

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMU OLAN BİREYLERDE
ALT EKSTREMİTE KAS VE TENDON MORFOLOJİSİ İLE
FİZİKSEL PERFORMANS ARASINDAKİ İLİŞKİ

Dr. Mehmet GÖK

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2019

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMU OLAN BİREYLERDE
ALT EKSTREMİTE KAS VE TENDON MORFOLOJİSİ İLE
FİZİKSEL PERFORMANS ARASINDAKİ İLİŞKİ

Dr. Mehmet GÖK

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2019

TEŞEKKÜR

Tüm asistanlık eğitimim süresince klinik çalışmalarımın yanı sıra tez çalışmam sırasında yardım ve desteğini esirgemeyen değerli tez hocam Sayın Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim sırasında tüm konularda desteğini gördüğüm anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Ayşen AKINCI başta olmak üzere değerli hocalarım Prof. Dr. Fitnat DİNÇER'e, Prof. Dr. Fatma Yeşim GÖKÇE KUTSAL'a, Prof. Dr. Alp ÇETİN'e, Prof. Dr. Bayram KAYMAK'a, Prof. Dr. Pınar BORMAN'a, Prof. Dr. Oya ÖZDEMİR'e ve Doç. Dr. Murat KARA'ya teşekkürü borç bilirim.

Her zaman ve her konuda bana sonsuz desteği bulunan eşime ve biricik güzel kızıma teşekkür ederim.

Birlikte geçirdiğimiz yıllar boyunca uyum içinde çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma, fizyoterapistlerimiz ile kliniğimiz çalışanlarına da sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Mehmet Gök

2019

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
TABLOLAR DİZİNİ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Anatomi	2
2.1.1. Kaslar	2
2.1.2. Kemikler	3
2.1.3. Ligament ve Tendonlar	4
2.1.4. Bağ Dokusu	5
2.1.5. Bursalar	6
2.1.6. Kan Akımı	7
2.1.7. Duyu İnnervasyonu	7
2.2. Patellofemoral Biyomekanik	8
2.2.1. Patellar Tendon Moment Kolu	8
2.2.2. Patellofemoral Kinematik	8
2.2.3. Q Açısı	9
2.2.4. Patellofemoral Eklem Reaksiyon Kuvveti (PFERK)	9
2.2.5. Patellofemoral Eklem Temas Alanı	10
2.2.6. Çömelme Biyomekaniği	10
2.2.7. Düz Bacak Kaldırma Biyomekaniği	11
2.3. Ön Diz Ağrısı Nedenleri	11
2.3.1. Sinding-Larsen-Johensson Sendromu	12
2.3.2. Osgood-Schlatter Sendromu	12
2.3.3. Patellar Tendinit	12
2.3.4. Plika Sendromu	13

2.3.5. Yağ Yastığı Sendromu	13
2.3.6. Lateral Retinaküler Ağrı	13
2.3.7. İliotibial Band Sendromu	13
2.3.8. Nörojenik Diz Ağrısı	13
2.4. Patellofemoral Ağrı Sendromu (PFAS)	14
2.4.1. Etiyopatogenez	14
2.4.2. Semptomlar	18
2.4.3. Fizik Muayene	19
2.4.4. Patellofemoral Eklem Görüntülemesi	25
2.4.5. Konservatif Tedavi	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM	38
3.1. Hasta Seçimi	38
3.2. Çalışma Protokolü	39
3.3. İstatiksel Analiz	40
4. BULGULAR	42
5. TARTIŞMA	47
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
7. KAYNAKLAR	51
8. EKLER	61
EK.1. ETİK KURUL ONAYI	61
EK.2. AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU	62
EK.3. HASTA VERİ FORMU	65
EK.4. VİZUEL ANALOG SKALA (VAS)	66
EK.5. WESTERN ONTARİO ve McMASTER ÜNİVERSİTELERİ OSTEOARTRİT İNDEKSİ (WOMAC)	67

SİMGELER ve KISALTMALAR

5-T	: 5-tekrarlı Otur Kalk Testi
6-M	: 6-metre Yürüme Testi
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
EMG	: Elektromiyografi
İTB	: İliotibial Band
MPFL	: Medial patellofemoral ligament
PFAS	: Patellofemoral Ağrı Sendromu
PFE	: Patellofemoral Eklem
PFERK	: Patellofemoral Eklem Reaksiyon Kuvveti
PT	: Patellar Tendon
QT	: Quadriceps Tendonu
RF	: Rektus Femoris
SIAS	: Spina İliaca Antero Superior
TT-TG	: Tibial tüberkül-Troklear Groove (oluk)
USG	: Ultrasonografi
VAS	: Visual Analog Skala
VI	: Vastus İntermedius
VL	: Vastus Lateralis
VM	: Vastus Medialis
VMO	: Vastus Medialis Obliquus
W_F	: Womac Fonksiyon
W_P	: Womac Ağrı
W_S	: Womac Tutukluk
W_T	: Womac Toplam
WOMAC	: Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1. Tüberkül-sulkus açısı	21
Şekil 2. Apprehension testi	25
Şekil 3. Rektus femoris ve vastus intermedius kalınlık ölçümleri	30

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. Ön Diz Ağrısı Nedenleri	12
Tablo 2. OKC ve CKC	32
Tablo 3. Demografik veriler	42
Tablo 4. Kas-Tendon Kalınlıklarının USG Ölçümleri	42
Tablo 5. Cinsiyet İle Kas-Tendon Kalınlıkları ve Fonksiyonel Parametreler Arasındaki İlişki	43
Tablo 6. VKİ İle Kas-Tendon Kalınlıkları ve Fonksiyonel Parametreler Arasındaki İlişki	44
Tablo 7. Sigara İçimi İle Kas-Tendon Kalınlıkları ve Fonksiyonel Parametreler Arasındaki İlişki	45
Tablo 8. Klinik Parametreler Arasındaki Korelasyon	46
Tablo 9. Performans Testleri ve Klinik Değişkenler	46

ÖZET

Patellofemoral Ağrı Sendromu Olan Bireylerde Alt Ekstremitte Kas ve Tendon Morfolojisi ile Fiziksel Performans Arasındaki İlişki

Giriş: Patellofemoral ağrı sendromu (PFAS), fleksiyon ve ekstansiyon sırasında dize aşırı yüklenme sonrası patella çevresinde görülen ve ön diz ağrısının en sık görülen nedenidir. Özellikle gençlerde kronik diz ağrısının en sık nedeni olarak suçlanmaktadır ve kadınlarda daha sık görülür. Çalışmamızın amacı PFAS tanılı bireylerdeki kas ve tendon kalınlıklarının ağrı ve fonksiyonellik üzerine etkisi olup olmadığını incelemek ve kas-tendon kalınlıkları ve ağrının fiziksel performans ile ilişkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Hacettepe Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine ön diz ağrısı ile başvuran hikâye ve fizik muayene ile PFAS tanısı alan 18-45 yaş arası, herhangi bir kronik hastalığı olmayan 80 hasta dâhil edildi. Hastaların yaşı, cinsiyeti, boy, kilo, vücut kitle indeksi ve sigara içme durumları sorgulanarak kaydedildi. USG ile kas ve tendon kalınlıkları ölçüldü, ağrı VAS ile değerlendirildi. Ağrı ve fonksiyonellik WOMAC ile araştırıldı. Fiziksel performans ölçümleri olarak da 6-metre yürüme testi ve 5-tekrarlı otur kalk testi kullanıldı.

Bulgular: Hastaların 42'si (%52.5) erkek, 38'i (%47.5) kadındı. Yaş ortalaması 32.11 ± 7.08 yıl olarak bulundu. Hastalardan 46'sı (%57.5) sigara içerken 34'ü (%42.5) sigara içmiyordu. Çalışmamızda RF kas kalınlığı ile WOMAC toplam ($r = -0.227$, $p = 0.042$) ve WOMAC ağrı ($r = -0.233$, $p = 0.028$) skorları arasında negatif korelasyon bulundu. QT kalınlığı ile 5-tekrarlı otur kalk testi arasında negatif korelasyon bulundu. ($r = -0.247$, $p = 0.044$)

Sonuç: PFAS tanılı hastalarda kas-tendon kalınlığı ile fiziksel performans, ağrı ve fonksiyonellik arasında bir ilişki mevcuttur. Çalışmamızda ultrasonografi ile değerlendirilen kas-tendon morfolojisi ile fiziksel performans, ağrı ve fonksiyonellik parametreleri arasında ilişki gözlenmiştir. Ultrasonografik incelemelerle PFAS tanılı hastalardaki ağrı, fonksiyonel durum ve fiziksel performans arasındaki ilişkinin belirlenmesi için daha fazla ve ileri çalışmalar gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: patellofemoral ağrı sendromu, ultrasonografi, rektus femoris kas kalınlığı, vastus intermedius kas kalınlığı, quadriceps tendon kalınlığı, patellar tendon kalınlığı, fonksiyonellik, fiziksel performans

ABSTRACT

Relationship Between Lower Extremity Muscle and Tendon Morphology and Physical Performance in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome

Introduction: Patellofemoral pain syndrome (PFAS) is the most common cause of anterior knee pain that occurs around the patella after knee overload during flexion and extension. It is blamed as the most common cause of chronic knee pain especially in young people and is more common in women. The aim of this study was to investigate the effect of muscle and tendon thickness on pain and functionality in individuals with PFAS and to investigate the relationship between muscle-tendon thickness and pain and physical performance.

Materials and Methods: Eighty patients between 18-45 years of age with no history of chronic disease who admitted to Hacettepe University Department of Physical Medicine and Rehabilitation with anterior knee pain and diagnosed as PFAS by physical examination were included. Age, sex, height, weight, body mass index and smoking status of the patients were recorded by questioning. Muscle and tendon thicknesses were measured by USG and pain was evaluated by VAS. Pain and functionality were investigated with WOMAC. 6-meter walking test and 5-repeat sit to stand test were used as physical performance measurements.

Results: 42 (52.5%) of the patients were male and 38 (47.5%) were female. The mean age was 32.11 ± 7.08 years. 46 (57.5%) of the patients were smoking and 34 (42.5%) were not smoking. In our study, there was a negative correlation between RF muscle thickness and WOMAC total ($r = -0.227$, $p = 0.042$) and WOMAC pain ($r = -0.233$, $p = 0.028$) scores. There was a negative correlation between QT thickness and 5-repeat sit to stand test. ($r = -0.247$, $p = 0.044$).

Conclusion: There is a relationship between muscle-tendon thickness and physical performance, pain and functionality in patients with PFAS. In our study, a relationship was found between muscle-tendon morphology parameters which were evaluated by ultrasonography and physical performance, pain and functionality. Further ultrasonographic studies are needed to determine the relationship between pain, functional status and physical performance in patients diagnosed with PFAS.

Key words: patellofemoral pain syndrome, ultrasonography, rectus femoris muscle thickness, vastus intermedius muscle thickness, quadriceps tendon thickness, patellar tendon thickness, functionality, physical performance

1. GİRİŞ

Patellofemoral ağrı sendromu (PFAS), fleksiyon ve ekstansiyon sırasında dize aşırı yüklenme sonrası patella çevresinde görülen ve ön diz ağrısının en sık görülen nedenidir (1,2). Özellikle gençlerde kronik diz ağrısının en sık nedeni olarak suçlanmaktadır ve kadınlarda daha sık görülür (3). Kadınlarda daha sık görülmesinin nedeni ise pelvis genişliği, yüksek topuklu ayakkabı giymek ve bacak bacak üzerine atarak oturmak gibi, anatomik, postural ve sosyal faktörler üzerinde durulmuştur (4).

Genç atletlerin % 26'sında ve genç erişkinlerin %7'sinde PFAS görülebilmektedir (5,6). Çeşitli intrinsic ve ekstrinsik faktörler araştırılsa da etiyojisi halen tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır (1,7).

Anatomik olarak patellofemoral yapılar lateralde medialden daha güçlüdür. Bu nedenle güçlerdeki dengesizlik patellanın laterale yer değiştirmesine neden olur. PFAS multifaktöryel bir problemdir (8). Kas kütlesi ve gücünün bilateral dizde farklı olması, vastus medialis obliquus'un (VMO) hipoplazisi ile birlikte izometrik kasılma sırasında vastus lateralis (VL) göre geç kasılması gibi nöromuskuler dengesizlik yaratan durumlar dışında sık görülen diğer nedenler; lateral diz retinakulumu, hamstring, iliotibial band ve gastrocnemius gerginlikleri, femoral anteversiyon, kalça abductor, ekstansör ve dış rotatörlerinde güçsüzlük, psikolojik faktörler, azalmış sakral inklinasyon, eksternal tibial torsiyon, subtalar eklemin aşırı pronasyonu ve yaygın ligamentöz laksitenin bulunuyor oluşudur (5). Dizin ekstansör mekanizmasındaki bozulma, patellar stabilite ve patellaya etki eden vektörel kuvvetlerde değişikliğe neden olarak PFAS gelişimine neden olmaktadır (9).

Ekstansör mekanizmayı değerlendirmek için kas yapısı ve kalınlığı görüntüleme yöntemleriyle değerlendirilebilir (10). Hastaların fiziksel performansını değerlendirmek için fiziksel performans testleri kullanılabilir. Ağrı ve fonksiyonellik üzerine etkileri de çeşitli anketlerle değerlendirilebilir.

Bu çalışmanın amacı patellofemoral ağrı sendromlu (PFAS) hastalarda ekstansör kas ve tendon kalınlıklarının ultrasonografi ile değerlendirmek ve bu ölçümlerin diz ağrısı, diz fonksiyonelliği ve fiziksel performans üzerine etkilerini incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Anatomi

2.1.1. Kaslar

Rektus Femoris

Rektus femoris, quadriceps kas grubunun en yüzeyselinde seyreden paraçasıdır. İliumdan anterior ve posterior olmak üzere iki parça olarak başlayıp patellanın 3-5 cm proksimalinde quadriceps tendonuna katılıp patellar kemiğin anterior ve superior kısmına yapışır (11).

Vastus Lateralis

Vastus lateralis, femurun lateral yüzünden başlayıp santralde vastus medialis ile birleşip patellanın bazisine yapışır. Lateralde ise rektus femorisin lateral lifleri ile bir aponevroza katılır. Bu genişleme daha sonra lateral retinakulumun bir parçası haline gelir ve patellanın 3 cm proksimalinde quadriceps tendonuna katılarak patellar kemiğin superolateraline yapışır (12). VL'nin ana kas liflerinden bir yağ ya da fasya tabakası ile ayrılan Vastus Lateralis Obliquus (VLO) olarak adlandırılan farklı bir lif grubu mevcuttur. Bu kas lifleri, longitudinal liflerin aksine patellaya daha lateralde yapışır (13).

Vastus Medialis

Vastus medialis, femurun superomedialinden başlayıp ortada vastus lateralis ile birleşip rektus femoris yapışma yerinin hemen arkasından patella bazisine yapışır (13). Medialde rektus femoris ile birleşip aponevroza katılır ve patellanın superomedial yüzüne yapışır. Bu genişleme distal lifleri ile medial retinakulumu oluşturur (13). VM aynı zamanda oblik liflerden oluşan Vastus Medialis Obliquus'u (VMO) içermektedir. VMO, adductor magnus'un tendonundan köken alıp distalde MPFL'de sonlanır (12).

Vastus İntermedius

Femurun 2/3 anterolateral yüzünden başlayıp distalde vastus medialis ve vastus lateralis lifleri ile birleşip patellanın superior kısmına yapışır (13).

2.1.2. Kemikler

Patella

Patella, vücuttaki en büyük sesamoid kemiktir (12). Patella triangular bir kemiktir, quadriceps tendonunun yapıştığı köşeli superior bazisi, bunun yanında aşağıya doğru uzanan ve patellar tendonun yapıştığı apeksi mevcuttur. Kemğin arka 2/3 artiküler yüzünde sayısı 7'ye kadar çıkabilen fasetleri vardır (12,14). Üç medial faset (superior, middle, inferior) 3 lateral faset (superior, middle, inferior) diz fleksiyonu sırasında femoral troklear oluk ile eklem yapar. Son medial ya da diğer adıyla odd faset diz fleksiyonunun sonunda femoral medial kondil ile eklem yapar. Medial fasetler laterallerden hafifçe daha küçüktür (12,14). Patellar kıkırdak vücuttaki en kalın kıkırdaklardan biridir ve en kalın yerinde 6.4 mm kalınlığına ulaşabilmektedir (12). Wiberg, medial fasetlerin lateral fasetlere göre kıyaslanması temeline dayanan bir sınıflama sistemi geliştirmiştir. Tip I: Her iki fasette hafifçe konkav ve lateral bir miktar daha fazla olabilmekle birlikte kabaca birbirine eşittir. Toplumun %10'u gibi çok az bir kısmında vardır. (Şekil 2a) Tip II: Medial faset laterale göre hafif küçük, lateral faset bunda da konkav ama medial faset düz veya konvektir. En sık görülen formudur ve toplumun %65'inin patellası bu şekildedir (Şekil 2b) Tip III: Medial faset küçük, lateral faset ise belirgin olarak büyüktür. Toplumun %25'inin patellası bu şekildedir (Şekil 2c) (12,14,15).

