk. Bunun yanında egzersizlere ek olarak uyguladığımız Mulligan rijit bant uygulamasının sadece

kalça ve diz odaklı egzersizlere göre ağrı, fonksiyon ve FPPA'ya daha fazla katkı sağladığını rapor ettik.

FPPA, FPA hakkında öngöründe bulunan bir değerlendirmedir. Diz valgus açısı ve kas kuvvetinde azalma PFA için önemli etkenler arasındadır (Alrayani ve diğ., 2023). Çalışmamızda, deney grubunun başlangıç FPPA değeri yaklaşık 199 iken 6 hafta sonunda 190'a indi. Kontrol grubunda da bu değerler sırasıyla ortalama 198 ve 194 gözlemlendi. Deney grubunun kontrol grubu ile FPPA açısından karşılaştırılmasında, deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı iyileşme gözlemlendi.

5.1.4 Kas kuvveti. Çalışmamızda hem deney hemde kontrol grubundaki bireylerin kalça abdükör, kalça ekstansör, kalça eksternal rotatör ve diz ekstansör kas kuvvet ölçümleri izometrik el dinamometresi ile ölçüldü. Her bir grup kas kuvveti açısından hem kendi içinde hemde gruplar arası karşılaştırılarak hem kalça ve diz kuvvetlendirme egzersizlerinin kas kuvvetine etkisi hemde ek olarak uygulanan Mulligan rijit bant uygulamasının kas kuvvetine etkisi araştırıldı.

Düşük kalça kuvveti ve kas aktivasyonu, DDV'de gözlenen diz eklemine doğru olmayan hareket paterninde önemli rol oynamaktadır (Wilczynski ve diğ., 2020). Çalışmamızda yer alan DDV ve PFA'lı Mulligan diz bantlama + egzersiz verilen deney grubunda; diz ekstansiyon, kalça ekstansiyon, abdüksiyon, eksternal rotasyon için kas kuvvetinde 6. haftada başlangıç değerlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı iyileşme bulundu. Benzer şekilde sadece egzersiz verilen kontrol grubunda da 6. haftada başlangıca kıyasla anlamlı iyileşme, yani kas kuvvetinde artışbulundu.

Literatürde PFA olan bireylerde kombine kalça ve diz egzersizi programlarının etkili olduğu vurgulanmıştır. Quadriceps kuvvetlendime egzersizleri için ikisinde birbirine karşı üstünlüğü olmayan açık ve kapalı zincir egzersizleri önerilmektedir (Willy ve diğ., 2019). Kalçanın postero-lateral grubunu kuvvetlendirmek için kalça abdükörleri, kalça eksternal rotatörleri ve kalça ekstansörlerini kuvvetlendirmek gerekir çünkü çalışmalarda kalçayı doğrudan etkileyen kasların dizi de etkilediği düşünülmektedir ve spesifik olarak posterolateral kalça kaslarının, günlük aktiviteler sırasında yer reaksiyon kuvvetlerinin kontrolüne ve alt ekstremitede dinamik valgus dizilimine katkıda bulunabileceği bildirilmiştir (Fukuda ve diğ., 2012). Ireland ve diğ. (2003) patellofemoral ağrısı olan veya olmayan kadınlarda kalça kas kuvvetine baktıkları çalışmada, patellofemoral ağrısı olan 15 kadın katılımcı ile ağrısı olmayan

15 kadın katılımcının kalça kas kuvvetleri izometrik el dinamometresi ile ölçölüp karşılaştırılmıştır. Patellofemoral ağrısı olan bireylerin olmayanlara göre %26 daha az kalça abdöktör kuvveti, %36 daha az kalça eksternal rotatör kuvvetinin olduğunu ve patellofemoral ağrısı olan bireylerin semptomu olmayanlara göre kalça abdöktör ve eksternal rotatör kuvvetlerinde zayıflık görülme olasılığının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Ireland ve diğ., 2003). Çalışma sonucuna benzer şekilde her iki gruba uygulamış olduğumuz 6 hafta boyunca kalça ve diz kuvvetlendirme egzersizleri ile her iki grupta da grup içi kalça abdöktör ve eksternal rotatör kuvvetleri olumlu yönde anlamlı artış göstermiş olup, bunun sonucunda da bireylerde patellofemoral ağrı ve semptomlarında azalma meydana geldiğini bulundu.

2018 yılında Saad ve diğ. (2018) tarafından yapılan randomize kontrollü bir çalışmada PFAS olan 40 kadın sporcu rastgele dört gruba ayrılmış, 8 hafta boyunca bir gruba kalça kuvvetlendirme, bir gruba quadriceps kuvvetlendirme, bir gruba hamstring germe egzersizi diğer gruba da hiç tedavi verilmemiş ve 8 haftanın sonunda kas gücüne, ağrıya, fonksiyona ve dinamik valgusa etkilerine bakılmış. Kalça ve quadriceps kuvvetleri izometrik el dinamometresi ile ölçölmüş ve kalça kuvvetlendirme yapılan grupta hemen hemen tüm kas gruplarında (abdöktör, ekstansör, iç ve dış rotatörler) anlamlı kuvvet artışı, quadriceps kuvvetlendirme grubunda da kalça fleksör ve diz ekstansörlerinde anlamlı kuvvet artışı bulunmuş ve hem kalça hemde quadriceps kuvvet artışının PFAS bireylere olumlu katkı yaptığını bildirmişlerdir (Saad ve diğ., 2018).

Literatürde 2010 yılında Magalhaes ve diğ. (2010) yaptığı bir çalışmada, PFAS olan (bilateral n=29, unilateral n=21 ve kontrol n=50) sedanter bireylerin kalça kaslarını izometrik kuvvetlerini el dinamometresi ile kıyaslamıştır. Tek taraflı PFAS olan bireylerin etkilenmiş taraf kuvvet değerleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kalça ekstansör, abdöktör, eksternal rotatör ve fleksör kas kuvvetleri anlamlı derecede zayıf bulunmuş (Magalhaes ve diğ., 2010). Bizde benzer şekilde çalışmamızda kas kuvveti artışının PFA'a olumlu katkısının yanında DDV üzerine de olumlu etkileri olduğu bulundu.

5.1.5 Dinamik denge. Özellikle sporcularda, DDV ve dinamik dengenin kısıtlanması, yaralanma dikkate alındığında değiştirilebilir risk faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Azalmış nöromüsküler kontrol, alt ekstremité gücünde azalma, dinamik denge kontrolünü etkileyebilmektedir. Egzersiz uygulaması ile dinamik

denge daha iyi hale gelebilmektedir (Wilczynski ve diğ., 2021). Bizim çalışmamızda da iki grup arasındaki fark anlamlı olmasa da her iki grupta da başlangıca kıyasla 6. haftada dengede anlamlı iyileşme gözlemledik. Böylece, Mulligan bantlama artı egzersiz veya sadece egzersizin DDV ve PFAS'lı bireylerde denge üzerine iyileşme sağladığını düşünüyoruz. 2016 yılında yapılan bir başka çalışmada, 20 kadın patellofemoral ağrılı birey dahil edilmiş olup ağrıyı ve dinamik dengeyi iyileştirmek için temel kas güçlendirme egzersizlerinin etkilerine bakılmış 10 kişi çalışma, 10 kişi ise kontrol grubuna ayrılmıştır. Temel kas gücü antrenman programı 4 hafta sürmüş ve haftada 3 antrenman seansından oluşturulmuş olup çalışma grubu için toplam 12 seans yapılmış ve egzersiz eğitiminde; yan köprü, 4 ayak pozisyonunda alt ve üst ekstremitenin kontralateral kalkması, oblik gövde kuvvetlendirme egzersizleri verilmiştir. Sonuç olarak; ağrı ve dinamik denge değerleri açısından çalışma grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark bulduklarını belirtmişlerdir (Chevidikunna ve diğ., 2016). Bizde çalışmamızda her iki gruba kalça ve diz odaklı kuvvetlendirme egzersizleri uyguladık. Her ne kadar biz sadece diz ve kalça odaklı egzersizler vermiş olsakta elde ettiğimiz sonuçlar benzerdi. Her iki grupta da ağrı ve dinamik denge değerlerinde olumlu yönde anlamlı fark bulduk. Gruplar arasında deney grubu lehine ağrı istatistiksel olarak daha anlamlı iken dinamik denge değerlerinde iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı.

Literatürde DDV ve PFAS'lı hastalarda, Mulligan rijit diz bantlama ve egzersiz tedavi yaklaşımının etkililiğini tek başına egzersiz ile karşılaştıran ve aynı zamanda egzersiz programı açısından 6 hafta süreli ve kapsamlı tedavi programının üstünlüğünü araştıran benzer, randomize kontrollü bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu konuda ilk çalışma olması çalışmamızın güçlü yanıdır. Bunun yanında, çalışmamızda deney ve kontrol grupları demografik özellikleri yaş, boy, kilo, VKİ ve semptom süresi açısından homojen dağılım gösterdi. Ek olarak, çalışma bulgularımızın değerlendirmesinde, çok yönlü olarak, DDV ve PFAS'lı hastaları ağrı, fonksiyonellik, FPPA, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti ve denge boyutlarıyla 6 haftalık süre ile incelememiz gücü arttıran önemli faktörler arasında olduğu düşüncesindeyiz. Çalışmamızda uyguladığımız egzersiz seanslarının düzenli biçimde terapist ve hastanın katılımıyla interaktif şekilde yapılması da gücünü arttıran önemli etkenler arasındadır.

Çalışmamızın limitasyonları da bulunmaktadır. Patellofemoral ağrı ve dinamik diz valgusu kadınlarda daha fazla görülmesine rağmen çalışmamıza erkek hastalar da

dahil edildi. Öte yandan çalışmada uyguladığımız rijit bant uygulamasının erkek hastaların bacaklarını tıraş etmek istememesinden dolayı zaten az sayıda olan çalışma kriterlerine uyan erkek hastalar çalışmaya katılmayı kabul etmedi. Çalışmamız sadece iki erkek hasta ile tamamlandı. Hasta sayısı ve yaşı dikkate aldığımızda, daha fazla hasta sayısı ve yaş aralığı daha geniş bir popülasyonda çalışmamızı yapmış olmamızın, çalışmamızın gücünü artırabileceğine inanıyoruz.