Troklea ve Femoral Kondiller

Troklea, femurun distal ön kısmında femoral sulkusun medial ve lateral fasetlerinden oluşur (12,14). Lateral faset, medial fasete göre daha büyüktür ve yarıçapı daha fazladır. Troklea, patellanın diz fleksiyonu sırasında yer değiştirmesine yardım amacıyla femoral kondillerin eklem yüzüne katılır. Her femoral kondil trokleadan hafif bir oluk ile ayrılmıştır. Sulkus terminalis, lateral femoral kondili

trokleadan ayırırken medial femoral kondilin daha az belirgin bir çentiği vardır. Troklear oluğun derinliği 5.2 mm'dir ve aksiyal düzlemde lateral kondil medial kondilden 3.4 mm daha yüksektedir (16).

Tibial Tüberkül

Patellar tendon yapışma yeridir. Aynı zamanda patellar tendon için bir traksiyon apofizidir, bu apofizin tibia proksimal ucundan ayrılması sonucu erişkinlerde Osgood-Schlatter hastalığı görülür (17).

2.1.3. Ligament ve Tendonlar

Patellar Ligament (Tendon)

Her ne kadar patellar ligament patellar tendon diye adlandırılrsa da kemik-kemik yapışmasından dolayı ligament olarak sınıflandırılır. Patella alt ucundan başlayıp tibial tüberküle yapışır. Ortalama uzunluğu 4.6 cm (3.5 cm -5.5 cm), genişliği ise 2.4-3.3 cm arasındadır (18).

Lateral Patellofemoral Ligament

Bir diğer önemli patellar stabilizatör lateral patellofemoral ligamenttir. Lateral eklem kapsülünün kalınlaşması olan bu ligament patellanın kenarını femura bağlar. Bu bağdaki gerim patellar subluksasyon ya da lateral dislokasyona neden olabilir. LPFL lateral retinakulumun derin tabakasında seyrederek ve MPFL'ye göre daha küçük ve bulunması daha zordur (13,19). Ortalama genişliği 16 mm, uzunluğu ise 42.1 mm'dir (19).

Medial Patellofemoral Ligament

Patellofemoral eklem içindeki en önemli ve en kritik yapılardan biridir. Femoral medial epikondilden başlayıp patellanın iç kenarının superomedial kısmına yapışır. Ortalama uzunluğu 65.2 mm'dir.

Medial Patellotibial Ligament

Medial patellotibial ligament (MPTL), patellanın laterala kaymasına engel olur. Patellanın iç ve alt kısmından başlayıp tibianın anteromedial medial yüzüne, eklem çizgisininin 1.5 cm distaline yapışır.

Lateral Patellotibial Ligament

Lateral patellotibial ligament (LPTL), iliopatellar bandın iç yüzünden başlayıp Gerdy Tüberkülü'nün anterioruna yapışır. İliopatellar band ve iliotibial bandı birbirine bağlar.

Ligamentum Mucosum ve İnfrapatellar Yağ Dokusu

Ligamentum mucosum, femurun interkondiller çentiği ile infrapatellar yağ dokusu arasında uzanır. İnfrapatellar yağ dokusu, dizin ön yüzeyinin intrakapsüler, ekstrasinovyal bir yapısıdır. Yağ dokusu; ligamentum mucosum'a, patellar tendonun proksimal kısmına, patellanın alt yüzüne, anterior intermeniskal ligamente, lateral menisküs boynuzlarına, lateral retinakulama ve tibia periostuna yapışır (20).

Quadriceps Tendonu

Rektus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius patellanın 2 cm proksimalinde birleşerek quadriceps tendonunu oluşturur (12,13). Patellanın ön yüzünde uzanır ve distalde patellar tendon ile birleşir (12). Quadriceps tendon kalınlığı kabaca patellar tendon kalınlığının iki katıdır.

2.1.4.Bağ Dokusu

İliotibial band ve İliopatellar band

İliotibial band (ITB), tensor fasya femoris, gluteus medius ve gluteus maximustan başlayıp femurun linea asparasına yapışır ve dize doğru ilerleyip iki parçaya ayrılır: İliotibial band (İTB) ve iliopatellar band (İPB). İliopatellar band, İTB'nin ön kısmı ile femuru patellaya bağlar. İliotibial ve iliopatellar band birçok

anatomik tabakadan oluşur: aponevrotik, superfisyel, orta, derin ve kapsulo-osseöz tabaka. Superfisyel tabaka, tibia'nın Gerdy tüberkülüne yapışır. Önden patella, lateral patellofemoral ligament, arkadan ise biceps femoris ile çevrelenmiştir.

Medial Retinakulum

Medial retinakulum, vastus medialis aponevrotik genişlemesinin superfisyel medial collateral ligament (MCL) ve medial patellar tendon ile birleşmesinden oluşur (11). Medial retinakulum lateral retinakulumdan çok daha incedir ve üç ligament içermektedir: MPFL, medial patellofemoral ligament ve medial patellomeniscal ligament. Bu ligamentler, patellanın laterale yer değiştirmesini engelleyen temel yumuşak doku oluşumlarıdır (21).

Lateral Retinakulum

Vastus lateralisin aponevrotik genişlemesi olan lateral retinakulum iki tabakadan oluşur: superfisyel oblik tabaka ve derin transvers tabaka (11,21). Superfisyel tabaka; patellar tendon, vastus lateralis ve iliotibial band birleşiminden oluşup patellar stabiliteye minimal katkı sağlar (11). Derin transvers tabaka üç yapıdan oluşmaktadır: lateral patellofemoral ligament (LPFL), lateral patellofemoral ligament (LPTL) ve patellofemoral band (11,21).

2.1.5.Bursalar

Derin İnfrapatellar Bursa

Tibial tüberkülün hemen proksimalinde patellar tendonun arkasında yer alır. İki ana tabakadan oluşmaktadır: arka kompartman ve yağın apron-benzeri çıkıntısı (22).

Pes Anserine Bursa

Bursa, tibia'nın medial yüzü, superfisyel medial kollateral ligament yapışma yeri ve yapışık sartorius, semitendinosus ve gracilis tendonları arasında yer almaktadır. Bursanın diz eklemi ile bağlantısı yoktur.

Semimembranosus Bursası

Tibianın posteromedial yüzünde semimembranosus tendonun etrafında yer almaktadır.

Biceps Femoris Bursası

Fibular kollateral ligamentin yapışma yerinin hemen proksimalinde laterale ve öne yerleşimli olarak bulunmaktadır. Lateral duvarı biceps femorisin uzun başının ön kısmı değmektedir.

Prepatellar ve Superfisyel İnfrapatellar Bursa

Patellanın ön kısmında subkutan doku içinde yer almaktadır. Üç tabakadan oluşur: superfisyel, orta ve derin tabakalar. Superfisyel bölüm, subkutan doku ile transvers superfisyel fasya arasında bulunur. Orta bölüm, transvers superfisyel fasya ile orta oblik fasya arasında bulunur. Derin bölüm ise orta oblik fasya ile rektus femoris kasının longitudinal lifleri arasında bulunmaktadır.

2.1.6. Kan Akımı

GenikülerArterler

Dizin kan akımı superiomedial, superolateral, orta, inferomedial ve inferolateral geniküler arterlerin anastamozu ile gerçekleşir (12).

2.1.7. Duyu İnnervasyonu

Safen Sinir'inin İnfrapatellar Dalı

Dizin ön kısmının duyusunu alır.

2.2. Patellofemoral Biyomekanik

Patellofemoral eklem, dizin ekstansiyon mekanizmasında quadriceps kasının kuvvet kolunu arttırarak ve kas kuvvetinin yönünü değiştirerek dizin stabilitesine katkıda bulunur (23,27).

2.2.1. Patellar Tendon Moment Kolu

Patellanın görevi, quadriceps kasının oluşturduğu kuvveti dizin rotasyon merkezinden uzakta tutarak ekstansör kuvvet kolunu uzatıp döndürme etkisinde mekanik bir avantaj sağlamaktır. Bu kuvvetin yönünü de patellar tendon aracılığıyla değiştirebilmektedir. Patellektomili dizde patella tendonu normal dize göre tibiofemoral eklem rotasyon merkezine daha yakındır. Daha kısa bir kaldıraç kolu ile çalışan quadriceps kası, ekstansiyonun son 45 derecesinde normalde gerekli olan kuvvetten % 30 kadar daha fazla kuvvet harcamak zorunda kalır (24). Diz tam ekstansiyonundan tam fleksiyonuna rotasyon merkezi de sürekli değiştiğinden patella kuvvet kolundaki değişimden dolayı dizin dönme etkisine olan katkısı da değişebilmektedir.

Moment: $M = F \times r$ formülü formülü ile hesaplanmaktadır.

(M =Moment, dönme etkisi; F = rotasyon merkezine dik etkiyen kuvvet; r =moment kolu)

Normal bir dizde rotasyon merkezinin dizin fleksiyonu ile yer değiştirmesinin nedeni, fleksiyon sırasında femurun tibia üzerinde dönmesine ve kaymasına bağlıdır. Moment kolu en uzun değerine 40 derece fleksiyonda ulaşırken en kısa değerine dizin 90 derece fleksiyonunda ulaşır (25).

2.2.2. Patellofemoral Kinematik

Patellanın tam fleksiyonu-ekstansiyonu sırasında 7 cm'lik yer değiştirmesi söz konusudur. Ön-arka planda ise bu yer değiştirme 19 mm kadardır. Fleksiyon ile beraber tibiadaki iç rotasyon patellanın 7 mm mediale kaymasına neden olur ve son 20 derece ekstansiyonda laterale kayar.

2.2.3. Q Açısı

Patellaya etki eden proksimal ve distal kuvvetler arasındaki açıdır. Patella quadricepsin dört parçasından gelen kuvvetleri ortada toplayarak en sürtünmesiz şekilde patellar tendon yoluyla tibiaya iletir (13). Diz ekstansiyonunda supin pozisyonda yatan hastaya quadriceps kası kastırılarak spina iliaca anterio-superior (SİAS)-patella ortası ve patella ortası-tuberositas tibia arasında ölçülen açıdır. Normalde bu açı 5-8 derecedir (26). Kadınlarda daha yüksektir (28). Üst sınır erkeklerde 12 derece, kadınlarda 15 derecedir ve 20 derecenin üstü patolojik kabul edilir. Diz ekstansiyonda yani patellofemoral temas yokken quadriceps kasıldığında gerilme kuvveti SİAS ve tuberositas tibiayı aynı hizaya getirmek isteyeceğinden patella o kadar lateral kayar ve bu da Q açısı büyüklüğüyle doğru orantılı değişmektedir.

2.2.4. Patellofemoral Eklem Reaksiyon Kuvveti (PFERK)

Patellofemoral eklem reaksiyon kuvveti quadriceps kasının kasılma gücünün yanında dizin fleksiyon açısının büyüklüğüne de bağlıdır (25). Dizin tam ekstansiyonu ile 20 derece fleksiyonu arasında patella trokleyaya temas etmediğinden quadriceps tendonu ve patellar tendon gerilme kuvveti aynıdır. 20 derece fleksiyondan sonra temas başlar ve temas yüzeyindeki eklem reaksiyon kuvvetini quadriceps tendonu ve patellar tendonun gerim kuvvetlerinin bileşkesi oluşturur. Temas başladıktan sonra bu iki gerilme kuvvetinin eşit olmamasına rağmen patellofemoral eklem yüzeyinde sürtünmesiz bir hareket olduğu varsayımıyla eşit kabul edilmektedir. Birbirine eşit ve aralarında alfa (α) açısı bulunan iki kuvvetin bileşkesi şu formülle hesaplanır.

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

(F =patellar tendon ve quadriceps tendon gerilme kuvveti, a = her iki kuvvet arasındaki açı)

Alfa açısı diz fleksiyonu ile değişim göstermektedir. Tam ekstansiyonda 150 derece kadar olan bu açı dizin 90 derece fleksiyonunda yaklaşık olarak 100 derece ölçülür. Diz fleksiyonun yanında patellar tendonun tibiaya yapışma açısı, patella alta, patella baja ve dizdeki çapraz bağ instabiliteleri ile de değişmektedir. Normal dizlerde diz fleksiyonu ile birlikte a açısı azalır ve açı azalması ile birlikte $\cos \alpha/2$ çarpanı da bire doğru yaklaşarak artar. Normal hızda bir yürümede oluşan 9 derecelik fleksiyon

PFERK'in vücut ağırlığının yaklaşık yarısı kadar olmasına neden olmaktadır. merdiven inip çıkmayla oluşan 60 derecelik diz fleksiyonu ile PFERK vücut ağırlığının 3.3 katına, yarı çömelmede (90 derece fleksiyon) 6.5 katına, tam çömelmede (130 derece fleksiyon) 7.8 katına çıkmaktadır.

2.2.5. Patellofemoral Eklem Temas Alanı

Toplam patellar yüzey 12-13 cm²'dir. Genellikle patellofemoral temas 20 derecelik diz fleksiyonu ile başlar. Patellar tendonun uzunluğunun değiştiği patella alta ve patella baja gibi durumlarda daha geç ya da erken başlayabilir (23). Temas alanı 20 derecelik diz fleksiyonunda 2.6 cm² iken, 90 derecelik diz fleksiyonunda en yüksek değeri olan 4.1 cm²'ye çıkmaktadır (23). 120 derecelik diz fleksiyonunda bu değer 3.4 cm²'ye iner ve patellar tendon teması başlar. Basınç birim alana uygulanan kuvvettir ve aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$B = PFERK/A$$

(*B*=basınç, *PFERK*=patellofemoral eklem reaksiyon kuvveti, *A*=alan)

Burada PFERK yerine gerim kuvvetlerini ve diz fleksiyonu bakımından değerini koyduğumuzda:

$$B = \frac{2F \cos^{\alpha/2}}{A}$$

formülünü elde etmiş oluruz. Dolayısıyla temas alanındaki azalmalar, gerilme kuvvetlerindeki artış ve diz fleksiyon artışı basınç artışına neden olup klinikte ağrı ve başka sorunlara neden olmaktadır. (13)

2.2.6. Çömelme Biyomekaniği

Şekilde görüldüğü gibi tek bacak üzerinde yere basan bir kişinin dengesi fleksör ve ekstansör momentlerin eşitliği ile sağlanmaktadır. Vücut ağırlığı femurda, yer reaksiyon kuvveti de tibiada fleksör moment oluşturmaktadır. Yani:

Ekstansör moment = Femur fleksör moment + Tibia fleksör moment

$$F_x r = w_x b + w_x b, F = 2wb/r$$

PFERK'yi ve temas alan basısını hesaplırsak:

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

$$\boxed{PFERK = \frac{4wb \cos^{\alpha/2}}{r}} \quad \text{ve} \quad \boxed{B = \frac{4wb \cos^{\alpha/2}}{Ar}}$$

Vücut ağırlığı, vücut ağırlığının diz rotasyon merkezine dik uzaklığı, diz fleksiyon miktarındaki artışlar bası artışına neden olurken temas alanı ve patellar tendon moment kolundaki azalışlar da bası artışı ile sonuçlanacaktır. Buradan da anlaşılacağı üzere kilo alma ve ağırlık taşıma ön diz ağrısı ile sonuçlanabilir. Aynı zamanda lumbo-sakral sorunlar ile diz ve ayak bileğindeki fleksiyon deformiteleri de vücut ağırlık merkezinin dizin rotasyon merkezine olan dik uzaklığını arttırıp basınç artışı oluşturabilir. Hamstring kısalığı, ayak dorsifleksör zayıflığı, gastroknemius göreceli baskınlığı, quadriceps zayıflığı patellar tendon moment kolunu azaltıp bası artışına neden olacaktır. Femoral anteversiyon, tibial dış rotasyon, genu valgum, genu varum, pes planovalgus, lateral kondil hipoplazisi, patella alta, patellar yarı çıkık gibi dizilim bozuklukları patellofemoral temas alanını azaltarak bası artışına neden olacaktır (29).