Çalışmamızda elde edilen bulgular, DDV ve PFA'lu genç hastalarda uygulanan 6 hafta süreli Mulligan rijit diz bantlama yöntemi artı egzersiz uygulama yaklaşımının diz ağrı şiddetinin azaltılması, fonksiyonelliğin artırılması, diz açısının daha iyi hale gelmesi açısından, tek başına egzersiz uygulamasına kıyasla etkili olduğunu gösterdi. Kas kuvveti, eklem hareket açılığı, denge değerlendirmelerinde bantlama artı egzersiz, tek başına egzersiz ile karşılaştırıldığında benzer bulundu. Vaka sayısının daha fazla, geniş yaş aralığında ve takip süresinin daha uzun olduğu daha ileri çalışmaların planlanması ve yapılması önerilmektedir. Çalışmamızın verilerinin bilimsel dergilerde yayınlanması, DDV ve PFAS'lu hastalarla ilgili bu konudaki bilimsel çalışmalara katkıda bulunabilir.

Bölüm 6

Sonuç ve Öneriler

6.1 Sonuçlar

Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda kalça kuvvetlendirme egzersizleri ile patellar bantlamanın ağrı, semptom şiddeti ve fiziksel kısıtlılık, fonksiyon, eklemi hareket açıklığı, kas kuvveti ve dengeye etkisini incelediğimiz çalışmamızda sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Deney ve kontrol grubu'nda VAS değerlendirmesi, 6 haftalık tedavi sonunda çalışma başlangıcına kıyasla anlamlı azalma gösterdi. Altı haftalık tedavi sonrası ağrıdaki azalma deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklıydı.
- Patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda fonksiyon için kullanılan Kujala ölçeğinde, deney ve kontrol grubunda 6 haftalık tedavi sonunda başlangıca kıyasla anlamlı fark gözlemlendi. Semptom şiddeti ve fiziksel kısıtlılıkta iyileşme deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlılık gösterdi.
- TBÜÇT gibi fonksiyonel görevler sırasında dinamik diz valgusunun derecesini ölçen FPPA değerlendirmesinde, deney ve kontrol grubunda 6 haftalık tedavi sonunda başlangıca kıyasla anlamlı azalma rapor edildi. FPPA'nda iyileşme, deney grubu lehine istatistiksel olarak daha anlamlı bulundu.
- Kalça eksternal ve internal rotasyon eklem hareket açıklığı için, başlangıca kıyasla 6. hafta farklılık değerlendirmesinde, deney ve kontrol grubu istatistiksel açıdan benzer bulundu.
- Diz ekstansiyon, kalça ekstansiyon, abduksiyon, eksternal rotasyon kas kuvveti değerlendirmesinde başlangıca kıyasla 6 hafta sonundaki farklılık, deney ve kontrol grubu karşılaştırmasında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı.
- Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda 6 hafta süresince uygulanan kalça kuvvetlendirme egzersizlerinin ağrı, fonksiyon, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti ve dengeyi olumlu yönde etkilediği saptandı.

- Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda, 6 hafta boyunca uygulanan Mulligan rijit bant uygulaması artı kalça kuvvetlendirme egzersizlerinin ağrı, fonksiyon, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti ve dengeyi olumlu yönde etkilediği rapor edildi.
- Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda, Mulligan rijit bant uygulamasının kalça kuvvetlendirme egzersizlerine eklenmesinin, tek başına kalça kuvvetlendirme egzersizlerine kıyasla ağrı, fonksiyon ve dinamik diz valgusu üzerinde istatistiksel açıdan daha etkili olduğu saptandı.
- Literatürde dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrı sendromlu hastalarla ilgili Mulligan rijit band uygulaması artı kalça kuvvetlendirme egzersizlerinin etkilerini değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeplerden dolayı yaptığımız çalışmanın sonuçlarının kanıta dayalı bilimsel veri sağlamasının yanı sıra bu alanda çalışan fizyoterapistlere de rehberlik edeceğini düşünüyoruz.
- Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrı sendromlu bireylerin genç yaşlarda Mulligan rijit band uygulaması ve kalça ve quadriceps kuvvetlendirme egzersiz programlarından yararlanmasının, bu hastaların yaşamlarının ileri dönemlerinde diz osteoartriti gibi kronik hastalıklara progresyonunu geciktirme ve önleme açısından literatüre daha fazla katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

6.2 Öneriler

- Dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrı sendromlu bireylerde daha fazla hasta sayısı ile değerlendirilen klinik çalışmaların sayısının artmasının gerekli olduğunu düşünüyoruz. Egzersiz tedavisi dinamik diz valgusu olan patellofemoral ağrı sendromlu bireylerde iyileşmeye destek olmaktadır. Egzersiz tedavisinin bu hastalarda uzun dönem uygulanması ve yaşam tarzı haline getirilmesi, kronik eklem hastalıkları gelişimini önleyebilir veya geciktirebilir.

KAYNAKÇA

- Alammari, A., Spence, N., Narayan, A., Karnad, S. D., ve Ottayil, Z. C. (2022). Effect of hip abductors and lateral rotators' muscle strengthening on pain and functional outcome in adult patients with patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, (Preprint), 1-26.
- Alenezi, F., Herrington, L., Jones, P., ve Jones, R. (2014). Relationships between lower limb biomechanics during single leg squat with running and cutting tasks: a preliminary investigation. *Br Journal Sports Med*, 48(7), 560-561.
- Almeida, G. P., Silva, A. P., França, F. J., Magalhães, M. O., Burke, T. N., ve Marques, A. P. (2016). Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Rev Bras Ortop*, 51(2), 181-186.
- Alrayani, H., Herrington, L., Liu, A., ve Jones, R. (2013). Frontal plane projection angle predicts patellofemoral pain: Prospective study in male military cadets. *Phys Ther Sport*, 59, 73-79.
- Arnold, A. S., Komattu, A. V., ve Delp, S. L. (1997). Internal rotation gait: a compensatory mechanism to restore abduction capacity decreased by bone deformity. *Dev Med Child Neurol*, 39(1), 40-44.
- Ashton-Miller, J. A., Wojtys, E. M., Huston, L. J., ve Fry-Welch, D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9(3), 128-136.
- Baker, R. T., Nasypany, A., Seegmiller, J. G., ve Baker, J. G. (2013). The mulligan concept: mobilizations with movement. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 18(1), 30-34.
- Balcarek, P., Jung, K., Frosch, K.-H., ve Stürmer, K. M. (2011). Value of the Tibial Tuberosity–Trochlear Groove Distance in Patellar Instability in the Young Athlete. *Am J Sports Med*, 39(8), 1756-1762.
- Barton, C. J., Levinger, P., Crossley, K. M., Webster, K. E., ve Menz, H. B. (2012). The relationship between rearfoot, tibial and hip kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 27(7), 702-705.

- Baumann, C. A., Hinckel, B. B., ve Tanaka, M. J. (2019). Update on Patellofemoral Anatomy and Biomechanics. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 27(4), 150683.
- Bittencourt, N. F., Ocarino, J. M., Mendonça, L. D., Hewett, T. E., ve Fonseca, S. T. (2012). Foot and hip contributions to high frontal plane knee projection angle in athletes: a classification and regression tree approach. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 42(12), 996-1004.
- Blanpied, P. R., Gross, A. R., Elliott, J. M., Devaney, L. L., Clewley, D., Walton, D. M., ve Robertson, E. K. (2017). Neck Pain: Revision 2017. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(7), A1-A83.
- Boling, M., Padua, D., Marshall, S., Guskiewicz, K., Pyne, S., ve Beutler, A. (2010). Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports*, 20(5), 725-730.
- Boling, M. C., Padua, D. A., Marshall, S. W., Guskiewicz, K., Pyne, S., ve Beutler, A. (2009). A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. *Am J Sports Med*, 37(11), 2108-2116.
- Borish, C. N., Mueske, N. M., ve Wren, T. A. L. (2017). A comparison of three methods of measuring tibial torsion in children with myelomeningocele and normally developing children. *Clin Anat*, 30(8), 1043-1048.
- Callaghan, M. J., ve Selfe, J. (2012). Patellar taping for patellofemoral pain syndrome in adults. *Cochrane Database Syst Rev*, (4), Cd006717.
- Carry, P. M., Gala, R., Worster, K., Kanai, S., Miller, N. H., James, D., ve Carollo, J. J. (2017). Postural stability and kinetic change in subjects with patellofemoral pain after a nine-week hip and core strengthening intervention. *Int J Sports Phys Ther*, 12(3), 314-323.
- Chappell, J. D., ve Limpisvasti, O. (2008). Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *Am J Sports Med*, 36(6), 1081-1086.
- Chevidikunnan, M. F., Al Saif, A., Gaowgzeh, R. A., ve Mamdouh, K. A. (2016). Effectiveness of core muscle strengthening for improving pain and dynamic balance among female patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(5), 1518-1523.

- Crossley, K., Cowan, S. M., Bennell, K. L., ve McConnell, J. (2000). Patellar taping: is clinical success supported by scientific evidence? *Man Ther*, 5(3), 142-150.
- Crossley, K. M., Bennell, K. L., Cowan, S. M., ve Green, S. (2004). Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil*, 85(5), 815-822.
- Crossley, K. M., Stefanik, J. J., Selfe, J., Collins, N. J., Davis, I. S., Powers, C. M., ve Callaghan, M. J. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *Br J Sports Med*, 50(14), 839-843.
- Cowan, S. M., ve Crossley, K. (2009). Does gender influence neuromotor control of knee and hip. *Journal Electromyogr Kinesiol*, 19(2), 276-282.
- Dawson, S. J., ve Herrington, L. (2015). Improving single-legged-squat performance: Comparing 2 training methods with potential implications for injury prevention. *Journal Athl Train*. 50(9), 921-929.
- de-la-Morena, J. M., Alguacil-Diego, I. M., Molina-Rueda, F., Ramiro-González, M., Villafañe, J. H., ve Fernández-Carnero, J. (2015). The Mulligan ankle taping does not affect balance performance in healthy subjects: a prospective, randomized blinded trial. *J Phys Ther Sci*, 27(5), 1597-1602.
- Dischiavi, S. L., Wright, A. A., Hegedus, E. J., ve Bleakley, C. M. (2019). Rethinking dynamic knee valgus and its relation to knee injury: Normal movement requiring control, not avoidance. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 49(4), 216-218.
- Distefano, L. J., Blackburn, J. T., Marshall, S. W., ve Padua, D. A. (2009). Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 39(7), 532-540.
- Dix, J., Marsh, S., Dingenen, B., ve Malliaras, P. (2019). The relationship between hip muscle strength and dynamic knee valgus in asymptomatic females: A systematic review. *Phys Ther Sport*, 37, 197-209.
- Dixit, S., DiFiori, J. P., Burton, M., ve Mines, B. (2007). Management of patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Physician*, 75(2), 194-202.
- Dutton, R. A., Khadavi, M. J., ve Fredericson, M. (2016). Patellofemoral pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 27(1), 31-52.