2.2.7. Düz Bacak Kaldırma Biyomekaniği

Fleksör moment= Ekstansör moment ise $t_{xm}=F_{xr}$

$$\boxed{PFERK = \frac{2tm \cos^{\alpha/2}}{r}} \quad \text{ve} \quad \boxed{B = \frac{2tm \cos^{\alpha/2}}{Ar}}$$

Formülleri elde edilir. Son 20 derecelik ekstansiyondan tam ekstansiyona geçiş sırasında patellofemoral temasın ortandan kalkmasıyla gerilme kuvvetinde ani bir artış söz konusu olur. Bundan dolayı quadriceps ve patellar tendonu ilgilendiren sorunlarda düz bacak kaldırma zararlı sonuçlar doğurabilir.

2.3. Ön Diz Ağrısı Nedenleri

Ön diz ağrısı (ÖDA), dizin ön kısmındaki ağrı yakınmasını tarifler. Bu yakınma genellikle patellofemoral eklem ve onu destekleyen çevre dokulardan kaynaklanmaktadır. Dizlerde artiküler kartilaj dışındaki tüm yapıların sinir sonlanmaları vardır ve genel olarak dizlerde ağrıya neden olabilecek oluşumlar; patellanın subkondral bölgesi, yağ yastığı, sinovyum, retinakulum, eklem kapsülü, plikalar, patellar tendon, patellar tendon apofizi, iliotibial band ve femorak kondillerdir (30). (Tablo 1) Diz ağrılarının önemli bir kısmının dizin ekstansör mekanizmasındaki problemlerden kaynaklandığı düşünülünce tedavi hedefleri de buraya yönelik olmalıdır (31).

Tablo 1. Ön Diz Ağrısı Nedenleri

Hastalık	Anatomik bölge	Patoloji
Sinding-Larsen-Johansson	Distal patella kenarı	Apofizyal traksiyon
Osgood-Schlatter	Tibial tuberkül	Apofizyal traksiyon
Patellar tendinosis	Patella tendonu	Mikro yırtık, dejenerasyon
Patellofemoral sendrom	Patella subkondral kemik	Ağrı, kompresyon
Yağ yastığı sendromu	Patella yağ yastığı	Hipertrofi, sinovitis
Plika sendromu	Medial plika	Fibrozis, hipertrofi
Retinakular ağrı	Lateral retinakulum	Nörit, dejenerasyon
İliotibial band friksiyon	Diz laterali İTB	Bursit, tendinosis
Juvenil romatoid artrit	Sinoviyal tabaka	Otoimmün sinovit
İnfeksiyon	Kemik veya doku	Eklemde infeksiyon
Neoplazm	Dizde herhangi bir yer	Değişik
Osteokondritis dissekan	Medial kondil	Stres fraktürü
Meniskus yırtığı	Medial veya lateral	Travma nedenli yırtık
Nörojenik ağrı	Infrapatellar bölge	Travma veya irritasyon
Kompleks bölgesel ağrı	Sempatik sinirler	Minör travma
Refere ağrı	Genellikle kalça	SCFE, Pertes, infeksiyon

2.3.1. Sinding-Larsen-Johansson Sendromu

Patellar tendon apofiziti olarak tanımlansa da olay inflamatuvar değildir. Özellikle 10-14 yaşları arasında atlama ve zıplama hareketlerini çok yapan erkek çocuklarda görülür (32). Oluşan traksiyon sonrası tendonda mikro yırtıklar gelişir bu da kalsifikasyona ve/veya kartilajda stres fraktürü gelişimine neden olabilmektedir. Fizik muayenede patella alt kenarında hassasiyet vardır; ancak yağ yastıklarında veya patellar kompresyonda ağrı yoktur. Genellikle quadriceps kası gergin ve zayıf bulunurken hamstringlerde ise gerginlik saptanır (32).

2.3.2. Osgood-Schlatter Sendromu

Kliniği Sinding-Larsen-Johansson Sendromu'na benzer. Hastalık aktif koşma ve zıplama yapan erkek çocuklarda daha sıktır. Farklı olarak burada çocuklar yaşça daha büyüktür (32). Patolojisinde patellar tendonun tekrarlayıcı hareketleri sonrası gelişen tibial tüberkül apofiz hasarıdır. Bu hastalık için tipik olan şişlik tibial tüberkül genişlemesinden kaynaklanmaktadır.

2.3.3. Patellar Tendinit

Genellikle lise çağlarında basketbol oynayan erkeklerde görülmektedir. Zıplamayla oluşan ağrının en sık semptom olmasından dolayı “jumper’s knee” olarak

isimlendirilmiştir. Patoloji apofizden ziyade tendondadır. Hasar daha çok patellar tendonun distal yapışma yerindedir. Hasara temel oluşturan patoloji ise kemik-tendon bileşkesindeki mikro yırtıklardır (32).

2.3.4. Plika Sendromu

Normal popülasyonun %60-80'inde bulunan plikanın mekanik irritasyonu sonrası gelişen sinovite bağlı şikâyetler görülmektedir (33). Plika palpasyonla hassastır. Semptomlar sıklıkla medial plikaya bağlı gelişir.

2.3.5. Yağ Yastığı Sendromu

Diğer adı Hoffa's sendromu'dur. Patoloji patellar tendonun lateral ve medialinde bulunan yağ yastıklarının mekanik irritasyonuna sekonder gelişen sinovit ve bu tabloya sekonder gelişen sinovyal hipertrofi sonucu gelişen patellefemoral sıkışma sendromudur (34).

2.3.6. Lateral Retinaküler Ağrı

Kronik lateral retinaküler gerginlik sonrası dejenerasyon ve ağrı görülebilmektedir (32). Dejenerasyonun nedeni halen tam anlaşılmamıştır. Lateral patellar tilt ve palpasyon lateral kapsülde ağrıya neden olur.

2.3.7. İliotibial Band Sendromu

Lateral femoral epikondil ve iliotalibial band arasındaki sürekli sürtünme sonrası gelişen bursit ve tendinozistir. İliotalibial band gluteus maksimus kasının distal tendinöz bağlantısıdır (35). Kalça ve gövde kaslarındaki yetersizlik sonrası gelişen dengesizliği dengelemek amacıyla kasın fazla çalışması tendinozise neden olmaktadır. İliotalibial bandın distal palpasyonu ve Ober testi ile tanı konabilir.

2.3.8. Nörojenik Diz Ağrısı

Nörojenik diz ağrısı üç farklı tipte gelişmektedir. Travma ve cerrahilerden sonra gelişen nöroma birinci nedendir. İkinci neden yaralanma veya cerrahiden sonra gelişen safen öz nörittir. Üçüncü neden ise kompleks bölgesel ağrı sendromudur.

2.4. Patellofemoral Ağrı Sendromu (PFAS)

PFAS, artmış patellofemoral eklemden yüklenme ile kötüleşen, sinsi seyirli ön diz ağrısı nedenidir. Çoğunlukla koşucularda görülmekle beraber risk faktörleriyle birlikte artış göstermektedir. PFAS gelişimine katkıda bulunan faktörler tam olarak anlaşılabilir ve tanımlanamazsa kronikleşebilmektedir. PFAS görülme sıklığı, spor hekimliği kliniklerine başvuran hastaların % 25'ine kadar çıkabilmektedir (36). PFAS koşucularda daha siktir ve koşucularda en sık görülen kas-iskelet sistemi problemi (37). Hastalığın kadınlarda görülme sıklığı erkeklere göre daha fazladır (38,39). Bu insidans ve prevalans oranları, kadınlara spesifik anatomik ve biyomekanik değişkenlerin PFAS gelişimine neden olduğunu düşündürmektedir. Örneğin; kadınlarda kıkırdak kalınlığı daha azdır ve merdiven inip-çıkma sırasında kıkırdağa binen yük daha fazladır (10). Alt ekstremiten kas eşitsizliğinin yanında statik ve dinamik dizilim bozuklukları da sorumlu tutulan nedenler arasında sayılmaktadır. Alt ekstremiten kas kuvveti ile ilgili yapılan çalışmalarda erkeklerde kalça abduktör ve eksternal rotatör kas kuvvetinin kadınlardan daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun yanında artmış Q-açısı, dinamik valgus açısı ve kalça internal rotasyon açısı da sorumlu tutulan diğer nedenler arasındadır.

2.4.1. Etiyopatogenez

En sık nedenin patellofemoral aşırı yüklenme ve dizilim bozukluğu olduğu düşünülmektedir. Ekstansör mekanizma bozukluğu ve patella-troklea dizilim bozukluğu da bir diğer nedendir. Diz ekstansör kas güçsüzlüğü de yine başka bir nedendir. Etiyopatogenezdeki farklılıklardan dolayı her hasta için ağrı nedeni farklı olabilmektedir. Patella hareketi ve patellofemoral eklem güçlerinde değişiklik yaparak PFAS gelişimine neden olan çeşitli risk faktörleri mevcuttur (9).

Ekstremiten Nedenler

- Aşırı kullanım, yanlış egzersiz, çevresel etmenlere bağlı eklemde aşırı stres altında kalması
- Travma
- Geçirilmiş diz cerrahisi

İntrensek Nedenler

1. Anatomik anomaliler (patella displazisi, patella alta, troklea displazisi)
2. Alt ekstremitte statik dizilim bozukluğu ve alt ekstremitenin bozulmuş biyomekaniği: Artmış femoral anteverسیون, eksternal tibial torsiyon, tibial tüberkülün laterale yer değiştirmesi, tibia vara, patella alta, genu valgum, genu rekurvatum, subtalar pronasyon, kalkaneo valgus, pes planus, bacak boyu farkı, geniş pelvis, artmış Q açısı
3. Alt ekstremitte dinamik dizilim bozukluğu ve alt ekstremitenin bozulmuş biyomekaniği:
 - Quadriceps kas zayıflığı, kalça adduktor zayıflığı, uygunsuz tetikleme paterni, displastik VMO
 - Kalça ekstansor, abduktor ve eksternal rotatorlarında güç kaybı
 - Quadriceps, hamstring, iliopsoas, İTB ve gastrocnemius kısalıkları
4. Patellar dizilim bozukluğu
 - Medial patellofemoral ligament zayıflığı ya da rüptürü
 - Patellar hiper mobilite (ya da jeneralize ligamentöz laksite)
 - Gergin lateral retinakulum

Alt Ekstremitte Dizilim Bozukluğu

Alt ekstremitte dizilim bozukluğu PFAS gelişimine katkıda bulunan potansiyel risk faktörleri arasında gösterilmektedir. Femur boyun anteverسیونu, genu valgum, diz hiperekstansiyonu, artmış Q açısı, tibia varum ve subtalar eklem pronasyonu, PFAS ile ilişkilendirilmiş dizilim bozukluklarından bazılarıdır (40). Artmış Q açısı patellar lateral faset ve lateral femoral kondil üzerine binen yükü arttırmaktadır. Q açısındaki % 10'luk artış patellefemoral eklem üzerine binen yükü % 45 kadar arttırmaktadır (41). Patellar dizilim bozukluğu, patellar tiltin eşlik ettiği ya da etmediği sublüksasyonu ve sublüksasyonsuz patellar tilti içermektedir. Patellofemoral eklem aktif fleksiyon ve ekstansiyon sırasında BT ile incelendiği bir çalışmada ön diz ağrısı olan 20 hastadan 8'inde patellar tilt ve patellanın laterale yer değiştirmesi gözlenmiştir (42). Eklem hareket açıklığı boyunca meydana gelen patellar hareket eklem fonksiyonunun korunması ve temas ve yük aktarımı açısından önemlidir. Kıkırdak

kalınlığının da eklem temas yüzeyini etkileyerek PFAS gelişimine katkıda bulunduğu ileri sürülmüştür. Troklear displazisi ve patellar instabilitesi olan hastaların troklea hacim ve uzunluğunun sağlıklı bireylere göre azaldığı da bulunmuştur. Görüldüğü gibi normal patelleofemoral hareket pek çok faktörden etkilenmektedir. Dinamik patellar hareket bozukluğu her ne kadar PFAS gelişimi için bir risk faktörü olsa da statik patella dizilim bozukluğu da bir risk faktörüdür (43).

Kas Dengesizliği

Atrofi ya da alt ekstremite kas sistemindeki inhibisyona sekonder gelişen güçsüzlüğün PFAS gelişiminde rolü olduğu belirtilmiştir (40). Azalmış ekstansör kuvvet, egzantrik kas kuvvetindeki zayıflık, vastus medialis obliquus ve vastus lateralis arasındaki dengesizlik ve kalça kas zayıflığının PFAS gelişiminde sorumlu olduğu vurgulanmıştır. Quadriceps atrofisinin PFAS ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar vardır (44).

Kas Dengesizliği: Azalmış diz ekstansör kuvveti: quadriceps hacim ve kuvvet eksikliği

Azalmış quadriceps kas kuvveti PFAS hastalarında yaygın bulunan bir bulgudur (40). Kaya ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada PFAS olan kadın hastalarda quadriceps torkunun, hacminin ve kesit alanının azaldığı bulunmuştur (45).

Kas Dengesizliği: Vastus medialis obliquus yetersizliği ve atrofisi

Vastus medialis obliquus ve vastus lateralis arasındaki uyumsuzluğun patellar hareket bozukluğunun en önemli nedenlerinden biri olduğu ileri sürülmüştür (46). Normal koşullarda VMO ve VL birbirinin zıttı yönde kasılarak patella stabilizasyonuna katılır. Buradaki dengesizlik çoğunlukla VMO'un atrofisi, hipoplazisi veya bozulmuş kontrolü sonucu gelişen yetersizliğine bağlıdır. PFAS gelişimine ilişkin diğer bir teori de, VMO ve VL aktivasyon zamanları arasındaki farktır. VMO ve VL aktivasyon başlangıçları arasındaki kötü koordinasyon anormal patellar harekete neden olur (47). PFAS tanılı kadın hastaların diz ekstansiyonlarının

15, 30 ve 45. derecelerde EMG ile incelendiği bir çalışmada etkilenmiş dizlerde VMO aktivasyonunun belirgin olarak geciktiği gözlenmiştir (48).

Kas Dengesizliği: Kalça kas zayıflığı

Kalça kasları patellofemoral eklem ile direk ilişkili olmamasına rağmen PFAS gelişiminde rol alır. Kinetik zincir teorisi, bir eklemin disfonksiyonun özellikle distaldeki eklem olmak üzere diğer eklemleri de etkilediğini ifade etmektedir. Koşma sırasında kadınların erkeklere göre önemli ölçüde daha büyük eksternal diz valgusu ve kalça internal rotasyonu sergilediği gösterilmiştir (46). Bu hareketi engelleyecek yeterli proksimal kas kuvveti olmadığında kalça adduksiyona veya internal rotasyonu gidip lateral patellar temas yüzeyini artırarak ağrıya neden olur. Daha önce yapılan bir çalışmada PFAS ağrılı kadın hastalarda kalça abduksiyon kuvvetinin %26, eksternal rotasyon kuvvetinin ise %36 daha az olduğu bulunmuştur (49).

Yumuşak doku gerginlikleri

Diz eklemi etrafındaki yumuşak doku gerginlikleri PFAS için diğer bir risk faktörüdür. Lateral kısıtlayıcıların özellikle lateral retinakulumun gerginliği patellar hareket bozukluğunda önemlidir. Lateral retinakulumun orta kısmı en kuvvetli ve önemli kısımdır ve liflerini İTB'dan alır. İTB gerginliği ve PFAS ilişkisini göstermek amacıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır (50). PFAS tanılı koşucuların büyük kısmında (%67) İTB gerginliği saptanmıştır (21). Quadriceps, hamstring ve gastrocnemius gerginliğinin de PFAS ile ilişkili olduğu görülmektedir. Quadriceps gerginliğinin özellikle aktivite sırasında patellanın troklea üzerine olan posterior kuvvetinde artışa yol açtığı bunun da patellofemoral eklem binen yükü arttırdığı ileri sürülmüştür (51). Çok sayıda vaka-kontrollü çalışmada PFAS tanılı bireyler ile sağlıklı bireyler arasında hamstring fleksibilitesindeki farklar vurgulanmıştır (52). Hamstring gerginliğinin patellaya sürekli bir fleksör momenti uyguladığını, bunun ise daha fazla quadriceps gücü gerektirerek eklem binen yükü arttırdığı iddia edilmiştir (52). Gastrocnemius gerginliğinin PFAS gelişimi üzerine etkisi net olmasa da ayak pozisyonunda değişikliğe ve subtalar pronasyon artışına yol açarak katkıda bulunduğu ileri sürülmüştür (53).

Jeneralize ligamentöz laksite

Jeneralize ligamentöz laksitenin patellar mobilite ve hareket bozukluğu ile diz eklemine de etkileyeceği çıkarımında bulunmak kuvvetle muhtemeldir. Daha önce yapılan bir çalışmada çeşitli eklem laksitesi ölçümleri arasından sadece başparmak-ön kol ölçümünün PFAS gelişimi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (51).

2.4.2. Semptomlar

PFAS'de çok sayıda non-spesifik semptom görülmele beraber en sık görülen semptomlar ağrı, krepitasyon, boşalma hissi ve kilitlenme daha az sıklıkla da tutukluk ve şişlik görülmektedir. (54)

Ağrı

Dizin ön kısmında, bilateral, yavaş başlangıçlı ve giderek artan ağrı PFAS için karakteristiktir. Ağrı merdiven inme-çıkma, koşma, diz çökme, çömelme, yokuş inip çıkma ve dizler fleksiyondayken uzun süreli oturma ile artar (55). PFAS'deki asıl lezyonun odağı PFE'deki reaktif kuvvetleri olarak değerlendirilirken, artmış PFE reaksiyon kuvvetlerinin de subkondral strese (infrapatellar basıncın yükselmesine) ve ağrıya neden olduğu öne sürülmektedir (56).

Krepitasyon

PFAS'ta görülmesine rağmen non-spesifik bir bulgu olarak kalmaktadır. Asemptomatik dizlerde de görülebilmektedir. Ön yağ yastıkçığı, sinovyal plika ve sinovyal hipertrofi gibi peripatellar yumuşak dokuların sıkışmasına bağlı olabilir (57). Ağrı ile krepitasyon arasında bir korelasyon yoktur. Ekstansiyonda patellanın laterale deviasyonu ile duyulan klik sesi patellar instabilite bulgusudur (58).

Boşalma hissi

Kalkarken quadriceps kasının patellofemoral eklem yüklenmesinin ağrı nedeniyle inhibisyonu sonucu gelişen ani gevşemeden kaynaklanmaktadır.

Ligamentöz laksite ya da menisküs yırtığına bağlı boşalma hissinden ayrımı yapılmalıdır (55).

Kilitlenme

Kısa süreli geçici bir sürtünme hissi olarak ifade edilebilir. Merdiven inip çıkma, sandalyeden kalkma gibi patellofemoral ekleme kısmi yük bindiren aktiviteler sırasında ekstansiyon sırasındaki sürtünme ya da geçici takılma hissidir.

Şişlik

Ciddi patellofemoral dizilim bozukluğunda, osteokondritis dissekans varlığında, sinovyal hastalıklar, kanama ve travma durumlarında görülebilir.

2.4.3. Fizik Muayene

Patellofemoral semptomlar multifaktöryel olduğundan klinik muayenede sadece dize odaklanılmamalı, bu ağrıya neden olabilecek diğer nedenler de hesaba katılmalıdır. Detaylı bir hikâyeyi takip eden sistematik bir muayene yapılmalıdır. Klinik sistematik muayene; ayakta değerlendirmeyi, yürüme analizini, otururken değerlendirmeyi, uzanırken alt ekstremitte değerlendirmesini, patellofemoral eklemin özel testler ile değerlendirilmesini içermelidir.

Ayakta Değerlendirme

Çift Ayak Üstünde Duruş

Hastadan çıplak ayakla yere basması istenir.

Önden: Dizin varus ve valgus deformiteleri, patella uyumunu, ön ayak değerlendirmesi (pronatus, hallux valgus, hallux rigidus)

Yandan: Pelvik açılanma, vücudun üst kısmının pelvis ile ilişkisi, dizdeki rekurvatum veya fleksiyon

Arkadan: Skolyoz, bacak boyu farkı, talusun varus veya valgus deformitesi, ön ayağın abduksiyon veya adduksiyonu değerlendirilir.

Tek Ayak Üstünde Duruş

Hastadan tek ayak üstünde duruyorken dizini büküp kalçasını göğüs kafesine yaklaştırması istenir. Bu muayene ile hastanın dengesi değerlendirilir. Denge problemi, instabilitenin eşlik ettiği veya etmediği patellefemoral ağrı ve kas güçsüzlüğü ile beraber olmaktadır. Denge problemi varlığında kalça abduktorlerine, aşırı ayak pronasyonuna ve vücudun üst kısmının kompanzatuvar eğilmesine de bakılmalıdır.

Yürüme Analizi

Hasta yürürken önden ve arkadan değerlendirme yapılmalıdır. Hastanın yürüme simetrisine, çift adım uzunluğuna, patella uyumuna, ekstremitelerin varus/valgus deformitelerine, topuk vuruş yoğunluğuna, adım uzunluğuna, pelvik tiltte bakabiliriz. Basma fazındaki pelvik tilt, fleksiyon postürü ve hiperpronasyon genellikle hem statik hem de dinamik instabilite ile birlikte dir.

Oturur pozisyonda değerlendirme

Ayaklar muayene masasından sallanıp oturulurken hasta inspeksiyon ile değerlendirilir. Patellar tendonun kemiğe yapışma yerindeki şişlik, osteokondritis, yapışma yeri tendinozisi veya patellar tendon parsiyel rüptürü lehine olabilir. Aynı zamanda eklem efüzyonu, yumuşak doku şişliği, kapsüler strain ya da kontüzyona sekonder gelişen hematoma hakkında bilgi verebilir. Özellikle quadriciceps ve VMO atrofi açısından değerlendirilir.

Tüberkül-sulkus açısı: Dizler muayene masasından sarkık şekilde 90 derece fleksiyondayken patella ortasından ve tibial tüberkülden geçen çizgi arasındaki açıdır (Şekil 1). Normal değeri 0 derecedir. 10 derecenin üzerindeki açılar tibial tüberkülün aşırı lateralizasyonunu gösterir.

Hasta otururken hastanın dizini fleksiyon ve ekstansiyona getirmesini isteyerek patellar hareket değerlendirilir. İnstabilite durumunda fleksiyon sırasında troklea ortasında olan patellanın terminal ya da tam ekstansiyon sırasında laterale kaydığı gözlenir bu hareket paterni “J-sign” olarak adlandırılır. Patella alta varlığında tam

ekstansiyonda patellaların lateral yerleşimi nedeniyle çekirge gözü görüntüsü oluşur (59).



Şekil 1.Tüberkül-sulkus açısı

Supin pozisyonda değerlendirme

Patelladaki dışa bakma ile birlikte ekstremitelerdeki eksternal rotasyon, femoral retroversiyon, gergin piriformis, eksternal tibial torsiyon bulgusu olabilir. Patelladaki içe bakma ile ekstremitelerdeki internal rotasyon veya artmış femoral anteversiyon bulgusu olabilir (60). Dizlerdeki varus ya da valgus deformiteleri diz rekurvatumunun ya da fleksiyon kontraktürünün sonucu olabileceğinden bu açıdan kontrol edilmelidir.

Q açısı ölçümü

SIAS-patella arasında geçen çizgi ile patella ortası tibial tüberkülden geçen çizgi arasında kalan açıdır. Patellar dizilim bozukluğu açısından güvenilir bir bulgu değildir ve normal değerler ile ilgili çok sayıda tartışma mevcuttur. Artmış femoral

anteversiyon, eksternal tibial rotasyon ve genu valgum deformitesinde artmış olarak bulunur.

Pron pozisyonunda değerlendirme

Femoral anteversiyon hasta yüz üstü pozisyonda ve diz 90 derece fleksiyondayken kalça internal ve eksternal rotasyonu ölçülerek değerlendirilir. İnternal rotasyonun eksternal rotasyondan daha fazla bulunması artmış femoral anteversiyon lehinedir. Eksternal tibial torsiyon bimalleoler düzlemde geçen vertikal çizgi ile femurun longitudinal aksından geçen çizgi arasındaki kalan açı hesaplanarak bulunur.

Patellaya etki eden statik ve dinamik kuvvetleri değerlendiren testler

Efüzyon

Diz efüzyonu “ice cube test” ile tespit edilebilir. İki el ile eklem mesafesi azaltılırken patellaya kompresyon uygulanır. Sıvı varlığında işaret parmağı ile patellaya basıldığında patella yukarı kalkacaktır.

Palpasyon

Dizin tüm anatomik yapıları ağrılı tetik noktalar, inflamasyon ve yapısal bozukluklar açısından palpe edilmelidir.

Pasif patellar tilt testi

Lateral retinakulum gerginliği bu test ile değerlendirilebilir. Lateral retinakulum gerginliği artmış lateral faset yüklenmesi ile beraberdir. VL, İTB ve lateral retinakulum dizin lateral kısıtlayıcılarıdır. Diz tam ekstansiyondayken patellanın medial kısmı komprese edilerek lateral kısmı öne doğru eğilir. 0 dereceden daha düşük hareket değişiklikleri lateral retinakulum gerginliğine işaret eder ve lateral serbestleştirme ile başarılı sonuçlar elde edilebilir (61).

Medio-lateral glide testi

Basıncı uygulandığında her yöne hareketi değerlendirmek için kullanılır. Normal patellar hareket, statik peripatellar kısıtlayıcılar ile quadriceps gücü ve koordinasyonu arasındaki dengeye bağlıdır. Kaymayı değerlendirmek için patella longitudinal olarak dört eşit parçaya bölünür. Test dizler tam ekstansiyonda ya da 20-30 derece fleksiyonda iken yapılabilir. Patella medialden itildiğinde üç parçalık lateral kayma medial sınırlayıcılardaki yetersizliğe işaret ederken, mediale doğru sadece bir parçalık kayma ya da daha azı gergin lateral retinakuluma işaret etmektedir. Mediale doğru üç ya da dört parçalık kayma ise hipermobilité anlamına gelir. Lateral kayma sırasında hastanın patellanın disloke olacağını hissettiğinde “endişe bulgusu” oluşur. Bu lateral patellar instabiliteyi gösterir.

Kas kısalıklarının değerlendirme

PFAS sıkça alt ekstremite fleksibilite problemleri ile ilişkilendirilmiştir ve atletlerde bu ilişkiyi gösteren çok sayıda retrospektif çalışma mevcuttur (62).

Quadriceps kısalığını değerlendirmek için hasta pron pozisyondayken bir el ile pelvis stabilize edilirken diğer el ile topuklar kalçaya doğru getirebildiği kadar zorlanır. Kontralateral taraf ile karşılaştırılarak quadriceps kısalığı hakkında fikir edinilir.

Thomas Testi: İliopsoas kısalığını değerlendirmek için kullanılır. Hasta supin pozisyonda yatarken karşı kalça pelvisten stabilize edilirken hastanın kalçası fleksiyona getirilir, eğer diğer kalça muayene masasından yukarı kalkarsa bu kısalığı gösterir.

Hamstring kısalığını değerlendirmek için modifiye düz bacak germe testi uygulanır. Burada popliteal açı değerlendirilmektedir. Hasta supin pozisyonda uzanırken kalça 90 derece fleksiyona getirildikten sonra diz olabildiğince ekstansiyona getirilmeye çalışılır. Popliteal açının 160-180 derece arasında olması gerekir. Bunun altındaki değerler hamstring gerginliği hakkında bilgi verir.

Ober Testi: İTB gerginliğini değerlendirmek için yapılır. Hasta yan yatarken kalça diz fleksiyondayken kalça abduksiyona getirilir. Sonra hastanın kalçası serbest

düşmeye bırakılır. Hastanın kalçası düşmeyip abduksiyon pozisyonunda kalıyorsa bu gergin bant lehine bir bulgudur.

Piriformis gerginliğini değerlendirmek için kalçalar 90 derece fleksiyondayken bir bacak diğerinin üstüne atılır ve gövde öne doğru eğilir. Bu hareket ile rahatsızlık ve kalçada ağrı olması gerginlik lehinedir.

Patellofemoral grinding testi

Hasta supin pozisyonda ve dizler ekstansiyondayken patella yukarı aşağı femoral oluğa doğru bastırılır. Ağrı olması testin pozitif olduğu anlamına gelir. Ama bu testin sensitivitesi düşüktür.

Clarke testi

Supin pozisyonda uzanan hastanın patellası femoral oluğa doğru itilirken hastadan quadriceps kasını kasmaı istenir eğer hastanın semptomlarında kötüleşme olursa bu testin pozitif olduğu anlamına gelir. Sensitivite ve spesifitesi düşüktür, çok sayıda yanlış pozitif değer verir (63).

Engagement testi

Kısa troklea, patella alta ve diz rekurvatumu gibi faktörler patella-troklea uyumsuzluğuna neden olup ağrı oluşturur. Hasta supin pozisyonda diz ekstansiyondayken patellayı üst kutupta tutup başparmakla trokleaya doğru iterken diz 20 derece fleksiyona getirilirse alt patellar kutupta ağrı oluşur. Bu test ağrı oluşturmasının yanı sıra patellofemoral instabiliteyi de doğrular.

Apprehension (endişe) testi

Endişe testi (Fairbanks sign) patellofemoral instabilite açısından patognomoniktir (64). Hasta supin pozisyonda diz 20-30 derece fleksiyondayken patella laterale doğru itilirken hastadan dizini ekstansiyona getirmesi istenir. Hasta direnç gösterip dizin disloke olacağını hissederse test pozitifdir. (Şekil 2) Pozitif endişe

testi genellikle anormal lateral glide, pozitif engagement testi ve patellar hareket bozukluğu ile birlikte.



Şekil 2.Apprehension testi

Lateral çekme bulgusu

Diz tam ekstansiyondayken quadriceps kas bileşke vektörü genellikle patella hareket doğrultusu yönündedir. Patellanın superolaterale ya da laterale kayması testin pozitif olduğunu gösterir ve bu da patellanın quadriceps tarafından aşırı laterale çekildiğinin bulgusudur (61). Bu bulgunun pozitifliği atrofik, yetersiz VMO varlığında ya da hipertrofik dış vastus varlığında pozitiftir.

2.4.4. Patellofemoral Eklem Görüntülemesi

Patellofemoral eklem patolojilerinin değerlendirilmesinde öykü ve fizik muayene son derece önemlidir. Klinik muayeneyi takip eden ilk tetkikler dizin direk grafilerini içermelidir. İnstabilite olmaksızın sadece ön diz ağrısı ile başvuran hastaların büyük kısmında herhangi bir radyolojik bulgu saptanamamaktadır. Grafilerin asıl değeri patellofemoral instabiliteye yol açan anatomik problemlere ışık

tutmalarıdır. Tedavi planlanmasında direk grafilere ek olarak bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme incelemeleri ve ultrason görüntülemesi de önemli yer tutmaktadır.

2.4.4.1. Grafler

Ön-Arka Grafler

Ön-arka grafi yan grafi ile birlikte diz yakınmalarının değerlendirilmesinde kullanılan başvuru temel grafi yöntemleridir. Asıl önemleri tibiofemoral eklem patolojilerindeki problemleri açığa çıkarmaktır, patellofemoral eklem patolojilerindeki önemleri tibiofemoral patolojilere göre daha sınırlıdır. Ön-arka grafide göreceğimiz bir valgus açılanmasının patellofemoral eklem dinamiği üzerine etkileri olacağı şüphesizdir. Ön-arka grafide bipartit patellayı görebiliriz. Yine lateral kısımda göreceğimiz bir osteokondral parça akut patella çıkığının habercisi olabilir. Patella alt kutbu, femur kondillerini birleştiren çizginin 20 mm üzerindeyse bu patella alta lehine bir bulgu olabilir (65).

Yan Grafler

Patella yüksekliğini ve troklea derinliğini gösterir. Diz 20-30 derece fleksiyonda ve femur arka kondilleri birbiri üstüne gelecek şekilde çekilmelidir. Patellar trokleadaki normal konumunun proksimalinde yerleşiyorsa patella alta olarak değerlendirilir ve troklea displazisi ve uzun patellar tendon varlığıyla birlikteliği mevcuttur. Patella bajada ise normalden daha distal yerleşim söz konusudur. Patella ve tibiayı referans alarak patellar yüksekliği ölçmek için kullanılan çok sayıda indeks geliştirilmiştir. Bunların en sık kullanılanları ise Insall-Salvati, Caton-Deschamps ve Blackburne-Peel indeksleridir (66,67).

Insall-Salvati İndeksi: Patellar tendon uzunluğunun (PT) patella diagonal uzunluğuna oranıdır ve normalde 1'dir. Bu değer <0.8 olduğunda patella baja, >1.2 olduğunda ise patella alta söz konusudur. Patellanın alt kutbu normalden uzun (Cyrano patella) ise, patella alta olsa bile indeks normal olarak kabul edilmelidir.

Caton-Deschamps İndeksi: Patella eklem yüzeyi alt kenarı ile tibia anterosuperior köşesi arası mesafenin (ET) patella eklem yüzü uzunluğuna (PE) oranıdır. $ET/EP < 0.6$ ise patella baja, > 1.2 ise patella alta söz konusudur.

Blackburne-Peel İndeksi: Patella eklem yüzeyi alt kutbundan tibia platosundan öne uzatılan çizgiye dikey mesafenin (A) patellanın eklem yüzeyi uzunluğuna (B) oranıdır. Normal değeri 0.8'dir. Değer < 0.5 ise patella baja, > 1 ise patella alta olarak değerlendirmek mümkündür.