- Emamvirdi, M., Letafatkar, A., ve Khaleghi Tazji, M. (2019). The effect of valgus control instruction exercises on pain, strength, and functionality in active females with patellofemoral pain syndrome. *Sports Health*. 11(3), 223-237.
- Emery, C. A., ve Meeuwisse, W. H. (2010). The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *Br Journal Sports Med*, 44(8), 555-562.
- Etty Griffin, L. Y. (2003). Neuromuscular training and injury prevention in sports. *Clin Orthop Relat Res*, (409), 53-60.
- Ferber, R., Davis, I. M., ve Williams, D. S. (2003). Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 18(4), 350-357.
- Ferber, R., Kendall, K. D., ve Farr, L. (2011). Changes in knee biomechanics after a hip-abductor strengthening protocol for runners with patellofemoral pain syndrome. *Journal of athletic training*, 46(2), 142-149.
- Fox, A. J., Wanivenhaus, F., ve Rodeo, S. A. (2012). The basic science of the patella: structure, composition, and function. *Journal Knee Surg*, 25(2), 127-141.
- Fukuda, T. Y., Rossetto, F. M., Magalhães, E., Bryk, F. F., Lucareli, P. R., ve de Almeida Aparecida Carvalho, N. (2010). Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 40(11), 736-742.
- Fukuda, T. Y., Melo, W. P., Zaffalon, B. M., Rossetto, F. M., Magalhães, E., Bryk, F. F., ve Martin, R. L. (2012). Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(10), 823–830.
- Gaitonde, D. Y., Ericksen, A., ve Robbins, R. C. (2019). Patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Physician*, 99(2), 88-94.
- Glaviano, N. R., Kew, M., Hart, J. M., ve Saliba, S. (2015). Demographic and epidemiological trends in patellofemoral pain. *Int Journal Sports Phys Ther*, 10(3), 281-290.
- Grelsamer, R. P., ve Weinstein, C. H. (2001). Applied biomechanics of the patella. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 389, 9-14.

- Gribble, P. A., ve Hertel, J. (2003). Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 7(2), 89-100.
- Guido, J. A., Jr., ve Stemm, J. (2007). Reactive neuromuscular training: A multi-level approach to rehabilitation of the unstable shoulder. *N Am Journal Sports Phys Ther*, 2(2), 97-103.
- Gwynne, C. R., ve Curran, S. A. (2018). Two-dimensional frontal plane projection angle can identify subgroups of patellofemoral pain patients who demonstrate dynamic knee valgus. *Clinical Biomechanics*, 58, 44-48.
- Hanifan, H. A., Novamizanti, L., ve Mukhtar, H. (2020). Identification of foot posture using foot posture index-6 (FPI-6) based on image processing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 982(1), 012011.
- Hannigan, J. J., Osternig, L. R., ve Chou, L. S. (2018). Sex-specific relationships between hip strength and hip, pelvis, and trunk kinematics in healthy runners. *Journal Appl Biomech*, 34(1), 76-81.
- Harris-Hayes, M., Steger-May, K., Koh, C., Royer, N. K., Graci, V., ve Salsich, G. B. (2014). Classification of lower extremity movement patterns based on visual assessment: reliability and correlation with 2-dimensional video analysis. *Journal Athl Train*, 49(3), 304-310.
- Hendry, D., Campbell, A., Ng, L., Grisbrook, T. L., ve Hopper, D. M. (2015). Effect of Mulligan's and Kinesio knee taping on adolescent ballet dancers knee and hip biomechanics during landing. *Scand J Med Sci Sports*, 25(6), 888-896.
- Herrington, L., ve Payton, C. J. (1997). Effect of corrective taping of the patella on patients with patellofemoral pain. *Physiotherapy*, 83(11), 566-572.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., ve Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 33(4), 492-501.
- Hickey, A., Hopper, D., Hall, T., ve Wild, C. Y. (2016). The effect of the mulligan knee taping technique on patellofemoral pain and lower limb biomechanics. *Am Journal Sports Med*, 44(5), 1179-1185.
- Hunter, C. W., Deer, T. R., Jones, M. R., Chang Chien, G. C., D'Souza, R. S., Davis, T., ve Eldon, E. R. (2022). Consensus guidelines on interventional therapies for

- knee pain (STEP guidelines) from the American society of pain and neuroscience. *Journal Pain Res.* 15, 2683-2745.
- Hyun, K. H., Cho, H. Y., ve Lim, C. G. (2015). The effect of knee joint Mulligan taping on balance and gait in subacute stroke patients. *Journal Phys Ther Sci*, 27(11), 3545-3547.
- Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., ve Davis, I. M. (2003). Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *Journal of orthopaedic ve sports physical therapy*, 33(11), 671-676.
- Ishida, T., Yamanaka, M., Takeda, N., ve Aoki, Y. (2014). Knee rotation associated with dynamic knee valgus and toe direction. *The Knee*, 21(2), 563-566.
- Ittenbach, R. F., Huang, G., Barber Foss, K. D., Hewett, T. E., ve Myer, G. D. (2016). Reliability and validity of the anterior knee pain scale: Applications for use as an epidemiologic screener. *PLoS One*. 11(7), e0159204.
- Jaquith, B. P., ve Parikh, S. N. (2017). Predictors of recurrent patellar instability in children and adolescents after first-time dislocation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 37(7), 484-490.
- Jones, B. Q., Covey, C. J., ve Sineath, M. H., Jr. (2015). Nonsurgical management of knee pain in adults. *Am Fam Physician*, 92(10), 875-883.
- Jung, D. Y., Koh, E. K., Kwon, O. Y., Yi, C. H., Oh, J. S., ve Weon, J. H. (2009). Effect of medial arch support on displacement of the myotendinous junction of the gastrocnemius during standing wall stretching. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 39(12), 867-874.
- Khayambashi, K., Mohammadkhani, Z., Ghaznavi, K., Lyle, M. A., ve Powers, C. M. (2012). The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. *Journal of orthopaedic ve sports physical therapy*, 42(1), 22-29.
- Khuu, A., Foch, E., ve Lewis, C. L. (2016). Not all single leg squats are equal: A biomechanical comparison of three variations. *Int Journal Sports Phys Ther*, 11(2), 201-211.
- Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R., Michaëlsson, K., ve Byberg, L. (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Arch Intern Med*, 170(1), 43-49.

- Kingston, B., Murray, A., Norte, G. E., ve Glaviano, N. R. (2020). Validity and reliability of 2-dimensional trunk, hip, and knee frontal plane kinematics during single-leg squat, drop jump, and single-leg hop in females with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport*, 45, 181-187.
- Kujala, U. M., Jaakkola, L. H., Koskinen, S. K., Taimela, S., Hurme, M., ve Nelimarkka, O. (1993). Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy*, 9(2), 159-163.
- Kurt, E. E., Büyükturan, Ö., Erdem, H. R., Tuncay, F., ve Sezgin, H. (2016). Short-term effects of kinesio tape on joint position sense, isokinetic measurements, and clinical parameters in patellofemoral pain syndrome. *Journal Phys Ther Sci*, 28(7), 2034-2040.
- Kuru, İ., Haberal, B., ve Avcı, Ç. (2012). Patellofemoral biyomekanik. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*, 11(4), 274-280.
- Kuru, T., Dereli, E. E., ve Yaliman, A. (2010). Validity of the Turkish version of the Kujala patellofemoral score in patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 44(2), 152-156.
- Kvist, J. (2005). Sagittal tibial translation during exercises in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Scand Journal Med Sci Sports*, 15(3), 148-158.
- LaBella, C. R., Huxford, M. R., Grissom, J., Kim, K. Y., Peng, J., ve Christoffel, K. K. (2011). Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 165(11), 1033-1040.
- Lankhorst, N. E., Bierma-Zeinstra, S. M., ve van Middelkoop, M. (2012). Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42(2), 81-94.
- Mackay, G. J. K., Stearne, S. M., Wild, C. Y., Nugent, E. P., Murdock, A. P., Mastaglia, B., ve Hall, T. M. (2020). Mulligan knee taping using both elastic and rigid tape reduces pain and alters lower limb biomechanics in female patients with patellofemoral pain. *Orthop Journal Sports Med*, 8(5), 2325967120921673.
- Macrum, E., Bell, D. R., Boling, M., Lewek, M., ve Padua, D. (2012). Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. *Journal Sport Rehabil*, 21(2), 144-150.

- Magalhães, E., Fukuda, T. Y., Sacramento, S. N., Forgas, A., Cohen, M., ve Abdalla, R. J. (2010). A comparison of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of orthopaedic ve sports physical therapy*, 40(10), 641-647.
- Magalhães, E., Fukuda, T. Y., Sacramento, S. N., Forgas, A., Cohen, M., ve Abdalla, R. J. (2010). A comparison of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 40(10), 641-647.
- Marshall, A. N., Hertel, J., Hart, J. M., Russell, S., ve Saliba, S. A. (2020). Visual biofeedback and changes in lower extremity kinematics in individuals with medial knee displacement. *Journal Athl Train*, 55(3), 255-264.
- Matthews, M., Rathleff, M. S., Claus, A., McPoil, T., Nee, R., Crossley, K., ve Vicenzino, B. (2017). The Foot Orthoses versus Hip eXercises (FOHX) trial for patellofemoral pain: a protocol for a randomized clinical trial to determine if foot mobility is associated with better outcomes from foot orthoses. *Journal Foot Ankle Res*, 10, 5.
- McDowell, J. M., Johnson, G. M., ve Hetherington, B. H. (2014). Mulligan Concept manual therapy: standardizing annotation. *Man Ther*, 19(5), 499-503.
- McLean, S. G., Walker, K., Ford, K. R., Myer, G. D., Hewett, T. E., ve van den Bogert, A. J. (2005). Evaluation of a two-dimensional analysis method as a screening and evaluation tool for anterior cruciate ligament injury. *Br Journal Sports Med*, 39(6), 355-362.
- McNeely, E. (2005). Introduction to plyometrics: Converting strength to power. *NSCA's performance training journal*, 6(5), 19-22.
- Miller, A., ve Callister, R. (2009). Reliable lower limb musculoskeletal profiling using easily operated, portable equipment. *Phys Ther Sport*, 10(1), 30-37.
- Mizner, R. L., Chmielewski, T. L., Toepke, J. J., ve Tofte, K. B. (2012). Comparison of 2-dimensional measurement techniques for predicting knee angle and moment during a drop vertical jump. *Clin Journal Sport Med*, 22(3), 221-227.
- Moiler, K., Hall, T., ve Robinson, K. (2006). The role of fibular tape in the prevention of ankle injury in basketball: A pilot study. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 36(9), 661-668.