Blumensaat çizgisi: 30 derece fleksiyonda çekilen yan grafide Blumensaat çizgisi (interkondiler çentiğin tavanını belirleyen sklerotik çizgi) öne doğru uzatıldığında patella alt kutbundan geçmelidir (68).

Yan grafilerde patella morfolojisini değerlendirmek amacıyla Grelsamer ve ark. sagittal planda üç farklı patella morfolojisi belirlemişlerdir; alt kutbu normal olan (tip I), alt kutbu normalden uzun olan (tip II) ve alt kutbu normalden kısa olan tip (tip III) olacak şekilde (69).

Tam yan grafide patellar tilt de anlaşılabilir. Dizin 0-30 derece fleksiyonu ve ayakta çekilen bu grafide tip I normalini işaret eder (lateral faset orta çıkıntının önündedir, iki ayrı çizgi olarak görülür). Tip II'de hafif eğim (lateral faset ve orta çıkıntı aynı düzlemde olduğu için biraz kalın tek çizgi görülür). Tip III'te ileri eğim mevcuttur (lateral faset çizgisi orta çıkıntının arkasındadır ve böylece konveks bir kenar ile birlikte patella ön-arka uzunluğu artmış görülür) (67). Diz yan grafisi ile troklea derinliği ve morfolojisi hakkında bilgi toplamak da mümkündür. Buna ilk dikkat çeken 1987 yılında Henri Dejour olmuştur. Blumensaat çizgisini yukarı doğru doğru izleyen sklerotik çizgi troklear oluk çizgisidir ve normalde oluk çizgisinin arkasında kalır. Yukarıya doğru ilerlemeden önde keserse Henri Dejour'un kesişme belirtisi pozitif olur ki bu da trokleanın sağ veya düz olduğuna işarettir.

Dizin yan grafilere ek olarak ekstansör sistem osteokondrozları, travmatik lezyonları, patellofemoral eklem osteokondral lezyonları ve artrozu ile ilgili bilgi sunmaktadır (67).

Aksiyel Grafilere

Aksiyel grafilere patellofemoral eklem görüntülenmesinde kullanılan temel grafilere dir. Dizin 20,30 ve 45 fleksiyon derecelerinde grafilere çekilir.

Sulkus açısı: Trokleanın en derin noktasını medial ve lateral kondillerin en yüksek noktaları ile birleştiren iki çizgi arasındaki açıdır. Dizin aksiyel grafilinde 30-45 derece fleksiyonda çekilen grafilde sulkus açısı yaklaşık olarak 140 derece bulunmuştur (68,70). Açının artması trokleanın sığlaştığını gösterir ki, bu da patellofemoral instabilite yaratan ana patolojilerden biridir.

Uyum açısı: Patellanın medial-lateral pozisyonunu gösterir. Sulkus açısının açıortayı çizilir. Trokleanın en derin noktası ile patella orta çıkıntısının en alt noktasını birleştiren çizgi ile açıortay arasında kalan açıdır. Açı lateralde ise pozitif, medialde ise negatif değerdir. Dizin 30 derece fleksiyonunda çekilmesi patolojileri daha iyi göstermesi açısından daha uygun görünmektedir.

Patellar tilt (eğim) açısı: Patella lateral fasetine teğet çekilen çizgi ile femur kondillerinin en üst noktalarını birleştiren çizgi arasındaki açıdır. Normalde açıklığı laterale bakan bir açıdır. İki çizgi paralel ya da açının açıklığı mediale bakıyorsa patellar tilt vardır.

Skyline Grafi

Patellofemoral geometri ve morfolojinin değerlendirilmesinde çok değerli grafilerdir. İlk kullanım yerleri medial patellofemoral ligament (MPFL) avulzyon kırıklarını göstermektedir. Dislokasyonda grafilde kıymık bulgusu gözlenir.

2.4.4.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Patellofemoral eklem değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilgisayarlı tomografiye göre daha ince kesit alması ve radyasyon içermemesi avantajlarıdır. Diğer avantajları ise kırık yapıyı ve MPFL değerlendirmesi yapabiliyor olmasıdır.

Troklear Displazi: Troklea morfolojik özellikleri aksiyal incelemede değerlendirilir.

Troklear derinlik (mm): (Lateral kondil AP uzunluğu+ Medial kondil AP uzunluğu)/2 – santral kondil uzunluğu. Değer < 3mm ise troklea displaziyi %96 sensitivite ve %100 spesifitede gösterir (71).

Sulkus açısı: Lateral ve medial fasetler arasındaki açıdır, 145 derecenin üzerinde olması troklear displazi olarak tanımlanır (72).

Troklear faset asimetrisi (%): Medial faset uzunluğunun lateral faset uzunluğuna oranı (ML/LF X 100) Oranın < %40 olması troklear displazi olarak tanımlanır (71).

Lateral troklear eğim: Posterior femoral kondil ile lateral fasetten geçen çizgi arasında kalan açıdır. Troklear displazi olmayan normal dizlerde ortalama değeri 16.9 derece, patellar instabilitesi olan dizlerde ise 6.17 derece olarak tanımlanmıştır. Troklear displazi eşik değeri <11 olmasıdır, bu testin sensitivitesi %93, spesifitesisi ise %87'dir (73).

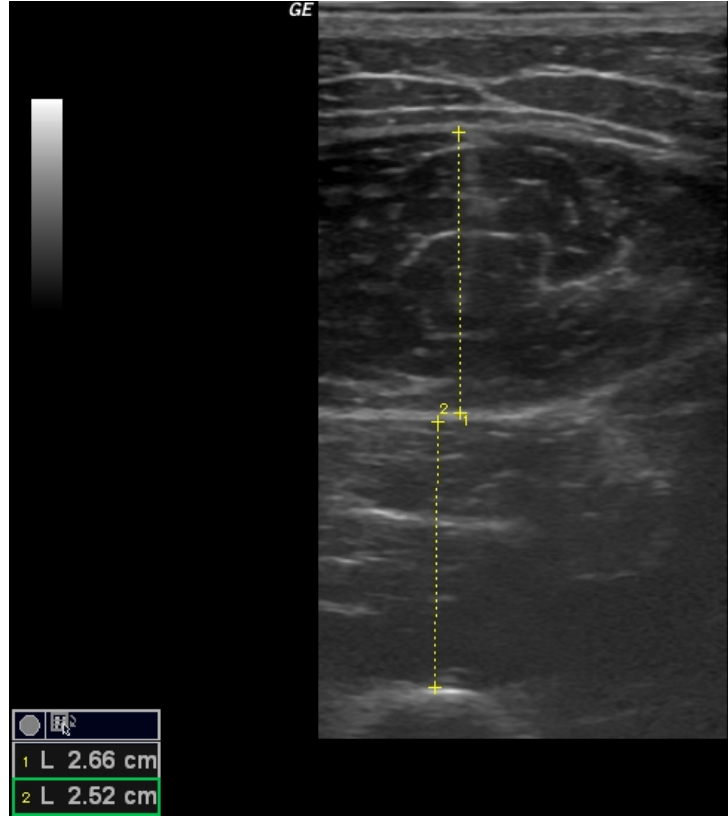
Patellar Tilt: Posterior femoral kondil ile patellanın en geniş yerinden geçen çizgi arasında kalan açı (patella orta noktası). Bu açının >20 olması anormal olarak kabul edilir.

Tibial tüberkül (TT)-Troklear Oluk (TG) mesafesi: Aksiyal kesitlerde tibial tüberkülün troklear oluğa göre göreceli lateralizasyonunu tespit etmek için kullanılır. Posterior femoral kondilden geçen çizgi ile buna dikey olarak troklear oluktan ve patellar tendon tibiadaki yapışma yerinden geçen çizgi arasında kalan mesafedir. TT-TG mesafesi 8.9-11.1 mm arasındadır (74), 15 mm ve üstü ise anormaldir (75).

2.4.4.3. Ultrasonografi (USG)

Diz hastalıklarında eklem kıkırdağı, tendon ve ligamentler, menisküs, sinovyal boşluklar ve komşu kas yapılarını ilgilendiren lezyonların tanısında kullanılabilir. Patellofemoral eklemde patellanın ultrason dalgalarının geçişine engel olması patellar eklem yüzeyin dolayısıyla retropatellar eklem kıkırdağının değerlendirilmesini mümkün kılmamaktadır. USG patellofemoral eklemdeki en önemli kullanımı, quadriceps tendonu ve patellar ligamentin kalınlık ve ekojenite değerlendirmeleri ve kas kesitsel alan ve mimari ölçümleridir. Normal tendon USG'de düzgün konturlu ekojenik yapı olarak izlenmekteyken; travmatik tendinitte, tendonda genişleme ve hipoekojenite izlenir, dejeneratif tendinitte ise fokal hipoekoik alanlar gözlenir. Yırtıklarda hipoekoik alanlar izlenirken, hematoma varlığında ise yoğun ekojen odaklar saptanabilmektedir.

Kas gücü, kasın büyüklüğü ve mimarisinden etkilenir. Bunu değerlendirmek için USG ile kasın kalınlığı, kesitsel alanı, pennat açısı ve fasiküllerin uzunluğu ölçülebilir (Şekil 3). Diz ağrısı ile başvuran hastalarda kas kalınlık ölçümü, güç ölçümüne göre daha üstün olarak bile değerlendirilmektedir (76).



Şekil 3. Rektus femoris ve vastus intermedius kalınlık ölçümleri

2.4.5. Konservatif Tedavi

PFAS, fiziksel olarak aktif bireylerde aşırı zorlamaya bağlı en sık görülen ağrı nedenidir (77). Her dört yetişkinden birinde görülmektedir. Tedavisi zordur ve hastaların %50'sinde semptomlar kronikleşebilir. Patellofemoral eklem yük bindiren squat, koşma ve merdiven çıkma gibi aktiviteler sonrası retropatellar ve peripatellar ağrı ile kendini gösterir (78). Tam mekanizması bilinmese de, patella ile femur arasındaki mekanik disfonksiyondan kaynaklandığı düşünülmektedir. PFAS gelişimi multifaktöryel olup, aşağıdaki durumlar ile ilişkilendirilmektedir (79):

- Patellanın hareket bozukluğu
- Alt ekstremite kas zayıflığı (özellikle quadriceps, kalça abduktör ve eksternal rotatör zayıflığı)
- VMO'un gecikmiş kasılması
- Alt ekstremite fleksibilite sorunları
- Ayağın aşırı pronasyonu

Konservatif tedavinin amacı ağrı kontrolü, eklem hareket açıklığını, kuvveti, propriosepsiyonu arttırmak ve yürüyüşü düzeltmektedir. Hedefler fonksiyonelliği, kısıtlılık olmadan spora katılımı arttırmak ve hayat kalitesini iyileştirmektir. Hastaya hastalığı hakkında detaylı bilgi verilip tedavi sürecine katılımı artırılmalıdır.

PFAS tedavisinde kullanılan çok sayıda fizik tedavi yöntemi aşağıdaki gibidir:

2.4.5.1. Terapötik Egzersiz

PFAS tedavisinde en çok kullanılan ve en iyi sonuç veren modalite terapötik egzersizlerdir (78,79). Egzersiz programı hastaya özel olarak reçete edilmelidir. PFAS tedavisinde kullanılan temel egzersiz grupları; güçlendirme, germe, propriosepsiyon ve yürüme egzersizleridir (80).

Güçlendirme egzersizleri

Güçlendirme egzersizleri kuvvet, güç ve enduransı arttırmaya yöneliktir. Kuvvet direnci yenebilme kabiliyetidir. Güç kısa sürede kuvvet üretebilmedir. Endurans ise tekrarlayıcı kas kontraksiyonlarına dayanabilmedir.

Kas kontraksiyonları izometrik, izotonik ve izokinetik olarak ayrılabilir. İzotonik kontraksiyonlar konsantrik ve eksantrik diye ikiye ayrılır. İzometrik egzersizler ise eksantrik ve konsantrik kasılmaların birleşimidir. Aynı kasta eksantrik kontraksiyonu hemen takiben konsantrik kasılma gerçekleşir genellikle zıplamada yapılan kontraksiyon tipidir. İzotonik kontraksiyonların farklı şekillerde yapılmasından dolayı iki farklı çalışma modu geliştirilmiştir: Kapalı kinetik (CKC) ve açık kinetik (OKC). Kinetik zincir konsepti bileşke kuvvetin vücut segmentlerine aktarılması prensibine dayanır. (Alt ekstremite zinciri ayak, ayak bileği, bacak, diz ve kalça şeklinde olacaktır.) Bu iki zinciri birbirinden ayıran distal segmentin bir yüzeye

temas edip etmediğidir. (Tablo 2) Yüzey teması varsa kapalı kinetik zincir hareketi diye adlandırılır.

Aralarındaki farklar aşağıdaki tablodadır.

Tablo 2. OKC ve CKC

	OKC	CKC
Distal segment	Serbest	Serbest değil
Yük aktarma	Yok	Kısmi
Proprioseptif girdi	Düşük	Yüksek
Yük	Yapay	Fizyolojik
Örnek	Ağırlıklı diz ekstansiyonu	Skuat

PFAS tedavisinde tavsiye edilen CKC ve OKC'nin birlikte yapılmasıdır (81).

Üçüncü kontraksiyon ise dinamik bir kontraksiyon olan ve açısal hızın tüm eklem hareket açıklığı boyunca sabit kaldığı izokinetik kontraksiyondur (82). İzokinetik dinamometre maksimum moment kuvvetini hesaplamaya ve agonist-antagonist ilişkisini gösterir.

Egzersiz reçete edilirken hastaya olabildiğince en doğru ve detaylı bilgi verilmelidir. Her kontraksiyonda kaldıracağı yük ve tekrar sayısı bireyselleştirilmelidir. PFAS'taki egzersiz hedeflerinde biri de genellikle kas zayıflığı görülen diz ekstansör ve kalça kaslarını kuvvetlendirmektir (83). PFAS tanılı hastalarda görülen adduksiyon ve internal rotasyonu düzeltmek amacıyla kalça abduktör ve eksternal rotatorları selektif olarak güçlendirilmelidir (84).

Güçlendirme egzersizleri patellefemoral eklemün yüke karşı toleransı artar ve ağrı da azalma olur bunun yanında mekanik etkilerinin yanında egzersizler santral desensitizasyon da yaparak hastanın semptomların da düzelmesini sağlar (85). Diz ekstansör kuvvetlendirmenin yanında VMO, kalça abduktörü, gluteal kasları kuvvetlendirmenin daha erken klinik iyileşme sağladığı düşünülmektedir (86).

Yük aktarma egzersizlerinin çok sayıda eklemi ilgilendirmesi, kas sinerjilerini uyarması ve belirgin bir proprioseptif stimulus sağlaması ile daha fonksiyonel olduğu düşünülmektedir.

Germe egzersizleri

Bu egzersizlerin amacı ağrısız eklem hareket açıklığını kazandırmaktır. Alt ekstremitte kas fleksibilite problemi olan hastalara reçete edilmelidir. PFAS iki tip germe egzersizi kullanılmaktadır:

- Statik germe: Geleneksel germe tekniğidir. Bu yöntemle kas pasif olarak ekstansiyona getirilip 30 saniye kadar bekletilir. En güvenli ve basit germe yöntemleri olduklarından en çok kullanılanlardır.
- Proprioseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF): Antagonist kas kasılmasını takip eden statik agonist kas germesini içermektedir. Antagonist kas kasılmasının agonist kasta refleks gevşeme yapması temeline dayanan Sherrington'ın resiprokal innervasyon tekniği ile daha fazla gevşeme hedeflenmektedir.

Geleneksel germe ile PNF'in karşılaştırıldığı bir çalışmada her iki grubun da ağrıyı azalttığı, fonksiyonu ve eklem hareket açıklığını arttırdığı gözlenmiş; ancak bu etkilerin PNF'te çok daha belirgin olduğu görülmüştür (87).

Proprioseptif egzersizler

Propriosepsiyon enerji kullanımını optimize ederek statik ve dinamik stabiliteyi artırır (88). Farklı düzeylerde çalışılabilir:

- Bilinçli yüksek merkezler; bilinçli ve tekrarlı pozisyonlama aktiviteleri
- Bilinçaltı yüksek merkezler; dikkat dağıtma egzersizlerinin de dâhil edilmesiyle
- Beyin kökü; görme yardımı almaksızın stabil yüzeylerden stabil olmayan yüzeylere tek bacak basmadan çift bacak basmaya
- Spinal kord: eklem pozisyonunda ani değişiklikler yaparak

Pelvis ve gövdenin nöromusküler kontrolü alt ekstremitte ve patellofemoral eklem hareketini etkileyebilir. Bu yüzden postural stabilizasyon egzersizlerinin dahil edilmesi ağrıyı azaltıp fonksiyonu artırabilir (89).