- Munro, A., Herrington, L., ve Carolan, M. (2012). Reliability of 2-dimensional video assessment of frontal-plane dynamic knee valgus during common athletic screening tasks. *Journal Sport Rehabil*, 21(1), 7-11.
- Munro, A., Herrington, L., ve Comfort, P. (2017). The relationship between 2-dimensional knee-valgus angles during single-leg squat, single-leg-land, and drop-jump screening tests. *Journal Sport Rehabil*, 26(1), 72-77.
- Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Ford, K. R., Best, T. M., Bergeron, M. F., ve Hewett, T. E. (2011). When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Curr Sports Med Rep*, 10(3), 155-166.
- Myer, G. D., Ford, K. R., Barber Foss, K. D., Goodman, A., Ceasar, A., Rauh, M. J., ve Hewett, T. E. (2010). The incidence and potential pathomechanics of patellofemoral pain in female athletes. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 25(7), 700-707.
- Nakagawa, T. H., Muniz, T. B., Baldon, R. D. M., Dias Maciel, C., de Menezes Reiff, R. B., ve Serrão, F. V. (2008). The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clinical rehabilitation*, 22(12), 1051-1060.
- Neumann, D. A. (2016). *Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation*: Elsevier Health Sciences.
- Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., ve Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am Journal Sports Med*, 32(4), 1002-1012.
- Ozer Kaya, D. (2017). Rehabilitasyon: sporcularda nöromüsküler eğitim lower extremity rehabilitation: Neuromuscular training in athletes. *Türkiye Klinikleri J Physiother Rehabil-Special Topic*, 3(2), 69-79.
- Page, P. (2006). Sensorimotor training: A “global” approach for balance training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(1), 77-84.
- Palmer, K., Hebron, C., ve Williams, J. M. (2015). A randomised trial into the effect of an isolated hip abductor strengthening programme and a functional motor control programme on knee kinematics and hip muscle strength. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 16, 105.

- Pang, J., Shen, S., Pan, W. R., Jones, I. R., Rozen, W. M., ve Taylor, G. I. (2009). The arterial supply of the patellar tendon: anatomical study with clinical implications for knee surgery. *Clin Anat*, 22(3), 371-376.
- Patel, D. R., ve Villalobos, A. (2017). Evaluation and management of knee pain in young athletes: overuse injuries of the knee. *Transl Pediatr*, 6(3), 190-198.
- Perez, V. E. (2007). Patellofemoral rehabilitation. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 17(4), 257-264.
- Peters, J. S., ve Tyson, N. L. (2013). Proximal exercises are effective in treating patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Int Journal Sports Phys Ther*, 8(5), 689-700.
- Petersen, W., Ellermann, A., Gösele-Koppenburg, A., Best, R., Rembitzki, I. V., Brüggemann, G.-P., ve Liebau, C. (2014). Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(10), 2264-2274.
- Petersen, W., Rembitzki, I., ve Liebau, C. (2017). Patellofemoral pain in athletes. *Open Access Journal Sports Med*, 8, 143-154.
- Pihlajamäki, H. K., Kuikka, P. I., Leppänen, V. V., Kiuru, M. J., ve Mattila, V. M. (2010). Reliability of clinical findings and magnetic resonance imaging for the diagnosis of chondromalacia patellae. *Journal Bone Joint Surg Am*, 92(4), 927-934.
- Polakowski, E. (2015). *Systematic review of musculoskeletal taping methods*. University of Pittsburgh,
- Powers, C. M. (2003). The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 33(11), 639-646.
- Powers, C. M. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 40(2), 42-51.
- Price, D. D., McGrath, P. A., Rafii, A., ve Buckingham, B. (1983). The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain*, 17(1), 45-56.
- Puii, M. (2014). Training methodology to increase strength parameter based on improved neuromuscular control case study. *Sport Science Review*, 23.
- Ramirez, M., Negrete, R., W, J. H., ve Kolber, M. J. (2018). Quantifying frontal plane knee kinematics in subjects with anterior knee pain: The reliability and

- concurrent validity of 2d motion analysis. *Int Journal Sports Phys Ther*, 13(1), 86-93.
- Redmond, A. C., Crosbie, J., ve Ouvrier, R. A. (2006). Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 21(1), 89-98.
- Rehman, M., ve Riaz, H. (2021). Comparison of mobilization with movement and Mulligan knee taping on patellofemoral knee pain. *JPTA*, 71, 2119.
- Saad, M. C., de Vasconcelos, R. A., de Oliveira Mancinelli, L. V., de Barros Munno, M. S., Liporaci, R. F., ve Grossi, D. B. (2018). Is hip strengthening the best treatment option for females with patellofemoral pain? A randomized controlled trial of three different types of exercises. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 22(5), 408-416.
- Salsich, G. B., Graci, V., ve Maxam, D. E. (2012). The effects of movement pattern modification on lower extremity kinematics and pain in women with patellofemoral pain. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 42(12), 1017-1024.
- Sanchis, G. J. B, Lopes, J. M., Assis, S. J. C., Catão, R. L. A., Santos, T. R. T. ve Roncalli, A. G. D. C. O. (2022). Dynamic knee valgus prevalence in children and its association with pain intensity, foot mobility, and sex- A cross-sectional study. *Heliyon*. 8(10), e10984.
- Schmidt, E., Harris-Hayes, M., ve Salsich, G. B. (2019). Dynamic knee valgus kinematics and their relationship to pain in women with patellofemoral pain compared to women with chronic hip joint pain. *Journal Sport Health Sci*, 8(5), 486-493.
- Schmitz, R. J., Shultz, S. J., ve Nguyen, A. D. (2009). Dynamic valgus alignment and functional strength in males and females during maturation. *Journal Athl Train*, 44(1), 26-32.
- Scholtes, S. A., ve Salsich, G. B. (2017). A dynamic valgus index that combines hip and knee angles: assessment of utility in females with patellofemoral pain. *Int Journal Sports Phys Ther*, 12(3), 333-340.
- Seijas-Otero, D., Alonso-Calvete, A., Cuña-Carrera, I. D., ve Justo-Cousiño, L. A. (2023). Effects of taping in patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *Journal Back Musculoskelet Rehabil*, 36(1), 261-269.
- Sherman, S. L., Plackis, A. C., ve Nuelle, C. W. (2014). Patellofemoral anatomy and biomechanics. *Clin Sports Med*, 33(3), 389-401.

- Shultz, S. J., Nguyen, A. D., ve Schmitz, R. J. (2008). Differences in lower extremity anatomical and postural characteristics in males and females between maturation groups. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 38(3), 137-149.
- Souza, R. B., ve Powers, C. M. (2009). Predictors of hip internal rotation during running: an evaluation of hip strength and femoral structure in women with and without patellofemoral pain. *Am Journal Sports Med*, 37(3), 579-587.
- Stathopulu, E., ve Baildam, E. (2003). Anterior knee pain: a long-term follow-up. *Rheumatology (Oxford)*, 42(2), 380-382.
- Stickler, L., Finley, M., ve Gulgin, H. (2015). Relationship between hip and core strength and frontal plane alignment during a single leg squat. *Phys Ther Sport*, 16(1), 66-71.
- Swart, N. M., van Linschoten, R., Bierma-Zeinstra, S. M., ve van Middelkoop, M. (2012). The additional effect of orthotic devices on exercise therapy for patients with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Br Journal Sports Med*, 46(8), 570-577.
- Şahin, M., Ayhan, F., Borman, P., ve Atasoy, H. (2016). The effect of hip and knee exercises on pain, function, and strength in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *Pain*, 46, 265-277
- Tariq, Z., Batool, S. A., Amaar Talib, N. A., ve Iqra, M. A. B. (2022). Efficacy of kinesio tapping vs mulligan tapping in reducing pain and improving hamstring flexibility, cadence, and physical performance in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, 16(09), 560-560.
- Thomas, M. J., Wood, L., Selfe, J., ve Peat, G. (2010). Anterior knee pain in younger adults as a precursor to subsequent patellofemoral osteoarthritis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*, 11, 201.
- Tsakoniti, A. E., Stoupis, C. A., ve Athanasopoulos, S. I. (2008). Quadriceps cross-sectional area changes in young healthy men with different magnitude of Q angle. *Journal Appl Physiol (1985)*, 105(3), 800-804.
- van der Heijden, R. A., de Kanter, J. L., Bierma-Zeinstra, S. M., Verhaar, J. A., van Veldhoven, P. L., Krestin, G. P., ve van Middelkoop, M. (2016). Structural abnormalities on magnetic resonance imaging in patients with patellofemoral pain: A cross-sectional case-control study. *Am Journal Sports Med*, 44(9), 2339-2346.

- Vicenzino, B., Paungmali, A., ve Teys, P. (2007). Mulligan's mobilization-with-movement, positional faults and pain relief: current concepts from a critical review of literature. *Man Ther*, 12(2), 98-108.
- Waryasz, G. R., ve McDermott, A. Y. (2008). Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dyn Med*. 7, 9.
- Weiss, L., DeForest, B., Hammond, K., Schilling, B., ve Ferreira, L. (2013). Reliability of goniometry-based Q-angle. *Pmr*, 5(9), 763-768.
- Wilczyński, B., Zorena, K., ve Ślęzak, D. (2020). Dynamic knee valgus in single-leg movement tasks. Potentially modifiable factors and exercise training options. A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8208.
- Wilczyński, B., Wąż, P., ve Zorena, K. (2021, May). Impact of three strengthening exercises on dynamic knee valgus and balance with poor knee control among young football players: A randomized controlled trial. *In Healthcare* 9(5), 558.
- Wilk, K. E., Davies, G. J., Mangine, R. E., ve Malone, T. R. (1998). Patellofemoral disorders: a classification system and clinical guidelines for nonoperative rehabilitation. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 28(5), 307-322.
- Willy, R. W., Hoglund, L. T., Barton, C. J., Bolgla, L. A., Scalzitti, D. A., Logerstedt, D. S., ve McDonough, C. M. (2019). Patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(9), CPG1-CPG95.
- Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D., ve Vanderstraeten, G. (2000). Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am Journal Sports Med*, 28(4), 480-489.
- Wojtys, E. M., Beaman, D. N., Glover, R. A., ve Janda, D. (1990). Innervation of the human knee joint by substance-P fibers. *Arthroscopy*, 6(4), 254-263.
- Wyndow, N., Collins, N. J., Vicenzino, B., Tucker, K., ve Crossley, K. M. (2018). Foot and ankle characteristics and dynamic knee valgus in individuals with patellofemoral osteoarthritis. *Journal of Foot and Ankle Research*, 11(1), 65.
- Wyndow, N., De Jong, A., Rial, K., Tucker, K., Collins, N., Vicenzino, B., ve Crossley, K. (2016). The relationship of foot and ankle mobility to the frontal plane projection angle in asymptomatic adults. *Journal Foot Ankle Res*, 9, 3.
- Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., ve Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: A

prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am Journal Sports Med*, 35(7), 1123-1130.

Zemková, E., ve Hamar, D. (2018). Sport-specific assessment of the effectiveness of neuromuscular training in young athletes. *Frontiers in Physiology*, 9.