Yürüme eğitimi

5 aylık bir çalışmada yürüme eğitiminin egzersiz programına üstünlüğü gösterilememiştir (90).

2.4.5.2. Terapötik Modaliteler

Terapotik modaliteler dayandıkları fiziksel prensiplere göre sınıflandırılabilir.

Sıcak ve Soğuk tedavisi

Sıcak ve soğuk uygulamaları PFAS için faydalı olabilir. Soğuk uygulamada silika jeli ya da sellüloz içeren (soğuğu daha uzun süre korumak için) coldpackler ya da çok hızlı deri soğuğu sağlamak adına etil klorid içeren spreyleyler kullanılabilir.

PFAS için kullanılan termoterapilerin çoğunu yüzeysel sıcak uygulama içerir ama ultrason ya da diatermi gibi derin ısıtıcılar da kullanılabilir. Yüzeysel sıcak uygulamaları olarak da hotpack, parafin veya infrared kullanılabilir.

Sıcak ya da soğüğün PFAS üzerine olan klinik etkilerine dair yeterli kanıt yoktur. Bu yüzden bu tedavilerin diğer tedavilere yardımcı olarak eklenmesi önerilmektedir.

Elektroterapi

Elektroterapi çeşitli frekanstaki elektrik akımlarının vücuttan geçirilmesi prensibine dayanır. Aynı zamanda sürekli bir elektrik akımı ile tıbbi maddelerin deriden emilmesine izin verir ve bu yöntem iontoforez denir. En sık kullanılan maddeler; lidokain, deksametazon, NSAİD jeller ve asetik asittir. Ancak iontoforezin PFAS tedavisinde etkinliği gösterilmediği için tavsiye edilmemektedir (91).

TENS (transkutanöz elektrik stimülasyonu) PFAS tedavisinde kullanılan temel etkisi analjezik etki olan düşük frekanslı bir akımdır. TENS tek akım ya da burst akım şeklinde uygulanabilir. TENS'in farklı modları bulunmaktadır;

- Geleneksel TENS: Yüksek frekanslı, düşük yoğunluklu akım. Hızlı ama kısa etkili analjezi sağlar.

- Akapunktur benzeri TENS: Düşük frekanslı, yüksek yoğunluklu. Geç başlangıçlı, uzun etkili. Bu mod genellikle daha iyi tolere edilir.

TENS'in PFAS kullanımını diğer tedavi modalitelerine yardımcı uygulama olarak eklenmesi şeklindedir.

Yeterli yoğunluktaki bir elektrik akımı kasta kontraksiyon oluşturabilir; buna nöromüsküler elektrik stimülasyonu denir. Elektrik stimülasyonu ile uyarılan kas istemli kontraksiyon ile aynı özelliklere sahip değildir. Elektrik stimülasyonu uygulandığında fazik lifler kasılır ama ne spasyal ne de temporal sumasyon etkisi gözlenir. Elektrik stimülasyonunu istemli kas kontraksiyonu ile birlikte kullanmak çok daha etkilidir (92). Nöromüsküler elektrik stimülasyonu tüm quadriceps kas grubunu uyarmak için ya da VMO hipotrofisi varsa veya VL-VMO ateşleme uyumsuzluğu söz konusu ise selektif olarak kullanılabilir (93).

EMG Biofeedback ile VMO selektif olarak uyararak VMO-VL koordinasyonunu artırır. Ama EMG Biofeedback egzersizlerinin PFAS tanılı hastalarda ağrı ve fonksiyonel üzerine olumlu etkileri gösterilmemiştir (94).

Magnetoterapi

Düşük yoğunluklu (10-100 Hz) elektrik akımı kullanılan diğer bir modalitedir. IL-1b, IL-6, IL-8 ve PGE2 gibi pro-inflamatuvar sitokinlerin salınımı azaltarak analjezik ve anti-inflamatuvar etki yaratır (95). Kondrositlerin anabolik etkisini arttırarak proteoglikan sentezini artırır ve bu kondroprotektif etkisinden dolayı PFAS'ta kullanılır (96). PFAS tanılı hastalarda tedaviye etkilenen magnetoterapinin bir yıla kadar uzayan etkisi ile ağrıyı azaltıp fonksiyonelliği arttırdığı görülmüştür (97).

Terapötik ultrason

Duyulamayan akustik titreşim dalgaları yoluyla etki eder. Sürekli (termal) ve pulsed (non-termal etki) olmak üzere iki modu vardır. Topikal ilaçların (steroidler, NSAIDs, lokal anestetikler) ciltten emilimini arttırma amacıyla kullanılmasına fonoferez denir. Her ne kadar ultrason PFAS tedavisinde kullanılsa da tek başına etkin olduğuna dair veri yoktur (91).

Lazer

Lazer (light amplification by stimulated emission of radiation) bütün ışınlarının aynı dalga boyunda olduğu bir ışık demetidir. Farklı lazer tipleri olsa da kas-iskelet sisteminde yaygın olarak kullanılan orta lazerdir (< 100Mw). Hafif yüzeysel ısıtıcı etkisi olsa da asıl etkisi hücresel düzeyde metabolik reaksiyonları stimule ederek fizyolojik olayları hızlandırmasına bağlıdır. Terapötik kullanımı analjezik, anti-inflamatuvar ve doku tamir mekanizmasını arttırmasına dayanır. Ancak PFAS tedavisinde etkinliğinin plaseboya üstünlüğü gösterilememiştir (98).

2.4.5.3. Manuel terapi

Manipülasyonların terapötik etkileri mekanik, nörofizyolojik ve/veya plasebo etkilerine bağlı olabilir. Manipülasyon etkinliğine dair kanıtlar tartışmalıdır (99). PFAS tedavisinde manipülatif teknikler proksimal patellofemoral eklemi, tibiofemoral eklemi, tibioperoneal eklemi, lomber omurgayı ve sakroiliak eklemleri içermektedir.

Terapötik masaj yumuşak dokuları hareket ettirerek sedatif ya da stimülasyon etkisi yaratmayı amaçlayan manuel masaj tekniğidir.

Hem terapötik masaj hem de manipülasyon PFAS tedavisinde kullanılmaktadır çoğu zaman birlikte kullanıldıklarından izole etkinliklerini anlamak güçleşmektedir. Aynı zamanda hangi etki ile çalıştıkları da anlaşılammıştır. Manuel teknikler kısa sürede ağrıyı azaltabilirler ama uzun dönem etkinlikleri yoktur; bu nedenle PFAS tedavisinde tamamlayıcı bir tedavi olarak kullanılmalıdır (100).

2.4.5.3. Ortezler

PFAS tedavisinde en sık kullanılanlar diz ortezleri ve tabanlıklardır. Diz ortezleri genellikle neoprenden yapılı ve patellayı trokleada tutarak patellar hareket bozukluğunu engellemeye çalışır (101). Bu amaçla genellikle patellar bölgede bir boşluk bulunur. Hareket bozukluğunu düzeltmenin yanı sıra termal ve proprioseptif etkileri ve patellar yüklenmeyi azaltıcı etkileri de vardır. Ortezler genellikle diğer tedavi modalitelerine ek tedavi olarak eklenir. Kullanıldıklarında kısa süreli (<3 ay) ağrıyı azaltıp fonksiyonelliği arttırdıkları görülmüştür (102).

Tabanlıklar ısmarlama ya da hazır olabilirler. İsmarlama tabanlıkların PFAS tedavisinde etkinliğine dair yeterli kanıt olmadığından, daha ucuz olmaları nedeniyle hazır tabanlık kullanılması daha mantıklıdır. Kısa dönemde ağrıyı azaltarak PFAS tedavisinde etkin oldukları görülmüştür (78).

2.4.5.4. Bantlama

Yapışkan bantların patellaya ve dizin ön kısmına uygulandığı bir tekniktir. Farklı bant çeşitleri (elastik, rijid) ve farklı bantlama teknikleri mevcuttur. PFAS'de bantlama VMO kontraksiyonunu düzelterek patellar hareket bozukluğunu düzeltmeye yöneliktir. Bantlama tekniklerinin farklılığı, etkilerinin net olmaması nedeniyle PFAS tedavisinde tek başına değil diğer tedavilerin yanında ek olarak kullanılmalıdır (78).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi

Hacettepe Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine ön diz ağrısı ile başvuran hikâye ve fizik muayene ile PFAS tanısı alan 18-45 yaş arası, herhangi bir kronik hastalığı olmayan 80 hasta dâhil edildi. Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 05.11.2019 tarihli olarak onay alındı (Ek-1). Araştırmaya alınan hastalara çalışmanın amacı ve uygulanacak prosedür hakkında sözlü bilgilendirme yapıldı. Sözlü bilgilendirmeyi takiben onam formunu imzalayan gönüllü hastalar çalışmaya alındı (Ek-2). Çalışma 05.11.2019 - 15.12.2019 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yapıldı.

Çalışmaya Dâhil Etme Kriterleri

- 18- 45 yaş arasında olmak
- Klinik semptomlar ve fizik muayene ile PFAS tanısı almış olmak

Dışlama Kriterleri

- 18 yaş altı ve 45 yaş üstü olan bireyler
- Sistemik, metabolik, endokrin ve romatizmal hastalığı olanlar
- Nöromusküler hastalıklar (üst ya da alt motor nöron lezyonları)
- Epilepsi, demans, bilinç bulanıklığı
- Ön diz ağrısı yapan diğer nedenler
- Diz artrit öyküsü olanlar
- Meniskopati ya da ligament lezyonu olanlar
- Kas-iskelet sistemi yan etkisi yapabilecek ilaç kullananlar
- Son 3 ay içinde eklem enjeksiyonu öyküsü olanlar
- Geçirilmiş majör cerrahi öyküsü olanlar
- Yakın zamanda hastane yatış öyküsü olanlar
- Vizüel ya da vestibuler hastalığı olanlar

3.2. Çalışma Protokolü

Hastaların yaşı, cinsiyeti, sigara içme durumları, boy, kilo, vücut kitle indeksi (VKİ) sorgulanarak kaydedildi. Klinik ve fizik muayene bulguları ile hastalara PFAS tanısı kondu. Fizik muayene değerlendirmesinde patellar tilt, patellar grinding, clarke testleri bakıldı. Q açısı değerlendirildi. ITB, hamstring ve quadriceps kas gerginliğine bakıldı.

Ağrının Değerlendirilmesi

Hastaların diz ağrısı şiddetinin değerlendirilmesinde VAS skoru kullanıldı. 10 cm uzunluğundaki eşit aralıklara bölünmüş cetvel üzerinde hastadan son 1 hafta içerisinde hissettiği ağrının şiddetini işaretlemesi istendi. 0 değerinin ağrının hiç olmadığını, 10 değerinin ise ağrının en şiddetli olduğunu gösterdiği söylendi. VAS değeri, işaretlenen yer cetvel ile ölçülerek 0-10 arasında hesaplandı. Ölçüm sonuçları, ağrı düzeyinin değerlendirilmesinde kullanıldı.

Fonksiyonelliğin Değerlendirilmesi

Hastaların ağrı, tutukluk ve fonksiyonelliğini değerlendirmek amacıyla WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) ölçeğinin Türkçe validasyonu kullanıldı (104). WOMAC: Kalça ve/veya diz osteoartritinde, osteoartritle ilişkili disabilitayı değerlendiren sağlık durumu ölçeğidir. WOMAC indeksi ağrı, tutukluk ve fiziksel fonksiyon olmak üzere üç boyutu irdeleyen 24 maddelik bir ölçektir. Her bir madde yok-0, hafif-1, orta-2, şiddetli-3 ve çok şiddetli-4 olmak üzere puanlama sistemi ile değerlendirilir ve toplam puan en fazla 96 olarak hesaplanır. WOMAC indeksi, farmakolojik, cerrahi ve fizik tedavi alanlarındaki çeşitli girişimleri takiben sağlık durumunda oluşan anlamlı değişiklikleri saptayabilmektedir.

Fiziksel Performansın Değerlendirilmesi

Çalışmamızda fiziksel performans iki test kullanılarak değerlendirildi. Her bir test iki kez uygulandı ve birer dakika dinlenme araları verilerek yapılış sürelerinin (saniye) ortalaması kaydedildi. Bu testler şunlardır:

5 Tekrarlı Otur-kalk testi: Hastaların standart bir sandalyede (yüksekliği: 43-45 cm) hastanın sırtı sandalyeye yaslanacak ve eller karşı omuzlarda olacak şekilde oturması istendi. Hastaya başla denince hastanın olabildiğince hızlı kalkıp oturması istenildi. Süre saniye olarak kaydedildi (105,106).

6 metre yürüme testi: Bireyler düz zeminde 6 m olarak belirlenmiş parkurda kronometre ile zamanlama tutularak normal yürüme hızlarında yürütüldü. Üç ölçüm yapılarak ortalaması alındı.

Ultrasonografik Değerlendirme

Tüm hastaların USG değerlendirmesi bu konuda tecrübeli bir uzmanın gözetimi altında yapıldı. 5-12 MHz lineer prob (Logiq P5, GE Medical Systems, USA) kullanılarak yapılan ölçümler hastalar supin pozisyonda iken elde edildi. Ölçülen bütün kas ve tendonlar için ultrason probu aksial olarak pozisyonlandı. Spina iliaka anterior superior ve patella üst kutbu arası mesafenin 1/2'sinden rektus femoris ve vastus intermedius kas kalınlıkları ölçüldü. Patellar tendon kalınlığı orta, en kalın yerinden ölçüldü. Quadriceps tendonu distal yapışma yerinin 5 mm proksimalinden ölçüldü.

3.3. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirmesi Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows sürüm 20.0 kullanılarak yapıldı. Kategorik değişkenler için tanımlayıcı istatistikler, sayı ve yüzdeler olarak, sayısal değişkenler için ise ortalama \pm standart sapma ve minimum-maksimum değerleri olarak sunuldu. Sayısal verilerin analizinde normal dağılıma uygunluk "Kolmogrov Simirnov" ve "Shapiro-Wilk" testleri ile incelenmiş olup, normal dağılım özelliği gösteren sayısal veriler için bağımsız iki grup arasındaki ortalama farkı "Student T" testi ile incelenmiştir. Normal dağılım özelliği göstermeyen sayısal veriler için, bağımsız iki grup arasındaki medyan

farkı “Mann-Whitney U” testi ile incelenmiştir. Veriler arası korelasyon analizleri ise Spearman katsayısı bulunarak hesaplanmıştır. Veriler %95 güven düzeyinde incelenerek, p değeri 0.05’ten küçük ise testler anlamlı kabul edildi. İstatistiksel olarak anlamlı modellere ulaşmak için çoklu doğrusal regresyon modeli (geriye doğru seçim yöntemiyle) kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Hastaların demografik özellikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Demografik veriler

	Ortalama±Standart Sapma (Minimum-Maksimum)
Yaş	32.11±7.08 (20-45)
BMI (kg/m²)	25.05±4.11 (17-36)
Cinsiyet	n (%)
Kadın	38 (47.5)
Erkek	42 (52.5)
Sigara Kullanımı	
Var	46 (57.5)
Yok	34 (42.5)

* Tüm değerler 80 hasta üzerinden hesaplanmıştır.

Tablo 4'te kas ve tendon kalınlıklarının USG ölçümleri verilmiştir

Tablo 4. Kas-Tendon Kalınlıklarının USG Ölçümleri

Kalınlıklar	Minimum	Maximum	Ortalama
Rektus Femoris Kalınlığı (cm)	1.01	3.01	1.98±0.45
Vastus İntermedius Kalınlığı (cm)	0.80	3.11	1.75±0.53
Quadriceps Tendon Kalınlığı (cm)	0.31	0.92	0.54±0.12
Patellar Tendon Kalınlığı (cm)	0.23	0.80	0.35±0.08

Hastaların cinsiyet, kas-tendon kalınlıkları ve fonksiyonel parametreleri arasındaki ilişki Tablo 5'te verilmiştir. Erkeklerde tüm kas ve tendon kalınlıkları kadınlara göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur. (p<0.05)

Tablo 5. Cinsiyet İle Kas-Tendon Kalınlıkları ve Fonksiyonel Parametreler Arasındaki İlişki

	Cinsiyet		p
	Kadın	Erkek	
Rektus Femoris Kalınlığı	1.69±0.35	2.25±0.37	0.001*
Vastus İntermedius Kalınlığı	1.55±0.44	1.94±0.55	0.001*
Quadriceps Tendon Kalınlığı	0.49±0.10	0.60±0.13	0.001*
Patellar Tendon Kalınlığı	0.31±0.05	0.40±0.09	0.001*
6-metre yürüme testi	5.14±0.99	5.10±1.07	0.368
5-tekrarlı otur kalk testi	12.74±2.67	12.20±2.13	0.318
VAS	5.08±1.92	4.17±2.47	0.073
WOMAC Toplam	27.68±16.90	22.84±16.60	0.180
WOMAC Ağrı	7.11±4.21	5.76±3.55	0.180
WOMAC Tutukluk	1.18±1.64	1.55±2.06	0.575
WOMAC Fonksiyon	19.34±12.33	15.76±11.80	0.185

Değerler Ortalama±Standart Sapma olarak verilmiştir

*p<0.05 olduğundan anlamlıdır.

Hastaların vücut kitle indeksine göre, kas-tendon kalınlıkları ve fonksiyonel parametreleri arasındaki ilişki Tablo 6'da verilmiştir. VKİ'si 25 üstü olanlarda rektus femoris, vastus intermedius ve quadriceps tendon kalınlıkları daha yüksek değerlerde bulunmuştur. (p<0.05)

Tablo 6. VKİ İle Kas-Tendon Kalınlıkları ve Fonksiyonel Parametreler Arasındaki İlişki

	VKİ		p
	25 ve altı	25 üstü	
Rektus Femoris Kalınlığı	1.88±0.44	2.10±0.45	0.023*
Vastus İntermedius Kalınlığı	1.53±0.42	2.01±0.54	0.001*
Quadriceps Tendon Kalınlığı	0.53±0.12	0.57±0.14	0.224
Patellar Tendon Kalınlığı	0.34±0.06	0.38±0.10	0.028*
6-metre yürüme testi	5.02±0.89	5.24±1.16	0.839
5-tekrarlı otur kalk testi	12.20±2.19	12.75±2.62	0.434
VAS	4.56±2.11	4.65±2.45	0.793
WOMAC Toplam	25.46±17.30	25.03±16.55	0.963
WOMAC Ağrı	6.66±4.28	6.17±3.51	0.750
WOMAC Tutukluk	1.27±1.78	1.49±1.98	0.668
WOMAC Fonksiyon	17.66±12.27	17.43±12.12	0.971

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**p<0.05

Hastaların sigara içme durumu ile kas-tendon kalınlıkları ve fonksiyonel parametreleri arasındaki ilişki Tablo 7’de verilmiştir. Sigara içenlerde rektus femoris ve vastus intermedius kasları daha kalın bulunmakla birlikte, regresyon analizi yapıldığında sigaranın kas kalınlık artışı için bağımsız bir değişken olmadığı görülmüştür.

Tablo 7. Sigara İçimi İle Kas-Tendon Kalınlıkları ve Fonksiyonel Parametreler Arasındaki İlişki

	Sigara		p
	Yok	Var	
Rektus Femoris Kalınlığı	1.90±0.48	2.10±0.41	0.047*
Vastus İntermedius Kalınlığı	1.64±0.48	1.91±0.57	0.041*
Quadriceps Tendon Kalınlığı	0.53±0.11	0.58±0.14	0.148
Patellar Tendon Kalınlığı	0.35±0.10	0.36±0.06	0.128
6-metre yürüme testi	5.11±1.15	5.14±0.85	0.668
5-tekrarlı otur kalk testi	12.34±2.70	12.61±1.95	0.617
VAS	4.80±2.29	4.32±2.23	0.367
WOMAC Toplam	26.75±17.89	23.22±15.34	0.484
WOMAC Ağrı	6.52±4.31	6.31±3.39	0.849
WOMAC Tutukluk	1.36±1.88	1.37±1.86	0.875
WOMAC Fonksiyon	18.82±12.94	15.81±10.85	0.411

Değerler Ortalama±Standart Sapma olarak verilmiştir.

*p<0.05 olduğundan anlamlıdır.

Tablo 8’de klinik parametreler arasındaki korelasyon bilgisi verilmiştir. Kas ve tendon kalınlıklarının kendi aralarında pozitif korelasyon mevcuttur, p<0.05. 6-metre yürüme testi ile 5-tekrarlı otur kalk arasında pozitif korelasyon bulunmuştur, p<0.05 (p=0.007). Yine VAS ve WOMAC skorları arasında pozitif korelasyon mevcuttur, p<0.05. Rektus femoris kas kalınlığı ile WOMAC toplam skoru ve WOMAC ağrı skoru arasında negatif korelasyon saptanmıştır (sırasıyla p=0.048, p=0.043). Quadriceps tendon kalınlığı ile 5-tekrarlı otur kalk testi ve WOMAC ağrı skoru arasında negatif korelasyon söz konusudur, p<0.005.

Tablo 8. Klinik Parametreler Arasındaki Korelasyon

Klinik parametreler arasındaki korelasyon														
Veri	Yaş	Boy	Ağırlık	RF	VI	QT	PT	5-T	6-M	VAS	W_T	W_P	W_S	W_F
Yaş	-	-0.132	0.090	-0.053	-0.197	0.000	0.119	0.179	0.095	-0.029	0.043	-0.017	0.167	0.042
Boy		-	0.592**	0.565**	0.282*	0.363**	0.467**	-0.130	0.087	-0.146	-0.224	-0.224	-0.36	-0.211
Ağırlık			-	495**	469**	296**	0.417**	-0.060	0.023	-0.072	-0.061	-0.136	0.110	-0.047
RF				-	0.598**	0.403**	0.448**	-0.087	-0.076	-0.208	-0.227*	-0.233*	-0.037	-0.204
VI					-	0.405**	0.484**	-0.115	0.030	0.030	-0.037	-0.105	0.135	-0.025
QT						-	0.558**	-0.247*	0.171	-0.187	-0.212	-0.261*	-0.032	-0.191
PT							-	-0.094	0.148	-0.152	0.020	-0.035	0.212	0.009
5-T								-	-0.314*	0.032	0.067	0.055	0.025	0.068
6-M									-	0.079	0.021	0.048	0.091	0.009
VAS										-	0.534**	0.477**	0.291*	0.554**
W_T											-	0.863**	0.714**	0.982**
W_P												-	0.580**	0.781**
W_S													-	0.662**
W_F														-

* p<0.05, ** p<0.01

Tablo 9'da performans testleri ve klinik değişkenler arasındaki regresyon analizi gösterilmiştir.

Tablo 9. Performans Testleri ve Klinik Değişkenler

Prediction	Değişken	β	p	R	R ²
6-M	5-T	-0.302	0.007	0.302	0.091
5-T	6-M	-0.286	0.008	0.417	0.174
	QT	-0.215	0.044		
VAS	RF	-0.218	0.052	0.218	0.047
WOMAC ağrı	RF	-0.252	0.028	0.252	0.064
WOMAC toplam	RF	-0.258	0.042	0.258	0.066

* The most parsimonious, yet, statistically significant model
 β ; standardized coefficients, R²; coefficient of determination, R; correlation coefficient,
(6-M: 6 metre yürüme testi, 5-T: 5 tekrarlı otur kalk testi, QT: Quadriceps tendonu, RF: Rektus femoris)

5. TARTIŞMA

Çalışmamızın amacı PFAS tanılı bireylerdeki kas ve tendon kalınlıklarının ağrı ve fonksiyonellik üzerine etkisi olup olmadığını incelemek ve kas-tendon kalınlıkları ve ağrının fiziksel performans ile ilişkisini araştırmaktır. Çalışmamızda, erkek cinsiyet ile kas kalınlıkları arasında pozitif bir korelasyon bulundu. ($p<0.05$) Rektus femoris kas kalınlığı ile WOMAC toplam skoru ve WOMAC ağrı skoru arasında negatif bir korelasyon bulundu ($p<0.05$). QT kalınlığı ile 5-tekrarlı otur kalk testi ve WOMAC ağrı skoru arasında negatif bir korelasyon bulundu. ($p<0.05$)

PFAS, tüm diz patolojilerinin % 25'ini oluşturmaktadır (107). Yüksek prevalansına rağmen PFAS için geliştirilmiş altın standart bir muayene ve görüntüleme yöntemi bulunmamaktadır. PFAS ile ilişkili risk faktörleri üç ana grup altında toplanabilir: eklemler ile ilgili problemler, alt ekstremitelerdeki biyomekanik problemler ve egzersiz ile ilgili problemler. Alt ekstremitelerdeki biyomekanik problemlerini statik ve dinamik olarak ayırmak gerekirse; dinamik problemler çoğunlukla quadriceps kas patolojilerinden kaynaklanmaktadır. Bunun içinde VMO kasılmasındaki gecikmeye sekonder oluşan VL/VMO dissinerjisi ve bu kas grubundaki atrofi bulunmaktadır. Görüntüleme teknikleri (kullanılarak incelenen kas kalınlığı, kesitsel alan ve hacim ölçümleri) ile ilgili bir meta-analizde; PFAS tanılı hastaların quadriceps kasının sağlıklı bireylerin quadriceps kasına göre daha atrofik olduğu görülmüştür (108).

Callaghan ve Oldham (44), 57 hasta ve 10 sağlıklı bireyden oluşan çalışmalarında, quadriceps femoris enine kesit alanını ve kuvvetini incelemiştir. Çalışma sonucunda patellofemoral ağrı sendromlu 57 hastanın asemptomatik ekstremitelere göre etkilenen alt ekstremitelerdeki tepe torkunda % 18.4, quadriceps femoris enine kesit alanında ise % 3.38 oranında azalma olduğunu bulmuşlardır. Literatürde VL ve VMO kalınlık, kesit alanları ve pennasyon açıları ile PFAS arasındaki ilişkiyi EMG ve USG ya da diğer görüntüleme yöntemleri ile araştıran çalışmalar mevcuttur (109,110). Bizde ise RF ve VI kalınlıkları ile PFAS arasındaki ilişki araştırıldı.

Giles ve arkadaşları (111) 18-40 yaş arası PFAS tanılı 35 hastada (22'si tek taraflı, 11'i bilateral diz şikayeti olan) ile 35 sağlıklı bireyden oluşan çalışmalarında; USG ile VMO, VM, VL, RF ve VI ölçümleri yapmışlar ve tek taraflı diz ağrısı olan

grupta tüm ölçümleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulmuşlardır [VMO ($p = 0.038$), vastus medialis ($p < 0.001$), vastus lateralis ($p = 0.005$), vastus intermedius ($p = 0.013$), rektus femoris ($p = 0.045$)].

Alt ekstremitte biyomekaniği açısından; bir kısım problemleri sadece dinamik stabilizatörler ile değil, aynı zamanda statik stabilizatör sorunları ile de ilişkilendirmek söz konusu olabilir. Literatürde quadriceps gerginliğinin PFAS gelişimi için bir risk faktörü olabileceği söylenmektedir (51,53). Quadriceps kası tarafından oluşturulan kuvvet sürtünmesiz olarak quadriceps tendonundan patellar tendona aktarılmaktadır ve patellar tendon moment kolu vazifesi görerek patellefemoral eklem reaksiyon kuvvetinin oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Quadriceps kas kuvvetinin tendon üzerindeki etkisi basınç ile ifade edilebilir. Basıncın tendon üzerine etkisini belirleyen iki etken vardır; tendon kalınlığı ve tendon elastikiyeti. Bu nedenle quadriceps ve patellar tendon kalınlık artışları ile PFAS arasında negatif bir korelasyon olabilir.

Ülkemizden Kızılkaya ve arkadaşlarının (112) USG ile quadriceps ve patellar tendon kalınlığı ölçümü yaptığı çalışmalarında; hasta grubunda patellar tendon kalınlığı 0.35 ± 0.08 cm, quadriceps tendon kalınlığı ise 0.58 ± 0.11 cm olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızdaki ölçülen patellar tendon (0.35 ± 0.08 cm) ve quadriceps (0.54 ± 0.12) tendon kalınlıklarına benzerlik oldukça dikkat çekici bulunmuştur.

Çalışmamızda RF ve VI kas kalınlıkları ile QT ve PT kalınlıkları arasında pozitif bir korelasyon bulundu. Yani kas kalınlıkları arttıkça tendon kalınlıkları da artmıştır. RF kalınlığı ile WOMAC toplam ve WOMAC ağrı skorları arasında negatif korelasyon bulundu. Yani hastaların RF kas kalınlığı arttıkça WOMAC toplam ve WOMAC ağrı skorları azalmıştır. RF kas kalınlığı ile VAS arasında negatif korelasyon mevcuttur bu da RF kas kalınlığı arttıkça VAS skorunda azalma olacağını göstermektedir ama $p < 0.005$ ($p = 0.052$) sınırda da olsa anlamlı değildir. Quadriceps tendon kalınlığı ile 5-tekrarlı otur kalk testi arasında negatif bir korelasyon bulundu ($p < 0.05$). Yani QT kalınlığı arttıkça hastalar 5-tekrarlı otur kalk testini daha hızlı yapmışlardır. Quadriceps tendon kalınlığı ile WOMAC tutukluk ve özellikle fonksiyonellik arasında ilişki saptanmazken; 5-tekrarlı otur kalk testi arasında negatif bir korelasyon saptanmış olması, fonksiyonellik değerlendirilirken dinamik değerlendirmenin anket aracılığıyla yapılan bir sorgulamaya göre daha sağlıklı

olabileceği düşüncesini akla getirmektedir. Alt ekstremitte fonksiyonel kuvvetini, dengeyi ve düşme riskini değerlendirmesi itibariyle 5-tekrarlı otur kalk testi ile quadriceps tendon kalınlığı arasındaki ilişki önemlidir. Yine çalışmamızda quadriceps tendon kalınlığı ile WOMAC ağrı skoru arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur ki bu da QT kalınlığı arttıkça hastaların WOMAC ağrı skoru azalmış demektir.

Patellofemoral ağrı sendromu tanısı klinik olarak konur ve görüntüleme teknikleri ön diz ağrısı yapan diğer nedenleri genellikle dışlamak için kullanılır. Sırasıyla direk grafiler, bilgisayarlı tomografiler ve MRG bu amaçla kullanılabilir. Radyasyon ve kontrast içermemesi ve dinamik incelemeye olanak vermesi nedeniyle PFAS tanısında USG'den de faydalanılabilir. Nitekim her ne kadar söz konusu eklemi direkt görüntüleme olanağı sunmasa bile; çalışmamızın sonuçları ışığında, yakın çevrede yer alan yumuşak dokuların (kas/tendon) morfolojik olarak değerlendirilmesinin PFAS'de yeri olabileceğini söylemek mümkün görünmektedir.

Çalışmamızın en büyük kısıtlılığı kontrol grubunun olmamasıdır. Diğer bir kısıtlılık ise çalışmamızda fonksiyonel test olarak kullandığımız 6-metre yürüme testi ve 5-tekrarlı otur kalk testinin PFAS için güvenilirlik ve duyarlılık verilerinin olmayışıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

PFAS tanımlı hastaların ekstansör yapılarını oluşturan kas ve tendonlarda morfolojik değişiklikler gözlenebilmektedir. USG ile değerlendirilen kas ve tendon yapıları ile hastaların ağrı ve fonksiyonelliği arasında ilişki mevcuttur. Bu bağlamda literatürde PFAS'li bireylerde USG ile kas/tendon yapısının fonksiyonel ölçümlerle eş zamanlı değerlendirildiği bir çalışma bildiğimiz kadarı ile mevcut değildir. Bu açıdan sonuçlarımız önem arz etmektedir. PFAS tanı ve tedavisinde USG'nin kullanımına dair daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Van Linschoten R, van Middlekoop M, Berger MY, Heintjes EM, Verhaar JA, Willemsen SP, et al. Supervised exercise therapy versus usual care for patellofemoral pain syndrome: an open label randomised controlled trial. *BMJ* 2009; 20: 339: b4074
2. Witvrouw E, Danneels L, Van Tiggelen D, Willems TM, Cambier D. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. *Am J Sports Med* 2004; 32:1122-30.
3. Akseki D, Akkaya G, Erduran M, Pinar H. Proprioception of the knee joint in patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2008;42(5):316-321.
4. Sanchis-Alfonso V, editor. *Anterior Knee Pain and Patellar Instability*. Singapore, KYO: Springer;2006.
5. Petersen W, Ellermann A, Koppenburg A, Best R, Rembitzki IV, Bruggemann GP, Liebau C. Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surg Sports TraumatolArthrosc* 2014; 22:2264-2274.
6. Lake D, Wofford NH, Effect of Therapeutic Modalities on Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review. *Sports Health* 2011; 4:182-189.
7. Crossley K, Bennell K, Green S, Cowan S, McConnel J. Physical therapy for patellofemoral pain: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Am J Sports Med* 2002; 30:857-65.
8. McConnel J, Fulkerson J. The Knee. Patellofemoral and Soft Tissue Injuries. In: Zachazewski JE, Maggee DJ, Quillen WS, editors. *Athletic Injuries and Rehabilitation*. Hardcover 1996.p.693-738.
9. Earl, J. E., & Vetter, C. S. (2007). Patellofemoral Pain. 18, 439–458.
10. Jan, M. H., Lin, D. H., Lin, J. J., Lin, C. H. J., Cheng, C. K., & Lin, Y. F. (2009). Differences in sonographic characteristics of the vastus medialis obliquus between patients with patellofemoral pain syndrome and healthy adults. *American Journal of Sports Medicine*, 37(9), 1743–1749.

11. O'Brien M. Clinical anatomy of the patellofemoral joint. *Int J Sports Med.* 2001;2(1):1–8.
12. Tria AJ, Alicea JA. Embryology and anatomy of the patella. In: Scuderi GR, editor. *The patella.* New York, NY: Springer; 1995. p. 11–23.
13. Waligora AC, Johanson NA, Hirsch BE. Clinical anatomy of the quadriceps femoris and extensor apparatus of the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467: 3297–306.
14. Tecklenburg K, Dejour D, Hoser C, Fink C. Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14: 235–40.
15. Özkoc, G. (2012). Patellofemoral dysplasias. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*, 11(4), 346–351.
16. Walsh W. Recurrent dislocation of the knee in the adult. In: Delee J, Drez D, Miller M, editors. *Delee and Drez's orthopaedic sports medicine.* Philadelphia: Saunders; 2003. p. 1710–49
17. Antich TJ, Brewster CE. Osgood-Schlatter disease: review of literature and physical therapy management. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1985;7(1):5–10.
18. Sherman, S. L., Plackis, A. C., & Nuelle, C. W. (2014). Patellofemoral anatomy and biomechanics. *Clinics in Sports Medicine*, 33(3), 389–401.
19. Navarro MS, Beltrani Filho CA, Akita Junior J, Navarro RD, Cohen M. Relationship between the lateral patellofemoral ligament and the width of the lateral patellar facet. *Acta Ortop Bras.* 2010;18(1):19–22.
20. Dragoo JL, Johnson C, McConnell J. Evaluation and treatment of disorders of the infrapatellar fat pad. *Sports Med.* 2012;42(1):51–67
21. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dyn Med.* 2008;7:9.
22. LaPrade RF. The anatomy of the deep infrapatellar bursa of the knee. *Am J Sports Med.* 1998;26(1):129–32.
23. Aglietti P, Giron F, Cuomo P. Disorders of patellofemoral joint. In: Scott WN editor. *Surgery of the knee.* New York: Churchill Livingstone; 2006 p. 807-936.
24. Frankel VH, Nordin M. *Basis biomechanics of the skeletal system.* Lea & Febiger, Philadelphia, p. 115-148, 1980.

25. Mow VC, Flatyow EL, Ateshian GA, Biomechanics. In: Buckwalter JA, Einhorn TA, Simon SR editors. Orthopaedic Basic Science. 2nd ed. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2000. p. 133-80.
26. Akgün I. Patellofemoral hastalıklar. In: Tandoğan RN, Alpaslan AM editor. Diz cerrahisi. Ankara: Haberal Eğitim Vakfı; 1999. s. 215-42.
27. Göncü K. Alt ekstremite kinezyolojik özellikleri. In: Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y, editörler. Fiziksel tıp ve Rehabilitasyon. Cilt 1. Ankara: Güneş Kitapevi; 2000. s. 427-43.
28. Fulkerson, John P. and Elizabeth A. Arendt. 2000. "Anterior Knee Pain in Females." *Clinical Orthopaedics and Related Research* (372):69–73
29. Peterson L, Renström P. Sports injuries: Their prevention and treatment. 3rd ed. Gillingham: Martin Dunitz Ltd; 2001
30. Brotzman SB, Head P. The Knee. *Clinical Orthopedic Rehabilitation*. Brotzman SB (Ed). Mosby. Philadelphia 1999,pp:183-243.
31. Houghton KM. Review for the generalist: evaluation of anterior knee pain. *Pediatr Rheumatol* 2007;5:8.
32. Gerbino PG. Adolescent Anterior Knee Pain. *Operative Techniques in Sports Medicine* 2006;14:203-211.
33. Valtuille RG, Abascal Faustino, Cerezal L, Valtuille AG, Pereda T, CangaA, Cruz A. Anatomy and MRI maging Apperances of Synovial Plicae of Knee. *RadioGraphics* 2002;22:775-784.
34. Duri ZAA, J, Paul M. Aichrothb PM, Dowd G, Wared H. The fat pad and its relationship to anterior knee pain. *The Knee* 1997;4:227-236.
35. Panni AS, Biedert RM, Maffulli N, et al. Overuse injuries of the extensor mechanism in athletes. *Clin Sports Med* 2002;21:483–98
36. Devereaux MD, Lachmann SM. Patello-femoral arthralgia in athletes attending a sports injury clinic. *Br J Sports Med* 1984;18(1):18–21.
37. Fredericson M, Misra AK. Epidemiology and aetiology of marathon running injuries. *Sports Med* 2007;37(45):437–9.
38. DeHaven KE, Lintner DM. Athletic injuries: comparison by age, sport, and gender. *Am J Sports Med* 1986;14(3):218–24.

39. Straccolini A, Casciano R, Levey Friedman H, et al. Pediatric sports injuries: a comparison of males versus females. *Am J Sports Med* 2014;42(4):965–72.
40. Thomee R, Augustsson J, Karlsson J. Patellofemoral pain syndrome: a review of current issues. *Sports Med* 1999;28:245-62.
41. Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressures. The influence of qangle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:715-24.
42. Dupuy DE, Hangen DH, Zachazewski JE, et al. Kinematic CT of the patellofemoral joint. *AJR Am J Roentgenol* 1997;169:211-5.
43. Lin F, Wilson NA, Makhsous M, et al. In vivo patellar tracking induced by individual quadriceps components in individuals with patellofemoral pain. *J Biomech* 2010;43:235-41.
44. Callaghan MJ, Oldham JA. Quadriceps atrophy: to what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Br J Sports Med* 2004;38:295-9.
45. Kaya D, Citaker S, Kerimoglu U, et al. Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:242-7.
46. Lephart SM, Ferris CM, Riemann BL, et al. Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. *Clin Orthop Relat Res* 2002:162-9.
47. Van Tiggelen D, Cowan S, Coorevits P, et al. Delayed vastus medialis obliquus to vastus lateralis onset timing contributes to the development of patellofemoral pain in previously healthy men: a prospective study. *Am J Sports Med* 2009;37:1099-105.
48. Akkurt E, Salli A, Ozerbil OM, Ugurlu H. The effect of isokenetic exercise on symptoms, functional status and EMG activation onset time of the vastus medialis oblique and vastus lateralis in female patients with patellofemoral pain syndrom. *Isokinet Exerc Sci* 2010;18:157-61.
49. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:671.
50. Hudson Z, Darthuy E. Iliotibial band tightness and patellofemoral pain syndrome: a case-control study. *Man Ther* 2009;14(2):147–51.

51. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, et al. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med* 2000;28(4):480–9.
52. White LC, Dolphin P, Dixon J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy* 2009;95(1):24–8.
53. Piva SR, Goodnite EA, Childs JD. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35(12):793–801.
54. Kuran B, Doğu B. Ön diz ağrılarında tanı ve tedavi yaklaşımları. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2009; 55 özel sayı, 1:20-5.
55. Tumia N, Maffulli N. Patellofemoral pain in female athletes. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 2002; 10: 69-75.
56. Şendur ÖF, Turan Y. Ön diz ağrılarını Eğitim. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2007;53 özel sayı 2:47-51.
57. Goodfellow J, Hungerford D, Woods C. Patellofemoral joint mechanics and pathology. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1979;58:291-9.
58. Dixit S, Difiori JP. Management of patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Physician* 2007;75:194-202.
59. Hughston JC (1968) Subluxation of the patella. *J Bone Joint Surg Am* 50:1003-1026.
60. Lerat JL, Taussig G (1982) les anomalies de rotation des membres inférieurs. *Rev Chir Orthop* 68:1–74.
61. Kolowich P, Paulos L, Rosenberg T. Lateral release of the patella: indications and contraindications. *Am J Sports Med*. 1990;18:359-65.
62. Kibler WB (1987) Strength and flexibility findings in anterior knee pain syndrome in athletes. *Am J Sports Med* 15:410.
63. Doberstein S, Romeyn R, Reineke D. The diagnostic value of Clarke sign in assessing chondromalacia patella. *J Athl Train* 2008;43:190-6.
64. Fairbank HA (1937) Internal derangement of the knee in children. *Proc R Soc Lond* 3:11.
65. Lombardo SJ, Bradley JP. Arthroscopic diagnosis and treatment of patellofemoral disorders. In: Scott WN, editor. *Arthroscopy of the knee:*

- Diagnosis and treatment. Philadelphia: Saunders; 1990. p. 155-73.
66. Insall J, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 1971;101:101-4.
 67. Pınar, H. (2012). Radiology and tomography of the patellofemoral joint. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*, 11(4), 294–301.
 68. Grelsamer RP, Newton PM. Patellofemoral imaging. *Sports Med Arthrosc Rev* 1994;2:226-36.
 69. Grelsamer RP, Proctor CS, Bazos AN. Evaluation of patellar shape in the sagittal plane. A clinical analysis. *Am J Sports Med* 1994;22:61-6.
 70. Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, Cool CR. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg [Am]* 1974;56:1391-6.
 71. Pfirrmann CW, Zanetti M, Romero J, Hodler J. Femoral trochlear dysplasia: MR findings. *Radiology*. 2000;216:858-64.
 72. Askenberger M, Bengtsson Moström E, Ekström W, et al. Operative repair of medial patellofemoral ligament injury versus knee brace in children with an acute first-time traumatic patellar dislocation: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2018;1:363546518770616.
 73. Carillon Y, Abidi H, Dejour D, et al. Patellar instability: assessment on MR images by measuring the lateral trochlear inclination-initial experience. *Radiology*. 2000;216:582-5.
 74. Pandit S, Frampton C, Stoddart J, Lysnkey T. Magnetic resonance imaging assessment of tibial tuberosity-trochlear groove distance: normal values for males and females. *Int Orthop*. 2011;35:1799-803.
 75. Schottle PB, Zanetti M, Seifert B, Pfirrmann CW, Fucentese SF, Romero J. The tibial tuberosity-trochlear groove distance: a comparative study between CT and MRI scanning. *Knee*. 2006;13:26-31.
 76. Zikry, Hashem E. et al. 2018. "Ultrasound Measures of Muscle Thickness May Be Superior to Strength Testing in Adults with Knee Osteoarthritis: A Cross-Sectional Study." *BMC Musculoskeletal Disorders* 19(1): 1–8
 77. van Middlekoop M, van Linschoten R, Berger MY, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. Knee complaints seen in general practice: active sports participants versus non-sports participants. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008;9:36.

78. Collins NJ, Barton CJ, van Middlekoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino BT, et al. 2018 consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th international patellofemoral pain research retreat, gold coast, Australia, 2017. *Br J Sports Med.* 2018;52:1170-8.
79. Saltychev M, Dutton RA, Laimi K et al. Effectiveness of conservative treatment for patellofemoral pain syndrome: a systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med.* 2018;50:393-401.
80. Rodriguez-Merchan EC. Articular cartilage defects of the knee: diagnosis and treatment. Mailand: Springer;2012.
81. Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, Morrissey D. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2015;49:1365-76.
82. Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther.* 1967;47:114-7.
83. Lankhorst NE, Bierma-Zeistra SM, van Middlekoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2013;47:193-206.
84. Rabelo NDDA, Lucareli PRG. Do hip muscle weakness and dynamic knee valgus matter for the clinical evaluation and decision-making process in patients with patellofemoral pain? *Braz J Phys Ther.* 2018;22:105–9.
85. Nijs J, Lluch Girbés E, Lundberg M, Malfliet A, Sterling M. Exercise therapy for chronic musculoskeletal pain: innovation by altering pain memories. *Man Ther.* 2015;20:216–20.
86. Van Der Heijden RA, Lankhorst NE, Van Linschoten R, Bierma-Zeistra SM, Van Middelkoop M. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome: an abridged version of Cochrane systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2016;52:110–33.
87. Moyano FR, Valenza MC, Martin LM, CaballeroYC, Gonzalez-Jimenez E, Demet GV. Effectiveness of different exercises and stretching physiotherapy on pain and movement in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2013;27:409–17.

88. Solomonow M, Krogsgaard M. Sensorimotor control of knee stability. A review. *Scand J Med Sci Sports*. 2001;11:64–80.
89. Yılmaz Yelvar GD, Baltacı G, Bayrakcı Tunay V, Atay AÖ. The effect of postural stabilization exercises on pain and function in females with patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2015;49:166–74.
90. Esculier JF, Bouyer LJ, Dubois B, Fremont P, Moore L, McFadyen B, Roy JS. Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial. *Br J Sports Med*. 2018;52:659–66.
91. Lake DA, Wofford NH. Effect of therapeutic modalities on patients with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Sports Health*. 2011;3:182–9.
92. Paillard T. Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sports Med*. 2008;38:161–7.
93. Maffiuletti NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110:223–34.
94. Ng GY, Zhang AQ, Li CK. Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18:128–33.
95. Benazzo F, Cadossi M, Cavani F. Cartilage repair with osteochondral autografts in sheep: effect of biophysical stimulation with pulsed electromagnetic fields. *J Orthop Res*. 2008;26:631–42.
96. Varani K, De Mattei M, Vincenzi F, Gessi S, Merighi S, Pellati A, et al. Characterization of adenosine receptors in bovine chondrocytes and fibroblast-like synoviocytes exposed to low frequency low energy pulsed electromagnetic fields. *Osteoarthr Cartil*. 2008;16:292–304.
97. Servodio Iammarrone C, Cadossi M, Sambri A, Grosso E, Corrado B, Servodio Iammarrone F. Is there a role of pulsed electromagnetic fields in management of patellofemoral pain syndrome? Randomized controlled study at one year follow-up. *Bioelectromagnetics*. 2016;37:81–8.
98. Rogvi-Hansen B, Ellitsgaard N, Funch M, Dall-Jensen M, Prieske J. Low level laser treatment of chondromalacia patellae. *Int Orthop*. 1991;15:359–61.

99. Bronfort G, Evans R, Anderson AV, Svendsen KH, Bracha Y, Grimm RH. Spinal manipulation, medication, or home exercise with advice for acute and subacute neck pain: a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2012;156:1–10.
100. Eckenrode BJ, Kietrys DM, Parrott JS. Effectiveness of manual therapy for pain and self-reported function in individuals with patellofemoral pain: systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48:358–71.
101. Powers CM, Ward SR, Chan LD, Chen YJ, Terk MR. The effect of bracing on patella alignment and patellofemoral joint contact area. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1226–32.
102. Smith TO, Drew BT, Meek TH, Clark AB. Knee orthoses for treating patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;(12):CD010513.
103. Heintjes EM, Berger M, Bierma-Zeinstra SMA, Bernsen RMD, Verhaar JAN, Koes BW. Pharmacotherapy for patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Library* 2004 Issue 3:CD003470.
104. Tüzün EH, Eker L, Aytar A, Daşkapan A, Bayramoğlu M. Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of WOMAC osteoarthritis index. *Osteoarthritis and Cartilage* 2005;13(1):28-33.
105. Yamamoto, G. J., Ocampos, G. P., Luzo, M. C. M., da Silva, C. A. C., de Farias, F. E. S., & de Rezende, M. U. (2019). Randomized prospective study on the treatment of femoro-patellar osteoarthritis using bracing. *Acta Ortopedica Brasileira*, 27(2), 85–91.
106. Allen KD, Lo G, Abbate LM, et al. Composite measures of physical activity and pain associate better with functional assessments than pain alone in knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol.* 2019.
107. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36(2):95e101.
108. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Does quadriceps atrophy exist in individuals with patellofemoral pain? A systematic literature review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(11):766e776.

109. Powers CM, Landel R, Perry J. Timing and Intensity of Vastus Muscle Activity During Functional Activities in Subjects With and Without Patellofemoral Pain. *PHYS THER.* 1996; 76:946-955.
110. Wakeling JM, Blake OM, Wong I, Rana M, Lee SSM. Movement mechanics as a determinate of muscle structure, recruitment and coordination. *Phil Trans R Soc B* 366: 1554– 1564, 2011.
111. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Atrophy of the quadriceps is not isolated to the vastus medialis oblique in individuals with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45(8):613-619.
112. Kızılkaya AÖ, Ecesoy H. Ultrasonographic assessment of quadriceps and patellar tendon thicknesses in patients with patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2019;53:272-277.